

# Программно-технический комплекс ЭКОМ: учет и управление энергоресурсами

Александр Распутин, Иван Федотов

Рассматривается использование современных технологий автоматизации в единых системах учета и управления энергоресурсами предприятий на примере аттестованного серийного программно-технического комплекса ЭКОМ.

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день нет недостатка во вторичных приборах учета количества тепла (тепловычислителей) различных производителей, так же как и в сумматорах импульсов для систем учета электроэнергии (УСПД). Все они имеют последовательный интерфейс RS-232/RS-485, многие имеют поставляемое в комплекте программное обеспечение для настройки приборов и отображения и распечатки информации. Этого вполне достаточно для организации небольших локальных узлов учета одного типа энергоресурсов, но явно недостаточно для построения единой системы учета и управления энергоресурсами даже среднего предприятия. Данная статья посвящена вопросам применения современных аппаратно-программных средств для комплексного решения задач учета и управления энергоресурсами на промышленных и хозяйственных объектах.

## ТРЕБОВАНИЯ К ФУНКЦИЯМ СИСТЕМЫ

Рассмотрим некое «виртуальное» предприятие, состоящее из нескольких цехов (подразделений). Какие требования службы предприятия выдвигают к подобной системе?

Основной пользователь системы (заказчик) — отдел Главного энергетика — желает получить:

- коммерческий учет тепловой, электрической энергии, газа, воды, сжатого воздуха и т.п. на вводах в предприятие;
- коммерческий учет энергоресурсов, отпускаемых субабонентам;
- технический учет энергоресурсов на вводе в отдельные цеха;

- контроль (телемеханика) режимов работы оборудования и состояния электрических сетей (ток, напряжение, частота) на заводских подстанциях;
- контроль за теплотехническим оборудованием завода (положение задвижек, состояние клапанов);
- телеуправление (возможно автоматическое) электротехническим и теплотехническим оборудованием;
- интеграция существующих «локальных» систем учета, если они работают и не стоит вопрос об их замене.

К этим требованиям добавляются требования от энергетиков цехов и мастеров (технических руководителей) различных энергообъектов (котельных, компрессорных и т. д.) по организации учета расхода энергоресурсов и контроля параметров энергоресурсов на конкретных технологических объектах (например, расход газа на металлургическую печь или котел, электроэнергии на насос и т. д.). При этом необходимо, чтобы, с одной стороны, система учета включала в себя функции оперативного контроля параметров энергоносителей, а с другой стороны, чтобы функции оперативного контроля состояния оборудования и сетей (функции телемеханики) были дополнены возможностью ретроспективы (восстановления) состояния оборудования и параметров за любой период времени. Фактически получается, что и к системе учета, и к системе телемеханики предъявляются во многом схожие требования: возможность оперативного контроля и архивирования параметров энергоресурсов и состояния

оборудования. Несомненно, что эти функции могут выполняться любой стандартной системой сбора данных (например, ADAM-4000 и SCADA-системой Genesis). Но коммерческий учет предъявляет повышенные требования к сохранности и достоверности информации. Выражается это в том, что системы учета должны вести расчеты и архивирование информации на нижнем уровне (уровень контроллеров или тепловычислителей), иметь сертификаты Госреестра на измерение параметров энергоносителей и оборудование должно соответствовать требованиям по ограничению несанкционированного доступа, пломбированию и т.д.

## ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ СИСТЕМЫ

Кроме энергетиков, требования к системе выставляют и службы, непосредственно занимающиеся АСУ ТП. На некоторых предприятиях это могут быть отделы АСУ и КИПиА, на других — объединенный отдел АСУ ТП; важно, что по распределению функций внутри предприятия эти службы являются исполнителем, ответственным перед заказчиком (отделом Главного энергетика) за выбор подрядчика, качество и сроки работ. Поэтому и требования к внедряемой системе с их стороны достаточно жесткие: им за нее отвечать и эксплуатировать.

Рассмотрим типовые требования к верхнему уровню системы — уровню баз данных, сетей и АРМ. Как правило, на предприятии уже существует корпо-

ративная сеть, зачастую используются современное оборудование и технологии, которые обслуживают финансовые, складские и прочие задачи, не относящиеся к АСУ ТП. По принятой терминологии такие системы называются АСУ производством (АСУП) и самостоятельно разрабатываются специалистами предприятия либо покупаются как «готовые» системы.

