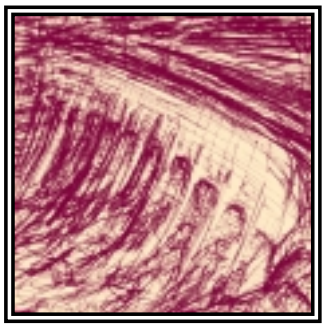


АСУ ТП Нижневартовской ГРЭС

Александр Побожей, Александр Парфёнов, Олег Жердев

Описываются опыт разработки, структура и программное обеспечение АСУ ТП первого блока Нижневартовской ГРЭС.

АСУ ТП первого блока (800 МВт) Нижневартовской ГРЭС (НВГРЭС) представляет собой крупномасштабную распределенную систему управления, обеспечивающую обработку до 9220 сигналов. В таблице 1 приведены характеристики сигналов АСУ ТП и их количество с учетом 10-процентного резерва. В таблице 2 приведен количественный состав объектов управления.

Проектные работы, изготовление, поставка и ввод в эксплуатацию АСУ ТП проведены в рамках реконструкции АСУ ТП 1-го блока НВГРЭС.

Техническая структура АСУ ТП

На рисунке 1 показана общая структурная схема АСУ ТП 1-го блока НВГРЭС.



Нижневартовская ГРЭС

Верхний уровень

Верхний уровень АСУ ТП содержит следующие компоненты:

- оперативные и неоперативные рабочие места (РМ), оперативная и архивная базы данных, реализованные на дублированных и одиночных персональных компьютерах и серверах (всего 30 компьютеров); на оперативных рабочих местах используются функциональные клавиатуры в промышленном исполнении;



Турбина НВГРЭС

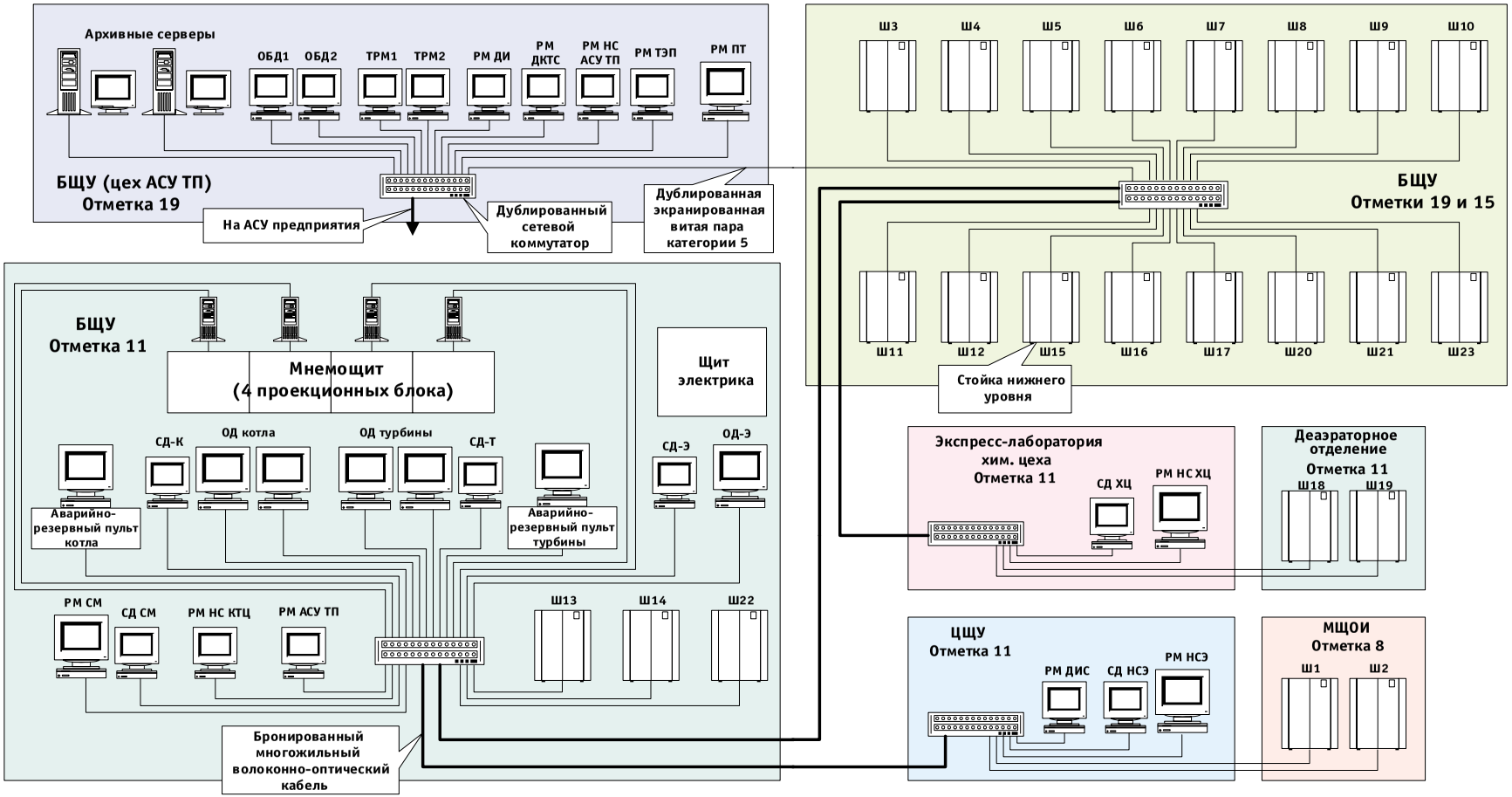
Таблица 1. Количественные характеристики обрабатываемых сигналов

