



РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ PMSXPRO ОТ MITSUBISHI ELECTRIC

СЕРГЕЙ ТИТОВ

Sergey.Titov@mer.mee.com

Корпорация Mitsubishi Electric активно развивает направление систем автоматизации для непрерывных процессов. С недавних пор у компании появилась возможность предлагать заказчикам комплексные решения на базе собственной распределенной системы управления PMSX, архитектура и технические характеристики которой рассматриваются в статье.

Решения и оборудование для промышленной автоматизации от Mitsubishi Electric традиционно ассоциируются у специалистов АСУ ТП со спектром задач, связанных с автоматизацией дискретных процессов — сборочные конвейеры, упаковочные машины, линии сортировки, фасовки, розлива, сервосистемы с управлением множеством осей. На протяжении многих десятилетий корпорация (и, как следствие, ее продуктовая линейка) развивалась на таком сегменте рынка, как дискретная автоматика (factory automation). Но рано или поздно для компании настал бы момент выхода за пределы своей «классической территории». Первые шаги по выходу на новое для себя направление в сегменте АСУ ТП непрерывными процессами (process automation) корпорация Mitsubishi Electric предприняла в начале 2000-х годов, разработав ряд специализированных компонентов, таких как модуль ProcessCPU для своего флагманского контроллера SystemQ с поддержкой аппаратного резервирования, специализированных блоков ПИД-регулирования и модулей работы с аналоговыми сигналами. Но все же это была разработка отдельных компонентов, а, как известно, рынок АСУ ТП все настойчивее требует от поставщиков комплексных проверенных решений, особенно в части автоматизации непрерывных процессов. Учитывая данный фактор, за последние пять лет Mitsubishi Electric предприняла ряд действительно важных шагов. Для начала компания обзавелась собственной SCADA MAPS, выкупив контрольный пакет

акций у компании-разработчика Adroit Technologies и исключив сценарий дальнейшего поглощения этого продукта со стороны компаний-конкурентов (что неоднократно случалось в прошлом). Это позволило предлагать законченные комплексные решения на рынке SCADA, при этом имея долгосрочную стратегию развития и поддержки собственного продукта. Но чтобы занять достойное место на рынке АСУ ТП непрерывных процессов и иметь возможность выступать в качестве поставщика в крупных проектах, нужна была полноценная распределенная система управления (PCU). И следующий шаг не заставил себя долго ждать: в 2013 г. состоялась сделка по вхождению в состав корпорации Mitsubishi Electric немецкой фирмы KN-Automation, инженерной компании, специализирующейся на разработке и внедрении мощной PCU под кодовым названием PMSX (Process Management System Linux based), о которой и пойдет речь в данной статье.

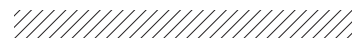
ДИСКРЕТНЫЙ VS НЕПРЕРЫВНЫЙ

Прежде чем переходить к описанию архитектуры и технических характеристик PMSX, рассмотрим основные отличия при решении задач автоматизации в дискретном и непрерывном мире.

Под дискретным обычно понимается производственный процесс, где в результате ряда последовательных дискретных шагов (технологических операций) из заготовки или набора компонентов на выходе получается законченное изделие. На каждом

из технологических этапов можно остановить машину или конвейер для осуществления промежуточного контроля качества изделий, устранения возникших неполадок или внесения изменений в настройки отдельных узлов. После этого процесс производства изделий можно безболезненно запустить вновь. В качестве человеко-машинного интерфейса (HMI) зачастую достаточно иметь сенсорную панель оператора. Разработчикам АСУ важно иметь возможность гибкой и достаточно глубокой настройки каждого из компонентов в отдельности (контроллера, панели оператора, исполнительных механизмов).