В любом случае специалисты выставят требования, чтобы верхний уровень внедряемой системы легко интегрировался в уже существующую сеть, и даже если это будет какая-то локальная подсистема, то и организация баз данных, и выбор операционных систем, и сетевое взаимодействие компонентов, и дизайн АРМ соответствовали бы уровню предприятия и тем стандартам, которые там используются. На основании опыта, полученного при внедрении подобных систем, можно представить требования, которым должно соответствовать программное обеспечение верхнего уровня подобной системы:

- используемые операционные системы — в большинстве случаев это Windows 98/NT/2000;
- единая база данных на стандартных СУБД, причем все чаще требуются не «настольные» СУБД (Paradox, Access), а мощные SQL-базы данных (MS SQL 7.0, Oracle), которые могут одновременно обслуживать десятки АРМ и гарантируют достоверность и сохранность информации;
- использование клиент-серверной технологии взаимодействия между АРМ и сервером баз данных, причем клиенты должны быть «тонкими», то есть все основные вычисления (бизнес-логика) происходят на сервере баз данных или на специализированном сервере приложений, а АРМ конкретных приложений больше используются как терминалы, это также гарантирует сохранность и достоверность данных;
- встроенные возможности администрирования и конфигурирования программного обеспечения, обеспечение защиты от несанкционированного доступа к информации (дополнительно к стандартным возможностям Windows NT и SQL-сервера);
- полная и подробная документация, позволяющая программистам предприятия разрабатывать собственные приложения, используя существующие «храняемые процедуры» и базы данных;

- интеграция существующих узлов учета в систему, причем на верхнем уровне это должна быть полная интеграция, то есть единые базы данных, единые АРМ, единые отчеты;
- разделение доступа клиентов (АРМ) к базе данных.

### ТРЕБОВАНИЯ К КОНТРОЛЛЕРАМ

На этапе обследования предприятия, изучения установленного парка счетчиков, датчиков, преобразователей (полевой уровень), условий эксплуатации вместе со специалистами КИПиА (или АСУ ТП) появляются требования и к среднему уровню — уровню тепловычислителей, устройств телемеханики, УСПД, для упрощения назовем все это контроллерами:

- контроллеры должны быть проектно-компонентными на необходимое число каналов ввода-вывода;
- контроллеры должны работать с очень широким спектром входных сигналов, от «естественных» сигналов термодинамики и термосопротивлений до «кодовых» каналов «интеллектуальных» датчиков, счетчиков, модулей ввода-вывода;
- контроллеры должны уметь считать расходы по различным алгоритмам, в зависимости от типов установленных преобразователей и счетчиков (от диафрагм до ультразвуковых расходомеров);
- контроллеры должны иметь возможность гибкой перенастройки и конфигурации персоналом на различные преобразователи, счетчики, датчики и виды энергоносителей;
- контроллеры должны иметь возможность автоматического управления исполнительными механизмами. Для конфигурации каналов управления не должно требоваться программирование контроллеров;
- контроллеры должны иметь гальваническую изоляцию всех каналов ввода-вывода, в том числе и коммуникационных — требование, выработанное многолетней практикой;
- контроллеры должны соответствовать промышленным условиям эксплуатации, это подразумевает требования и по температуре окружающей среды, и по пылебрызгозащищенности, по качеству электропитания, по возможным перенапряжениям на каналах ввода-вывода и т. д.;
- контроллеры должны иметь развитые коммуникационные возможнос-

ти, джентльменский набор — это промышленная сеть на базе RS-485 и дополнительно еще один последовательный порт для локального подключения или использования с различного типа модемами, желательна поддержка Ethernet.

### РЕАЛИЗАЦИЯ

Рассмотрим, как можно реализовать перечисленные требования, на примере программно-технического комплекса (ПТК) ЭКОМ.

ПТК ЭКОМ имеет сертификат Госреестра Средств Измерений 19542-00 как средство измерения и учета количества электрической, тепловой энергии и расхода энергоносителей (вода, перегретый пар, насыщенный пар, газ, сжатый воздух, кислород). По сведениям авторов, это первый в России аттестованный серийный программно-технический комплекс, включающий в себя как контроллеры, в зависимости от конфигурации выполняющие роль универсальных тепловычислителей, сумматоров импульсов (УСПД), устройств телемеханики (КП) и многоканальных преобразователей (типа Ш...), так и программное обеспечение верхнего уровня, построенное на базе СУБД MS SQL 7.0.

### Структура комплекса

Типовая структура ПТК для крупного предприятия приведена на рис. 1.

Основные компоненты ПТК:

- ЭнергоКОМПьютер ЭКОМ-3000;
- Конфигуратор 3000 — программное обеспечение, предназначенное для конфигурации ЭКОМ-3000;
- сервер ввода-вывода — программное обеспечение, предназначенное для обмена информацией между ЭКОМ-3000 и SQL-базами данных;
- SQL-скрипт — программное обеспечение, устанавливаемое на SQL-сервере;
- различные приложения — клиенты MS SQL 7.0, на базе этих приложений создаются АРМ, с которыми работают специалисты предприятия.

