

## АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕПЛОВОЙ КОНТРОЛЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ

УДК 621.311.22.658.5.011.56

### Решение проблем модернизации систем контроля и управления энергоблоками с использованием распределенных средств и технологий ПТК “САРГОН”. Часть 1. Средства ПТК “САРГОН” для создания распределенных систем

© 2013 г. Менделевич В.А.

ЗАО “НВТ-Автоматика”<sup>1</sup>

**В первой части статьи рассмотрены средства программно-технического комплекса (ПТК) “САРГОН”, предназначенные для создания распределенных АСУ ТП для основного теплоэнергетического оборудования электростанций.**

*Ключевые слова:* АСУ ТП, программно-технический комплекс “САРГОН”, распределенная система.

DOI: 10.1134/S0040363612100116

Срок физического износа и особенно морального устаревания средств автоматизации технологических процессов значительно меньше срока службы основного теплоэнергетического оборудования электростанций, поэтому задача рациональной модернизации систем контроля и управления (СКУ) действующих энергоблоков всегда была и будет актуальной.

До конца XX в. господствовала точка зрения о необходимости “бульдозерного” варианта внедрения АСУ ТП, предусматривающего полную замену существующей СКУ. При этом использование современных ПТК для модернизации систем управления большинства энергетических установок было невозможным из-за недостатка финансирования. Очевидная необходимость в современных средствах контроля и управления в сочетании с постоянно возрастающей стоимостью вторичных приборов привела к постепенному освоению основными поставщиками АСУ ТП технологии многоэтапной автоматизации. Специалисты ЗАО “НВТ-Автоматика” были инициаторами разработки такой технологии в середине 90-х годов и реализовали ее в ПТК “САРГОН”.

Частичная многоэтапная модернизация СКУ хотя и получила всеобщее распространение, однако на сегодняшний день все еще остается сложной задачей. Наиболее серьезными проблемами при такой модернизации являются:

ограниченность пространства для размещения нового оборудования;

необходимость согласования схем контроля, измерения и управления с немодернизируемой частью СКУ;

краткие сроки для проведения монтажно-наладочных работ;

ограниченность финансирования.

Снижение стоимости частичной модернизации СКУ по сравнению с новым строительством или “бульдозерным” вариантом достигается благодаря использованию в новой (модернизированной) системе значительной части существующего оборудования и материалов СКУ. Однако на большинстве действующих энергоблоков замена центральной части релейно-приборной системы управления на современный ПТК без существенной модификации контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА) и связей с ним невозможна. В данной статье рассматриваются типовые проблемы, возникающие при многоэтапной модернизации СКУ, и способы их решения, разработанные специалистами ЗАО “НВТ-Автоматика” на базе 15-летнего опыта проведения таких работ. Подробное рассмотрение средств автоматизации, используемых ЗАО “НВТ-Автоматика” при модернизации СКУ, выходит за рамки данной статьи и содержится в [1–7], но их краткая характеристика необходима для последующего описания предлагаемых решений.

#### Программно-технические средства ПТК “САРГОН”

Программно-технический комплекс “САРГОН” представляет собой систему ответственного управления, разработанную для создания АСУ ТП основного теплоэнергетического оборудова-

<sup>1</sup> 111250, Москва, пр-д Завода “Серп и Молот”, д. 6. ЗАО “НВТ-Автоматика”.



Рис. 1. Контроллеры ТРЭИ-5В-05 и Армконт-310

ния электростанций. Эта система, имеющая распределенную структуру в сочетании с быстродействующими компонентами и резервированием, может быть реализована в различных масштабах: от локальной системы управления (ЛСУ) агрегата до полномасштабной АСУ ТП крупного энергоблока.

**Семейства контроллеров ПТК “САРГОН”.** Контроллеры ПТК “САРГОН” имеют унифицированную трехуровневую распределенно-модульную архитектуру: процессорный блок; микропроцессорный модуль устройства связи с объектом (УСО); клеммник-преобразователь. Каждый компонент контроллера является независимым устройством, а процессорные модули и модули УСО связаны сетевыми интерфейсами. В сочетании с единым программным обеспечением комплекса это позволяет компоновать в конкретной АСУ ТП контроллеры и модули различных производителей и функционирующие на объекте компоненты контроллеров предыдущих версий ПТК. Современ-

ная версия ПТК “САРГОН” построена на базе контроллеров Армконт А4 производства ЗАО “НВТ-Автоматика” и ТРЭИ-5В производства ООО “ТРЭИ ГмбХ” (Пенза).

*Процессорные модули* контроллеров для создания быстродействующих распределенных систем ответственного управления должны иметь мощности процессоров и объемы встроенной памяти различного вида, достаточные для одновременного выполнения сложных прикладных программ и обмена данными по нескольким высокоскоростным сетевым интерфейсам. Сетевые интерфейсы должны быть аппаратно обеспечены и поддерживаться соответствующими программами.

