

# Модернизация АСУ ТП цеха готовой продукции

Эдуард Штенгель, Кирилл Спорягин

Минимизация времени простоя производства при проведении пусконаладочных работ совместно с сокращением капитальных вложений являются ключевыми требованиями при модернизации действующих предприятий. В статье рассмотрены программно-технические решения, использование которых при модернизации АСУ ТП цеха готовой продукции комбината хлебопродуктов позволило выполнить данные требования.

## ВВЕДЕНИЕ

Руководством ОАО «Ленинградский комбинат хлебопродуктов им. Кирова» (далее ЛКХП) перед ЗАО НПФ «Системаавтоматика» была поставлена задача модернизации АСУ ТП цеха готовой продукции (ЦГП) с переводом программно-технического комплекса (ПТК) на базе устаревшего контроллера SIMATIC S5 и пульта дистанционного контроля и управления (ПДКУ) на новый промышленный контроллер с современной системой визуализации. Решение о модернизации было обусловлено целым рядом причин, которые в той или иной степени присущи многим российским предприятиям, системы управления которых выполнены на устаревшей микроконтроллерной технике с управлением через ПДКУ. Приведём и кратко охарактеризуем основные из этих причин.

1. **Систематические отказы старой техники.** В совокупности с отсутствием полноценного возобновляемого ЗИП оборудования они приводят к временным остановкам производства.
2. **Трудности с кадрами технического обслуживания системы управления.** Необходимы специалисты, поддерживающие старые технологии. В особенности это касается программирования старых контроллеров, выполняемого зачастую на специфических языках низкого уровня, и ремонта микросхем комплекса технических средств (КТС) системы.
3. **Трудности изменения технологии производства и модернизации оборудования.** Быстро меняющийся рынок постоянно выдвигает новые требования к продукции, что приводит к необхо-

димости модернизации технологии производства. Это, в свою очередь, влечёт за собой необходимость корректировки прикладного программного обеспечения (ППО) контроллеров. При такой корректировке велика вероятность ошибок ППО, разрабатываемого по устаревшим канонам программирования и на устаревших средствах проектирования, поэтому любая модернизация старого ППО может повлечь за собой остановки производства и экономические потери. При замене электрооборудования и модернизации схемы управления электроприводом с использованием современных интеллектуальных устройств защиты двигателей и электроустановок также возникает необходимость корректировки технического и программного обеспечения контроллеров.

4. **Избыточный состав оперативного персонала.** Система управления, выполненная на территориально-распределённых щитах ПДКУ, требует нескольких операторов, в то время как современные инструментальные средства автоматизации позволяют создавать единое автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора, интегрирующее функции всех щитов ПДКУ. Удобный интерфейс и широкая система диагностики значительно упрощают оператору выполнение функций управления, а также способствуют существенному сокращению срока обучения нового персонала.
5. **Отсутствие регистрации действий персонала и параметров процесса.** Это влечёт за собой сложности объективного анализа трудностей и путей их

преодоления, а также отсутствие возможности интеграции существующей системы управления в единую систему управления производством – MES-систему.

При этом исполнителю был поставлен ряд важных условий.

1. Модернизация должна начинаться с реализации новых технологических задач:

- создание двух дополнительных маршрутов загрузки силосов бесстарного хранения муки (БХМ) с мельниц;
- создание линии пневмотранспорта перекачки муки из муковоза в силосы БХМ.



