

Л.П. Мышляев¹, О.Н. Лысенко², В.В. Грачев¹, Н.Л. Лысенко¹, М.В. Шипунов³, С.В. Прокофьев²

¹ Сибирский государственный индустриальный университет

² АО «ОФ «Антоновская»

³ ООО «Научно-исследовательский центр систем управления»

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ (НА ОСНОВЕ ПОСЛЕДНИХ ДОСТИЖЕНИЙ В РАЗРАБОТКЕ ПОДОБНЫХ СИСТЕМ)¹

Первые системы автоматизации управления технологическими комплексами (САУ ТК) углеобогатительных фабрик (ОФ) нового поколения были разработаны и внедрены в начале 2000-х годов. Первой такой фабрикой была ОФ «Антоновская» (г. Новокузнецк), введенная в эксплуатацию в 2001 г. [1– 6]. По прошествии 15 лет ситуация в области автоматизации крупных промышленных комплексов существенно изменилась [7 – 10]: значительно расширились функциональные возможности систем автоматизации, появились новые более совершенные и надежные технические и программные средства, усложнилось их информационное и программное обеспечение, успешно реализуется концепция перехода от «лоскутной автоматизации» к интегрированной САУ ТК на базе единой программно-аппаратной платформы.

Очевидно, что первые действующие САУ ТК ОФ, в принципе выполняя все возложенные на них функции, во многом не соответствуют современным требованиям к системам автоматизации и нуждаются в улучшении. На примере САУ ТК ОФ «Антоновская» можно сказать, что это объясняется следующими причинами:

- персональные компьютеры диспетчера и оператора, реализованные на базе Intel Pentium и ЭЛТ-мониторы, выработали свой ресурс и не могут конкурировать с современными станциями по производительности, надежности, эргономическим и экологическим характеристикам;

- прикладное программное обеспечение, построенное на базе операционной системы QNX и SCADA-системы RealFlex, не обеспе-

чивает в полной мере функциональные возможности современных САУ ТК;

- возможности быстрой корректировки прикладного программного обеспечения ограничены (в частности, при редактировании графических элементов, при написании скриптов) из-за невозможности использования популярных библиотек программирования DDL, готовых управляющих элементов ActiveX, протоколов обмена информации OPC, DDE, COM/DCOM;

- не осуществляется централизованный сбор и хранение всех производственных данных, необходимых для анализа и эффективного управления промышленным комплексом (данных о работе оборудования; произошедших событиях, повлекших простой оборудования или создание аварийной ситуации; данных о действиях персонала);

- существующая САУ ТК реализует принцип «лоскутной автоматизации». Для решения производственных задач ОФ (визуализация, хранение предыстории, построение отчетов) задействовано большое число программных продуктов от разных производителей, для согласованной и эффективной работы которых требуется использовать множество разнообразных интерфейсов и протоколов;

- отсутствует возможность построения интегрированной системы на базе единой программно-аппаратной платформы – MES (Manufacturing Execution System – система управления производством).

Этапы модернизации САУ ТК. В связи с этим, опираясь на опыт создания и эксплуатации подобных систем в последние годы, предлагается произвести модернизацию верхнего уровня действующих САУ ТК с целью устранения перечисленных недостатков, а также для расширения функциональных возможностей системы.

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, по проекту № 15-07-01972.

Модернизацию верхнего уровня САУ ТК следует осуществлять поэтапно, параллельно работе действующей системы без остановки основного производства.

На первом этапе модернизации развертывается станция разработчика (инженерная станция) и вводится в действие сервер предыстории. Производится конфигурирование сервера предыстории, настройка драйверов ввода/вывода, отладка проектов для АРМ диспетчера и оператора погрузки. Сервер предыстории осуществляет хранение собранных производственных данных, поступающих с контроллеров нижнего уровня. При этом сбор данных для сервера производится параллельно с их сбором для действующих диспетчерских станций.

На втором этапе в систему вводятся АРМ диспетчеров. В процессе развертывания, настройки и конфигурирования АРМ управление технологическим комплексом ОФ осуществляется действующими диспетчерскими станциями.

На третьем этапе вводится в действие АРМ оператора погрузки. В процессе его развертывания, настройки и конфигурирования управление технологическим комплексом погрузки осуществляется действующей станцией оператора погрузки.

Управление технологическим комплексом ОФ и комплексом погрузки передается на новые АРМ лишь после полного завершения всех этапов пуско-наладочных работ.

Модернизация верхнего уровня САУ ТК позволит расширить функциональные возможности системы, повысить удобство, безопасность и эффективность работы оперативно-диспетчерского персонала, организовать платформу для создания интегрированной системы

класса MES и, как следствие, увеличить потенциал для дальнейшего развития САУ ТК.

