

---

## **О создании цифровых систем автоматизации энергетических объектов**

---

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

*Решение задач в системе  
автоматизации энергетических  
агрегатов станций*

Публикуемая серия статей явилась результатом наблюдений за развитием ситуации в области автоматизации энергетических объектов и многолетнего опыта работ по этой проблеме. Авторы постарались сформулировать основные задачи и рассказать о том, как они практически решали их в системах автоматизации энергетических агрегатов и станций. Следует отметить, что АСУ ТП рассматривалась как частный случай системы автоматизации (например, полная система автоматизации станции кроме АСУ ТП должна включать также и АСУП). Особый акцент был сделан на особенности, связанные со спецификой отечественных условий. К тому же рассматривались только энергообъекты черной металлургии и тепловых электрических станций «большой энергетики» (кроме атомных станций), хотя опыт отечественных и зарубежных разработок по автоматизации промышленных объектов различных отраслей свидетельствует о схожести решаемых проблем.

Последние 10-15 лет многие проектные и научные организации предпринимали попытки создания автоматизированных систем управления энергетических объектов как классических АСУ ТП. Накоплен значительный опыт разработки таких систем, в большей степени отрицательный. Положительными результатами заканчивались, как правило, работы по созданию отдельных подсистем АСУ ТП – информационных систем, систем контроля и учета, локальных систем регулирования, систем автоматизации управленческих задач. По нашим данным, к сожалению, в силу различных (как объективных, так и субъективных) причин ни одна многоуровневая АСУ ТП для агрегатов электростанций, созданная на отечественной технике общепромышленного применения, не прижилась в эксплуатации до середины 1993 г.

Рассмотрим наиболее важные, на наш взгляд, причины.

### ***Технические причины***

В распоряжении разработчиков систем долгое время не было цифровой техники с удовлетворительными техническими характеристиками и достаточной надежностью решения оперативных задач: автоматического регулирования, автоматики безопасности, централизованного управления. Поэтому разработчики АСУ ТП были вынуждены «пристраивать» или, как они говорят, «надстраивать» локальные системы нижнего уровня, реализованные с помощью цифровой техники. На эти системы возлагались характерные для АСУ ТП задачи: централизованный контроль и управление, оперативное планирование, выработка оптимальных решений.

Практика показала низкую эффективность подобного подхода в силу следующих обстоятельств:

- надстройка традиционной (не цифровой) локальной автоматики более высокими уровнями воспринимается эксплуатационным персоналом станции не как необходимая часть технологической автоматики, а как дань моде, некоторое «архитектурное излишество», которое не дает заметного улучшения условий

эксплуатации агрегат, особенно во время таких сложных и трудоемких операций, как пуск (останов) агрегата, перевод нагрузки на резервный агрегат;

- при настройке системы чаще всего принимается решение о создании собственной информационной базы настраиваемых уровней, что еще больше подчеркивает оторванность настраиваемой автоматики от потребностей оперативного персонала;
- разработчику приходится искать компромисс между технической целесообразностью и экономической оправданностью затрат на создаваемую систему, что часто не позволяет организовать информационную базу, достаточно полную для точных расчетов режима работы агрегата. Очевидно, для оптимального управления агрегатом необходимо, чтобы текущие технико-экономические показатели поступали в режиме реального времени.

В последние годы положение на российском рынке технических средств резко улучшилось. Появилось большое число отечественных микропроцессорных контроллеров с удовлетворительными характеристиками, а в части вычислительной техники произошел переворот, связанный с появлением мощных надежных и недорогих зарубежных ПЭВМ и современных программных средств для них. Стала также доступна разработчикам управляющая техника ведущих зарубежных фирм, однако из-за высоких цен она неприемлема для большинства российских заказчиков.

Революционный скачок в части технических средств пока не сопровождается, к сожалению, ожидавшимся скачком в качестве создаваемых систем автоматизации. Разработчики продолжают применять прежние технические решения, используя новые средства. Что мешает движению вперед?

## ***Мифы***

Ничто, может быть, так не повредило внедрению хорошо разработанной теории автоматизированных систем управления в практику, как мифы, возникшие в годы первых разработок. Эйфория тех лет породила неоправданно оптимистические ожидания, неадекватные возможностям технических средств и не учитывающие трудности психологического плана.

Рассмотри мифы, принесшие, на наш взгляд, наибольший вред.

*Миф пользователя: «Нажал кнопку – все само заработало»*

Неудачи разработок первых больших АСУ ТП станций, которые так и не вышли на оперативное управление агрегатами, вызвали ответственную нигилистическую реакцию практиков. Оправдывая себя, разработчики систем аргументировали неудачи в основном непригодностью оборудования для автоматизации из-за отсутствия надежной арматуры. Практики к тому же сетовали на неготовность персонала станций к автоматизации. К сожалению, в настоящее время по-прежнему не уделяется достаточного внимания разработке комплектных систем автоматизации и поставке их с оборудованием. Как и раньше, автоматизацией занимаются проектные организации на основании традиционных заданий заводов-изготовителей, что остается главным препятствием развитию автоматизации энергетических агрегатов.

*Миф разработчика: «Система должна быть открытой»*

Объективно – это прекрасный тезис, хорошо соблюдаемый при создании распределенных систем. Он предполагает возможность поэтапной разработки и внедрения автоматизированных систем, а также расширения функций системы без больших дополнительных затрат, поскольку априори полагается, что цифровая техника это обеспечивает всегда.

Понятно, что «закрытость» системы предполагает сложности, связанные с

перестройкой, изменением конфигурации, невозможностью переноса с объекта на объект и т.д. Однако принцип «открытой» системы трактуется слишком свободно и часто используется некоторыми разработчиками систем цифровой автоматики для прикрытия некомплектности и ограниченности функций выпускаемых ими проектов, которые не имеют будущего, а только дискредитируют идею создания АСУ ТП. Следует понимать, что система реально расширяема лишь при ее проектировании.

Современные средства автоматизации, выпускаемые ведущими зарубежными фирмами, как правило, предусматривают объединение всех вычислительных устройств системы в глобальную одно- или двухуровневую специализированную вычислительную сеть, в которой ведется глобальная база данных и т.п. Однако, такая структура может быть эффективно реализована только при наличии мощных технических средств (контроллеры на базе 32-разрядных микропроцессоров), специализированной операционной системы реального времени и множества программных систем, разработанных для ее среды.

Учитывая, что новое поколение российских контроллеров, в частности «Ремиконт-200» («НИИ Теплоприбор») и МФК (АО «Техноконт») будет серийно производиться лишь к концу 1994 г., а разработка специализированных операционных систем далека от окончания, российскими разработчиками сейчас можно идти по другому пути:

- создавать локальные агрегатные или цеховые сети контроллеров с управляющим персональным компьютером (все необходимые для этого технические и программные средства в России уже производятся);
- объединить управляющие компьютеры локальных сетей в глобальную станционную сеть с помощью стандартной компьютерной сети (например, Novell NetWare), в которой будут вестись та же глобальная база данных и осуществляется обмен сообщениями между подсистемами.

Такая организация глобальной сети за счет усложнения структуры (и роста связанных с этим трудностей проектирования) позволяет добиться необходимого уровня эффективности на базе относительно недорогих технических и системных программных средств. При этом возможность перехода в будущем на специализированную операционную систему не исключается, а лишь потребует небольшой коррекции программного обеспечения.

Необходимо также отметить типичную ошибку, связанную с понятием распределенной системы: некоторые разработчики трактуют этот принцип как «чем распределенней – тем лучше» и «закладывают» в проекты систем автоматизации теплоэнергетических агрегатов использование только малоканальных контроллеров (с числом входов и выходов менее 50). Однако такое дробление разрывает технологически замкнутые циклы и приводит лишь к перегрузке локальной сети и снижению живучести системы. Это подтверждается опытом зарубежных разработок, в которых основу систем автоматизации теплоэлектростанций (например, фирм «ABB», «Allen-Bradley», «Siemens», «Westinghouse») составляют многоканальные контроллеры, малоканальные же используются для автоматизации локальных устройств и небольших технологически замкнутых подсистем.

### *Структурные причины*

Практика формирования коллективов специалистов проектных организаций свидетельствует о том, что специализированные подразделения, в которых концентрируются профессионалы определенных специальностей, склонны все меньше понимать специфику других подразделений.

Известно, что для решения задач проектирования сложных объектов и систем в этих организациях успешно используется институт главных специалистов, координирующих работу специализированных подразделений в соответствии с нормативными

документами, определяющими систему технических заданий, документооборот, планы-графики, стадийность и др. Весь этот хорошо отлаженный механизм позволяет выпускать разработки на удовлетворительном техническом уровне. Однако ситуация в области автоматизации энергетических объектов при создании систем, адекватных возможностям современных технических средств, подтверждает остроту проблемы (возможно, большую, чем по другим техническим направлениям работ), связанной с указанным выше непониманием смежников, которое часто становится непреодолимым. Это чаще всего представляется так: одни хорошо знают технологический процесс, другие – цифровую технику, но технологи не могут корректно поставить задачу, а их партнеры не знают, какие задать вопросы.

Крупные проектные и научные организации, обладающие определенным консерватизмом, с большим трудом перестраиваются на удовлетворение новых потребностей заказчиков, которые все чаще оглядываются на зарубежный опыт. Ситуация в настоящее время еще больше осложняется сужением рынка заказов и возникающей конкуренции со стороны сильных организаций ВПК, активно предлагающих свои услуги нашим традиционным заказчикам. Конечно, все решают цена и технический уровень разработок, стоимость оборудования и эффективность систем. В этих условиях в выигрышном положении оказываются небольшие, динамически развивающиеся организации, которые уже овладели современной информационной технологией и имеют знания и опыт в области энергетики.

#### *Концептуальные причины*

Бесспорно, эффективность системы зависит от набора идей, заложенных в нее при разработке. Не углубляясь в подробный критический обзор существующих концепций (они хорошо известны отечественным специалистам), мы считаем становиться на некоторых определяющих моментах.

По нашему мнению, система автоматизации объекта будет работоспособной в том случае, если она сможет реализовывать функции оперативного управления технологическим процессом или, как говорят, оперативной эксплуатации агрегата. Тогда оперативный персонал будет понимать ее полезность и соответствующим образом к ней относиться. Следовательно, в системе автоматизированного управления агрегата должна контролироваться и обрабатываться в режиме реального времени вся информация, необходимая для оперативного управления. Далее будем называть эту информацию оперативной.

На основании изложенного можно сформулировать требования к системе.

Во-первых, оперативная информация должна быть достаточного объема, качества и достоверности для реализации задач локальных систем. К сожалению, до сих пор встречаются проекты АСУ ТП, в которых не предусматривается автоматический ввод информации о технологическом процессе в реальном времени. Информация, вводимая оператором, не обладает ни достаточным уровнем достоверности, ни оперативностью. Опыт авторов подтверждает, что даже при отсутствии необходимых технических средств нижнего уровня на автоматизируемом агрегате возможность использования такого режима должна быть предусмотрена в проекте системы автоматизации. Иерархическая структура позволит отложить замену нижнего уровня средств автоматизации до последующих модификаций.

Возможности современных технических средств позволяют расширить круг задач, решаемых системой автоматизации агрегата. Как правило, целесообразно решать такие задачи, как расчет термодинамических характеристик, расчет технико-экономических показателей. Среди задач, решаемых современной системой автоматизации, обязательно должны быть задача графического отображения информации о технологическом процессе и задача хранения истории технологического процесса. Очевидно, что решение этих задач

зависит от правильной организации баз данных системы, формирующихся на основе оперативной информации.

Таким образом, необходимо соблюдать следующее условие: все базы данных системы автоматизации должны составлять единое логическое целое, или другими словами (во-вторых), оперативная база должна быть единой. Всю оперативную информацию о состоянии технологического процесса и оборудования целесообразно хранить в одной распределенной базе данных. Частота обновления данных в этой базе должна быть адекватной скорости протекания технологического процесса, а время хранения – обеспечивать достаточно глубокую ретроспективу для диагностирования, термодинамических расчетов и т.п. Такая организация базы данных позволяет оптимизировать обмен информации в системе.

**В качестве положительного примера** можно указать на разработки АО «Центроэнергочермет», прошедшие проверку в промышленных условиях и получившие высокую оценку заказчиков. Коллектив, руководимый авторами статьи, к настоящему времени уже разработал микропроцессорные системы автоматизации для серии доменных осевых компрессоров с приводом от паровых турбин мощностью 16-35 МВт производства АО «Невский завод», многотопливного котла Е-160-3,9-440 БГДТ Барнаульского ПО «Сибэнергомаш», доменных компрессоров ТЭЦ-ЭВС-2 АО «Северсталь» (бывший Череповецкий металлургический комбинат) с целью замены импортной автоматики.

В 1993г. В промышленную эксплуатацию внедрена первая очередь интегрированной системы автоматизации Липецкой ТЭЦ-2 (АСУ ТП плюс технологическая АСУП цехов и руководства станции).

Все разработанные и разрабатываемые системы построены на указанных принципах. В основе их архитектуры лежат агрегатный принцип построения и использования локальной сети контроллеров, управляемых персональным компьютером. При этом сразу закладывается возможность их дальнейшего объединения в сеть станционной АСУ ТП, реализованная на Липецкой ТЭЦ-2.

Типовая система автоматизации энергоагрегата состоит из следующих подсистем:

- управление работой локальной сети;
- автоматический контроль;
- локальная и аварийная защита;
- предупредительная и аварийная сигнализация;
- автоматическое управление основным и вспомогательным оборудованием;
- автоматизированный пуск и останов агрегата;
- автоматическое регулирование;
- диагностика процесса и оборудования;
- автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора;
- статистическое и аварийное сохранение информации;
- формирователь отчетов.

Как правило, к ним добавляется подсистема расчета термодинамических параметров.

Тип использованных контроллеров «Ломиконт Л-112» (в режиме 100%-ного горячего резерва) выбирался исходя из оптимизации критерия «эффективность/стоимость» при наличии достаточного уровня надежности. В перспективные системы закладывается использование указанного выше контроллера МФК. Контроллеры связаны локальной сетью между собой и с персональным компьютером IBM PC/AT стандартной конфигурации. программное обеспечение ПЭВМ подготовлено для включения в локальную сеть станционного уровня.

Программная реализация перечисленных подсистем, осуществленная в соответствии

с современными мировыми стандартами, позволяет выполнять все функции в режиме реального времени (режим on-line). Система имеет Windows-образный графический многооконный интерфейс, который обеспечивает оператору возможность: полного контроля за ходом технологического процесса с помощью мнемосхем (тепловых схем, схем электроснабжения и т.п.), динамических графиков (трендов) и диаграмм, аварийных, предупредительных и технологических сообщений; полного и выборочного просмотра и документирования истории процесса (в том числе без предаварийного и аварийного сохранения информации) в виде таблиц, графиков, ведомостей.

Обеспечивается также возможность полного управления с АРМ оператора любым исполнительным механизмом, контуром регулирования, процессами автоматизированного пуска (останова).

Указанные качества позволяют организовывать удобные рабочие места на объединенных и центральных щитах управления.

Проработанные структура, состав и программное обеспечение системы автоматизации станционного уровня будут рассмотрены в следующей статье.

Разработка системы такого класса требует очень больших трудозатрат. Высокий уровень работ, выполненных АО «Центроэнергочермет», обусловлен использованием целого комплекса средств, в инициативном порядке созданных авторами статьи на основе многолетнего опыта и знаний в областях энергетических технологий, системного программирования и дискретной математики. Среди них:

- библиотека автоматных моделей алгоритмов управления оборудованием, регулирования, сигнализации, автоматизированного пуска (останова);
- специализированный непроцедурный язык проектирования систем автоматизации промышленных агрегатов и компилятор к нему;
- мощная графическая оболочка для создания АРМ.

Использование этих средств обеспечивает высокую переносимость системы на различные типы промышленных объектов и новые типы контроллеров, позволяет оперативно вносить изменения на всех стадиях проектирования, находить значительную часть ошибок содержательного плана. В итоге достигается существенное увеличение производительности труда и снижение производительности труда при одновременном повышении ее надежности.

**Главный вопрос:** что практически даст станции внедрение современной системы автоматизации? Раньше этот вопрос подробно освещался в технико-экономическом обосновании проекта, но и проектировщики, и заказчики хорошо знали истинную цену этого документа. Однако несмотря на то, что внедрение системы автоматизации не приводит ни к сокращению численности персонала, ни к уменьшению прямых затрат, оно обеспечивает главное – новое качество управления оборудованием за счет предоставления всей необходимой информации при принятии оперативных и долгосрочных решений на всех уровнях – от оператора-машиниста до директора ТЭС. Следствием этого становятся повышение экономичности работы станции, значительное снижение аварийности в работе персонала (система обеспечивает сквозной оперативный контроль), широкие возможности по дальнейшей оптимизации.

Наша практика внедрения на станции первых законченных подсистем показывает, что результат стоит затраченных средств.