

АСУТП ТУРБОАГРЕГАТА № 14 НОВОСИБИРСКОЙ ТЭЦ-3

О.В. Сердюков, С.А. Кулагин, А.И. Тимошин, А.Н. Скворцов
(Институт Автоматики и Электростроения СО РАН),
И.В. Сорокин, Л.В. Журавлева (ЗАО "МСТ")

Завершен крупномасштабный проект автоматизации Новосибирской ТЭЦ-3, включающий разработку и введение в эксплуатацию полнофункциональной АСУТП турбоагрегата №14 на базе ПТК "Торнадо". Проект проводился в рамках общей инвестиционной программы модернизации и реконструкции ОАО "Новосибирскэнерго" силами компаний: "Инженерный Центр" ОАО "Новосибирскэнерго", ЗАО "СибКОТЭС", "Модульные Системы Торнадо" и института Автоматики и Электростроения СО РАН (г. Новосибирск). Приводятся опыт внедрения, характеристики и структура АСУТП турбоагрегата №14 Новосибирской ТЭЦ-3 ОАО "Новосибирскэнерго".

Проект ввода в эксплуатацию турбоагрегата № 14, разработанный в начале 90-х гг., нуждался в значительной корректировке, особенно в части электротехники и автоматики. Оборудование, заложенное в проекте, выработало свой ресурс и морально устарело. Было принято решение полностью реконструировать объект: в марте 2004 г. началась разработка рабочего проекта и проектной документации АСУТП турбоагрегата, установлена турбина Т-116/125-130-7 и новый генератор, изготовленный НПО "Элсиб".

При проектировании и создании системы управления турбоагрегатом №14 необходимо было учесть множество факторов: в существующем проекте заложено устаревшее оборудование, которое в настоящее время уже не выпускается заводами-изготовителями; система управления должна быть максимально гибкой, производительной и масштабируемой, но при этом недорогой; должны быть соблюдены все требования безопасности, экологии и инженерной психологии.

В сжатые сроки было осуществлено проектирование АСУТП турбоагрегата № 14, произведен шефмонтаж и тестирование комплекса технических средств, и уже в октябре 2004 г. были завершены все работы по наладке АСУТП на площадке заказчика.

АСУТП турбоагрегата № 14 на базе ПТК "Торнадо"

Турбоагрегат № 14 представляет собой комплекс теплоэнергетических установок основного (турбина, электрогенератор) и вспомогательного оборудования. Более 15 технологических узлов оборудования при производстве электроэнергии являются взаимосвязанными, т.е. при эксплуатации обмениваются друг с другом материальными и энергетическими потоками, находясь на значительном удалении друг от друга.

Режимы работы турбоагрегата связаны с изменением уровня вырабатываемой мощности энергоблока, его пусками из различных состояний и иногда неплановыми остановами. Такие условия работы энергетического оборудования зависят от требований энергосистемы, где может возникать дефицит или избыток вырабатываемой мощности. При работе турбоагрегата в переменных ре-

жимах энергоблоков ТЭЦ необходимо учесть тепловую инерцию важных теплотехнических параметров и способность технологического оборудования аккумулировать или отдавать теплоту в переходных режимах. Эти и другие особенности работы турбоагрегата обуславливают ряд требований к процессам его управления, что и было реализовано в АСУТП на базе ПТК "Торнадо".

Философия и архитектура АСУТП турбоагрегата № 14 на базе ПТК "Торнадо" идентична другим системам, внедренным компанией "Модульные Системы Торнадо" на предприятиях ОАО "Новосибирскэнерго". Как и в этих АСУТП, в систему управления турбоагрегатом № 14 заложена распределенная архитектура ПТК, не имеющая центральных обрабатывающих устройств, что позволяет значительно повысить надежность системы управления.

АСУТП турбоагрегата создана на базе одной из модификаций ПТК "Торнадо-М", ориентированной на создание АСУТП крупных объектов электроэнергетики, обладающей устойчивостью к любому единичному отказу.