В отличие от дискретного, в непрерывном процессе производства из одного продукта (или нескольких продуктов) в результате многоступенчатой непрерывной технологической цепочки на выходе получается другой продукт. Процесс протекает непрерывно. Даже кратковременная остановка технологической линии недопустима и может привести к угрозе выхода технологического оборудования из строя, потери текущей партии продукта, а зачастую и к угрозе возникновения аварийной ситуации на предприятии. Особое внимание при построении АСУ ТП для непрерывных процессов уделяется разработке удобного и функционального интерфейса оператора-технолога, который выполняется в виде разветвленных мнемосхем технологических установок с выводом информации на многодисплейные АРМы. С точки зрения разработчиков АСУ, программно-технический комплекс (ПТК) рассматривается здесь не как



сборка из отдельных компонентов, а как единое целое. Проект создания системы заключается в грамотном выборе необходимых функциональных блоков, конфигурации взаимосвязей, настройке параметров (уставки, ПИД-регуляторы, блокировки). В силу перечисленных выше факторов к АСУ ТП непрерывных процессов предъявляются специфические требования — обеспечение непрерывности функционирования, возможности изменения и расширения системы «на лету» и большой выбор готовых функциональных блоков, как стандартных, так и специфических для определенных технологических процессов (например, в области химии, энергетики и нефтегаза).

АРХИТЕКТУРА И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ PCU PMSX

Перейдем к рассмотрению архитектуры (рис. 1) и технических характеристик PCU PMSXpro от Mitsubishi Electric. С самого начала проекта разра-

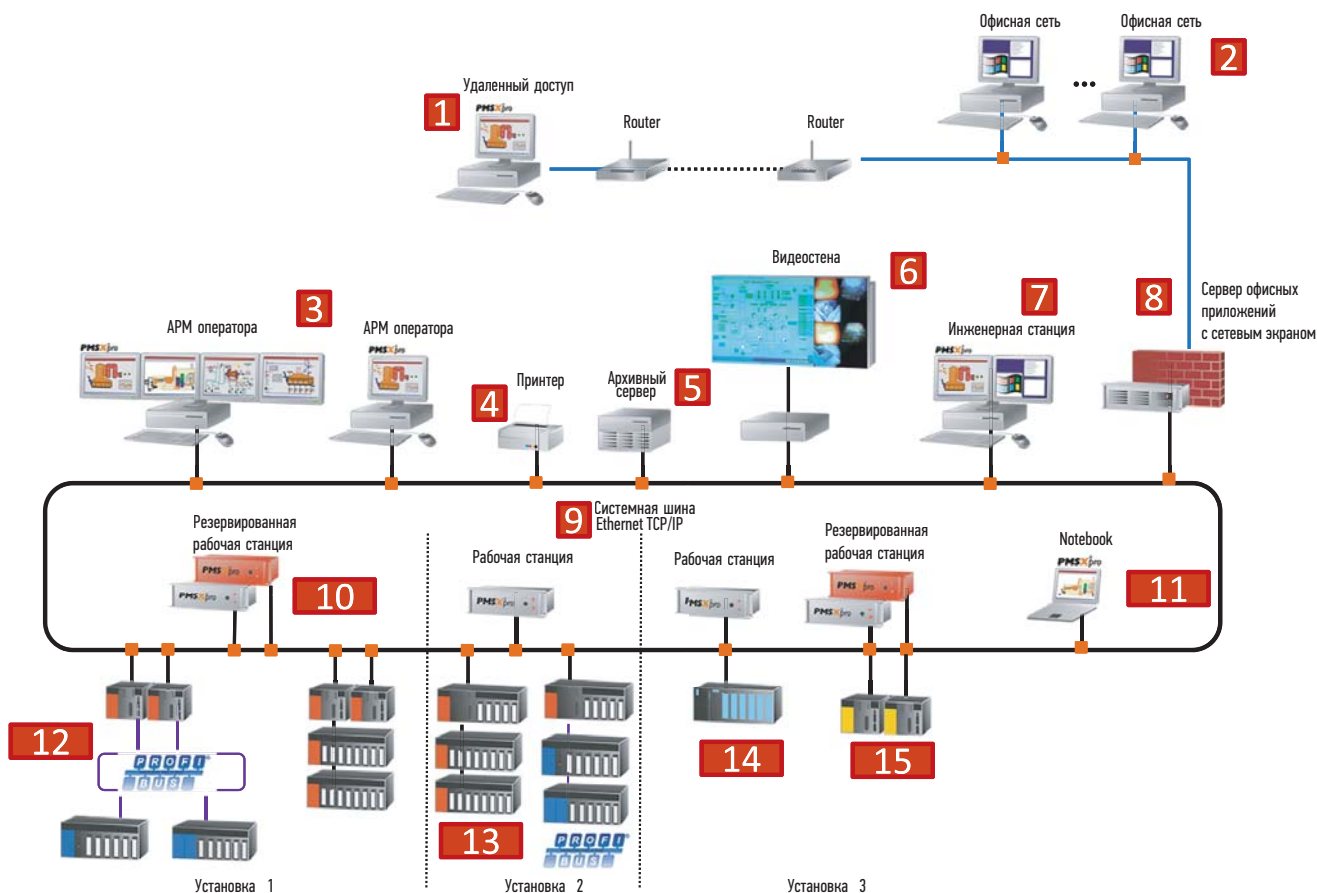
ботки ПТК PMSX инженеры поставили перед собой задачу: система должна быть построена на базе стандартных промышленных общедоступных компонентов — начиная от контроллеров и заканчивая рабочими станциями. Перечислим основные элементы в архитектуре системы:

1. станция удаленного доступа;
2. офисная сеть с приложениями уровня MES и ERP;
3. станции оператора-технолога (до четырех дисплеев на станцию);
4. системный принтер, доступ к которому есть у всех узлов сети;
5. архивный сервер с технологией RAID (для хранения долгосрочных трендов и журналов);
6. видеостена в ЦДП, на которую можно вывести любые экраны со станций операторов-технологов;
7. инженерная станция — единый инструмент настройки и конфигурации всей системы PMSXpro;
8. сервер офисных приложений со встроенным сетевым экраном;

9. системная шина — двойное оптическое кольцо со скоростью передачи данных 1 Гбит/с;
10. локальные рабочие станции (могут быть как одиночными, так и резервированными);
11. мобильная станция PMSXpro для диагностики и обслуживания системы;
12. в качестве стандартных контроллеров используются ПЛК SystemQ (одиночные или резервированные);
13. система ввода/вывода может строиться по разной топологии — локальной системы ввода/вывода или удаленных станций (например, по шине ProfiBus);
14. в систему PMSXpro могут быть интегрированы отдельные ПЛК и подсистемы других производителей;
15. подсистема ПАЗ на базе специализированных ПЛК, с интеграцией в PCU.

В соответствии с классическими канонами построения распределенных систем управления, PMSX имеет децентрализованную архитектуру.

РИС. 1. ▼
Архитектура PCU PMSXpro



В системе нет единого центрального управляющего сервера/контроллера, от которого зависит работа всей системы. Как раз наоборот, все задачи управления распределены по функциональным признакам (управление той или иной технологической установкой) по отдельным локальным станциям управления (ЛСУ). Каждая ЛСУ состоит из трех частей:

- рабочая станция на основе промышленного ПК под управлением ОС Linux (п. 10);
- один или несколько контроллеров на основе ПЛК Mitsubishi Electric SystemQ или других производителей (пп. 12, 13, 14, 15);
- система ввода/вывода, которая может быть построена либо через локальные модули SystemQ, либо через удаленные станции ввода/вывода различных производителей, подключаемые к контроллеру по промышленной шине ProfiBus (п. 13).

Все ЛСУ, являясь в некоторой степени автономными и обеспечивая управление отдельными технологическими узлами, образуют единую информационную систему, обмениваясь данными как между собой, так и с другими узлами сети по высокоскоростной системной шине (п. 9), построенной по технологии двойного оптического кольца с протоколом Ethernet.