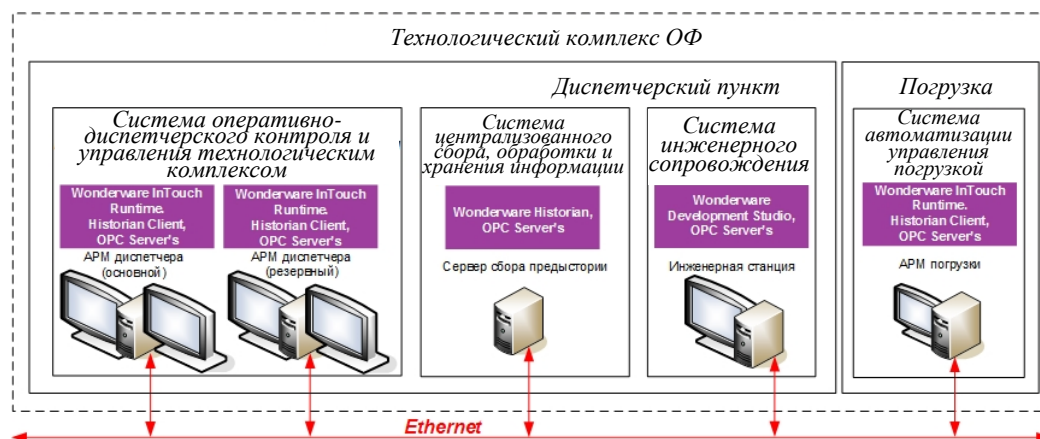
Техническое обеспечение. На рисунке показана предлагаемая техническая структура верхнего уровня САУ ТК ОФ. Аппаратная реализация системы выполняется на базе персональных компьютеров и сервера корпорации Hewlett-Packard.

Система автоматизации оперативно-диспетчерского контроля и управления технологическим комплексом комплектуется двумя АРМ диспетчера (основной и резервный), реализованными на базе персональных компьютеров HP серии Z440 с двумя жесткими дисками на 1 Tb, объединенными в RAID-массив для исключения потери работоспособности в случае выхода из строя одного из накопителей. Каждый АРМ оснащен двумя 30" LCD-мониторами.

В штатном режиме работы функционируют оба АРМ диспетчера. Архитектура «горячего» резервирования в сочетании с использованием RAID-массива обеспечивает повышенную отказоустойчивость системы и сохранность данных.

Система централизованного сбора, обработки и хранения информации представляет собой сервер предыстории, который реализован на базе HP Proliant DL320G8 с процессором XEON и жесткими дисками на 1 Tb, объединенными в RAID-массив для исключения потери данных в случае выхода из строя одного из накопителей.

Сервер предыстории располагается в существующем серверном шкафу ОФ. Для первоначальной настройки сервера и его локального администрирования в серверный шкаф также устанавливается консоль управления HP Console TFT7600 и аналоговый переключатель HP Server Console Switch.



Техническая структура верхнего уровня САУ ТК ОФ

Система инженерного сопровождения представляет собой инженерную станцию, реализованную на базе персонального компьютера HP серии Z440 с одним 30" LCD-монитором. Станция укомплектована двумя жесткими дисками на 1 Tb, объединенными в RAID-массив для исключения потери данных в случае выхода из строя одного из накопителей.

Система автоматизации управления погрузкой комплектуется АРМ оператора погрузки, который реализуется на базе персонального компьютера HP серии Z440 с одним 24" LCD-монитором; АРМ оператора погрузки укомплектован двумя жесткими дисками на 1 Tb, объединенными в RAID-массив для исключения потери работоспособности в случае выхода из строя одного из накопителей.

Обмен данными между компонентами системы осуществляется посредством действующей информационной сети *Ethernet*.

Программное обеспечение. В качестве базового программного обеспечения выбрана SCADA-система Wonderware InTouch и сервер предыстории Wonderware Historian компании Invensys – структурного подразделения корпорации Schneider Electric (Франция) и OPC-серверы компании Kerware (США).

Компания Invensys является ведущим разработчиком программных продуктов для создания автоматизированных систем, управляющих технологическими и производственными процессами всех уровней предприятия. Уже более 20 лет программные продукты Wonderware применяются в России для создания программного обеспечения АСУ ТП, а также систем управления производством и представляют собой программный пакет класса MES (Manufacturing Execution System).

Программное обеспечение от Schneider Electric строится по модульному принципу и является максимально открытым, то есть позволяет осуществить сопряжение с различными продуктами других фирм с использованием мощного и универсального скриптового языка, а также встраивания готовых компонентов, в том числе и ActiveX компонентов.