В ПТК “САРГОН” версии 6.5 используются процессорные модули двух видов: ТРЭИ-5В-05 и Армконт-310 (рис. 1). Их основные характеристики приведены в таблице.

*Модули УСО и клеммники* семейств Армконт (рис. 2) и ТРЭИ совместимы и могут использо-

Характеристика	Армконт-310	ТРЭИ-5В-05 (модель 912)
Частота процессора, МГц	266	500
Объем памяти RAM/Flash	32/16	128/256
Число портов Ethernet/скорость обмена (Мбит/с)	2/100	2/100
Число портов RS-485/скорость обмена (Мбит/с)	4/2.5	5/2.5
Индивидуальная гальваническая развязка RS-485	Да	Да
Число портов RS-232	2	2
Операционная система (ОС)	Windows CE	Windows CE
Квант работы ОС, мс	1	1
Минимальный/типовой программный цикл, мс	10/100	10/100
Поддержка виртуальной машины “САРГОН”	Да	Да
Температурный диапазон работы без ограничения длительности по времени, °С	От -40 до +60	От -60 до +60
Класс по электромагнитной совместимости	3А	3А

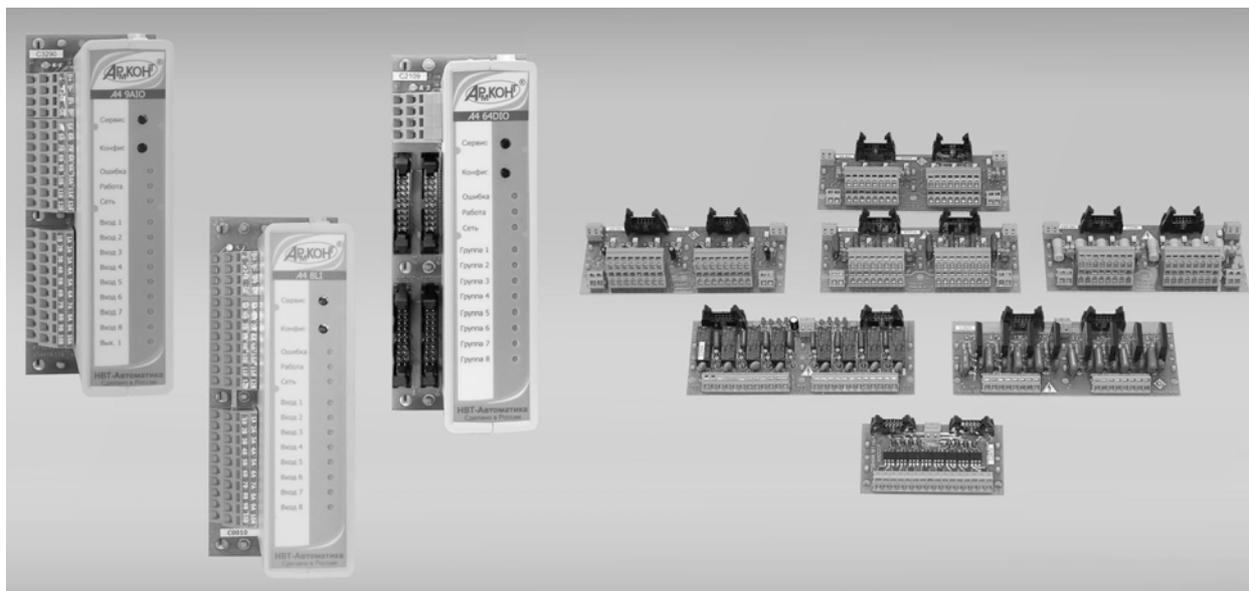


Рис. 2. Семейство модулей УСО и клеммных модулей семейства Армконт

ваться в любых сочетаниях с процессорными модулями обоих семейств. При разработке к ним предъявлялись жесткие требования по отказоустойчивости, быстродействию, универсальности, автономности, унифицированности по характеристикам (в том числе по габаритам) и компактности. Семейство модулей Армконт подробно описано в [4], семейство ТРЭИ — в [5].

Каждый модуль УСО оснащен 32-разрядным контроллером и двумя резервированными сетевыми каналами RS-485 со скоростью обмена более 2 Мбит/с и индивидуальной гальванической развязкой. Это позволило отказаться от применения крейтовых контроллеров в АСУ ТП энергоблоков.

Для дискретных входных и выходных сигналов предусмотрено использование внешних клеммников — преобразователей уровня, что позволило создать универсальный модуль дискретного ввода/вывода.