ПТК "Торнадо-М" – это готовая законченная система комплексной автоматизации, позволяющая создавать управляющие комплексы высокой степени сложности на базе масштабируемых компонентов. Система управления турбоагрегата полностью выполняет требуемый объем функций контроля и управления объектом (табл. 1, рис. 1)

Для управления турбоагрегатом в АСУТП предусмотрен дублированный АРМ для оператора-технолога, расположенный на групповом щите управления. В ре-

Таблица 1

Информационные функции	Получение, первичная и специальная обработка информации, накопление, хранение и представление информации, решение информационно-вычислительных задач
Управляющие функции	Технологические защиты, блокировки и все виды автоматического, автоматизированного и дистанционного управления
Функции сервисные (обеспечивающие работоспособность системы)	Автоматическая диагностика всех программных, аппаратных и технических средств АСУТП, выдача информации об отказах, блокировка ложной информации, первоначальное и последующее конфигурирование системы

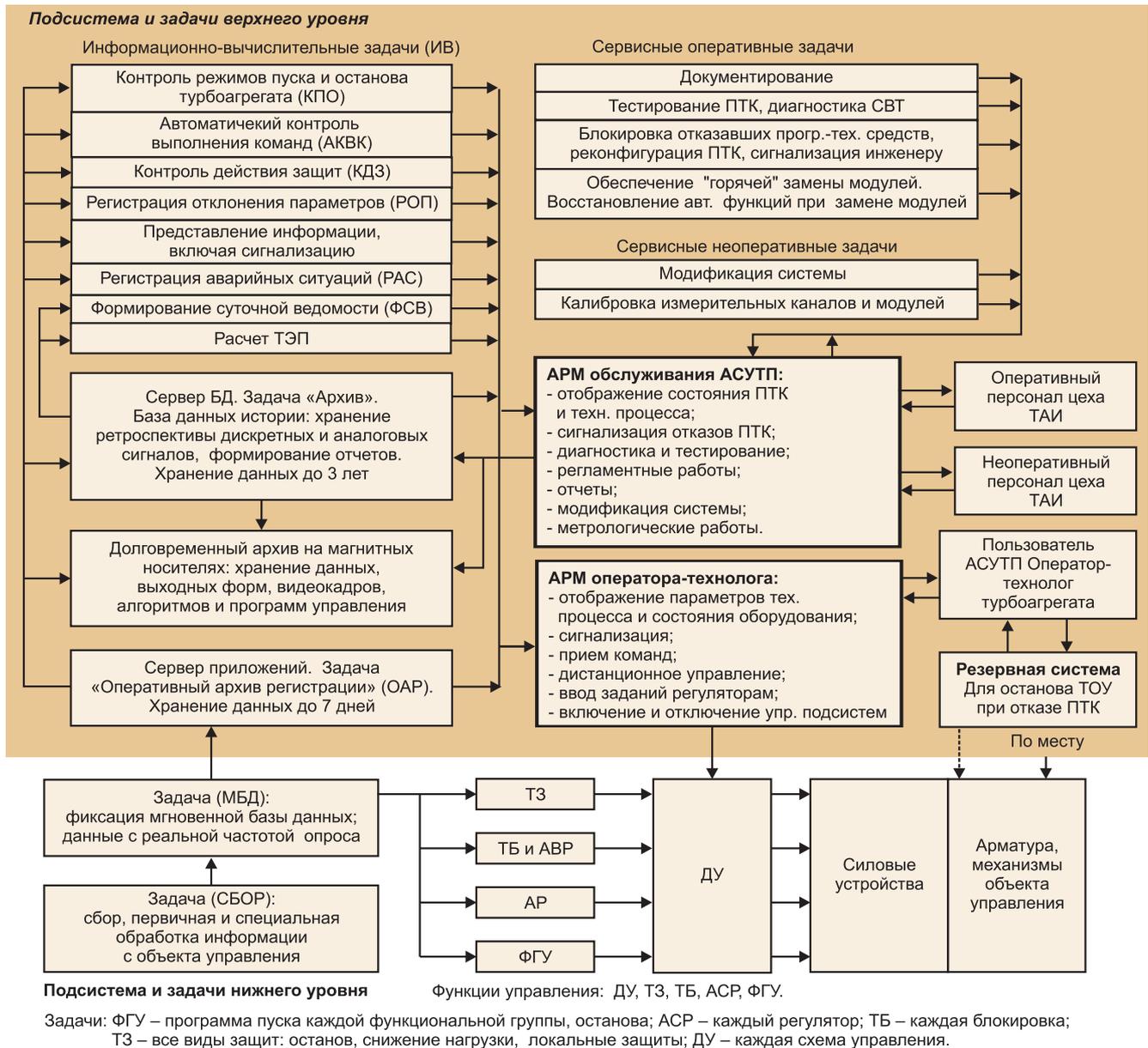


Рис. 1. Схема функциональной структуры АСУТП турбоагрегата № 14

жимах нормальной эксплуатации турбоагрегата, когда параметры оборудования поддерживаются АСУТП, оператор-технолог наблюдает посредством АРМ за ТП и работой оборудования, вносит коррекцию в работу ТП. Роль обслуживающего персонала в управлении турбоагрегатом сведена к целесообразному минимуму.