Базовое программное обеспечение верхнего уровня САУ ТК включает в себя следующие программные продукты:

- серверы ввода-вывода (OPC Server's Kerware);
- средства визуализации данных (SCADA-система Wonderware InTouch Runtime);
- средства хранения данных предыстории (сервер предыстории Wonderware Historian);

– программное обеспечение разработки и сопровождения системы (Wonderware Development Studio).

Сервер ввода-вывода. Все производственные данные из подсистемы нижнего уровня собираются посредством OPC-серверов – OPC Server's Kerware, которые позволяют клиентским приложениям (таким, как SCADA-система, сервер предыстории) получать в реальном времени доступ к данным программируемых логических контроллеров. Также OPC-серверы реализуют коммуникации с устройствами сторонних производителей, поддерживающими протоколы Modbus и Modbus TCP, и обеспечивают простые, открытые и прозрачные коммуникации между программными приложениями и аппаратурой, интегрируя в себе все последние спецификации OPC Foundation: OPC-DA, .NET API interface, OPC XML-DA.

Средства визуализации. Для отображения данных о текущем состоянии технологического комплекса в целом и каждой единицы оборудования в частности (выдачи команд управления комплексом и отдельными единицами оборудования), а также для обеспечения возможности анализа накопленных данных на АРМ диспетчера устанавливается SCADA-система Wonderware InTouch Runtime на 60000 тегов ввода-вывода. На АРМ оператора погрузки устанавливается SCADA-система Wonderware InTouch Runtime на 3000 тегов.

Средства хранения предыстории. Специализированный сервер обеспечивает сбор данных с контроллеров нижнего уровня, систем оперативно-диспетчерского контроля и управления технологическими комплексами. Все производственные данные (сведения о технологических параметрах и работе оборудования, произошедших событиях, действиях оперативно-диспетчерского и производственно-технического персонала) собираются с помощью OPC-серверов и архивируются в специализированном сервере предыстории Wonderware Historian.

Система централизованного сбора, обработки и хранения информации предоставляет технологические и производственные данные в систему автоматизации оперативно-диспетчерского контроля и управления технологическими комплексами (на АРМ диспетчера, на АРМ оператора погрузки) в любом требуемом и удобном для восприятия виде (графики, таблицы, диаграммы) с помощью клиентского приложения Wonderware Historian Client.

Информация о динамике параметров управляемых технологических процессов и состоянии оборудования предоставляется для различных интервалов времени, с различной степенью детализации и используется при построении разнообразных отчетов.

На сервер предыстории, функционирующий на базе операционной системы Windows Server, устанавливается лицензия Wonderware Historian на 5000 тегов.

Программное обеспечение разработки и сопровождения системы. Инструментальная система Wonderware Development Studio обеспечивает поддержку изменений информационного и прикладного программного обеспечения САУ ТК ОФ, а также решение задач производственно-исследовательского характера. Необходимость выполнения этих работ возникает в связи с изменениями технологического регламента, состава объектов контроля и управления в процессе выполнения пусконаладочных работ, опытной эксплуатации и отработки технологических режимов, а также в связи с дальнейшим расширением состава задач и автоматизируемых функций контроля и управления технологическими и производственными процессами обогатительной фабрики.

В последующем разработанное на инженерной станции прикладное программное обеспечение переносится на соответствующие узлы САУ ТК по информационной сети.

Интерфейс разработки инженерной станции интуитивно понятен и полностью поддерживает принцип WYSIWYG (WhatYouSeesWhatYouGet – что есть на экране инженерной станции, то будет и на экране удаленной станции), то есть все, что создается на экране инженерной станции при помощи соответствующего программного обеспечения, будет выглядеть точно так же и на экране удаленной станции.

Программное обеспечение от Schneider Electric функционирует на базе операционной системы Windows. Подтверждение его лицензирования осуществляется с помощью аппаратных USB-ключей.

