



АСУТП КОТЛОАГРЕГАТА БИЙСКОЙ ТЭЦ-1 НА БАЗЕ ПТК "ТОРНАДО-М"

О.В. Сердюков, А.И. Тимошин, А.А. Аbruковский, А.И. Скворцов, Д.А.Новохатский
(Компания "МС Торнадо")

Описывается реализация проекта АСУТП котлоагрегата Бийской ТЭЦ-1 на базе ПТК "Торнадо-М". Приводятся функции, характеристики, структура системы, этапы реализации проекта.

2 февраля 2003 г. на Бийской ТЭЦ-1 (Алтайский край) сдана в опытную эксплуатацию АСУТП котлоагрегата №16 (ТПЕ-430), производства компании "МС Торнадо" (рис. 1, 2).

Система реализована на базе ПТК Торнадо-М (лицензия Госстандарта России Tornado №РОСС RU.МЕ24/В00475) и предназначена для автоматизации управления ТП на котлоагрегате во всех эксплуатационных режимах, включая его пуск и останов. Автоматизацией охвачен полный состав функций контроля и управления.

Главной целью создания АСУТП являлось повышение надежности и улучшение технико-экономических и экологических показателей работы котлоагрегата, а также улучшение условий работы оперативного персонала и повышения его квалификации.

Этапы выполнения проекта

Основные задачи, которые предстояло выполнить компании "Модульные Системы Торнадо":

- разработка ТЗ, проектной и эксплуатационной документации для АСУТП;
- шеф-монтаж и наладка ПТК на площадке заказчика;
- комплексная наладка и сдача АСУТП в опытную эксплуатацию;
- пуско-наладка электрооборудования;
- обучение персонала заказчика;
- гарантийное обслуживание ПТК.



Рис. 1

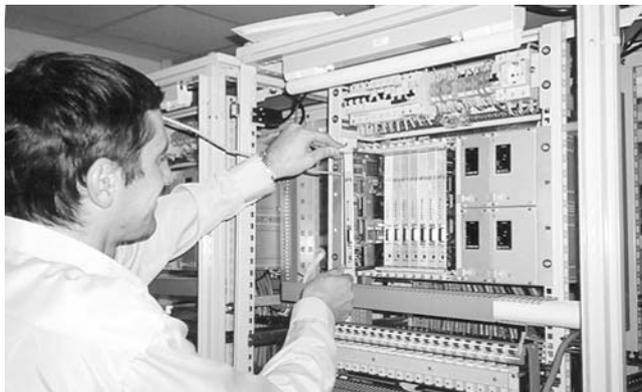


Рис. 2. Сборка ПТК в г. Новосибирске

Договор между компанией "МС Торнадо" и ООО "Бийскэнерго" был подписан 6 июня 2002 г. ТЗ утверждено 5 июля. Проектирование системы, комплектация оборудования, сборка и тестирование ПТК были проведены в течение трех месяцев. В конце сентября на территории компании "МС Торнадо" в присутствии заказчика был проведен интеграционный тест ПТК Торнадо-М, на котором при помощи программных эмуляторов технологического оборудования проверялась функциональность системы.

13 октября ПТК был доставлен на станцию, а 14 ноября, после проведения основных монтажных, наладочных работ и дополнительного обучения персонала, котел был растоплен.

В процессе создания АСУТП особое внимание было уделено обучению персонала станции.

Первый этап обучения включал подготовку оперативного и административного персонала управлению энергетическим оборудованием через ПТК. Освещались вопросы функциональной структуры и технологических возможностей системы управления.

Второй этап обучения проходил в рамках интеграционного теста ПТК и проводился на площадях Учебного Центра "МС Торнадо". На данном этапе обслуживающий и инженерный персонал станции проходил ознакомление с устройством ПТК, аппаратными и программными компонентами системы, схемами подключения, организацией питания. Слушатели участвовали в проверке и тестировании ПТК, а также в проведении метрологической калибровки измерительных модулей системы.

