
Системы автоматизации энергетических объектов станционного уровня

В.А. Менделевич Д.Б. Палицын (АО «Центроэнергочермет»)

*Рассмотрены проблемы и решения
создания объектов станционного*

До недавнего времени отечественные АСУ ТП станционного уровня создавались усилиями многолетних коллективов, но несмотря на многочисленные попытки, ни одна полномасштабная система ни была реально запущена в эксплуатацию. Причины этого рассматривались в предыдущей статье. Сейчас ситуация резко изменилась – на разных стадиях разработки и внедрения находится несколько перспективных систем нового поколения (от окончания разработки до внедрения, как правило, проходит несколько лет).

Гиганты зарубежной автоматизации (фирмы «ABB», «Siemens», «Westinghouse», «TCS» и др.) установили по всему миру десятки систем станционного уровня, но не случайно их проникновение на рынок бывшего СССР ограничилось лишь Пермской ГРЭС – цена системы, устанавливаемой этими фирмами «под ключ» примерно в 10 раз превосходит цену ее технических средств (для российских систем этот коэффициент, как правило, равен двум!).

До недавнего времени существовал большой разрыв и в цене технических средств автоматизации (в том числе для микропроцессорных контроллеров- ядра совместной системы автоматизации). Повышение цен в конце 1993- начале 1994 гг. привело к снижению соотношения стоимостей отечественных и зарубежных микропроцессорных контроллеров до трехкратного и меньше, что сделало актуальным вопрос о комплектации проектируемых систем импортными техническими средствами, имеющими большие возможности и надежность. Однако при выборе технических средств необходимо учитывать следующие факторы:

- в России уже серийно выпускается среднеканальный контроллер ТКИ-51 (АО «Текон») и налаживается серийное производство многоканальных контроллеров МФК (ассоциация «Техноконт») и Ремиконт-200 (НИИ Теплоприбор), которые соответствуют современным требованиям к качеству и надежности;
- установка импортной автоматики создает постоянные проблемы с запасными частями, так как при изменениях в будущем курса доллара и таможенных пошлин они могут оказаться в несколько раз дороже отечественных;
- параметры, характеризующие надежность системы в целом, уже сейчас ограничиваются не столько контроллерами, сколько КИП и исполнительными механизмами, поэтому установка более дорогих импортных контроллеров практически не увеличит надежности системы, а применение импортных КИП и арматуры вряд ли целесообразно с учетом их цен;
- аппаратура отечественного производства часто более приспособлена к отечественным условиям эксплуатации (броски напряжения в электрической сети, качество кабельной продукции и др.).

Авторы статьи знакомы с этими проблемами по опыту наладки и десятилетнему наблюдению за эксплуатацией автоматики фирмы «SULZER» на ТЭЦ-ЭВС-2 Череповецкого металлургического комбината. Более подробному анализу вариантов выбора средств автоматизации будет посвящена одна из последующих статей, а в данной рассмотрим варианты структуры системы автоматизации ТЭС.

ТЭС как объект автоматизации

При рассмотрении структуры системы автоматизации необходимо прежде всего ознакомиться со структурой объекта автоматизации функциями, подлежащими автоматизации и функциями, подлежащими автоматизации в каждом из элементов структуры.

С точки зрения управления ТЭС является иерархической системой со следующими уровнями:

- станция;
- цеха и отделы;
- щитовые энергоблоков, распределительных устройств, химводоочистки;
- агрегаты, устройства, установки.

Функции, выполняемые персоналом, можно достаточно четко разделить на оперативные, выполняемые в реальном времени технологического процесса (например, функции операторов – машинистов энергоблоков), и неоперативные (например, работа бухгалтерии, ведение нормативной документации в цехах). Первый блок функций реализуется в рамках АСУ ТП ТЭС, а второй - в рамках АСУП (АСУ управления). Однако руководство как станции, так и технологических цехов в ходе своей работы выполняет и те, и другие функции, поэтому и дальше будем рассматривать их в рамках единой системы автоматизации ТЭС.

Варианты структуры системы автоматизации ТЭС

Системы автоматизации ТЭС, поставляемые крупными зарубежными фирмами, имеют различные варианты организации. Рассмотрим наиболее типичные.

Системы с одноуровневой станционной сетью

Типичным примером такой системы является система Westinghouse WDPF II (США). Система имеет единую станционную 32-разрядную цифровую сеть Westnet II Plus Data Highway, к которой подключаются все вычислительные устройства от микропроцессорных контроллеров до компьютеров руководства станции. Такое решение обеспечивает удобство обмена информацией в сети, простую реализацию единой информационной базы, но требует дорогих аппаратных средств и накладывает ограничение на общее число контролируемых параметров (для системы WDPF II – 32 000, что близко к критическому для ТЭС с 10 энергоблоками).

Системы с двухуровневой станционной сетью

Такие системы выпускает большинство фирм («ABB», «Siemens», «NCS» и др.).

Сеть нижнего уровня связывает между собой микропроцессорные контроллеры, автоматизирующие работу локальной подсистемы ТЭС. В состав этой сети, как правило, входит один или несколько компьютеров – рабочих мест операторов данной подсистемы (например, энергоблока). Связь с сетью верхнего уровня осуществляется через один из компьютеров или через специальное устройство (шлюз).

Сеть верхнего уровня связывает между собой ведущие компьютеры локальных сетей (или шлюзы), сетевые серверы и принтеры, рабочие места руководства цехов и станции. Сети обоих уровней при данной схеме могут иметь разную разрядность, управляться различными операционными системами.

Многие контроллеры имеют возможность подключения к своим входам (выходам) «интеллектуальных клеммников» - мало- или микроканальных контроллеров, рассчитанных на работу в жестких условиях и предназначенных для первичного сбора информации по месту расположения датчиков и ее дальнейшей передачи на главный контроллер по двухпроводному кабелю цифровым сигналом. Однако организация работы

даже нескольких десятков таких устройств, подключенных к общей паре проводов, настолько проще, чем в рассмотренных случаях, что не будем выделять эти устройства в отдельный сетевой уровень – будем считать их частью контроллера, к которому они подключены.

Реальности нашей жизни

Рассмотрение систем станционного уровня указанных выше фирм имеет лишь познавательный характер для отечественных заказчиков, так как цены на эти системы очень высоки. В условиях большого дефицита средств, безусловно, целесообразно и требует значительно меньших затрат построение станционной сети на базе стандартных персональных компьютеров и сетевого оборудования (например, Ethernet). Но и в этом случае есть богатый выбор вариантов конфигурации и системных программных средств. Рассмотрим основные из них.

1. Использование импортной операционной системы реального времени. В настоящее время ряд фирм распространяет в России популярную зарубежом операционную систему QNX. Система предоставляет эффективные средства обмена информацией между компьютерами, ведение сетевой базы данных, выбора конфигурации и проектирования, развитый графический интерфейс с оператором. Однако использование системы QNX связано со следующими трудностями:
 - цена ее – наивысшая из цен систем, рассматриваемых в данном разделе;
 - высокая требовательность к оборудованию (нормальное функционирование может быть обеспечено только на компьютерах, не менее мощных, чем 386SX/33 с памятью не менее 4 МБ, в связи с чем окажется невозможным подключение к системе многих уже установленных на станциях компьютеров).
2. Использование операционной системы реального времени отечественной разработки. К концу 1994г. На российском рынке должны появиться по крайней мере две системы:
 - VISAVI (разрабатывается АО «ИНСАТ», входящим в ассоциацию «Техноконт»);
 - «Квинт» (разрабатывается НИИТеплоприбором).
 - Обе системы создаются в рамках конкурирующих глобальных проектов, связанных с разработкой российских контроллеров нового поколения МФК и Ремиконт-200 соответственно. Эти системы не выдвигают жестких требований к оборудованию и представляют собой «надстройки над MS DOS», но проблемы реализации функции АСУП вряд ли будут разрешимы с их помощью в ближайшем будущем.
3. Использование классической сетевой операционной системы. Этот путь – самый дешевый из перечисленных как по стоимости самих программных средств (например, Novell NetWare), так и по накладным расходам, связанным с обучением персонала, разработкой новых программ при расширении системы и др. Он доступен уже сейчас, и авторы прошли его, внедрив первую очередь системы автоматизации на Липецкой ТЭЦ-2 в ноябре 1993г.

Недостатком использования файловой сетевой операционной системы является замедление процесса обмена информацией между компьютерами (по сравнению с другими вариантами), не выходящее, однако, за рамки допустимого.

Одним из главных достоинств системы, построенной на сети Novell NetWare,

является ее полная совместимость с другими программными средствами. Такие задачи АСУП, как кадры, бухгалтерия, хозяйственная деятельность, решаются путем применения стандартных недорогих пакетов. Для решения специфических для ТЭС задач АСУП можно применять стандартные недорогие сетевые базы данных (FoxPro, Clipper, Paradox и др.).

Структура системы автоматизации ТЭС получается двухуровневой:

- нижний уровень составляют локальные сети контроллеров, каждая из них подключается к персональному компьютеру, на котором непрерывно работает графическая программа, осуществляющая интерфейс с оператором и сетью верхнего уровня;
- верхний уровень представляет собой сеть Novell, объединяющую все компьютеры системы автоматизации ТЭС (сеть может быть как одно-, так и многосерверной в зависимости от объема решаемых задач).

От проекта - к реальности

Попробуем на конкретном примере рассмотреть основные вопросы, решаемые при создании системы автоматизации ТЭС.

Состав и структура верхнего уровня системы

Рассмотрим вариант реализации структуры системы автоматизации ТЭС, функционирующей на Липецкой ТЭЦ-2. Верхний уровень системы автоматизации состоит из автоматизированных рабочих мест (АРМ) и выделенных сетевых серверов (одного или нескольких), объединенных единой станционной вычислительной сетью Novell NetWare.

Построим структуру системы автоматизации ТЭС так, чтобы она соответствовала структуре самой ТЭС. При выборе числа и состава функций АРМ будем стараться руководствоваться принципом «один пользователь – одно АРМ». Такой подход не нарушает привычного механизма взаимодействия персонала станции и не требует структурно-кадровых изменений при внедрении системы.

АРМ станционного уровня. На станционном уровне необходимы следующие рабочие места, реализующие соответствующие функции:

- директора – полный доступ к информации по финансово-экономическим и кадровым вопросам, оперативный контроль основных технических показателей работы станции в реальном времени;
- главного инженера и заместителя главного инженера – доступ к основной информации по финансово-экономическим и кадровым вопросам, полный доступ к основным данным нормативно-технической документации, полный оперативный контроль за всеми технологическими процессами ТЭС в реальном времени;
- начальника смены станции (дежурного инженера станции) – полный оперативный контроль за всеми технологическими процессами ТЭС в реальном времени;
- администраторов сети и программистов группы сопровождения системы – сопровождение, архивирование информационных баз, модификация программного обеспечения, контроль прав доступа к информации со стороны пользователей сети.

Режим работы АРМ начальника смены станции – непрерывный, других АРМ станционного уровня – произвольный.

Кадровым аспектам внедрения и эксплуатации систем автоматизации ТЭС будет посвящена одна из последующих статей, но следует отметить, что внедрение полноценной

системы значительно увеличивает роль дежурного инженера станции в оперативном управлении производством, а от работы группы сопровождения во многом зависит эффективность эксплуатации системы.

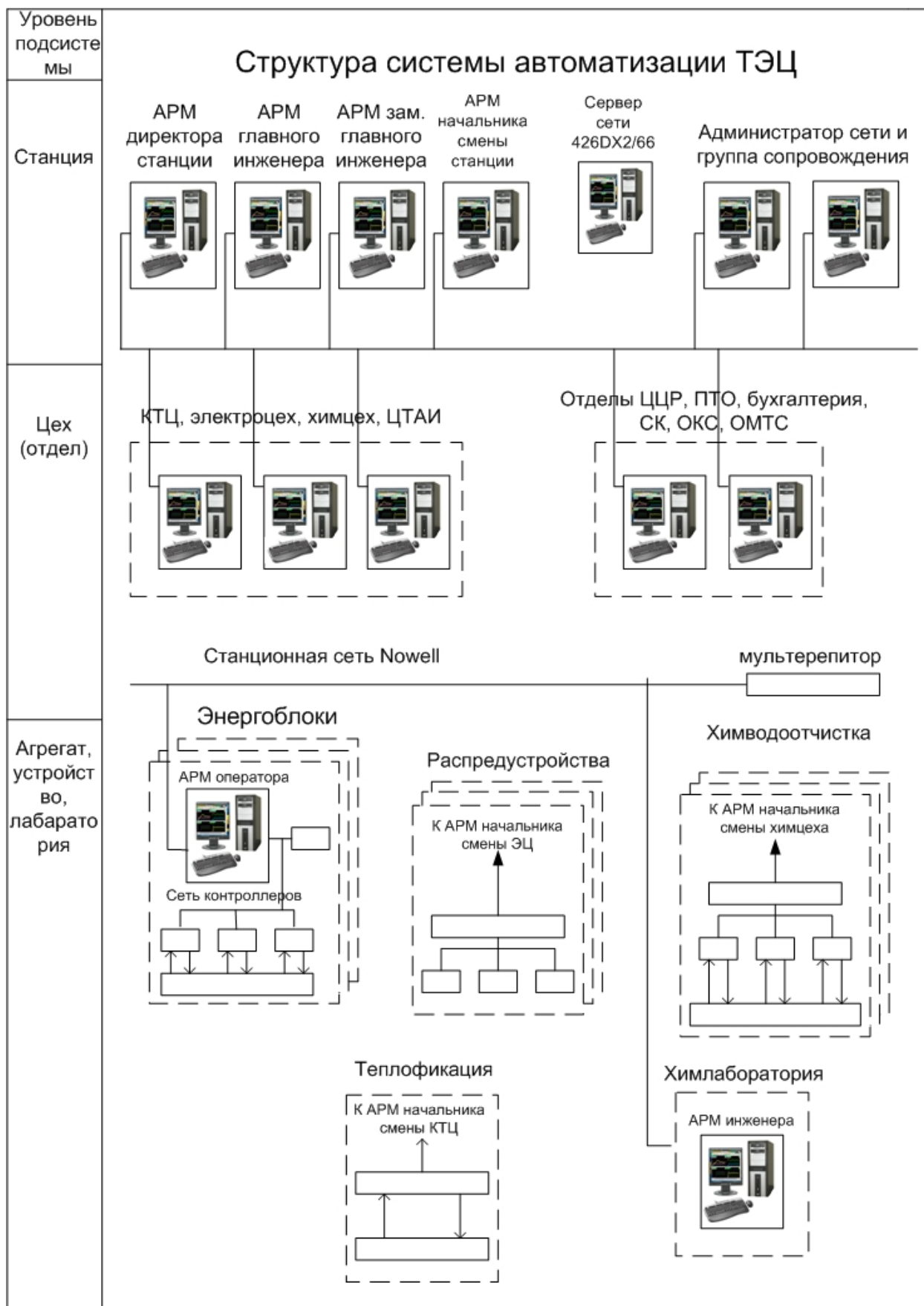
АРМ цехового уровня. На уровне цехов и отделов происходит частичное разделение системы на оперативный и неоперативный контуры. Деятельность отделов и всех цехов, кроме котлотурбинного (КТЦ), электроцеха (ЭЦ), химцеха (ХЦ) и цеха тепловой автоматики и измерений (ЦТАИ), и не привязана жестко к реальному времени и может решаться в рамках АСУП. Как указывалось выше, при использовании известной файловой операционной системы задачи АСУП решаются относительно просто, поэтому в дальнейшем основное внимание будет уделено АСУ ТП и АСУП основных производственных цехов.

На всех АРМ цехового уровня (КТЦ, ЭЦ, ХЦ и ЦТАИ) решаются задачи как АСУ ТП, так и АСУП. Для системы автоматизации станции, имеющей четыре и более энергоблоков, необходимо наличие следующих АРМ:

- в КТЦ и ЭЦ – начальника цеха, начальника смены цеха, инженера цеха;
- в ХЦ – начальника цеха, начальника смены цеха;
- в ЦТАИ – начальника цеха, инженера цеха.

Инженер цеха в частности АСУП ведет базы данных нормативной документации, оборудования, графиков регламентных и ремонтных работ, заявок и т.п., а в части АСУ ТП корректирует видеogramмы схем цеха и фиксирует необходимые изменения в конфигурации подсистем автоматизации цеха, связанные с изменениями в составе оборудования.

Начальник цеха в части АСУП имеет полный доступ к базам данных цеха, а также доступ к информации по кадрам, и технико-экономическим показателям, относящейся к его цеху, а в части АСУТП осуществляет полный оперативный контроль за всеми производствами цеха в реальном времени.



Начальник смены цеха ведет полный оперативный контроль за всеми производствами цеха в реальном времени. На небольшой станции может не быть должностей начальника смен и цехов, в этом случае не понадобятся и соответствующие АРМ. На АРМ начальников смен химцеха и электроцеха кроме функций контроля могут

быть возложены те управляющие функции, которые не выполняются операторами других АРМ.

Режим работы АРМ начальников смен цехов – непрерывный, начальников и инженеров цехов – произвольный.

АРМ операторов-машинистов, инженера лабораторий. АРМ операторов – машинистов энергоблоков (энергоагрегатов) служат для контроля и управления работой энергоблока (энергоагрегата). На больших энергоблоках, где работает несколько операторов, АРМ каждого из них должно обеспечивать работу с тем оборудованием, за которое отвечает данный оператор. К каждому АРМ оператора подключается одна или несколько подсистем нижнего уровня, построенных на базе микропроцессорных контроллеров. Структура этих подсистем будет рассмотрена ниже.

Инженер экспресс-лабораторий химцеха ведет базы данных экспресс-анализов и химконтроля качества воды в части, в которой эти анализы делаются вручную. Несмотря на ручной ввод, информация этих баз является оперативной. Инженер дневной лаборатории химцеха ведет базы данных анализов дневной лаборатории. Выполняемые при этом функции системы могут быть отнесены как к АСУП, так и к АСУ ТП.

Структура нижнего уровня системы

Нижний уровень двухуровневой системы автоматизации станции представляет собой ряд подсистем, которые могут функционировать независимо одна от другой. Эти подсистемы связаны непосредственно с управлением оборудованием и выполняют важнейшие функции (защиту, регулирование, блокировки), поэтому главными требованиями к ним являются надежность и достаточно малое время реакции. В соответствии с этими требованиями должны выполняться разбивка нижнего уровня на подсистемы и выбираться технические средства и структура их реализации. Вопросы структуры, технических и программных средств подсистем нижнего уровня будут рассмотрены в последующих публикациях.

Каждая подсистема нижнего уровня должна обеспечить автоматизацию технологически замкнутого объекта: энергоагрегата (на большом агрегате, может быть, его подсистемы), распределительного устройства, группы фильтров и др. Для выхода на верхний уровень системы автоматизации станции подсистема нижнего уровня должна быть подключена к одному из АРМ. Способ подключения зависит от выбранных технических средств. Между собой подсистемы нижнего уровня могут связываться через протокол верхнего уровня или через специальные цифровые каналы, или при малом числе связей путем соединения выходов контроллера одной подсистемы с входами контроллера другой.

Перечень подсистем нижнего уровня системы автоматизации ТЭЦ

Для автоматизации основных технологических цехов ТЭЦ необходимо создать следующие подсистемы нижнего уровня: в котлотурбинном цехе – системы автоматизации: теплофикации, энергоагрегатов (как правило, по системе на каждый агрегат) и насосных станций; в электроцехе – системы автоматизации распределительных устройств (как правило, по системе на каждое распределительное устройство) и система аварийного контроля линий, генераторов, трансформаторов высокого напряжения; в химцехе – системы автоматизации производства химочищенной воды (по системе на группу фильтров).

Системы автоматизации энергоагрегатов подключаются к АРМ операторов соответствующих энергоблоков. Остальные системы могут быть подключены к АРМ начальников смен своих цехов. Перечисленные системы могут быть как информационными, так и управляющими.

Способы создания системы автоматизации станции и этапы работ

Для разработчика идеальным вариантом является создание системы автоматизации

одновременно с проектированием и вводом станции в эксплуатацию или с ее генеральной реконструкцией. В этом случае с поставщиками оборудования можно согласовать состав КИП и исполнительных механизмов, с генпроектировщиком – удобное размещение шкафов, пультов, щитов и компьютеров. Большие сроки проектирования и монтажа энергетических установок почти не ограничивают сроки разработки и внедрения систем автоматизации. Упрощается также решение проблемы финансирования, так как стоимость новых средств автоматизации не выше стоимости традиционно устанавливаемых (10 – 20% стоимости основного оборудования).

Однако такой удачный вариант встречается достаточно редко. Как правило, речь идет об автоматизации уже эксплуатирующихся ТЭС, в связи с чем проблематичными становятся финансирование и малые сроки проведения работ.

АО «Центроэнергочермет» могло бы осуществить полный работ автоматизации ТЭС, включающей до 10 энергоблоков, менее чем за 2 года, однако на работающей станции этому будут препятствовать как трудности с финансированием, так и непрерывный график работы основного оборудования.

Разбивка работы на этапы должна обеспечить максимально быстрый ввод в эксплуатацию разрабатываемых подсистем автоматизации. Для этого на каждом этапе должны создаваться такие функционально законченные подсистемы, дальнейшее объединение которых не будет связано с заменой технических средств, а лишь потребует развития программного обеспечения.

На первом этапе могут быть разработаны подсистемы станционного и цехового уровней АСУ ТП и полностью АСУП, поскольку при этом не нарушается функционирование агрегатов. Создание систем автоматизации энергоагрегатов и основного электрооборудования должно быть привязано к графикам плановых ремонтов, что налагает жесткие условия на сроки проведения пусконаладочных работ. График ввода других систем автоматизации нижнего уровня связан, как правило, лишь с возможностями финансирования.

Исходя из опыта работы на Липецкой ТЭЦ-2, мы советуем в первую очередь разрабатывать и внедрять:

- систему учета выработки тепловой энергии (для ТЭЦ);
- информационную систему закрытого распреустройства, в том числе с регистрацией аварийных и переходных процессов;
- управляющую систему автоматизации для первого выводимого в плановый ремонт энергоагрегата (энергоблока);
- систему управления химводоотчисткой для одной из групп фильтров.

Система может расширяться дальше поэтапно, охватывая очередные энергоблоки, распреустройства, блоки фильтров, причем планы должны соответствовать возможностям. При отсутствии средств на все работы лучше поочередно создавать функционально законченные системы автоматизации цехов, а не глобальную некомплектную, а значит, неработоспособную систему.