N	Тип сигнала	Количество сигналов
1	Входные аналоговые сигналы 0... 5мА, 4... 20 мА	1590
2	Входные температурные сигналы:	
	термосопротивления	790
	термопары	680
3	Входные дискретные сигналы:	
	концевые выключатели исполнительных механизмов	2336
	«сухой» контакт	1184
4	Регулирующие органы:	
	входные дискретные сигналы	272
	выходные дискретные сигналы (50 В, ШИМ)	272
5	Выходные дискретные сигналы:	
	~ 220 В	1696
	= 220 В	304
	= 24 В	96
6	Всего	9220

Таблица 2. Количественный состав объектов управления

N	Тип устройства	Количество устройств
1	Двигатели	90
2	Задвижки	780
3	Регулирующие клапаны	120
4	Электрические аппараты (выключатели)	60

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru



Условные обозначения:

БЩУ – блочный щит управления;
ЦЩУ – центральный щит управления;
МЩОИ – местный щит общестанционных измерений;
ОД – оперативный дисплей (Э – электрика);
СД – сигнализационный дисплей (К – котла, Т – турбины, Э – электрика, ХЦ – химического цеха, НСЭ – начальника смены электроцеха, СМ – старшего машиниста);
РМ СМ – рабочее место старшего машиниста;
РМ НС КТЦ – рабочее место начальника смены котлотурбинного цеха;
РМ АСУ ТП– рабочее место персонала АСУ ТП;
РМ ДИ – рабочее место дежурного инженера АСУ ТП;
РМ НС АСУ ТП – рабочее место начальника смены цеха АСУ ТП;
РМ ДКТС – рабочее место диагностики комплекса технических средств;
РМ ТЭП – рабочее место расчёта технико-экономических показателей;
РМ ПТ – рабочее место программиста-технолога;
ОБД1, ОБД2 – оперативная база данных (резервированная);
ТРМ1, ТРМ2 – технологическое рабочее место (дублированное);
РМ НС ХЦ – рабочее место начальника смены химического цеха;
РМ ДИС – рабочее место дежурного инженера смены;
РМ НСЭ – рабочее место начальника смены электроцеха;
Ш – шкаф.

Рис. 1. Общая структура АСУ ТП 1-го блока Нижневартовской ГРЭС

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru



Рис. 2. Общий вид блочного щита управления (БЩУ) и рабочего места машиниста

- мнемощит — блок из 4 проекционных экранов (общий размер мнемощита — 4×0,75 м), каждый из которых управляется от отдельного компьютера;
- пульты аварийного и резервного управления котлом и турбиной.

На рабочих местах используются компьютеры с процессором Pentium MMX 166 МГц, а в серверах — с процессором Pentium II 300 МГц. На рабочих местах оперативного контура применяются мониторы с размером экрана 21 дюйм. Питание компьютеров (за исключением неоперативных РМ), а также мнемощита осуществляется от источников бесперебойного питания, обеспечивающих время работы от внутренней аккумуляторной батареи не менее 20 минут.

На рисунке 2 показан общий вид блочного щита управления, включающего рабочие места машинистов турбины и котла, аварийно-резервные пульты и проекционный экран. Вид аварийно-резервного пульта турбины приведен на рисунке 3.



Рис. 3. Аварийно-резервный пульт турбины

Нижний уровень

Аппаратура нижнего уровня размещается в шкафах (конструктив — Евромеханика). В каждом шкафу устанавливается до 6 крейтов. Конструкция крейта показана на рисунке 4. В одном из крейтов шкафа установлены два (основной и резервный) промышленных контроллера, выполненных на основе MicroPC фирмы Octagon Systems. Каждый контроллер (рис. 5) содержит в своем составе процессорную плату 5066, сетевую плату 5500, плату дискретного ввода-вывода 5600, плату аналогового ввода (АЦП) 5710. Через эти платы осуществляется управление и обмен информацией с устройствами сопряжения с объектом (УСО), расположенными в функциональном шкафу. УСО выполнены на основе модулей и элементов фирм Analog Devices и Grayhill. В состав АСУ ТП входят 23 шкафа, каждый из которых в среднем обрабатывает 400 сигналов.

УСО обеспечивают прием следующих типов сигналов:

- токовые сигналы (0...5 мА, 4...20 мА);
- сигналы термопар (градуировки ХА, ХК);
- сигналы термосопротивлений (градуировки 50М, 100М, 50П, 100П);
- дискретные сигналы 24 В постоянного и переменного тока;
- дискретные сигналы типа «сухой» контакт;
- дискретные сигналы 220 В постоянного и переменного тока, с частотой 50 Гц.

Блоки УСО позволяют коммутировать следующие сигналы:

- сигналы 220 В постоянного тока 1 А;
- сигналы 220 В переменного тока 2 А с частотой 50 Гц.



Рис. 4. Крейт

На рисунках 6 и 7 представлены модули УСО, предназначенные для ввода–вывода дискретных сигналов и ввода–вывода аналоговых сигналов от термодатчиков соответственно.

В настоящее время поставляется новое поколение интеллектуальных УСО со встроенными однокристальными микропроцессорами 89C51 фирмы Philips. В блок УСО с помощью разъемов могут быть установлены один или два микроконтроллера в зависимости от схемы резервирования. Применение в УСО микропроцессоров позволяет:

- разгрузить центральный контроллер от рутинных операций циклического опроса датчиков, фильтрации, предварительной обработки, анализа по уставкам и обеспечить прием только существенной информации;
- сделать любой сигнал инициативным, работающим по прерыванию;
- программировать режимы работы УСО (период опроса, режимы фильтрации, уставки и т.п.);
- проводить самодиагностику УСО, что повышает общую надежность системы;
- при использовании системы единого времени (СЕВ) обеспечить синхронный опрос всех входных сигналов системы, привязанный к единой секундной метке;
- обеспечить привязку информации ко времени с точностью не хуже 1 мс.