Рис. 1. Стойка контроллера (внизу) и стойки расширения 1 и 2

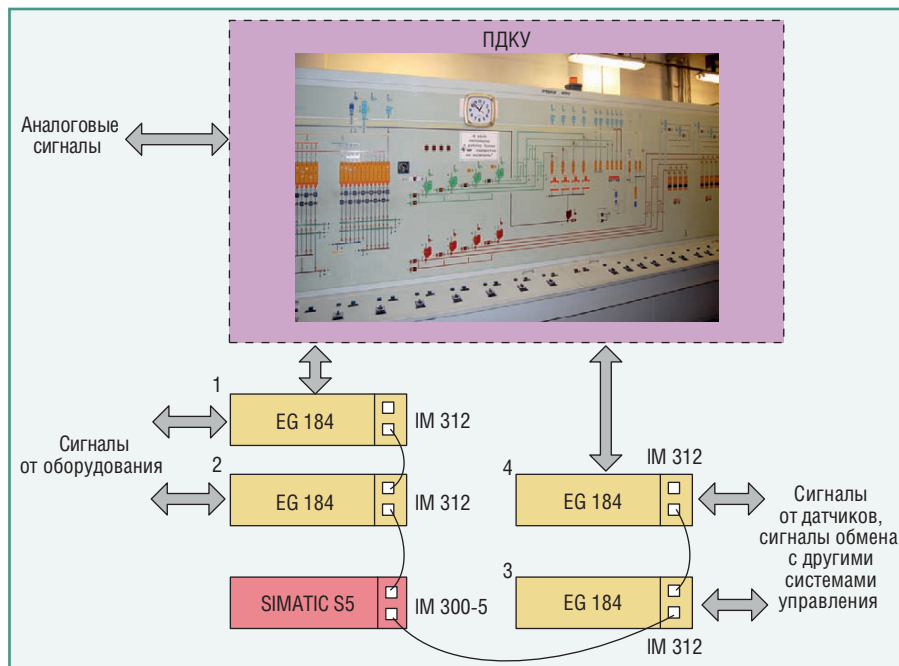


Рис. 2. Структурная схема системы управления ЦПП до модернизации

2. Замена ПТК должна быть выполнена практически без остановки производства. Пусконаладочные работы (ПНР) необходимо провести за время остановки комбината на два праздничных дня и без права на ошибки, чреватые длительной остановкой производства. Незначительные правки системы допустимы по воскресеньям, когда производство остановлено.
3. Затраты на модернизацию должны быть сведены к приемлемому для ЛКХП минимуму.
4. Расширение функций действующей АСУ ТП предполагает:
  - оперативный учёт загрузки/выгрузки силосов БХМ по данным импульсных весов;
  - введение дополнительных технологических блокировок, связанных с контролем токов нагрузки приводов компрессоров и нештатной работой оборудования;
  - реализацию выгрузки силосов БХМ по времени.

### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЦПП

Цех готовой продукции состоит из 24 стотонных силосов БХМ, 4 восьми-тонных силосов весовыбойных установок, 16 шестнадцатитонных силосов автоотгрузки, силосов мелкой фасовки муки. Заполнение силосов БХМ происходит по 8 пневмомагистралям от 4 размольных отделений. Выгрузка силосов БХМ осуществляется в силосы весовыбойных установок и в силосы автоотгрузки по 20 и 48 различным маршрутам соответственно.

Система управления ЦПП ЛКХП до модернизации была выполнена на базе контроллера SIMATIC S5 150U фирмы Siemens с использованием стоек расширения EG 184 без собственного блока питания (рис. 1). Задняя шина стойки расширения запитана от блока питания стойки контроллера через сетевую кабель, длина кабеля не может превышать 1 метр. В силу малой удалённости стоек расширения от стойки контроллера такую компоновку называют централизованной. Структурная схема системы управления ЦПП до модернизации представлена на рис. 2.

В стойках расширения 1 и 2 расположены модули УСО, принимающие сигналы о состоянии полевого оборудования, а также реализующие команды контроллера по управлению оборудованием и индикации его состояния на щите ПДКУ. Всего под управление контроллера попадают около 130 моторов и 100 пневмоклапанов. Обмен данными между стойками расширения и контроллером идёт по специальному протоколу фирмы Siemens.