Контроль и ведение режимов ТП турбоагрегата основаны на использовании реализованной в ПТК "Торнадо-М" масштабируемой сети сбора, первичной и последующей обработки и передачи информации на основе полученных технологических данных.

Для безаварийного останова турбоагрегата при отказе технических средств ПТК предусмотрена резервная система локальных средств управления.

Структура АСУТП турбоагрегата №14

Структура АСУТП турбоагрегата на базе ПТК "Торнадо" имеет традиционную архитектуру (рис.2).

В зависимости от выполняемых функций можно выделить следующие уровни: верхний (АРМ, серверы приложений и БД), нижний уровень (контроллеры функциональных узлов (КФУ), кроссовое и вспомогательное оборудование) и полевой (датчики, сборки РТ30, исполнительные механизмы).

Помимо основной системы выполнена непрограммируемая резервная система (далее РС) с ограниченными функциями, предназначенная для безаварийного останова турбоагрегата при отказе средств ПТК.

Верхний уровень основной системы обеспечивает взаимодействие операторов-технологов и инженерного персонала с управляемым технологическим оборудованием турбоагрегата, организует работу системы и подготовку массивов информации для использования ее неоперативным административно-техническим персоналом станции. Кроме того, верхний уровень обеспечивает взаимодействие обслуживающего персонала с ПТК. Верх-