Для применений, требующих высокой точности привязки сигналов ко времени (1 мс и лучше), поставляется система единого времени (СЕВ). Основу СЕВ составляет плата генератора сигналов времени (ГСВ), устанавливаемая в слот материнской платы MicroPC. В зависимости от прошивки микросхемы ПЛИС плата выполняет функцию или генератора секундных меток, имеющего вход синхронизации от спутниковых навигационных систем GPS или «Глонасс» и выход на магистраль СЕВ, или приемника секундных



Рис. 5. Промышленный контроллер на основе MicroPC

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru



Рис. 6. УСО ввода-вывода дискретных сигналов

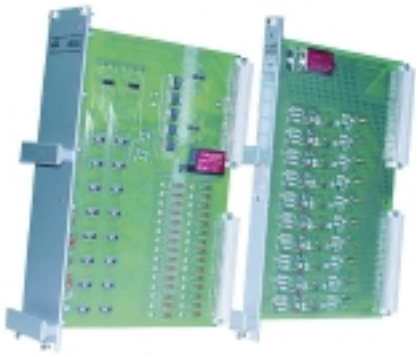


Рис. 7. УСО ввода-вывода аналоговых сигналов и сигналов от термодатчика



Рис. 8. Комплект СЕВ

меток из магистрали СЕВ. Точность ГСВ при автономной работе не хуже $\pm 3{,}6\times10^{-8}$ (уход времени не более 1 с за 320 дней). Плата ГСВ имеет выходы для раздачи секундной метки внутри шкафа на интеллектуальные УСО и по системной шине в виде прерывания в MicroPC. Установка и чтение кода времени осуществляется MicroPC. Раздача секундных меток в комплексе осуществляется по выделенной магистрали (интерфейс RS-485, магистраль — витая пара или оптоволокно). Обеспечивается возможность резервирования СЕВ и взаимной синхронизации полукомплектов. На рисунке 8 показаны составные части СЕВ: плата ГСВ и приемник GPS с антенной.

Кроме того, в состав каждого шкафа входит аппаратура электропитания, преобразующая первичное переменное напряжение 380/220 В или напряжение от станционной аккумуляторной батареи 200...240 В во вторичное постоянное напряжение питания стойки. На рисунке 9 показан внешний вид функционального и сетевого шкафов.

Локальная вычислительная сеть

Комплект сетевого оборудования включает:

- две независимые сетевые магистрали Fast Ethernet (100 МГц)/Ethernet (10 МГц) с использованием бронированного волоконно-оптического кабеля и экранированной витой пары;
- два взаиморезервирующих комплекта сетевых коммутаторов фирмы 3COM (на рисунке 1 для упрощения графического представления показан только один комплект);
- по два сетевых адаптера в каждом персональном компьютере.

На рисунке 10 приведена схема подключения персонального компьютера верхнего уровня и контроллеров нижнего уровня к сетевым магистралям комплекса. Как видно из рисунка, персональные компьютеры имеют доступ к обеим сетевым магистралям, а каждый из контроллеров — только к одной из магистралей. Таким образом, с каждого рабочего места возможен доступ к каждому полукомплекту контроллеров, и при выходе из строя основного контроллера происходит автоматический переход на резервный.

Общесистемное программное обеспечение

Программное обеспечение АСУ ТП базируется на следующих программных средствах:

- операционная система Windows NT — в персональных компьютерах и серверах верхнего уровня;
- операционная система реального времени QNX (версия 4.24) — в контроллерах нижнего уровня;
- сетевой протокол TCP/IP;



Рис. 9. Функциональный и сетевой шкафы

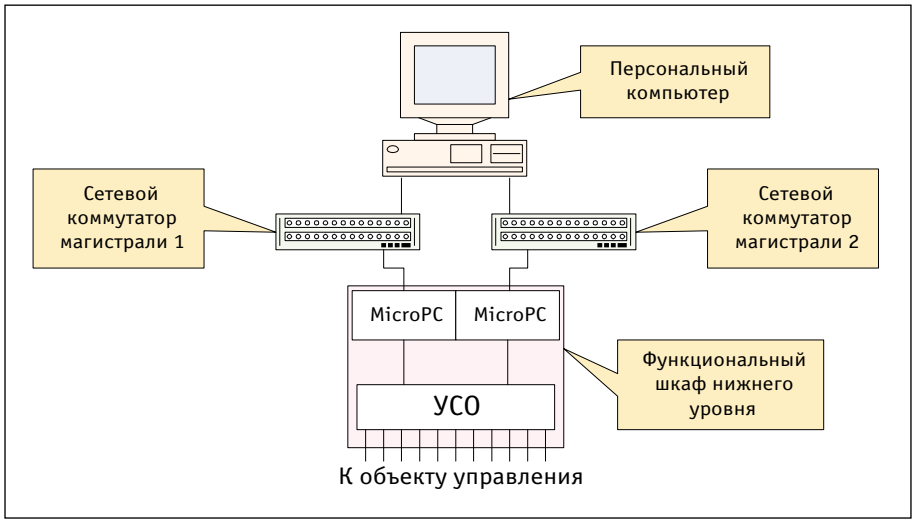


Рис. 10. Схема подключения персонального компьютера и аппаратуры нижнего уровня к сетевым магистралям

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

- пакет управления сетевым оборудованием Transcend Management (версия 6.1) фирмы 3COM.

Какую SCADA-систему выбрать?