Модули УСО, расположенные в стойках расширения 3 и 4, принимают сигналы с дискретных датчиков полевого уровня, отображают их состояние на щите ПДКУ, обрабатывают положения тумблеров и задатчиков, а также факты нажатия кнопок, находящихся на ПДКУ. Помимо этого в стойке 4 расположены 8 модулей обмена сигналами с контроллерами размольных отделений и смежного бестарного хранилища муки (всего 6 контроллеров). На-

личие этих сигналов связано со сложной организацией управления заводом в целом, при которой оборудование одного цеха участвует в технологическом процессе других цехов (например, аспирационное оборудование). Здесь же установлены модули аналоговых задатчиков реверсивных подсилованных шнеков (24 аналоговых выхода).

На щит ПДКУ непосредственно выведены показания датчиков нагрузки компрессоров и давления воздуха в системе (всего 20 аналоговых параметров).

### ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Для реализации поставленной задачи модернизации был выбран контроллер SIMATIC S7-414-2 (рис. 3). Выбор контроллера серии S7-400, а не контроллера серии S7-300, более дешёвого, но не менее производительного, обеспечивал принципиальную возможность подключения существующих стоек расширения к новому контроллеру с помощью технологии, разработанной фирмой Siemens для данной задачи, через интерфейсные модули IM 463-2 и IM 314. Первый из них устанавливается в стойку контроллера S7-400, второй – в стойку расширения взамен интерфейсного модуля IM 312. Через связку этих модулей контроллер S7-400 опрашивает модули УСО стоек расширения SIMATIC S5. Именно эта возможность, обеспечивающая значительное сокращение работ по перемонтажу КТС, позволяла



Рис. 3. Контроллер SIMATIC S7-414-2 в составе оборудования системы управления ЦПП

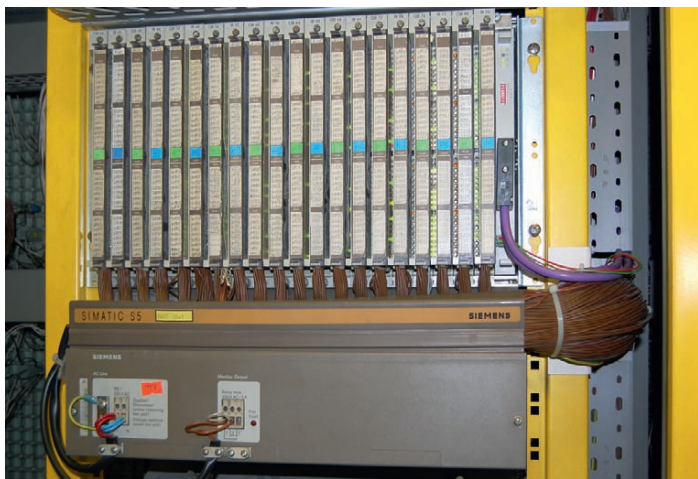


Рис. 4. Стойка EG 184 с модулем VIPA IM 306

рассчитывать на успешную реализацию задачи модернизации в рамках поставленных жёстких ограничений на срок проведения ПНР. Вместе с тем в существующей системе управления данное решение наталкивается на серьёзные трудности. Дело в том, что модуль IM 314 может быть установлен только в стойку расширения с собственным блоком питания – EG 183 (185/186). Как указывалось ранее, модернизируемая система управления ЦГП выполнена в централизованной компоновке, то есть без использования стоек EG 183 (185/186), вследствие чего применение технологии, предлагаемой фирмой Siemens, требует покупки по спецзаказу серийно не выпускаемой стойки расширения EG 183 (5000 евро/стойка) и перемонтажа.

Эти трудности заставили нас искать другое решение. И оно было найдено!

В 2009 году для реализации простого поэтапного перехода от массово используемых систем SIMATIC S5 к современным системам автоматизации SIMATIC S7 фирма VIPA выпустила интерфейсный модуль IM 306 DP Slave (далее IM 306) ведомого устройства сети PROFIBUS-DP. Модуль IM 306 устанавливается вместо соответствующего интерфейсного модуля стойки расширения системы SIMATIC S5 (в нашем случае IM 312), превращая её в ведомое DP-устройство в сети PROFIBUS-DP. Предложенное решение может быть использовано в любых стойках расширения SIMATIC S5. Применительно к рассматриваемой ситуации решение фирмы VIPA обладает ещё одним чрезвычайно важным преимуществом – возможностью простого возврата к существующей системе, если в процессе ПНР будет выявлена ошибка, требующая достаточно длительного времени

для исправления. С учётом всех приведённых соображений при модернизации была использована технология VIPA (рис. 4). Следует отметить, что это, видимо, первый в России опыт применения модулей IM 306, что подтверждено дистрибьюторами фирмы VIPA и фактом обнаружения в процессе стендовой наладки ошибки в GSD-файле, оперативно исправленной разработчиками модулей.