Третий этап проходил непосредственно на станции, во время наладки АСУТП и включал обучение по вопросам модификации и развития системы, по средствам программирования контроллеров и операторского интерфейса, конфигурирования

Основные функции системы

и настройки ПТК. Кроме того, специалисты компании-заказчика и "МС Торнадо" проводили совместную наладку системы.

Таким образом, обучение проводилось на всех этапах проекта, что позволило персоналу станции непосредственно участвовать в создании системы.

Описание системы

Объект управления: паровой котел типа Е-500-13,8-560КТ (модель ТПЕ-430/А) производства таганрогского ПО "Красный котельщик".

Характеристики объекта управления

основное топливо	уголь
число, ед.:	
горелок	8
форсунок	8
систем пылеприготовления с промбункером	2
ДС/ДВ	2
элементов запорной и регулирующей арматуры	≤120
механизмов собственных нужд	≤30
производительность котла, т/ч	500
температура пара, °С	560

Общие принципы построения системы

АСУТП выполняет современные полномасштабные функции контроля и управления котлоагрегатом во всех его режимах, включая пуск и останов.

Центральной частью АСУТП является ПТК, кроме него в состав системы входят датчики, исполнительные механизмы, традиционные средства контроля, непрограммируемые средства автоматизации, поставляемые комплектно с технологическим оборудованием, и силовые сборки задвижек типа РТЗО, поставляемые заводом-производителем.

Система управления отражает специфику технологического объекта управления. Котлоагрегат условно делится на функциональные узлы, которые характеризуются относительной автономией выполняемых технологических задач.

При разработке системы по каждому функциональному узлу реализована отдельная схема автоматизации с соответствующей спецификацией датчиков и исполнительных устройств. Структура алгоритмов управления, а также видеogramмы экранных изображений учитывают разграничение функциональных узлов. Это создает модульную структуру системы с хорошей обозримостью технических средств, алгоритмов управления и способов общения персонала с системой. Этим также достигается упрощение наладки, освоения ее персоналом и последующей эксплуатации.

В системе реализован принцип однократного ввода сигнала и многократного его использования как информационными задачами, так и задачами управления. Исключением из этого правила являются технологические защиты, где ввод информации осуществляется больше, чем один раз, в соответствии с алгоритмами и принципом дублирования защит, выполняющих останов и разгрузку котлоагрегата.

Информационные функции:

- сбор, первичная обработка и регистрация информации о ТП и состоянии технологического оборудования;
- сбор и регистрация информации о состоянии исполнительных механизмов, схем автоматического управления, регулирования и технологических защит;
- отображение информации на приборах, установленных на АРМ и по месту;
- технологическая сигнализация;
- представление на мониторах выходных форм оперативных задач, а также оперативной информации (мнемосхем, графиков, таблиц и т.п.);
- распечатка оперативных отчетных документов: графиков, таблиц и т.п.;
- выдача сообщений о ходе выполнения программ функционально-группового управления;
- представление на мониторах и распечатка выходных форм неоперативных задач.

Управляющие функции:

- поддержание параметров в пределах заданных ограничений;
- всережимное регулирование ТП;
- логическое управление отдельными узлами и установками оборудования;
- аварийное отключение котла или его агрегатов при повреждении оборудования или недопустимом отклонении параметров;
- переход на новый режим работы при отключении агрегата с удержанием возможной нагрузки;
- аварийное включение резервных питающих элементов собственных нужд при отключении работающих.
- ввод /вывод в/из работы технологических защит по условиям режима;
- включение/отключение схем на автоматическую работу по условиям режима;
- блокирование недопустимых команд;
- управление исполнительными механизмами с группового щита или по месту;
- подмена отказавших автоматических функций;
- воздействие на ТП в непредвиденных и предаварийных режимах;
- отключение оборудования при нераспознанных автоматическими системами нарушениях;
- выбор режима работы автоматических регуляторов, очередности отключения механизмов при останове;
- изменение заданий автоматическим регуляторам;
- ввод/вывод в/из работы технологических защит по условиям режима ключами;
- вывод защит в ремонт накладками;
- управление задачами функционально-группового управления.