АСУ ТП является дальнейшим развитием информационно-вычислительной системы (ИВС), успешно проработавшей на НВГРЭС более 2 лет. ИВС была реализована на основе промышленных контроллеров с процессором 386 (плата MicroPC 5025A фирмы Octagon Systems). В персональных компьютерах верхнего уровня использовалась операционная система MS-DOS. В контроллерах нижнего уровня был применен многозадачный монитор реального времени собственной разработки.

В 1997 году начались работы по созданию полномасштабной АСУ ТП 1 – го блока НВГРЭС. К этому времени произошли определенные конъюнктурные изменения на рынке покупного программного обеспечения: среди операционных систем ведущие позиции заняла Windows NT, стали реально доступными покупные SCADA-системы, как западные, так и отечественные.

С учетом того, что АСУ ТП 1-го блока НВГРЭС рассматривается в качестве базовой, она должна быть не только конкурентоспособной по отношению к существующим западным и отечественным АСУ ТП, но и иметь характеристики, позволяющие ей находиться на современном уровне в течение достаточно продолжительного времени. Рассматривались два направления решения этой задачи: перевод программного комплекса на современные операционные системы и использование для создания технологического комплекса современной SCADA-системы. Оба направления взаимосвязаны, так как обычно приобретаемая SCADA-система задает требования к общесистемному программному обеспечению. С учетом конъюнктуры рынка и собственного опыта наиболее привлекательным было использование в рабочих станциях верхнего уровня Windows NT, а в контроллерах нижнего уровня — многозадачной операционной системы реального времени. Конечным результатом должен был быть программный продукт, с одной стороны, решающий задачи АСУ ТП, а с другой стороны, предоставляющий потребителю высокоуровневые средства проектирования (САПР), позволяющие самостоятельно вносить дополнения и изменения в систему на технологическом уровне.

Попытка подыскать подходящую покупную SCADA-систему не увенчалась успехом. Рассматривались SCADA-системы, подходящие для крупномасштабных управляющих систем с числом сигналов не менее 10000 и доступные на середину 1997 года. Наиболее привлекательными SCADA-системами были среди западных Real Flex и Genesis, среди отечественных Trace Mode. При анализе применимости SCADA-систем естественным критерием была возможность создания с их помощью уже реализованных на ИВС и отработанных со специалистами НВГРЭС технологических алгоритмов, систем автоматизации проектирования, систем управления базами данных (БД), сервисных подсистем. Безусловно, от SCADA-системы не требовалось, чтобы с её помощью можно было досконально точно повторить все формы представления и интерфейсы оператора. При анализе особое внимание уделялось интегрированности процесса проектирования, наличию средств моделирования, автоматизации установки информационных связей в комплексе, открытости доступа к оперативным и архивным базам данных, возможности гибкой модернизации и поэтапного ввода подсистем без остановки и перезагрузки контроллеров нижнего уровня. SCADA-система должна была также иметь встроенные средства, обеспечивающие её работу с резервированными структурами (дублированными рабочими местами, серверами, контроллерами нижнего уровня, резервированными локальными вычислительными сетями).

Как выяснилось, ни одна из проанализированных SCADA-систем не предоставляла достаточных и адекватных задаче средств проектирования и общесистемного обеспечения, не говоря уже о готовых технологических подсистемах и технологических САПР. Для достижения цели можно было бы взять SCADA-систему за основу и дополнить её собственным программным обеспечением. Однако в то время эти системы не позволяли встраивать нештатные программные средства пользователя, за исключением драйверов нижнего уровня для управления устройствами сопряжения с объектом.

Иными словами, покупные SCADA-системы по состоянию на 1997 год можно было использовать только так, «как они есть». С самого начала создания АСУ ТП для получения положительного эффекта необходимо, несмотря на рекламные обещания, четко понимать, что универсальная покупная SCADA-система является только инструментом, в большей или меньшей степени автоматизирующим процесс создания АСУ ТП, от развитости и открытости которого зависит полнота реализации технологических алгоритмов и достижимая степень автоматизации.

Немаловажным фактором при принятии решения в пользу того или иного SCADA-пакета являлось наличие примеров успешно реализованных с его помощью проектов крупномасштабных АСУ ТП в России.

Определёнными сдерживающими факторами к применению западных SCADA-систем являются большой объем работ по освоению, апробации и адаптации, опасение остаться с дорогостоящим пакетом один на один ввиду невозможности получения оперативной технической поддержки на этапах освоения и внедрения, а также высокая стоимость, не гарантирующая положительного результата.

Пакет Trace Mode как инструмент для разработки детально анализировался по версии 4.20. Кроме перечисленных, были выявлены следующие ограничения в применении пакета:

- неудобная для проектирования канальная организация информационных и управляющих потоков;
- отсутствие реальной интегрированности пакета, ориентированной на распределённые АСУ ТП, требует множества трудоемких ручных операций;
- заложенная идеология не допускает проектирования и добавления новых технологических компонентов и поэтапного ввода подсистем без останова и перезагрузки комплекса;
- отсутствуют САПР для проектирования технологических подсистем (таких как защиты, регуляторы и др.), а предоставляемые пакетом средства практически не позволяют пользователю самостоятельно разработать их с реализацией требуемого объема функций САПР;
- монитор реального времени, работающий в контроллерах нижнего уровня под MS-DOS в незащищённом режиме, не обеспечивает достаточной надежности;
- отсутствуют инструментальные средства для мониторинга и отладки программного обеспечения контроллеров нижнего уровня;
- наличие большого числа ошибок и недоработок.