Выводы. Представленные решения позволяют без значительных затрат и в кратчайшие сроки производить модернизацию верхнего уровня системы автоматизации управления технологическими комплексами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. И в у ш к и н А.А., К и с е л е в С.Ф., М ы ш л я е в Л.П. Системы автоматизации углеобогаательных фабрик: Монография. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2004. – 232 с.
2. С а з ы к и н Г.П., С и н е о к и й Б.А., М ы ш л я е в Л.П. Проектирование и строительство углеобогаательных фабрик нового поколения. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2003. – 127 с.
3. Автоматизация управления углеобогаательными фабриками / Л.П. Мышляев, С.Ф. Киселев, А.А. Ивушкин и др. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2003. – 304 с.
4. О с ь к и н С.И., М ы ш л я е в Л.П., С а з ы к и н Г.П., К и с е л е в С.Ф. и др. Особенности разработки и реализации проекта ОФ «Антоновская». – В кн.: Перспективные технологии разработки и использования минеральных ресурсов: Труды VII Международной научно-практической конференции. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2001. С. 237 – 239.
5. Системы автоматизации на основе натурно-модельного подхода: Монография в 3-х т. Т. 2. Системы автоматизации производственного назначения / Л.П. Мышляев, А.А. Ивушкин, Г.П. Сазыкин и др.; под ред. Л.П. Мышляева. – Новосибирск: Наука, 2006. – 483 с.
6. Алгоритмы и системы автоматизации управления объектами угольной промышленности. Монография / А.А. Ивушкин, Л.П. Мышляев, К.Г. Венгер и др. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2008. – 116 с.
7. Планирование создания и испытание автоматизированных промышленных комплексов (на примере углеобогаательных фабрик): Учеб. пособие / А.А. Ивушкин, В.В. Грачев, Л.П. Мышляев, К.Г. Венгер. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2012. – 105 с.
8. Г р а ч е в В.В., Ш и п у н о в М.В., И в у ш к и н К.А., Ц и р я п к и н а А.В. Особенности разработки информационного обеспечения систем автоматизации углеобогаательных фабрик нового поколения. – В кн.: Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды X Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2015. С. 90 – 95.
9. Г р а ч е в В.В., Ш и п у н о в М.В. Программное обеспечение систем автоматизации управления промышленными комплексами. – В кн.: Автоматизированный электропривод и промышленная электроника в металлургической и горно-топливной отраслях: Труды Шестой Всероссийской научно-практической конфе-

ренции. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2014. С. 226 – 232.

10. И в у ш к и н К.А., Г р а ч е в В.В., М ы ш л я е в Л.П., Ц и р я п к и н а А.В., К и с е л е в С.Ф. Современная система автоматизации управления углеобогащательной фабрики. – В кн.: Научные технологии разработки и использования мине-

ральных ресурсов: Сб. науч. статей / Под общ. ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2015. С. 203 – 211.

© 2016 г. Л.П. Мышляев, О.Н. Лысенко, В.В. Грачев, Н.Л. Лысенко, М.В. Шипунов, С.В. Прокофьев
Поступила 26 августа 2016 г.

УДК 681.51

Л.П. Мышляев¹, В.Ф. Евтушенко¹, В.Н. Бурков², К.А. Ивушкин³, Г.В. Макаров¹

¹Сибирский государственный индустриальный университет

²Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН

³ОК «Сибшахтострой»

РАЗВИТИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С ПРОГНОЗИРУЮЩИМИ ФИЗИЧЕСКИМИ МОДЕЛЯМИ¹

Одним из эффективных вариантов систем управления, функционирующих в условиях неопределенности, вызванной отсутствием математической модели внутренних механизмов процессов и наличием действующих неконтролируемых возмущений, являются системы с прогнозирующими физическими моделями. Физические модели в этих системах могут быть представлены, в частности, действующими установками с протекающими в них технологическими процессами преобразования энергии и вещества. Прогнозирующий режим функционирования таких физических моделей, которые являются, как правило, малоразмерными, обеспечивается ускоренным временем протекания технологического процесса [1]. Физической моделью можно считать также и коллектив специалистов – экспертов, участвующих в деловой игре и имитирующих соответствующие процессы в социальных или социально-экономических системах.

Несмотря на возможные различия физической природы объектов и моделей, решаемых задач управления и других общей их структурной особенностью является наличие взаимодействующих друг с другом модельной и натурной систем управления. Причем для

успешного функционирования системы управления в целом они должны быть подобны [2].

Необходимость подобия натурной и модельной систем при разработке, исследовании и сопровождении систем управления с прогнозирующей физической моделью в доступных нам публикациях, в том числе и в работе [1], не отмечается. Кроме того, результаты проведенного анализа этих публикаций [2] показали, что практически отсутствуют и общие разработки по проблеме подобия систем управления в целом и их отдельных элементов. В последнее время в этом направлении начаты работы по оцениванию, исследованию и управлению подобием систем управления [2 – 8]. Полученные здесь предварительные результаты, в частности, связанные с основными утверждениями, условиями и показателями подобия систем управления в целом, совместным подобием объектов управления и внешних воздействий, управлением подобием систем, позволяют надеяться на их дальнейшее развитие, в том числе и в области практических приложений.

Типы систем управления с прогнозирующей физической моделью

Рассмотрим два возможных типа систем управления с использованием физической модели управляемого объекта [3]. В системах первого типа (рис. 1) натурная и модельная системы управления функционируют парал-

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 15-07-02231.