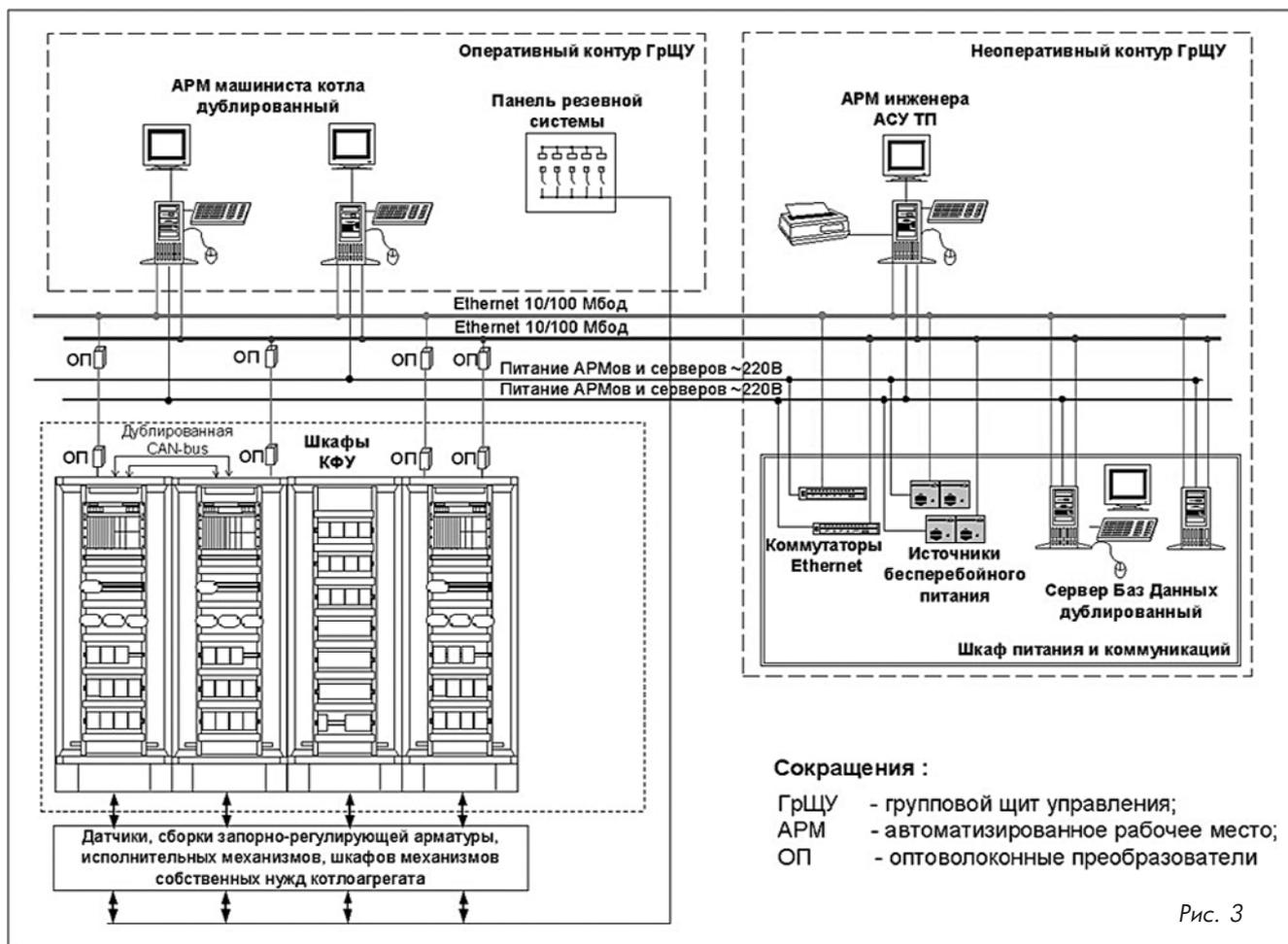


Рис. 3

Функции, обеспечивающие работоспособность системы

Функции, выполняемые автоматически:

- диагностика состояния технических средств управления, в том числе исправности измерительных и исполнительных каналов;
- проверка достоверности информационных сигналов, исполнения управляющих воздействий, готовности технических средств, реализующих алгоритмы технологических защит;
- автоматическое тестирование целостности программных средств при загрузке;
- автоматическое блокирование отказавших программно-технических средств и недостоверной информации;
- сигнализация на АРМ инженера АСУТП при отказе программно-технических средств с указанием устройства, места, времени и вида отказа, а также сигнализация на АРМ машинисту котлоагрегата при отказе автоматической функции с указанием вида функции;
- регистрация отказов программно-технических средств;
- безударное восстановление автоматических функций при замене или установке исправных программно-технических средств.

Функции, выполняемые машинистом котлоагрегата:

- контроль за исполнением дистанционных управляющих воздействий;

- распознавание отказов информационных и управляющих функций, не выявленных автоматически;
- переключение отказавших функций на дистанционное управление.

Функции, выполняемые инженером АСУТП:

- проверка правильности функционирования программно-технических средств и выявление неисправностей, не распознанных автоматически;
- отключение, переключение на резерв отказавших технических средств или осуществление другой реконфигурации схем, если данные действия не осуществляются автоматически;
- корректировка настроек схем управления и регулирования в регламентируемых пределах;
- замена отказавших программно-технических средств;
- установка и отмена запретов на прохождение информации по каналам измерения и управления;
- запуск и, при необходимости, перезапуск ПТК.

Структура системы

Комплекс построен по традиционной иерархической схеме (рис. 3).

Верхний уровень системы обеспечивает взаимодействие операторов-технологов и инженерного персонала с управляемым технологическим оборудованием котлоагрегата, организует работу системы и подготовку массивов информации для использования ее неоперативным административно-техническим



Рис. 4

ким персоналом станции. Кроме того, верхний уровень обеспечивает взаимодействие инженера АСУТП с обслуживаемым ПТК. Верхний уровень представлен АРМ оператора-технолога, инженера АСУТП и серверов.

Нижний уровень выполняет сбор, ввод и обработку аналоговой и дискретной информации в ПТК, формирует и обрабатывает дискретные управляющие воздействия на агрегаты, а также осуществляет регулирование по различным законам и решает задачи защиты. Он включает контроллеры, объединенные дублированной сетью Ethernet, а также вспомогательное оборудование, обеспечивающее промежуточное усиление сигналов и другие вспомогательные функции. Нижний уровень также выполняет отдельные функции защит и автоматического управления при отсутствии связи с верхним уровнем. Компьютеры верхнего уровня и контроллеры объединены дублированной сетью Ethernet.

Помимо основной системы выполнена и непрограммируемая резервная система, предназначенная для безаварийного останова котла при отказе АСУТП.

АРМ оператора-технолога (рис. 4) размещается в оперативном контуре группового щита управления (ГрЩУ). АРМ предназначено для: визуализации параметров ТП, дистанционного управления исполнительными устройствами, ввода заданий регуляторам, просмотра отдельных протоколов, отчетов и сводок, включения/отключения управляющих подсистем (авторегулирования, автоматического включения резерва (АВР), функционально-группового управления (ФГУ), отключаемых блокировок) и выполнения других функций. АРМ оператора-технолога выполнено дублированным на двух РС-совместимых компьютерах. На компьютерах АРМ оператора-технолога функционируют программы дублированного сервера приложений, являющегося основным связующим элементом информационных потоков

между ПО верхнего и нижнего уровней системы. Компьютеры АРМ оператора-технолога работают под управлением ОС Windows NT 4.0. В качестве графического интерфейса использован программный пакет InTouch фирмы Wonderware.