Таким образом, в результате рассмотрения возможных вариантов был выбран путь дальнейшего развития и совершенствования SCADA-системы собственной разработки, получившей название «Венец НВ». При этом в понятие

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru



Рис. 11. Паспорт аналогового параметра

SCADA-системы нами включаются не только инструментарий и готовые формы для автоматизации создания технологического комплекса АСУ ТП, как это предлагается практически во всех универсальных SCADA-пакетах, но и высокоуровневые технологические САПР и готовые настраиваемые на технологическом уровне подсистемы и рабочие места.

Безусловно, все сказанное не является анализом рынка SCADA-систем за 1997 год, а представляет только изложение наших взглядов и опыта, полученного в рамках конкретного проекта. В то же время описанные проблемы, возникающие при выборе SCADA-системы, являются, по-видимому, общими для всех потребителей, особенно при реализации крупных проектов.

Основные принципы построения SCADA-системы «Венец НВ»

Требования, используемые при выборе готовой SCADA-системы, во многом определили принципы построения новой системы:

- многозадачная ОС РВ, работающая в защищенном режиме, со встроенным механизмом приоритетов и межзадачного сетевого обмена — QNX v. 4.24;
- дисциплина работы контроллеров нижнего уровня, основанная на системе интервальных таймеров с приоритетами и динамическим управлением (обеспечивается применением QNX), а не циклическая временная диаграмма, привязанная к фиксированному такту;
- автоматическая загрузка целевого программного обеспечения с технологической QNX-машины верхнего уровня или собственной флэш-памяти при включении питания;
- первоначальная загрузка базовых исполняющих подсистем (информационная, защиты, регуляторы...);
- запуск исполняющих подсистем с помощью загрузки заданий, возможность дозагрузки и выгрузки заданий без остановки работы;
- возможность оперативного изменения структур данных (паспортов, схем обработки) на работающей АСУ ТП;
- передача на верхний уровень информации только об изменениях сигналов, превышающих задаваемые апертуры; передача только той информации, которая заказана другими узлами;
- наличие системы обработки ошибочных ситуаций в контроллерах нижнего уровня (одна подсистема не влияет на другие);
- наличие штатных средств обеспечения отказоустойчивости и резервирования;
- наличие встроенных системных средств отладки и мониторинга контроллеров нижнего уровня;
- привязка сигналов ко времени на уровне контроллера (разбег времени по системе при передаче кода времени по ЛВС — не более 5 мс);
- однородность технологических рабочих мест, интегрирование САПР-систем отображения и управления;
- открытость баз данных для пользователей: полная спецификация, произвольный оперативный доступ к любой БД, произвольный выбор форм отображения и объема выводимой информации;
- обеспечение надежной доставки информации по сети, диагностика и контроль сетевых каналов.

Состав SCADA-системы «Венец НВ»

В состав пакета верхнего уровня входят следующие программные продукты:

1. Оперативный дисплей (ОД) — отображение и управление ходом технологического процесса с помощью функциональной клавиатуры и «мыши».
2. Сигнализационный дисплей (СД).
3. РМПТ (рабочее место программиста-технолога) — настройка комплекса технических средств (КТС), загрузка и коррекция паспортов, создание мнемосхем, оперативных таблиц, алгоритмов и их рассылка по другим рабочим местам. На РМПТ установлена САПР «Автограф», включающая в себя графический редактор, систему проектирования мнемосхем, паспортов и алгоритмов.

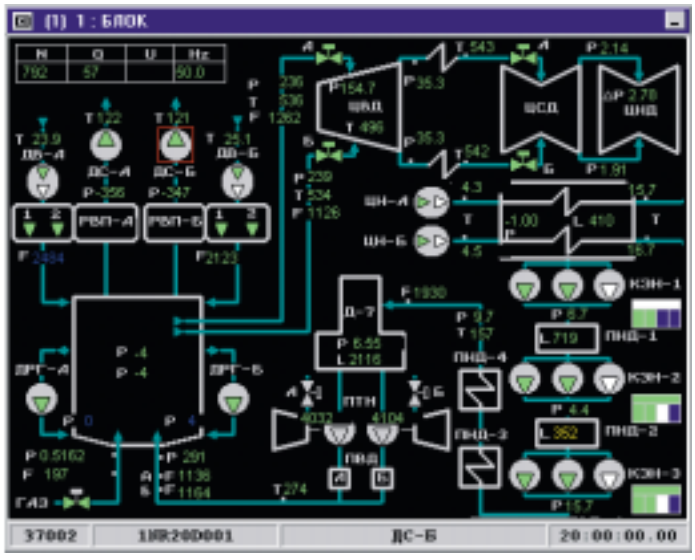


Рис. 12. Технологическая мнемосхема

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

4. ОБД (оперативная база данных) — хранение полной информации о системе за последние 24 часа и выдача её по запросам на рабочие места, ведение системы единого времени (СЕВ).
5. Программа формирования ведомостей и протоколов.
6. Программа протоколирования действий оператора.
7. Программа просмотра ретроспективы (графики, таблицы, протокол событий).
8. Программа-«видеомагнитофон» — полномасштабное ретроспективное воспроизведение технологического процесса на любых выбираемых мнемосхемах в многооконном режиме с задаваемой скоростью просмотра или в пошаговом режиме.
9. РМ ДКТС (рабочее место диагностики) — диагностика и отображение состояния комплекса технических средств.
10. Архивный сервер — долговременный архив на базе дублированного сервера с автоматическим переключением комплектов и записью информации на магнитооптические диски или CD.
11. ТРМ — технологическое рабочее место для загрузки, реконфигурации и управления контроллерами нижнего уровня.
12. Сетевая программа NetBox — организация, диагностика, контроль сетевых каналов и обеспечение интерфейса между прикладными программами и протоколом TCP/IP.