Для сокращения стоимости КТС подключение аналоговых сигналов было выполнено с использованием станции Profi-8455 (ICP DAS), которая представляет собой устройство DP Slave в сети PROFIBUS-DP с 4 слотами для установки модулей УСО. Станция Profi-8455 с недорогими сигнальными модулями является более дешёвым функциональным аналогом станции ET200M.

Структурная схема системы управления ЦГП после модернизации представлена на рис. 5.

В связи с удалением щита ПДКУ сократилось количество модулей УСО, а вместе с ними и количество стоек EG 184. Высвободившиеся в результате модернизации модули УСО и стойка EG 184 становятся ЗИПом.

Итак, задача минимизации стоимости КТС и работ по перемонтажу была

решена. Но проблемы безударного перевода ППО существующей системы управления ЦГП на контроллер S7-414-2 оставались. Фирма VIPA предлагает: «Замените интерфейсный модуль S5 на IM 306, выполните конфигурирование сети PROFIBUS-DP, конвертируйте программу STEP5 в программу STEP7, и система управления будет работать!». Конечно, нужно ещё заменить код, работающий с ПДКУ, на код, обеспечивающий интерфейс оператора, и создать проект WinCC, но это уже технические подробности перехода. Вместе с тем уже на этапе создания дополнительных маршрутов в силовых БХМ, которые согласно требованиям заказчика должны были быть решены до полной замены контроллера S5 на S7, мы столкнулись с проблемой изменения ППО контроллера S5, необходимого для обеспечения совместной работы нового и старого оборудования. Первоначальный код контроллера написан в конце 80-х годов на языке низкого уровня, логически запутан и осложнён множеством последующих правок, выполненных разными специалистами и в разном стиле. Каждое новое изменение – трудоёмкая работа, чреватая остановками производства, что и случилось при предшествующих модернизациях. Сопровождать этот текст сейчас некому. Поэтому подход с конвертацией, который обеспечивал перевод программного кода с языка низкого уровня контроллеров S5 на язык низкого уровня контроллеров S7, был признан малопродуктивным, и было принято другое решение – реконструировать неопределённый алгоритм по существующей