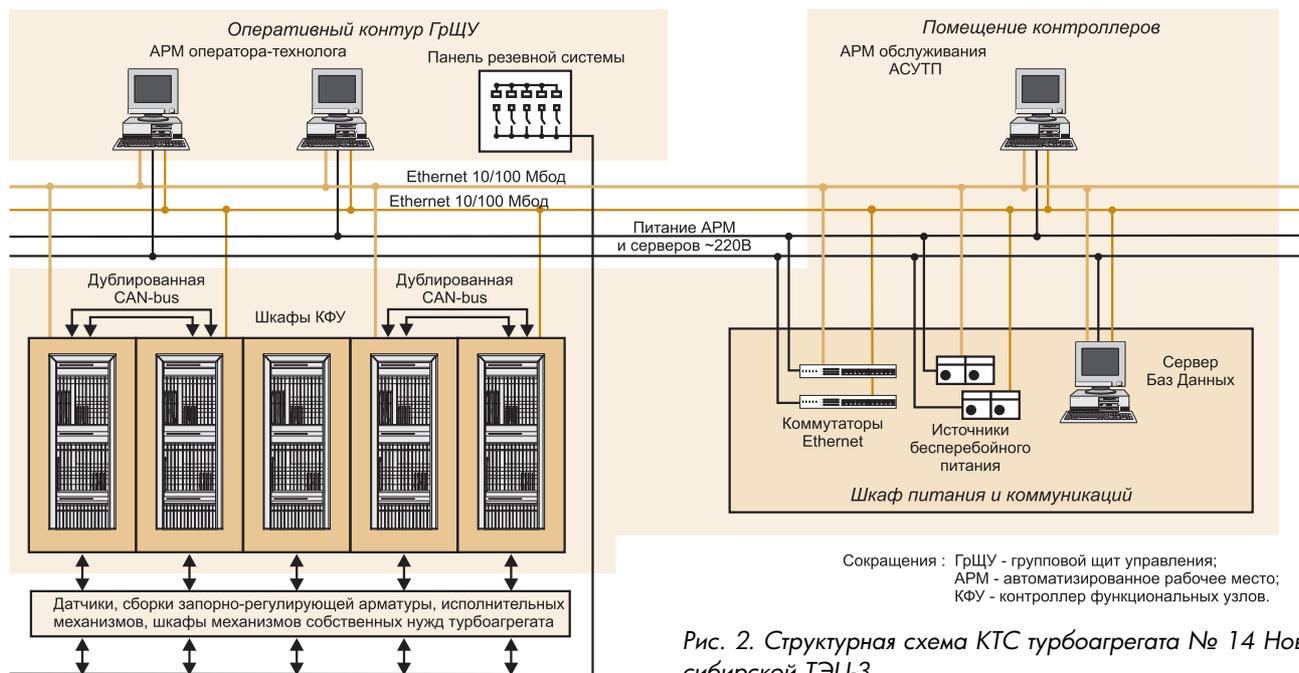


Рис. 2. Структурная схема КТС турбоагрегата № 14 Новосибирской ТЭЦ-3

ний уровень представлен АРМ оператора-технолога и обслуживания АСУТП, серверами приложений и БД.

АРМ, серверы приложений БД и технологические контроллеры нижнего уровня объединены сетью Ethernet. Для повышения надежности сеть выполнена дублированной. Каждый из элементов ПТК, подключаемый к сети, имеет два интерфейса Ethernet. Сеть построена на двух коммутаторах Ethernet модели Catalyst 2950, имеющих 12 портов для подключения со скоростью 10/100 Мбит/с. АРМ и серверы подключены со скоростью связи 100 Мбит/с. Коммутаторы Ethernet установлены в шкафу питания и коммуникаций, расположенном в помещении контроллеров и имеют встроенные средства диагностики и мониторинга состояния подключенных портов, результаты мониторинга вводятся в систему. Связь с контроллерами, оперативными АРМ и серверами осуществляется по протоколу TCP/IP.

Нижний уровень выполняет сбор, ввод и обработку аналоговой и дискретной информации в ПТК, формирует и обрабатывает дискретные управляющие воздействия на исполнительные органы, а также осуществляет регулирование по различным законам, решает задачи защиты. Он включает:

- шкафы контроллеров функциональных узлов (КФУ), состоящие из крейтов контроллеров с электронными модулями и блоками полевых интерфейсов (БПИ);
- вспомогательное оборудование, обеспечивающее промежуточное усиление сигналов и другие вспомогательные функции.

Нижний уровень может автономно выполнять функции защит и автоматического управления при отсутствии связи с верхним уровнем. Основу нижнего уровня системы составляют шкафы КФУ с установленными в них технологическими контроллерами сер. "Торнадо-МРСР". В системе применяются шкафы двухстороннего обслуживания с габаритами

800x600x2000мм и степенью защиты от внешних факторов IP54. В состав ПТК АСУТП турбоагрегата входят два МIF – КФУ, размещенные в пяти шкафах (трех- и двухшкафный контроллер). Технологические контроллеры выполнены в виде крейта формата 6U с установленными в нем электронными модулями и submodule УСО, обеспечивающими преобразование электрических сигналов, поступающих от/к технологического оборудования, в цифровой код.