В состав пакета нижнего уровня (контроллеры MicroPC) входят:

1) комплекс общесистемного программного обеспечения (QNX, СЕВ, телеметрия, сторожевой таймер и т.п.);
2) комплекс ИВС;
3) модули защит, блокировок, конфигурирования;
4) модули управления и регулирования.

Основные технологические подсистемы

В АСУ ТП 1-го блока НВГРЭС реализованы следующие основные технологические подсистемы:

- сбор и первичная обработка информации;
- отображение информации;
- технологические защиты, включая регистрацию и анализ аварийных ситуаций;
- дистанционное управление;
- автоматическое регулирование;
- технологическая сигнализация;

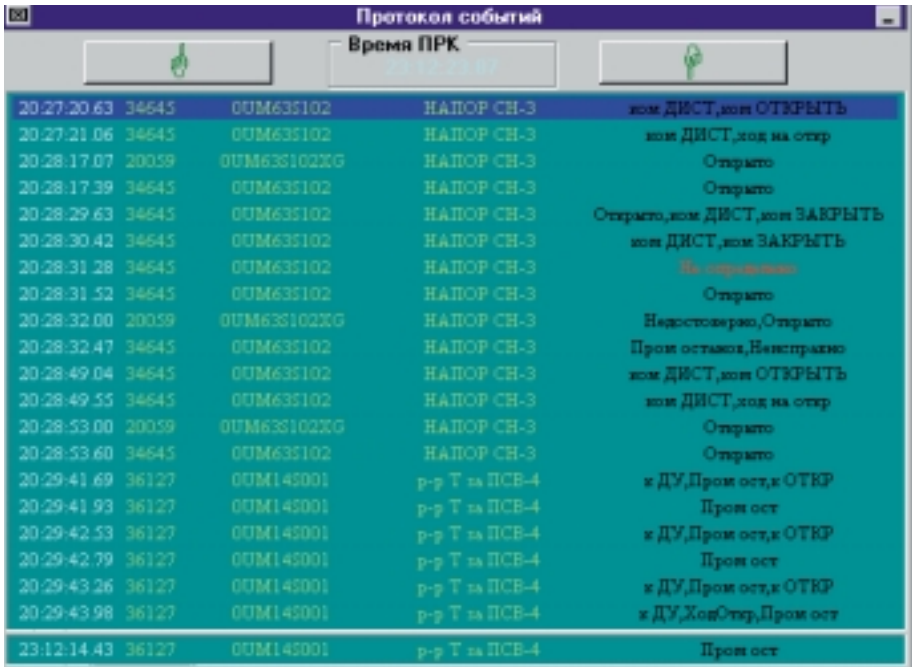


Рис. 13. Протокол событий

- расчет, анализ и отображение технико-экономических показателей;
- протоколирование и документирование;
- контроль состояния технологического оборудования;
- метрологический контроль;
- диагностика программно-технического комплекса (ПТК);
- системы управления базами данных;
- справочно-обучающая система.

Далее приведены краткие характеристики наиболее важных технологических подсистем.

Сбор и первичная обработка информации

Подсистема обеспечивает сбор, первичную обработку и контроль достоверности входной информации. В подсистеме реализуются следующие возможности по настройке:

- задание индивидуального цикла опроса для каждого датчика;
- перемещение датчика по физическим адресам УСО;
- задание индивидуальной обработки для каждого датчика (апертура, линеаризация, фильтрация и т. п.);
- задание способа контроля на достоверность индивидуально для каждого датчика (по исправности, зашкаливанию, дублям, уставкам диапазона и т. п.).

Все настройки задаются с помощью подсистемы паспортов параметров и модулей управления, реализованных на РМ программиста-технолога. На рис. 11 приведён пример паспорта простого аналогового параметра.

Отображение информации

Отображение информации на экране дисплея может быть осуществлено в виде:

- экранных мнемосхем;
- меню;
- мнемограмм;
- графиков;
- гистограмм;
- таблиц.

Мнемосхема представляет собой условное графическое изображение технологической схемы определенной функциональной группы (рис. 12). Каждой функциональной группе или технологическому узлу соответствует своя мнемосхема.

Каждый объект информации или управления обозначается в качестве элемента хотя бы в одной мнемосхеме и может быть вызван с ее помощью в малое информационное окно для получения более детальной информации.

В протоколе событий отображаются все изменения дискретных параметров и модулей управления за последние 12 часов (рис. 13). Перемещение по протоколу возможно как построчно, так и постранично. В нижней строке жестко выведено последнее событие.

Графики параметров (рис. 14) вызываются из меню аналоговых датчиков. Количество одновременно просматриваемых параметров — от 1 до 4. Оси координат индивидуальные для каждого графика, выделены номером и расположены друг под другом. Оси значений параметров градуируются в соответствующих единицах измерения. Градуи-