**Интеллектуальная соединительная коробка СКИД.** На основе модулей Армконт А4 специалисты ЗАО «НВТ-Автоматика» разработали интеллектуальные соединительные коробки (СКИД) и интеллектуальные стенды датчиков. Подробное описание СКИД (рис. 3) приведено в [6], поэтому далее рассматриваются только их основные особенности и влияние на структуру АСУ ТП.

Коробка СКИД представляет собой компактный металлический ящик со степенью защиты IP65, в котором расположены от одного до трех модулей ввода/вывода сигналов. Такая коробка устанавливается на расстоянии до нескольких метров от опрашиваемых датчиков, питание которых осуществляется от СКИД. Для обеспече-

ния надежности подводимые к СКИД сетевой кабель RS-485 и кабель питания 24 В (постоянного тока) дублируются, а в самой СКИД организуется автоматическое включение резерва по питанию с мгновенным переключением питания между источниками. Использование СКИД практически исключает прокладку многожильных сигнальных кабелей в АСУ ТП.

В конструкции СКИД используются следующие особенности модулей УСО Армконт А4:

универсальность позволяет группировать на одном модуле сигналы от расположенных вблизи датчиков разного типа, а автономность — размещать в СКИД по одному модулю, если датчики распределены по установке на значительных расстояниях;

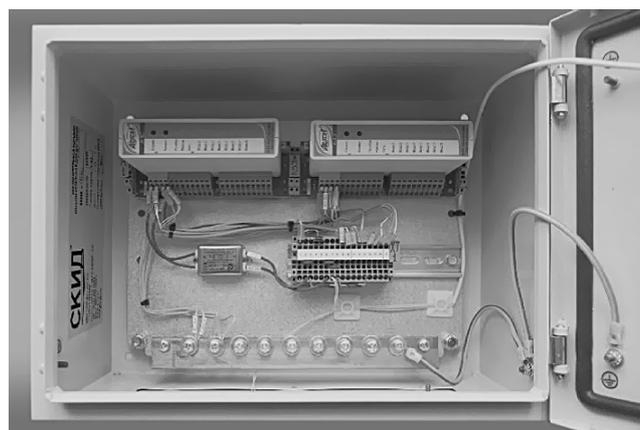


Рис. 3. Соединительная коробка СКИД с двумя модулями ввода сигналов температуры

разделение модуля УСО на клеммный и электронный блоки обеспечивает “горячую” замену электронного блока без перекоммутации;

компактность модулей и расположение электронного блока перпендикулярно плоскости коммутации дают возможность размещать их в компактных шкафах с односторонним доступом;

наличие разъема WAGO на клеммном блоке и выделение части клемм для резервирования позволяют исключить промежуточные клеммники для ввода сигналов и резервирования модулей.

В 2011 г. СКИД были внедрены в системах управления энергоблоком № 8 Красноярской ГРЭС-2 и двух котлов (ст. № 5 и 7) Улан-Удэнской ТЭЦ-1. Опыт проведения этих работ показал, что использование СКИД позволяет сократить длину кабельных трасс для сбора информации в 3–4 раза.

#### **Интеллектуальный шкаф управления арматурой.**

В 2005 г. для реализации концепции интеллектуального управления арматурой на базе ПТК “САРГОН” был разработан шкаф управления арматурой — интеллектуальный распределитель токовый закрытый односторонний (ИРТЗО). Принципиальной особенностью этой разработки стала его максимальная совместимость с традиционными РТЗО по внешним конструкциям и электрическому интерфейсу с одновременным переходом к современной компонентной базе и схемам управления [7]. Основные характеристики шкафа ИРТЗО (рис. 4) следующие:

в стандартном конструктиве шкафа РТЗО размещены электронный блок управления и 12–16 присоединений электроприводов (при типовых 6–8 для РТЗО) благодаря использованию компонентов Армконт А4 и компактной силовой коммутационной аппаратуры;

использована отработанная конструкция, что обеспечило простоту изготовления шкафов и применения новых шкафов при частичной модернизации существующей СКУ;

приспособленность модулей Армконт А4 к работе с сигналами 220 В позволила использовать в ИРТЗО пускатели, управляемые напряжением 220 В, и исключить промежуточные реле;

габариты шкафа (800 × 400 мм) обеспечивают возможность его размещения на площадках вблизи управляемой арматуры.

**Шкаф удаленных УСО (ШУСО)** представляет собой типовой контроллерный шкаф, предназначенный для размещения в жестких условиях эксплуатации: например, для возможности установки на промышленных площадках габариты шкафа ограничены 800 × 400 мм при высоте 1200–2200 мм и одностороннем обслуживании.

В одном шкафу размещаются четыре вертикальных ряда устройств, до девяти модулей или клеммников в каждом ряду. Вместо верхних модулей могут устанавливаться контроллеры. В состав



Рис. 4. Шкаф ИРТЗО на 14 присоединений

ШУСО входит схема бесперебойного питания от источников напряжением 220 В (переменного или постоянного тока).