Взаимодействие системы PMSXpro и операторов-технологов обеспечивается посредством операторских станций (п. 3), которые также подключены к единой системной шине. При этом любой АРМ имеет доступ ко всем параметрам системы и ко всем узлам сети (ЛСУ, архивные серверы, принтеры). В процессе открытия того или иного экрана (мнемосхемы) на АРМ данные в реальном времени подгружаются с одного или нескольких ЛСУ. А при просмотре архивных трендов АРМ «подтягивает» данные из архивного сервера (п. 5). Следует отметить, что один АРМ может иметь до четырех дисплеев. Также в системе предусмотрена возможность использования видеостены (п. 6), на которой можно в многооконном режиме отображать необходимые экраны с любого АРМ системы. Для диагностики и обслуживания системы существует возможность подключения к системной шине мобильной станции оператора PMSXpro (п. 11).

Конфигурирование, программирование и обслуживание системы PMSXpro осуществляется с единой

ТАБЛИЦА. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РСУ PMSXPRO

Архитектура	
Архитектура системы	распределенная, децентрализованная
Количество тегов в системе	до 1 000 000
Количество экранов (мнемосхем) в системе	до 10 000
Количество принтеров в системе	до 100
Количество станций оператора в системе (АРМов)	до 60
Количество ЛСУ в системе	до 100
Количество контроллеров в системе	до 200
Количество точек ввода/вывода на ЛСУ	до 8192
Тип контроллеров ЛСУ	Mitsubishi Electric SystemQ
Программирование логики ПЛК	стандарт МЭК 61131-3
Производительность	
Скорость системной шины	1 Гбит/с
Время отрисовки экрана	500 мс
Время обновления измеренных данных	500 мс
Время реакции на управляющее воздействие	500 мс
Временное разрешение данных и событий в системе	1 мс
Количество записей в архиве событий	более 1 000 000
Количество отображаемых переменных на графике	до 18

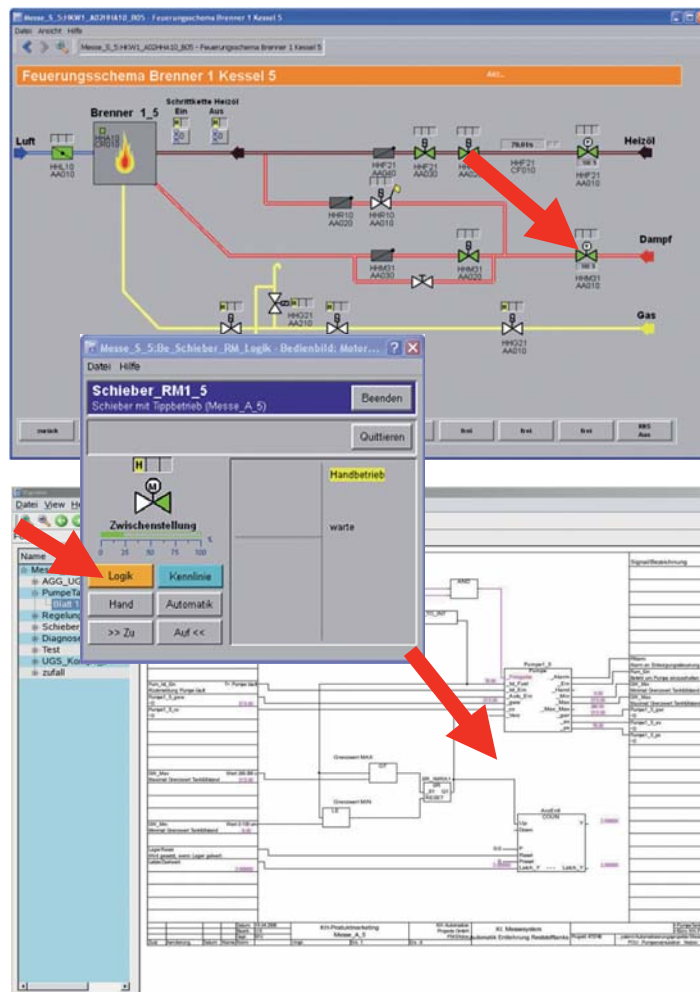
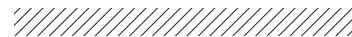