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

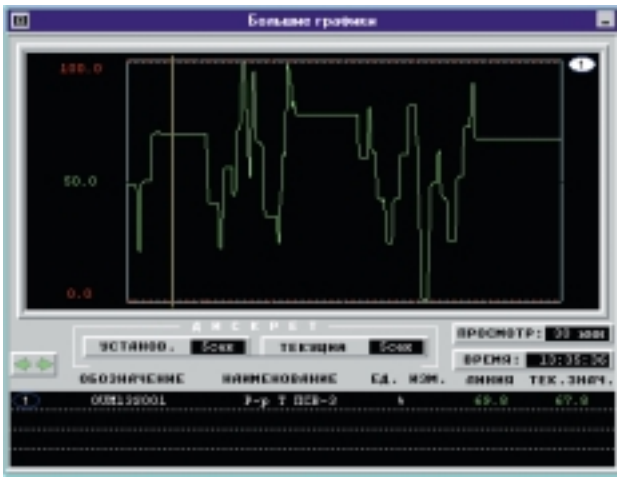


Рис. 14. График изменения параметра

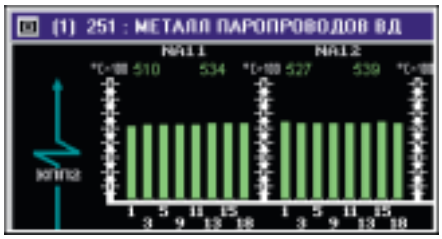


Рис. 15. Гистограмма



Рис. 16. Таблица значений параметра

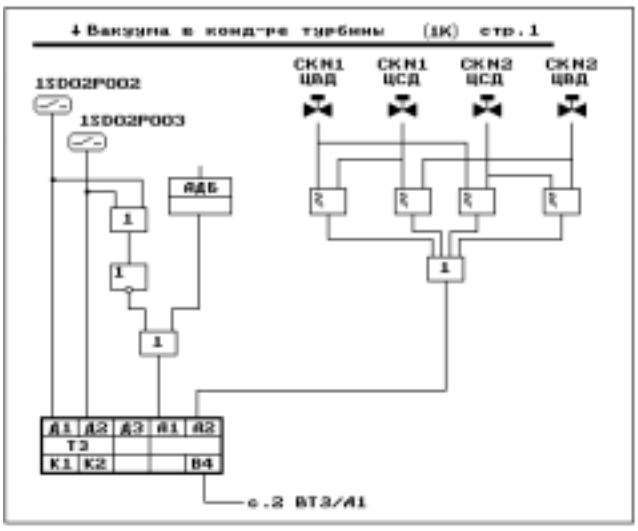


Рис. 17. Пример блок-схемы алгоритма защиты

ровка по времени — общая для всех графиков.

Оператор имеет возможность также наблюдать точные числовые значения параметров, перемещая по графику линию-указатель. Значение параметра, указанное в графе, соответствует точке пересечения линии-указателя с графиком.

Для отдельных функциональных групп или узлов создаются постоянные гистограммы (рис.15).

Просмотр гистограмм производится аналогично режиму работы с мнемосхемами.

Аналоговые параметры могут быть представлены в виде таблицы значений параметра (рис. 16). Цвет строк таблицы зависит от состояния параметра. В оперативном режиме для каждого датчика можно вывести информацию за последние 12 часов. Вызов таблицы значений параметра может быть осуществлен на мнемосхеме.

Подсистема технологических защит

Технологические защиты реализованы в двухканальном варианте с использованием двух взаиморезервирующих стоек нижнего уровня. Пример алгоритма защиты приведен на рис. 17. Отображение состояния технологических защит производится на рабочих местах операторов-технологов. Сигналы срабатывания защит выводятся на сигнализационный дисплей (СД) и оперативный дисплей (ОД) в окно сообщений, а также сопровождаются разными звуковыми сигналами. Одновременно включаются в работу задачи регистрации аварийных ситуаций (РАС) и анализа действия защит (АДЗ), реализованные на РМ ДИ АСУ ТП. Диагностические сообщения о состоянии аппаратуры защит и о состоянии информации, используемой в подсистеме защит, выводятся на дисплей дежурного инженера АСУ ТП и на печать, а сгруппированные диагностические сообщения — на сигнализационные дисплеи операторов-технологов. Ввод и вывод накладок защит, ручной ввод и вывод защит осуществляется с РМ ДИ АСУ ТП.

Дистанционное управление

Дистанционное управление (ДУ) объектом осуществляется с функциональной клавиатуры (ФК) при наличии изображения этого объекта в окне управления на дисплее оперативного рабочего места. Управление осуществляется с помощью группы клавиш управления ФК или мышью. Объектами ДУ являются исполнительные механизмы (ИМ) станции: задвижки, регулирующие клапаны, двигатели (соответствующие изображения управляющих блоков показаны на рис. 18) и т.п.

Помимо собственно управления ИМ путем подачи команд «открыть», «закрыть», «стоп», оператор имеет возможность переводить режим работы арматуры на автоматическое управление от логических схем функционально-группового управления или регуляторов более высокого уровня, включать/отключать блокировки и схемы автоматического ввода резерва. Для регулирующих клапанов можно устанавливать или изменять значения регулируемого параметра или степень открытия клапана, изменять задание регулятору, управлять клапаном в старт-стопном режиме.

Автоматическое регулирование

Подсистема предназначена для автоматической стабилизации или изменений по заданным законам технологических параметров или их соотношений во всех режимах эксплуатации энергоблока. Пример алгоритма регулятора, созданного с помощью САПР «Автограф», приведен на рис. 19.

Оператор-технолог имеет возможность отключения регулятора и перевода на ручное управление. Включение регулятора происходит безударно. При потере электропитания регулирующий орган не изменяет своего положения.

В случае исчерпания регулировочного диапазона какого-либо регулирующего органа производится изменение структуры системы регулирования со-



Рис. 18. Блоки управления в подсистеме ДУ

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

гласно алгоритму. При этом качество регулирования технологических параметров сохраняется.

Для каждого контура регулирования предусмотрены:

- контроль положения регулирующего органа (указатель положения);
- контроль крайних положений регулирующего органа;
- возможность переключения с автоматического на дистанционное управление и наоборот;
- вывод информации о работе контура регулирования и положении исполнительного механизма на дисплей;
- сигнализация отключения питания исполнительных механизмов;
- возможность изменения задания.