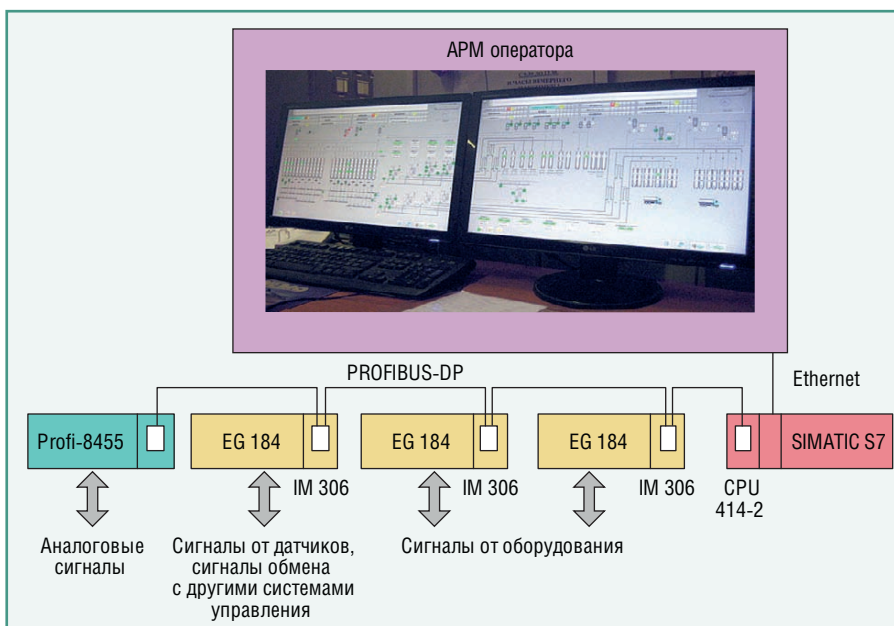


Рис. 5. Структурная схема системы управления ЦГП после модернизации

программе и устному описанию алгоритмов операторами и технологами. В последующем этот алгоритм был реализован на языке SCL с использованием созданной специалистами НПФ «Системавтоматика» библиотеки основных производственных объектов оперативного контроля и управления (аналоговый и дискретный датчики, мотор, запорный и регулирующий клапаны, ПИД-регулятор, SFC-менеджер, SFC-шаг и др.). Но главным фактором в принятии этого решения, также чреватого возможными ошибками реализации, явилось наличие разработанной специалистами НПФ «Системавтоматика» технологии стендовой отладки ППО с использованием имитаторов технологического объекта управления (ИТОУ), которая позволяет выполнить основную часть ПНР ППО на стендовом оборудовании, сводя к минимуму ошибки ППО системы управления промышленного объекта.

ИТОУ создаётся автоматически путём конвертации базы данных исходного проекта. Так, например, функциональному блоку клапана в имитаторе ставится в соответствие функциональный блок имитатора клапана и т.д.

ИТОУ выполняется на отдельной машине, передаёт симулированные сигналы и читает команды контроллера из массивов входов и выходов контроллера. После отключения имитатора массивы входов и выходов обновляются по результатам опроса модулей УСО. Такая архитектура обеспечивает неизменность программного кода проекта при работе с ИТОУ и с реальным объектом. ИТОУ позволяет провести наладку технологических алгоритмов и оценить дружелюбность интерфейса для оператора. Отладка программы с использованием ИТОУ позволила провести пусконаладочные работы ЦПП за 2 дня.

### Выводы

1. При модернизации систем управления, построенных на базе контроллеров SIMATIC S5, удаётся значительно сократить время проведения ПНР за счёт использования стоек расширения SIMATIC S5 в качестве периферии модернизированной системы управления на базе современных контроллеров SIMATIC S7. В реализованном проекте модернизации это достигается путём использования интерфейсных модулей IM 306 фирмы

VIPA, преобразующих стойки расширения в ведомые устройства сети PROFIBUS-DP. Применительно к централизованной архитектуре системы, построенной на базе контроллеров SIMATIC S5 (стойки расширения EG 184), использование модулей IM 306 предпочтительно в сравнении с аналогичным решением на базе модулей IM 314 и IM 463-2 фирмы Siemens как с экономической точки зрения, так и с точки зрения удобства монтажа. Более того, решение фирмы Siemens позволяет работать только с контроллерами высшего класса SIMATIC S7-400, в то время как при использовании модулей фирмы VIPA наравне с дорогостоящими контроллерами серии S7-400 могут быть применены универсальные контроллеры серии S7-300.

2. ИТОУ позволяет произвести полноценную наладку ППО разрабатываемой системы на стенде, значительно сокращая сроки проведения пусконаладочных работ на промышленном объекте, что особенно важно в условиях действующего производства. ●

E-mail: [shtengel@mail.ru](mailto:shtengel@mail.ru)

Оборудование для автоматизации зданий

**thermokon**<sup>®</sup>  
Sensortechnik GmbH

**thanos**<sup>®</sup>  
всегда под рукой...

Новая линия панелей управления класса Hi-End

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ THERMOKON

#298

**PROSOFT**<sup>®</sup>

Тел.: (495) 234-0636 • E-mail: [info@prosoft.ru](mailto:info@prosoft.ru) • Web: [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)

Реклама