РИС. 2. ◀ Функционал системы PMSXpro



инженерной станции (п. 7). Основным принципом работы инженерной станции — полная связанность элементов управления. Добавляя тот или иной функциональный модуль или мнемосхему процесса, PMSXpro автоматически создает систему переменных, делает привязку к физическим каналам ввода/вывода, добавляет новые данные в архивные таблицы. Разработчику достаточно указать изменение или добавление элемента в одном месте, все остальное PMSXpro делает самостоятельно. Полезный функционал системы — это контекстный динамический вызов алгоритмов управления того или иного элемента мнемосхемы. Например, выбрав регулирующий клапан на мнемосхеме, можно нажатием кнопки «алгоритм» в реальном времени вызвать на экран соответствующую часть программы из ПЛК, которая непосредственно отвечает за управление данным клапаном (рис. 2).

Взаимодействие PMSXpro с офисными и MES-системами осуществляется через сервер офисных приложений с межсетевым экраном (п. 8).

Технические характеристики PCU PMSX приведены в таблице.

Из отличительных характеристик системы PMSXpro можно выделить следующие:

- полностью открытая архитектура, построенная на стандартных промышленных компонентах и сетевых технологиях;
- высокое быстродействие благодаря системной шине и структуре построения ЛСУ, состоящей из рабочей станции на базе промышленного ПК (ведет локальную базу данных ЛСУ, вторичную

обработку данных, обеспечивая оперативное взаимодействие с другими элементами системы) и из высокопроизводительного ПЛК SystemQ (сбор и первичная обработка измерительных сигналов, обработка логических алгоритмов управления);

- высокая надежность (возможность резервирования элементов системы — ЛСУ, коммуникации, архивный сервер, системная шина);
- централизованный инжиниринг системы (конфигурирование и программирование всей системы с единой инженерной станции).

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ

Среди всего разнообразия объектов внедрения PCU PMSXpro отдельно следует отметить отрасль промышленности, где применение данного ПТК в такой стране, как Германия, стало практически стандартом. Речь идет о теплоэлектростанциях, работающих на нетрадиционных источниках энергии, в частности на твердых бытовых отходах. На сегодня большинство крупных мусоросжигающих ТЭЦ в немецких городах автоматизированы при помощи ПТК PMSXpro. Технологии мусоросжигания, генерации тепла и электроэнергии, очистки дымовых газов являются достаточно сложными и требуют четкой работы системы АСУ ТП. В общем виде технологическая цепочка выглядит следующим образом (рис. 3):

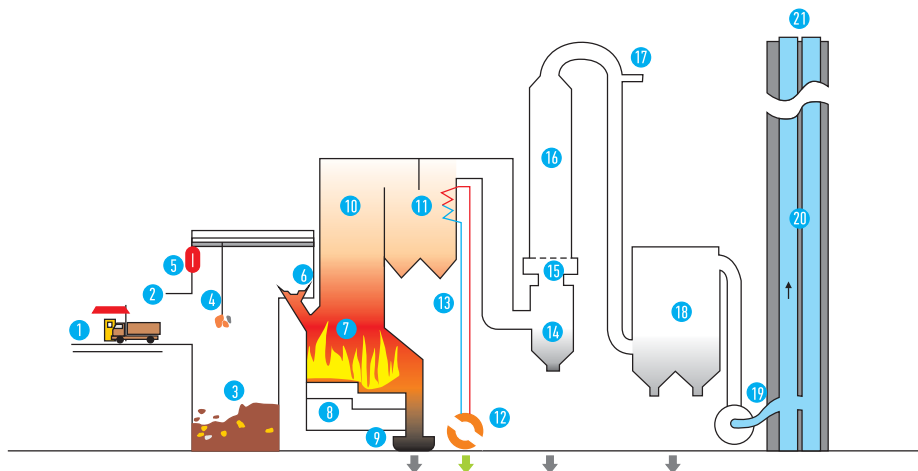
1. зона разгрузки мусоровозов;
2. приемный док;
3. накопительный бункер;
4. манипулятор;