АРМ инженера АСУТП размещается в неоперативном контуре ГрЩУ и предназначено для обслуживания ПТК. На нем выполняются такие задачи, как: проведение диагностики технических средств ПТК, загрузка прикладного ПО в контроллеры, архивирование данных на долговременных носителях, формирование и просмотр отчетов и сводок, модификация параметров алгоритмов в контроллерах и др. АРМ инженера АСУТП работает под управлением ОС Windows NT 4.0. Кроме программных средств, связанных с обслуживанием ПТК, на АРМ инженера АСУТП установлен полный программный пакет проектирования, позволяющий инженерному персоналу при наличии соответствующего доступа самостоятельно модифицировать ПО верхнего и нижнего уровней системы. На АРМ инженера АСУТП также устанавливается комплекс программ метрологического сопровождения системы (ПО АРМ метролога).

Сервер БД является хранилищем архива системы. Кроме этого, на сервере БД выполняются расчетные задачи. В качестве основного ПО БД используется Microsoft SQL-server. Кроме того, используются и специально разработанные программные компоненты, позволяющие производить архивирование данных ТП. Сервер выполнен дублированным на двух РС-совместимых компьютерах, работающих под управлением ОС Windows NT 4.0. Компьютеры сервера БД размещены в шкафу питания и коммуникаций.

Основу нижнего уровня системы составляют шкафы **контроллеров функциональных узлов (КФУ)** с установленными в них технологическими контроллерами сер. Торнадо-М (рис. 5, 6). В данной системе применяются шкафы двухстороннего обслу-



Рис. 5

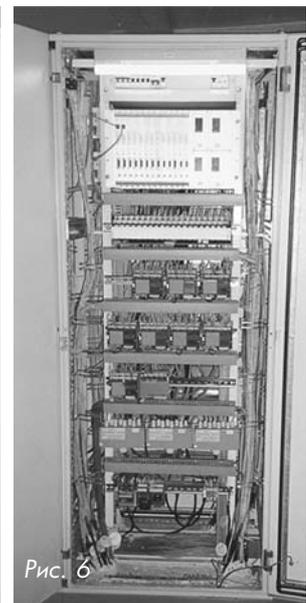


Рис. 6

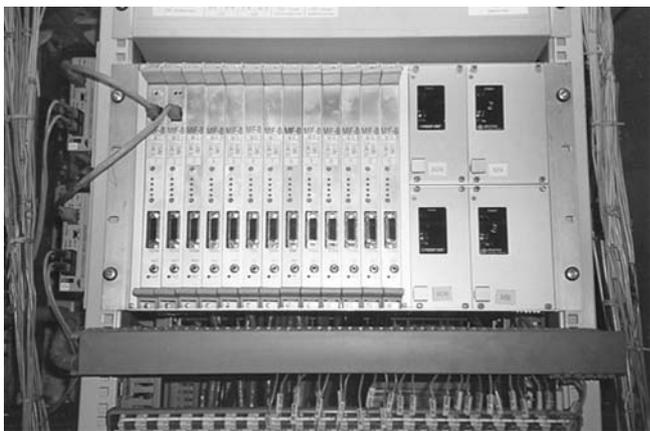


Рис. 7



Рис. 8



Рис. 9. Установка БПИ

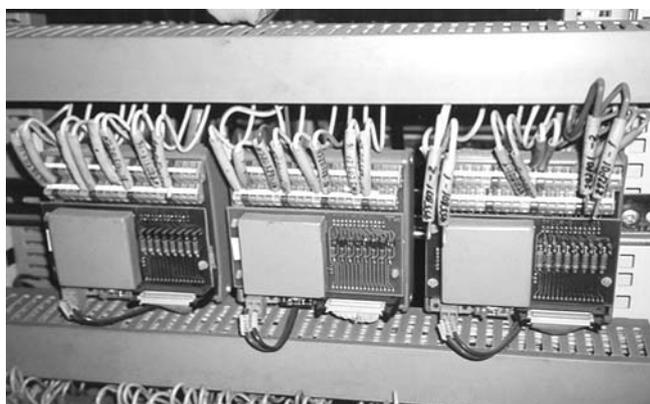


Рис. 10. БПИ на объекте

живания с габаритами 800×600×2000 мм и степенью защиты от внешних факторов IP54. В состав ПТК АСУТП входят два КФУ, имеющие двухкрейтовое двухшкафное исполнение. Технологические контроллеры выполнены в виде крейта формата 6U с установленными в них электронными модулями и субмодулями УСО, обеспечивающими преобразование электрических сигналов, поступающих от/к технологического оборудования, в цифровой код.

Основным элементом контроллеров являются модули интеллектуальных функций MIF (рис. 7) производства фирмы "МС Торнадо", специализированные для применений в задачах автоматизации круп-

ных объектов теплоэнергетики. Они характеризуются следующими параметрами: процессор Motorola 68360, формат 6U, память DRAM 2Mб, SRAM 256Кб, FLASH 1Mб, ОС РВ OS-9. Для связи между модулями в пределах одного контроллера и между крейтами, принадлежащими одному контроллеру, используется дублированная сеть CAN-bus, которая, в частности, позволяет реализовать "горячую замену" модулей без отключения питания контроллера. Для связи с подсистемой верхнего уровня (АРМ, серверы) в каждом из контроллеров имеется два выделенных модуля MIF, оборудованных интерфейсом Ethernet, обеспечивающих связь с дублированной сетью Ethernet, объединяющей все элементы ПТК.

В качестве субмодулей УСО используются функциональные субмодули стандарта ModPack (рис. 8). На каждый модуль-носитель MIF устанавливается до трех функциональных субмодулей. Широкая номенклатура данных субмодулей позволяет решать все задачи управления и контроля на объекте.

Прикладные программы, загружаемые в модули MIF контроллера, исполняются в среде ISaGRAF (производства компании AlterSys), предоставляющей разработчику прикладного ПО любой из пяти инженерных языков программирования международного стандарта IEC1131-3, и не требующей специальных знаний системных языков программирования.

ПО контроллеров работает относительно самостоятельно и независимо от ПО компьютеров верхнего уровня; таким образом, при отключении (выходе из строя) верхнего уровня системы контроллеры осуществляют полный контроль над технологическим объектом в объеме, достаточном для безаварийной работы оборудования.

Аппаратная конфигурация контроллеров полностью покрывает имеющиеся потребности и предоставляет резерв для будущего расширения системы.

Блоки полевых интерфейсов (БПИ) позволяют подключать полевые кабели непосредственно от датчиков, минуя промежуточные преобразователи, согласователи и т. п. Сечение проводников, подключаемых к БПИ, — до 2,5 мм². Для подключения кабелей в БПИ используются безвинтовые подпружиненные клеммы типа WAGO, имеющие высокие эксплуатационные характеристики, нечувствительные к вибрации и не требующие обслуживания.

БПИ также выполняют функции согласования уровней логических сигналов и команд между полевой и системной частями контроллера, обеспечивают гальваническую изоляцию, индикацию состояния линий дискретных сигналов и команд, а также реализуют некоторые другие функции.

Блоки монтируются на стандартную DIN-рейку и устанавливаются непосредственно внутри шкафа контроллера. Модули УСО контроллеров соединены с БПИ гибкими внутренними интерфейсными кабелями.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

“БИЙСКЭНЕРГО”

тел.: 23-59-54; 23-62-67; 23-62-68
факс (3854) 25-06-22

телефакс 233459 “Калина”
ИПРЕС@BIYSK.NSU.RU

№ _____ 2003г.

**Отзыв о работе
ЗАО «Модульные системы ТОРНАДО»**

В 2002 году после принятия решения о пуске нового котла ТПЕ-430 с заменой проектной традиционной системы контроля и управления на программно-технический комплекс и поиска партнера электростанцией был сделан выбор в пользу ЗАО «МСТ».

6 июня был подписан договор, 5 июля утверждено техническое задание, 13 октября оборудование поступило на электростанцию и 14 ноября 2002 года котел был растоплен.

Пуск котла в такие сжатые сроки с первой для станции и полнофункциональной АСУ ТП был осуществлен благодаря тому, что программно-технический комплекс поставляется практически готовым к работе, проектирование выполняется быстро, грамотно, на высоком техническом уровне.

Четкость в работе, обязательность коллектива ЗАО «МСТ» в соблюдении намеченных сроков стали основанием для нашей дальнейшей совместной работы по внедрению АСУ ТП на следующем котлоагрегате электростанции.

Главный инженер



Е.А. Анисимов

Сетевое оборудование

АРМ, серверы и контроллеры объединены дублированной сетью Ethernet. Каждый из элементов ПТК, подсоединяемый к сети, имеет два интерфейса Ethernet. Сеть построена на двух коммутаторах Ethernet, имеющих 12 портов для подключения со скоростью 10/100 Мбит/с. Контроллеры подключены со скоростью 10 Мбит/с, АРМ и серверы – со скоростью 100 Мбит/с. Коммутаторы Ethernet установлены в шкафу питания и коммуникаций, расположенном на ГрЩУ. Коммутаторы Ethernet имеют встроенные средства диагностики и мониторинга состояния подключенных портов. Результаты мониторинга вводятся в систему.

Сеть выполнена с использованием экранированной витой пары промышленного исполнения (Industrial Twisted Pair) и оптоволоконного кабеля и имеет радиальную топологию. Число жил в оптоволоконных кабелях имеет запас для дальнейшего расширения системы. Преобразование физического ин-

терфейса (из медного в оптический и обратно) осуществляется с помощью оптических преобразователей Ethernet.

Метрологическое обеспечение АСУТП

ПТК Торнадо является средством измерения и подлежит калибровке или поверке в части измерительных каналов при выпуске из производства, а также в процессе эксплуатации. ПТК Торнадо зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под №22154-01 и допущен к применению в РФ (Сертификат Госстандарта РФ об утверждении типа средств измерений RU.C.34.004.A №11234 от 07.12.2001 г.).

Поверка (калибровка) измерительных каналов ПТК выполняется в соответствии с методикой, согласованной в ГЦИ СИ ВНИИМС Госстандарта 07.12.2001 г.

Первичную калибровку измерительных каналов ПТК (модулей) выполняет метрологическая служба компании “МС Торнадо”, аккредитованная на право выполнения калибровочных работ Госстандартом РФ. Заказчику передаются сертификаты о калибровке измерительных модулей, методика поверки и калибровки и программа автоматизированной калибровки в составе АРМ метролога. Периодическую калибровку модулей в процессе эксплуатации ПТК осуществляет метрологическая служба станции. Межповерочный (межкалибровочный) интервал составляет 2 года.

Работа специалистов компании “МС Торнадо” была по достоинству оценена коллективом ООО “Бийскэнерго”. По словам главного инженера ООО “Бийскэнерго” Е. А. Анисимова: “В 2002 г. после принятия решения о пуске нового котла ТПЕ-430 с заменой проектной традиционной системы контроля и управления на ПТК и поиска партнера электростанцией был сделан выбор в пользу ЗАО “МСТ”. 6 июня был подписан договор, а 14 ноября 2002 г. котел был растоплен. Пуск котла в такие сжатые сроки с первой для станции и полнофункциональной АСУТП был осуществлен благодаря тому, что ПТК поставляется практически готовым к работе, проектирование выполняется грамотно на высоком техническом уровне. Четкость в работе, обязательность коллектива ЗАО “МСТ” в соблюдении намеченных сроков стали основанием для нашей дальнейшей совместной работы по внедрению АСУТП на следующем котлоагрегате электростанции.”

Сердюков Олег Викторович – канд. техн. наук, ген. директор,

Тимошин Александр Иванович – вед. инженер, Аbruковский Алексей Александрович – инженер, Скорцов Алексей Николаевич – инженер, Новохатский Дмитрий Александрович – зам. директора по маркетингу компании “Модульные Системы Торнадо” (г. Новосибирск).

Контактные телефоны: (3832) 30-20-39, 39-93-52.

E-mail: info@tornado.nsk.ru Http://www.tornado.nsk.ru