**Типовая оперативная секция щита управления (ЩУ).** Автоматизированное рабочее место оператора — один из основных компонентов ПТК, определяющих эффективность, функциональность и качество системы. Потребительские свойства автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора определяются как используемыми программно-техническими средствами, так и структурными решениями.

Для верхнего уровня АСУ ТП в ПТК “САРГОН” разработано типовое решение — типовая оперативная секция, включающая в себя комбинацию двух компьютеров с мониторами TFT диагональю 24”, установленных на пультовом столе, и обзорного жидкокристаллического экрана диагональю 46”, размещенного на оперативной панели щита управления. Пултовый стол имеет встроенные ящики для размещения компьютеров, на его поверхности располагается ключ аварийного останова, а под обзорным экраном — дополнительные ключи, индикаторы и приборы аварийно-резервного управления в соответствии с отраслевыми требованиями.

С помощью мониторов пульта выполняется оперативное управление выбранным участком технологического процесса, а обзорный экран постоянно отображает состояние энергоблока и

установки в целом. Все компьютеры оперативно-го контура взаимно резервированы.

**Программное обеспечение ПТК** является связующей основой любого современного ПТК. Программное обеспечение ПТК “САРГОН”, подробно рассмотренное в [2], имеет следующие наиболее важные характеристики:

содержит комплекс взаимосвязанных систем реального времени, разработки и тестирования:

о системы реального времени — исполнительные системы:

- TkAbse — контроллеров ПТК “САРГОН”;
- TkAbw — АРМ операторов-технологов;
- TkAbnet — АРМ сетевых пользователей неоперативного контура (без возможности управления);

о системы разработки:

- TkAConf — система автоматического проектирования (конфигурирования), построенная на реляционной базе данных проектов;
- TkAprog — система технологического программирования;
- TkAdraw — графический редактор мнемосхем;
- PalCreate — редактор схем изображений типовых элементов для TkAdraw;
- TkAReport — построитель отчетов по данной истории технологического процесса;

о системы тестирования и наладки:

- MFC\_Test — комплекс программных систем удаленного тестирования, настройки и конфигурирования контроллеров и модулей УСО различных типов;
- P.I.D.-expert — система инженерного сопровождения систем автоматического регулирования (разработка ООО “НПО Техноконт”);

во все системы включена поддержка распределенных АСУ ТП;

системы реального времени ПТК обеспечивают выполнение технологических программ и обмен данными с быстродействием, достаточным для реализации технологических защит в распределенной системе;

программные системы построены на следующих технологиях системного программирования: объектного подхода; реляционных баз данных; компонентной микроядерной структуры; обработки событий; непроцедурном технологическом языке программирования.

На все контроллеры и компьютеры ПТК установлена универсальная исполнительная система реального времени ТкА, которая реализует “виртуальную вычислительную машину САРГОН” и обеспечивает выполнение системных функций прикладного уровня и пользовательских технологических программ. Модификация АРМ оператора отличается от контроллерной наличием графического интерфейса и системы документирования: контроллерная модификация ТкА обеспечивает реализацию функций исполнительного модуля SoftLogic-системы, а модификация АРМ — SoftLogic и SCADA-системы одновременно.

В заключение следует отметить, что модернизация систем контроля и управления с применением современных средств автоматизации является сложной задачей, требующей замены значительной части КИПиА и гибкого использования программно-технического комплекса. В составе ПТК “САРГОН” разработан комплекс средств распределенного контроля и управления, предназначенный для эффективной модернизации СКУ.

Во второй части статьи будут рассмотрены примеры модернизации СКУ, типовые проблемы, возникающие при модернизации, и найденные решения.

#### Список литературы

1. **Менделевич В.А.** САРГОН 6.5 — торжество распределенных систем // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2010. № 4. С. 27–35.
2. **Менделевич В.А.** Программное обеспечение САРГОН 6.5 // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2010. № 6. С. 47–54.
3. **Менделевич В. А.** Средства создания распределенных АСУ ТП на базе ПТК “САРГОН” // Теплоэнергетика. 2009. № 10. С. 44–50.
4. **Техническая дирекция** ЗАО “НВТ-Автоматика”. Модули семейства Армконт // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2011. № 12. С. 48–51.
5. **Рогов С.Л.** Распределенные АСУ ТП в энергетике — мода или необходимость? // Промышленные АСУ и контроллеры. 2008. № 5. С. 15–21.
6. **Менделевич В.А.** Интеллектуальные СК и стенды датчиков — значительный шаг в создании распределенных систем ответственного управления // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2010. № 12. С. 35–39.
7. **Менделевич В.А.** Интеллектуальное управление арматурой // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2011. № 6. С. 28–33.