Основным элементом контроллеров являются модули интеллектуальных функций МIF производства фирмы ЗАО "МСТ", специализированные для применений в задачах автоматизации крупных объектов теплоэнергетики. Их характеристики: процессор Motorola 68360, формат 6U, память DRAM 2Мб, SRAM 256Кб, FLASH 1Мб, ОС РВ OS-9. Для связи между контроллерными модулями в пределах одного контроллера и между крейтами, принадлежащими одному контроллеру, используется дублированная сеть CAN-bus.

Отличительной особенностью используемых МIF-модулей являются:

- функции ввода/вывода отделены от обрабатываемого ядра, которое реализуется в виде модуля-носителя МIF со встроенным 32-разрядным микропроцессором, памятью, сетевыми интерфейсами и тремя слотами для установки submodule ввода/вывода сер. ModPack;
- наличие встроенного микропроцессора, обеспечивающего автономную реализацию управляющих программ и обработку информации;
- МIF-модуль поддерживается ОС РВ OS-9 и исполнительной средой ISaGRAF для выполнения прикладных технологических программ;
- применение мезонинной технологии, благодаря которой в системе используется один тип модуля-носителя с обрабатывающим микропроцессорным ядром, а все коммуникационные функции и функции

Таблица 2. Субмодули ModPack, применяемые в системе

Наименование	Описание
PB-V35T	АЦП, 8 диф. входов $\pm 20\text{мА}$ или $\pm 5\text{В}$ ($\pm 10\text{В}$), 24 разряда, оптоизоляция от системы 500 В, программируемый цифровой фильтр 8...800 Гц, время преобразования 3,75...375 мс, входное сопротивление 200 Ом, защита от перенапряжения на входе $\pm 35\text{В}$ (вход-земля), $\pm 70\text{В}$ (между входами)
PB-RS-485T	2 канала связи по стандарту RS-485. Режим работы – полудуплексный. Каналы связи работают попеременно и последовательно. При выходе из строя одного канала связи работоспособность субмодуля не теряется, но происходит потеря дублирования канала. Технические данные полностью соответствуют стандарту RS-485.
PB-DIN3	Субмодуль для 20 дискретных, оптоизолированных входов, 2 группы, общ. GND, входное напряжение 24 VDC/5 мА, вх. Фильтр 5 мс
PB-DO16	Субмодуль для 16 дискретных выходов, общ. Vcc, выход ном. 24VDC, мин. 5VDC, max 40VDC, 30 мА/канал, оптоизоляция от системы 2 кВ

Таблица 3. БПИ с функцией преобразования сигналов УСО

Название	Описание
MIRage-FTHERM	АЦП, 8 термодар, 1 канал для компенсации холодного спаив, диапазоны $\pm 25/50/100$ мВ, автокалибровка, 24 разряда, оптоизоляция от системы 500 В, программируемый цифровой фильтр 8...800 Гц, время преобразования 3,75...375 мс, любые градуировки
MIRage-FTP	АЦП, 8 входов от термометров сопротивления типа ТСП150, ТСП100, Pt50, Pt100, TCM50, TCM100 (возможны другие градуировки с загрузкой таблиц преобразования), 2/3/4 проводные схемы подключения, диапазон измеряемых сопротивлений 0...5000 Ом, канал автокалибровки, оптоизоляция от системы 1000 В, входное сопротивление – 1 ГОм. Основная ошибка измерения 0,1%, дифференциальное подавление входной помехи 50 Гц не менее 90 дБ, тип интерфейса – RS-485 или CAN 2,0А/В, с гальванической развязкой, скорость передачи по RS-485 – 38400 бод, скорость передачи по CAN 2,0А/В – 1 Мбит/с, эффективное время измерения на одном канале – 120 мс

аналогового и дискретного ввода/вывода определяются проектно-компонованной установкой мезонинных субмодулей, что существенно сокращает стоимость ЗИП и упрощает обслуживание системы;

- малое энергопотребление, обеспечившее возможность реализации контроллеров без принудительного охлаждения с широким рабочим температурным диапазоном $-25...55^\circ\text{C}$ окружающего воздуха;
- высокая вычислительная мощность, которая позволила решить ряд диагностических и других задач не схемотехнически, а программным способом, и снизить стоимость каждого модуля.