Технологическая сигнализация

Вывод сигналов и сообщений технологической сигнализации (ТС) осуществляется тремя способами:

- часть сигналов выводится на индивидуальные сигнальные табло, входящие в состав аварийно-резервной системы;
- вся ТС выводится на сигнализационные дисплеи (рис. 20), каждое появление сигнала сопровождается миганием и звуком;
- аварийные сигналы появляются в строке сообщений дисплеев оперативных рабочих мест.

Протоколирование и документирование

Подсистема предназначена для формирования ведомостей, журналов и т.п., для вывода информации на печать и экран, а также для протоколирования действий оператора-технолога, автоматики, защит и блокировок во время работы энергоблока (рис. 21).

Диагностика ПТК

Подсистема предназначена для контроля работоспособности и отображения состояния комплекса технических и программных средств АСУ ТП. Определение неисправности программно-технического комплекса (ПТК) осуществляется с точностью до аппаратного или программного модуля в темпе протекания технологического процесса.

Подсистема обеспечивает:

- выявление сбоев/отказов контроллеров нижнего уровня и ПК верхнего уровня;
- контроль работоспособности субблоков приема аналоговых и дискретных сигналов;
- контроль работоспособности субблоков выдачи команд;
- контроль работоспособности сети;
- контроль работоспособности программного обеспечения нижнего уровня;
- формирование сообщений об обнаруженных сбоях/отказах;
- предоставление полученной информации оператору.

Информация о неисправностях выдается персоналу станции в виде сообщений и звуковой сигнализации, а также на специальных мнемосхемах КТС, где вышедшие из строя элементы системы выделяются красным цветом. Информация об отказах автоматически заносится в ведомость регистрации отказов.

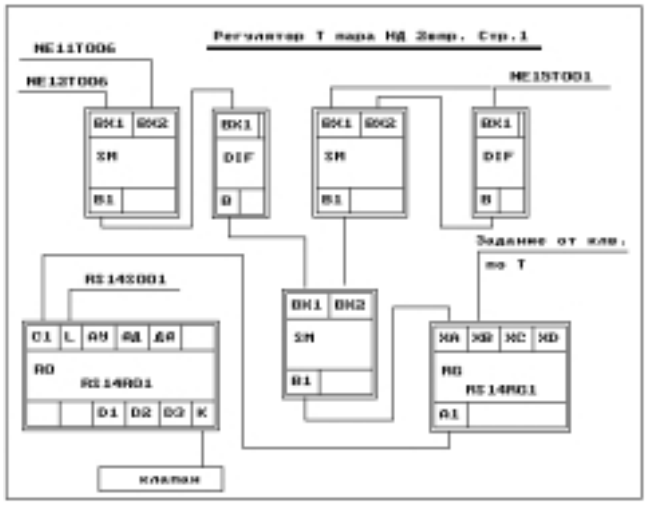


Рис. 19. Блок-схема алгоритма регулятора

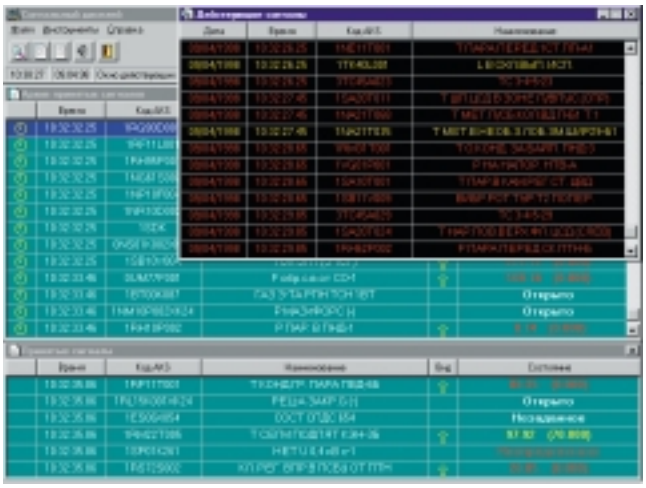


Рис. 20. Отображение информации на экране сигнализационного дисплея

Заключение

В настоящей статье описан программно-технический комплекс, входящий в семейство ПТК «Космотроника-Э», производимых для энергетической отрасли. Общим для всех ПТК является базирование технических средств на промышленных контроллерах MicroPC фирмы Octagon Systems.

В зависимости от класса задач и типов объектов, ПТК комплектуются соответствующими программными пакетами, включающими общесистемное программное обеспечение (ПО), SCADA-систему и спроектированное для конкретного объекта технологическое ПО.

АСУ ТП НВГРЭС является слишком большой системой, чтобы в рамках статьи было возможным изложить в полном объеме все её характеристики и осветить все технологические подсистемы. Однако мы надеемся, что данный материал позволит читателю составить общее представление о структуре, программном обеспечении, основных технологических комплексах, SCADA-системе.

Авторы статьи выражают благодарность коллективу НВГРЭС за оказанную поддержку и активное участие в создании технологических подсистем и пусконаладочных работах. ●

НВ ГРЭС
БЛОК 1

ВЕДОМОСТЬ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

ДАТА И ВРЕМЯ	АКС	НАЗВАНИЕ	СОСТОЯНИЕ
13.05.98 21:16:52:50	0UM63S102	НАПОР СН-3	Закрыто
13.05.98 21:17:57:44	0UM63S102	НАПОР СН-3	Открыто
13.05.98 21:20:32:68	0UM63S102	НАПОР СН-3	Пром останов
13.05.98 21:21:55:86	0UM63S102	НАПОР СН-3	Открыто
13.05.98 21:33:47:96	0UM14S001	р-р СЫРОЙ ВОДЫ за ПСВ-4	Пром останов

Рис. 21. Фрагмент ведомости

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru