



## СОСТАВЛЯЮЩИЕ УСПЕШНОГО ВНЕДРЕНИЯ ПОЛНОМАСШТАБНЫХ АСУТП В ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

О.В. Сердюков, С.А.Кулагин, В.И.Кузнецов, Скворцов А.Н. (ИЦ №6 ИАиЭ СО РАН)  
И.В.Сорокин, А.А. Дорoshкин (Компания "Модульные Системы Торнадо")

*Сформулированы и обоснованы важнейшие факторы успешного внедрения АСУТП, которые включают: наличие хорошо отработанного и многократно проверенного ПТК, адекватного требованиям решаемых задач; проектирование и разработку всей документации; наличие сильной технологической организации, участвующей в разработке документации, прежде всего алгоритмов, с их последующей комплексной наладкой на объекте. Со стороны заказчика необходима готовность объекта и персонала к использованию АСУТП.*

Сегодня наблюдается заметное оживление на рынке автоматизации объектов энергетики, включая энергогенерирующие. Оно вызвано модернизацией имеющегося основного технологического оборудования, которое зачастую сопровождается реконструкцией устаревших систем контроля и управления (СКУ).

Устаревшие традиционные СКУ, выполненные на основе локальных приборов и релейных элементах, не обеспечивают требуемой автоматизации; морально и физически устаревшая аппаратная база функционально не способна решать задачи на современном уровне; практически везде отсутствует автоматическое регулирование; большинство датчиков и вторичных приборов традиционных СКУ уже сняты с производства. При этом возрастает напряженность труда обслуживающего персонала, основное оборудование эксплуатируется с серьезными нарушениями и является аварийно-опасным, что снижает эффективность его работы.

При исследовании только одной из сибирских энергосистем – Иркутской, выяснилось, что более 50% средств автоматизации имеют выработанный ресурс более 20 лет, а на территории регионов, где преобладают небольшие ТЭЦ и котельные, этот процент намного больше (рис. 1).

С целью повышения эффективности работы энергооборудования номинальные значения технологических параметров максимально приближаются к предельно допустимым, оставляя минимальный диапазон допустимых изменений параметров ТП для обеспечения безаварийной работы оборудования. Так, номинальная температура перегретого пара достигает 545...560°C, а предельная температура металлических труб пароперегревателя, после которой начинается их разрушение, соответствует 570 °С. При увеличении давления пара выше расчетного и скоплении больших паровых объемов возможны взрыв в котле, повреждение основного оборудования и утечка пара в помещение котлотурбинного цеха, при понижении давления пара – образование влажного пара в последних ступенях турбины, что вызывает их эрозию и разрушение.

ТЭС – это комплекс теплоэнергетических установок основного (котло- и турбоагрегаты, электрогенераторы) и вспомогательного (подогреватели низкого (ПНД) и высокого (ПВД) давления, деаэраторы, емкости с добавочной водой, питательные насосы, вентиляторы) оборудования, а также вспомогательные производства по подготовке химически обессоленной питательной воды и топливоприготовления. Все теплотехническое оборудование и вспомогательные установки при эксплуатации обмениваются друг с другом материальными и энергетическими потоками, то есть оказываются взаимосвязанными. В то же время они часто располагаются на значительном расстоянии друг от друга, что затрудняет их согласованную работу.

Работа всего оборудования ТЭС постоянно связана с изменением уровня потребляемой тепловой и электрической мощностей, пусками оборудования из различных состояний и иногда неплановыми и внезапными остановами. Такие условия работы энергетического оборудования зависят от требований энергосистемы, где может возникать дефицит или избыток вырабатываемой мощности. При работе ТЭС в переменных режимах приходится учитывать тепловую инерцию важных теплотехнических параметров и способность энергоблока аккумулировать или отда-

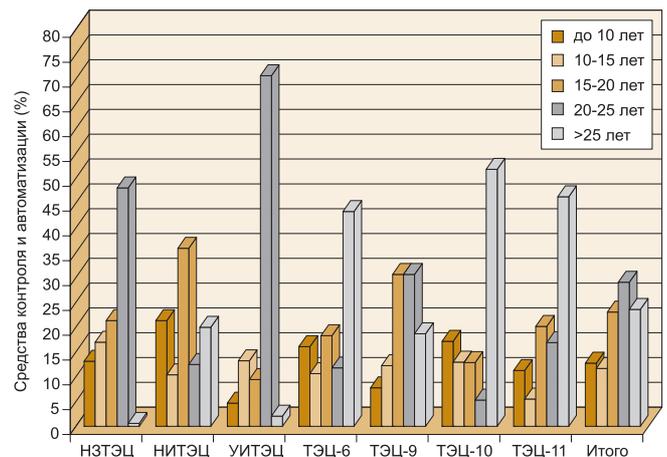


Рис. 1

*Как правило, наибольшего успеха добивается тот, кто располагает лучшей информацией.*

Бенджамин Дизраэли

вать теплоту в переходных режимах. Эти особенности работы оборудования обуславливают ряд требований и ограничений к СКУ.

Рост единичных мощностей современных блоков и работа их как в базовых, так и регулирующих режимах ведет к усложнению задач в области организации управления. В этих условиях возрастает не только число контролируемых запорных и регулирующих органов (до 2000 ед. на блоке), но и повышаются требования к ТП по производству электрической и тепловой энергии. Кроме того, блок в различных режимах (в том числе и пуски-остановы) работает при значительных неконтролируемых внешних воздействиях, вызванных колебаниями электрической нагрузки, неравномерностью горения твердого топлива, изменением характеристик оборудования. При этом психофизическая нагрузка на обслуживающий персонал значительно увеличивается, возрастает вероятность влияния так называемого "человеческого" фактора, возможность ошибок в управлении и, как следствие, возникновение сбоев и неполадок в работе технологического оборудования.

Эффективное регулирование и контроль хода ТП сегодняшних ТЭС зависит не только от работы обслуживающего персонала, но и в большей степени от уровня оснащённости станций.

Только внедрение комплексных АСУТП на ТЭС позволяет учесть всю специфику производства тепло-

вой и электрической энергии, подойти к ТП как единому целому и улучшить условия труда обслуживающего персонала.

Опираясь на более, чем десятилетний опыт работы в области оснащения современными АСУТП объектов электроэнергетики, можно с уверенностью сказать, что модернизация существующих СКУ на тепло- и электрогенерирующих объектах не может идти по пути частичной замены технических средств автоматизации, что приводит к производственным и экономическим потерям. Основным направлением автоматизации ТЭС становится создание комплексных полномасштабных АСУТП, освобождающих оперативный персонал от многочисленных, но второстепенных операций контроля и управления, для сосредоточения внимания на решении главных задач по обеспечению заданного графика нагрузки и минимума энергетических потерь.

### Какой должна быть внедряемая АСУТП

Современный уровень индустрии промышленной автоматизации предоставляет широкий выбор средств для решения задач автоматизации ТП предприятия. В основном они схожи с небольшими различиями по своей производительности, функциональности и способности объединения в единое информационное пространство для централизованного управления. Но для энергогенерирующих объектов важнейшим фактором является не то "что может автоматизировать" конкретная система (ведь автоматизировать так или иначе можно все), а насколько комплексным является предлагаемое решение автоматизации, что может предложить производитель при внедрении проекта на объект автоматизации, для минимизации затрат заказчика и оптимизации результата внедрения.

На примере создания и внедрения тиражируемых решений АСУТП на базе ПТК "Торнадо", разрабатываемых компанией "Модульные Системы Торнадо" (МСТ), обозначим основные требования к процессу создания подобных комплексов и самим системам автоматизации, которые считаем наиболее важными при оснащении объектов теплоэнергетики (рис. 2).

1. *Полный комплекс услуг по проектированию и разработке технической документации и внедрению АСУТП.* Проектирование АСУТП должно основываться на системном анализе как каждого конкретного объекта, так и процессов управления им. Это означает необходимость определения целей и критериев эффективности функционирования объекта (вместе с системой управления), анализа структуры процесса управления, вскрывающего весь комплекс вопросов, которые необходимо решить для того, чтобы проектируемая система наилучшим образом соответствовала установленным целям и критериям. Этот комплекс должен охватывать вопросы не только технического, но также экономического и организационного характера. Только с учетом всех этих факторов, внедрение АСУТП дает принципиально новые возможности для коренного усовершенствования

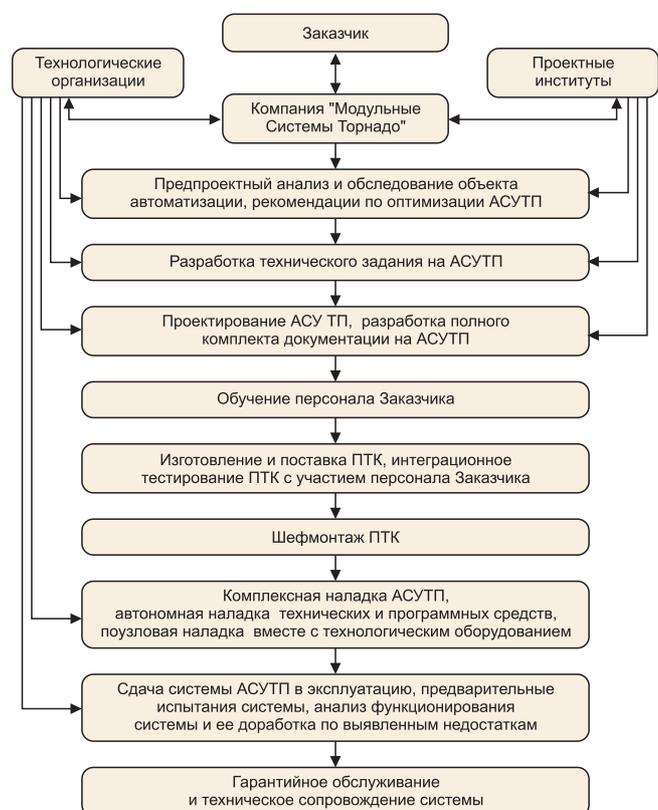


Рис. 2

системы экономических показателей и экономического стимулирования оснащаемого объекта. Так, например, постоянное тесное взаимодействие с технологическими и проектными организациями позволяет компании "Модульные Системы Торнадо" осуществлять полный комплекс услуг при внедрении своих систем: предпроектное обследование объекта автоматизации; рекомендации по выбору КИПиА и оптимизации АСУТП; помощь в подготовке исходных данных; проектирование и проектная привязка ПТК к объекту; разработка полного комплекта документации на АСУТП; изготовление, тестирование и поставка ПТК; шеф-монтаж и наладка ПТК; комплексная наладка АСУТП; сдача и ввод системы в эксплуатацию; обучение персонала заказчика; гарантийное обслуживание; техническое сопровождение системы.

2. *Соответствие внедряемой АСУТП масштабам автоматизации.* Основой внедряемых АСУТП является ПТК "Торнадо", который специализирован для реализации задач контроля и управления на крупномасштабных объектах теплоэнергетической промышленности и обеспечивающий высокую надежность и готовность всей системы управления. ПТК "Торнадо" обеспечивает пропорциональный рост производительности системы ее объему, горячую безударную замену и перезагрузку модулей, распределенную обработку технологической информации, создавая условия, достаточные для надежной и эффективной эксплуатации технологического оборудования ТЭС при минимальном числе оперативного и обслуживающего персонала в любых режимах функционирования. ПТК имеет модульный принцип построения и позволяет проводить модернизацию и развитие системы, добавляя новые расчетные или управляющие задачи.

3. *Открытость внедряемых систем.* АСУТП на базе ПТК "Торнадо" базируются только на открытых международных стандартах и технологиях, что обеспечивает совместимость и интеграцию компонентов системы с широким спектром программно-технических средств других производителей. Открытое комплексное решение обеспечивает заказчику доступ ко всем элементам системы на любом этапе ее создания и в процессе эксплуатации. Возможность самостоятельной модификации и развития прикладных функций ПТК и ПО делает заказчика независимым от поставщика системы управления.

4. *Надежность комплексного решения.* ПТК "Торнадо" имеет архитектуру с распределенной обработкой информации, это исключает возможность выхода системы из строя при любом единичном отказе и гарантирует стабильную работу системы во всех эксплуатационных режимах. Отказоустойчивость ПТК "Торнадо" обеспечивается не только надежностью составляющих его компонентов, адекватным быстродействием, но и специальными программными и архитектурными решениями, позволяющими дублировать наиболее важные участки и функции системы управления.

5. *Разработка российских специалистов.* АСУТП на базе ПТК "Торнадо" – это российский продукт, разработанный в соответствии с российской нормативной документацией, с учетом особенностей российского технологического оборудования и с высокой степенью адаптивности к зарубежному рынку. При создании АСУТП на базе ПТК "Торнадо" соблюдаются все действующие отраслевые нормативно-технические документы и требования заводов-изготовителей технологического оборудования.

6. *Индивидуальный подход к объекту автоматизации.* ПТК "Торнадо" – это гибкая и универсальная платформа, позволяющая создавать надежные, отказоустойчивые системы управления и контроля для промышленных объектов любого масштаба и уровня сложности. Концептуальные, архитектурные и технологические решения ПТК "Торнадо" основаны на новейших принципах работы с данными. ПТК сочетает преимущества готового решения для АСУТП с возможностью гибкой функциональной настройки и модернизации системы, соответствующей задачам и масштабу конкретного объекта. Функционально и территориально распределенная архитектура и широкая номенклатура программно-аппаратных средств ПТК "Торнадо" позволяют оптимизировать затраты заказчика на создание каждого конкретного проекта АСУТП.

7. *Метрологическое сопровождение АСУТП.* Компания "Модульные Системы Торнадо" имеет собственный метрологический отдел, аккредитованный в центре стандартизации, метрологии и сертификации, специалисты метрологической службы выполняют калибровку измерительных модулей и каналов в поставляемых системах. Также метрологическая служба проводит первичную метрологическую аттестацию ПТК. Помимо этого, заказчик получает комплект методик калибровки измерительных каналов, согласованных с Госстандартом РФ, и специальное ПО (АРМ метролога), позволяющее заказчику самостоятельно выполнять все работы по метрологической аттестации АСУТП на объекте.

Таким образом, удовлетворение всем перечисленным требованиям позволяет заказчику получить реальную комплексную систему автоматизации, т.е. интегрированную систему автоматизации как единый продукт, как распределенную во времени комплексную услугу, включающую инжиниринг, изготовление, поставку, наладку и полномасштабное внедрение всего необходимого оборудования и средств автоматизации.

#### **ПТК "Торнадо" – основа современной АСУТП**

Говоря о новом витке развития автоматизации в энергетике, необходимо подчеркнуть, что особое место занимает обеспечение обслуживающего персонала всей необходимой технологической информацией и его роль в управлении ТП. Значительное увеличение объема технологической информации потребовало серьезного пересмотра методов предоставления

информации и переформулирования традиционных функций осуществляемых операторами. Ужесточились требования к качеству технологической информации; с учетом расширения информационного поля актуальными стали новые задачи визуализации и анализа, требования к организации тесного взаимодействия все более широкого спектра новых информационных технологий, специализированного оборудования и программно-аппаратных средств.

Так, например, для соответствия всем предъявляемым требованиям по надежности, быстродействию, качеству и объему информационного обеспечения ПТК "Торнадо" обладает распределенной архитектурой обработки технологической информации, не имея центральных обрабатывающих устройств. Используемая в ПТК архитектура является оптимальным для автоматизации крупных объектов энергетики с высоким уровнем сложности и ответственности.

Сбор, обработка аналоговой и дискретной технологической информации в ПТК, формирование управляющих воздействий на агрегаты, регулирование по заданным законам, логические пошаговые программы, технологические блокировки и защиты реализуются компонентами нижнего уровня — контроллерами функциональных узлов (КФУ).

Контроллеры построены на основе интеллектуальных MIF-модулей с компоновым вводом/выводом и использованием мезонинной технологии ModPack (рис. 3). В контроллере существует только один тип модуля-носителя со встроенным обрабатывающим микропроцессорным ядром, а все коммуникационные функции и функции ввода/вывода (УСО) определяются проектно компоновкой установкой мезонинных submodule аналогового и дискретного ввода/вывода, сетевых интерфейсов, что существенно сокращает стоимость запасных изделий и принадлежностей (ЗИП) и упрощает последующее обслуживание системы.

Большая часть информационных функций АСУТП таких, как решение всех информационно-вычислительных задач, связанных с ведением и оптимизацией ТП; визуализация состояния технологического оборудования и ТП; представление всей необходимой информации персоналу выполняется компонентами верхнего уровня ПТК. Верхний уровень обеспечивает взаимодействие операторов-технологов и инженерного персонала с управляемым технологическим оборудованием, организует работу системы и подготовку массивов информации для использова-

ния ее неоперативным административно-техническим персоналом. Программное и аппаратное оснащение верхнего уровня дает возможность реализовать функции АСУТП, невыполнимые с помощью традиционных средств автоматизации: вычисление текущих технико-экономических показателей (ТЭП) и архивирование параметров работы всего технологического оборудования, архивирование и анализ действий персонала. Наличие полной и оперативной информацией дает возможность принимать максимально точные управленческие решения. В большинстве случаев верхний уровень составляют АРМ оперативного и неоперативного персонала, серверы БД и приложений, объединенные между собой и контроллерами дублированной сетью Fast-Ethernet (100 Мб).

Вся необходимая технологическая информация предоставляется посредством АРМ в полном объеме, исключая ошибочную или недостоверную информацию. Представление информации на дисплеях является основным средством информирования обслуживающего персонала о протекании ТП и состоянии технологического оборудования.

АРМ оператора обеспечивает визуализацию и формирование команд оператора для выполнения всех функций контроля и дистанционного управления ТП. Главная задача АРМ — обеспечить оператора исчерпывающим объемом технологической информации, предоставить возможность проводить грамотную и точную коррекцию параметров ТП и возможность эффективного управления любым составляющим звеном без потери контроля над процессом.

На видеотерминалах АРМ оператора (рис. 4) предоставляется полная информация о текущих значениях параметров, положении регулирующей и запорной арматуры, состоянии основного и вспомогательного технологического оборудования и системы управления, сигнализации нарушений ТП и представление справочной информации. Эта информация предоставляется в виде мнемосхем различной степени детализации, таблиц, гистограмм, графиков изменения текущего значения параметров, текстовых сообщений.

Для создания интерфейса оператора используется специализированный для задач контроля и управления ТП программный пакет InTouch; дополнительно к АРМ в качестве средств отображения возможна установка групповых экранов и сенсорных панелей.

ПТК "Торнадо" позволяет сконфигурировать АРМ любой модификации в зависимости от класса решаемых задач.

ПТК "Торнадо" позволяет сконфигурировать АРМ любой модификации в зависимости от класса решаемых задач.



Рис. 3. Крейт MIF- контроллера



Рис. 4. АРМ оператора-технолога

мых задач. Структура ПТК обеспечивает логическую взаимозаменяемость функций АРМ, а также их полное дублирование. При необходимости можно за короткое время организовать доступ к получению технологической информации и управлению с других рабочих мест. Это позволяет сохранить работоспособность системы в случае выхода из строя любого из АРМ. При этом реализована защита от случайного и несанкционированного доступа к управляющим и информационным функциям системы. Каждый пользователь имеет строго определенный уровень доступа к системе.

Число, состав и функции АРМ могут меняться в зависимости от объема системы и индивидуальных особенностей объекта. Так, например:

- АРМ машиниста обеспечивает взаимодействие машиниста с управляемым технологическим оборудованием и программно-аппаратным обеспечением ПТК;
- АРМ обслуживания системы реализует функции конфигурирования всей системы в целом, добавление нового оборудования, изменение важнейших системных параметров, предельно допустимых значений параметров и др.;
- АРМ неоперативного персонала реализуют задачи неоперативного расчета ТЭП, печати отчетной документации и других информационных задач и т.п.

Безопасность всех АРМ обеспечивается защитой от некорректного или несанкционированного управления (защита от подачи неверных команд), дублированием АРМ, непрерывным архивированием действий оператора, а также дифференцированным доступом операторов к отдельным операциям. АРМ оснащены специализированным программно-аппаратным обеспечением для решения поставленных задач.

Разрабатываемые и внедряемые сегодня системы управления надо рассматривать не статично, как нечто завершенное и законченное, а в динамике их развития. Немаловажными являются не только достигнутые возможности и показатели системы сегодня, а ее возможность гармоничного развития и совершенствования. В конце 80-х годов Кристофер Эк, один из видных экспертов в области стандартизации систем управления, сказал о широко известном стандар-

те VME, что достоинством любого стандарта (системы) являются не только его технические характеристики, но и способность к развитию. И разработчики ПТК "Торнадо" стараются всегда помнить эти слова и заложить в основу систем те базисные решения, которые не тормозили бы и не препятствовали их дальнейшему развитию в соответствии с текущими мировыми тенденциями.

#### Выводы

Важнейшим фактором успешного внедрения АСУТП компания МСТ считает комплексность предлагаемого разработчиком и исполнителем решения, которое должно включать:

- наличие хорошо отработанного и многократно проверенного ПТК, адекватного требованиям решаемых задач;
- проектирование и разработку всей документации;
- наличие сильной технологической организации, участвующей в разработке документации, прежде всего, алгоритмов с их последующей комплексной наладкой на объекте.

Со стороны заказчика важно обеспечить готовность объекта к автоматизации и устранение всех технологических проблем, а также готовность персонала к принятию АСУТП не только как средства управления основным оборудованием, но и как важного инструмента в совершенствовании эксплуатации.

При соблюдении продуманной технологии выполнения работ и тесного взаимодействия заказчика и исполнителя конечный эффект внедрения современных комплексных АСУТП определяется не только функциональными возможностями средств автоматизации и улучшением экономических и технических показателей ТП, но и постоянно растущим уровнем квалификации обслуживающего персонала и информированности руководства. Постепенно происходит переход всего предприятия на качественно новый уровень, позволяющий минимизировать капитальные и производственные затраты, оптимизировать пусконаладочные периоды, а также планирование и управление ресурсными потоками предприятия.

*Сердюков Олег Викторович — канд. техн. наук, руководитель,*

*Скворцов Алексей Николаевич — аспирант, Кулагин Сергей Александрович — науч. сотрудник,*

*Кузнецов Владимир Иванович — инженер "Инженерного центра № 6"*

*Института Автоматики и Электроники СО РАН,*

*Сорокин Илья Вячеславович — зам. главн. инженера,*

*Дорошкин Александр Владимирович — ведущий инженер компании "Модульные Системы Торнадо".*

*Контактный телефон (3832) 39-93-52.*

*E-mail: info@tornado.nsk.ru [Http://www.tornado.nsk.ru](http://www.tornado.nsk.ru)*

#### Компания QNX расширяет поддержку сетевых процессоров

Компания QNX Software Systems объявила о расширении поддержки полностью программируемых сетевых процессоров компании Intel. Таким образом, теперь поддерживаются сетевые процессоры Intel IXP23XX, благодаря чему разработчики сетевых систем могут использовать произво-

дительность РП, высокую надежность и возможности распределенных вычислений ОС PV QNX Neutrino на базе полного набора сетевых процессоров Intel как в семействе процессоров Intel IXP2XXX, так и в семействе процессоров Intel IXP4XX.

*[Http://www.swd.ru](http://www.swd.ru)*