Для связи с подсистемой верхнего уровня (АРМ, сервер БД) в каждом из контроллеров имеется два модуля MIF-PPC, оборудованные интерфейсом Ethernet-100, обеспечивающие связь с дублированной сетью Ethernet, объединяющей все элементы ПТК. Дублированные коммуникационные MIF-модули контроллеров позволили создать в ПТК высоконадежную, высокопроизводительную сеть Ethernet 100Мбайт с коммутируемыми каналами. Объем обрабатываемых каналов ввода/вывода в системе составил: каналы аналогового ввода – 410 ед.; каналы дискретного ввода/вывода – 520/345 ед.

При этом число единиц технологического оборудования, контролируемого и управляемого из АСУТП, со-

ставляло: запорно-регулирующей арматуры (ЗРА) – 133 ед., механизмов собственных нужд (МСН) – 29 ед.

Общий объем каналов ввода/вывода системы составил более 1000 сигналов.

В качестве субмодулей УСО используются функциональные субмодули архитектуры ModPack. На каждый модуль-носитель MIF устанавливается до трех функциональных субмодулей ModPack (табл. 2). Кроме субмодулей архитектуры ModPack, используются интеллектуальные БПИ типа FPT и FTHERM сер. MIRage (табл. 3), выполняющие функции преобразования сигналов УСО. Это новая разработка компании МСТ.

Использование в качестве УСО БПИ дало возможность прямого подключения датчиков, сигналов полевого уровня, а также дискретных сигналов и команд уровня ~ 220 В.

Отсутствие шкафов промежуточных клеммников, различного вспомогательного оборудования значительно снизило трудозатраты по монтажу компонентов нижнего уровня ПТК и повысило надежность всей системы управления в целом.

Полевой уровень включает непрограммируемые средства: датчики, исполнительные механизмы, сборки РТ30, оконечные усилители, местные приборы и специализированные устройства заводов-изготовителей технологического оборудования, вторичные приборы.

Схема питания ПТК разработана с учетом специфики применяемых технических средств и высокой степени ответственности технологического объекта управления. Она построена на статических преобразователях, максимально использующих надежные вводы питания переменного и постоянного тока электростанции. Для питания компьютеров верхнего уровня применены источники бесперебойного питания с двойным преобразованием, со встроенными аккумуляторами питающими систему при потере питания переменного тока.

Также было предусмотрено внешнее дублирование ПТК, путем создания отдельной, независимой резервной системы управления (РС), которая обеспечивает безаварийный останов технологического основного оборудования в случае отказа основной системы управления. Резервная система реализована на непрограммируемых средствах контроля и управления.

Заключение

Внедрение АСУТП на базе ПТК "Торнадо" предоставило предприятию качественно новый метод управления и возможность интеграции локальных систем, а также аппаратных и программных средств автоматизации других производителей в единую систему управления, позволяющую обеспечить высочайший уровень надежности и оптимальное функционирование АСУТП турбогенератора.

Сердюков О.В. – руководитель, Кулагин С.А. – гл. инженер, Тимошин А.И. – научный сотрудник, Скворцов А.Н. – инженер-программист Института Автоматики и Электрометрии СО РАН, Сорокин И.В. – инженер., Журавлева Л.В. – гл. метролог компании "Модульные Системы Торнадо".

Контактный телефон компании "Модульные Системы Торнадо": (3832) 39-93-52. E-mail: info@tornado.nsk.ru