5. система пожарной сигнализации;
6. приемная горловина;
7. печь;
8. подвижный конвейер;
9. система удаления шлака;
10. система контроля NO;
11. парогенератор;
12. паровая турбина и система городского теплоснабжения;
13. конденсатор;
14. циклонный сепаратор;
15. система инжекции карбоната кальция;
16. абсорбционный реактор;
17. система инжекции химических реагентов;
18. система фильтрации дымовых газов;
19. дымосос;
20. дымовая труба;
21. система газоанализа.

Основные задачи системы АСУ ТП:

- постоянный мониторинг ситуации в накопительном бункере для оперативного обнаружения и предотвращения распространения возгорания в этом секторе;
- контроль загрузки печи и приемной горловины, которая всегда должна быть заполнена, для исключения выбросов пламени в накопительный бункер;
- контроль и регулирование процесса сгорания мусора: с одной стороны, температура должна быть достаточно высокой, чтобы обеспечить максимальное сгорание ТБО, с другой — слишком высокая температура приводит к избыточному образованию вредных соединений — оксидов азота (как правило, температуру поддерживают на уровне +850 °C путем дополнительного сжигания топливного газа);
- контроль теплообменных процессов в парогенераторе, теплообменнике, конденсаторе;
- САУ паровой турбины;
- система очистки и фильтрации дымовых газов при помощи инжекции химических реактивов;
- управление дымососом;
- система газоанализа дымовых газов: при этом данные по содержанию примесей в дымовом газе в реальном времени поступают не только на предприятие, но и в городской центр мониторинга экологической ситуации, где происходит контроль превышения

РИС. 3. ▽
Структура
мусоросжигающей ТЭЦ



предельнодопустимых концентраций.

В качестве примера реализации проекта АСУ ТП мусоросжигающей ТЭЦ на базе РСУ PMSXpro можно привести ТЭЦ в г. Франкфурт (Германия) (рис. 4).

Структура проекта показана на рис. 5. Информационная емкость системы — 25 000 тегов, из них 10 000 — физические каналы ввода/вывода. В системе установлено 17 ЛСУ, часть из которых выполнена по резервированной технологии. На уровне контроллеров использованы ПЛК SystemQ. Система ввода/вывода — как локальные модули, так и удаленные станции, подключенные по шине ProfiBus. Для обслуживания системы установлены шесть станций операторов-технологов и три видеостены.

Система PMSXpro стабильно работает на предприятии с 2004 г. по настоящее время. За это время специалисты Mitsubishi Electric совместно с заказчиком провели уже несколько этапов расширения и модификации системы согласно программе развития мощности ТЭЦ. При этом стоит отметить,



Рис. 4. Мусоросжигающая ТЭЦ в г. Франкфурт (Германия)

что работы по расширению системы PMSXpro проходили без остановки и влияния на существующую часть АСУ ТП и работающие технологические линии завода.

Mitsubishi Electric активно развивает новое для себя направление ком-

плексных систем автоматизации для непрерывных процессов. В данный момент компания готова предложить заказчикам решения любого масштаба — от локальных систем управления, клиент-серверной архитектуры на базе SCADA MAPS до полноценного ПТК PMSX с архитектурой распределенной системы управления.

Рис. 5. Проект АСУ ТП мусоросжигающей ТЭЦ