### ЭКОМ-3000

ЭКОМ-3000 — проектно-компонентный модульный IBM PC совместимый промышленный компьютер, в котором модули ввода аналоговых, дискретных и числовых импульсных сигналов и коммуникационные модули содержатся в любых технически целесообразных комбинациях. ЭКОМ-3000 осуществляет в

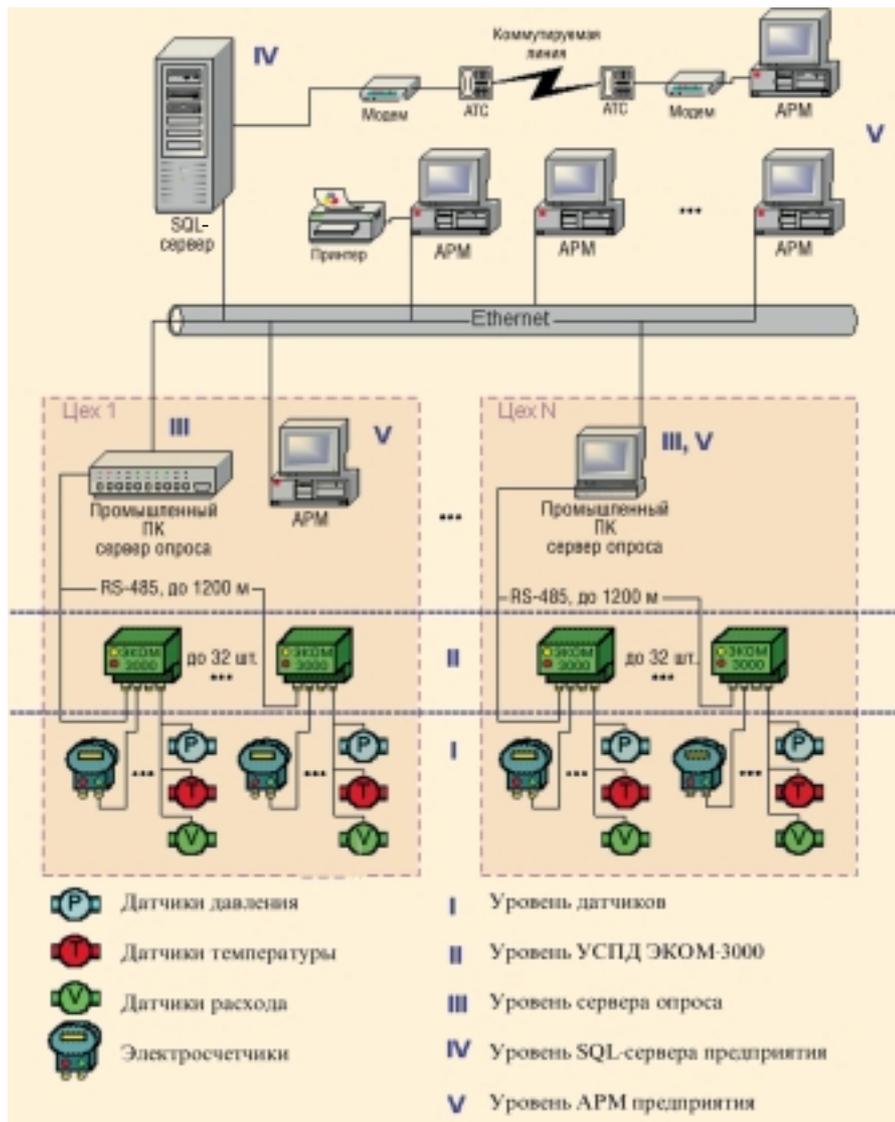


Рис.1. Типовая структура ПТК ЭКОМ для крупного предприятия

реальном времени сбор, обработку, архивирование, отображение и передачу измерительной информации в вычислительную сеть предприятия. Структура ЭКОМ-3000 представлена на рис. 2.

ЭКОМ-3000 работает с очень широким спектром измерительных преобразователей и датчиков. Набор модулей аналогового, дискретного и кодового изолированного ввода позволяет подключать:

- измерительные преобразователи, счетчики, датчики со стандартными сигналами 0-5, 0-20, 4-20, -5...+5 мА и ±10, 0-10 В;
- термопреобразователи сопротивления ТСМ50, ТСМ100, ТСП150, ТСП100, ТСП500;
- термоэлектрические преобразователи ТХА (К), ТХК (L);
- измерительные преобразователи, счетчики с числоимпульсным (частотным) выходом;
- датчики с выходным сигналом типа «сухой» контакт;

- измерительные преобразователи, счетчики, модули ввода-вывода с кодовым выходным сигналом в стандарте RS-232, RS-485, ИРПС, и эта номенклатура постоянно расширяется.

Программное обеспечение ЭКОМ-3000 имеет встроенную библиотеку более 300 алгоритмов расчета различных физических параметров. ЭКОМ, настроенный с помощью сервисной программы Конфигуратор 3000, может одновременно вести измерения, например, потребления электроэнергии с помощью счетчиков с телеметрическим выходом, расхода воды с использованием диафрагм и расхода пара с использованием объемных или массовых расходомеров. Использование 16-разрядных АЦП дает погрешность аналоговых преобразований 0,1%. Кроме собственно измерения, ЭКОМ-3000 ведет архивирование в энергонезависимой памяти и передачу на верхний уровень текущих, интегральных (количество электрической энергии, количество тепловой энергии и энергоносителя) и средних (температура энергоносителя и давление в трубопроводе, калорийность газа, частота, напряжение электрической сети и т. д.) за интервалы архивирования параметров, показывает текущее и ретроспективное (включено-выключено) состояние дискретных каналов. Помимо этого, ЭКОМ-3000 выдает дискретные сигналы на управление исполнительными

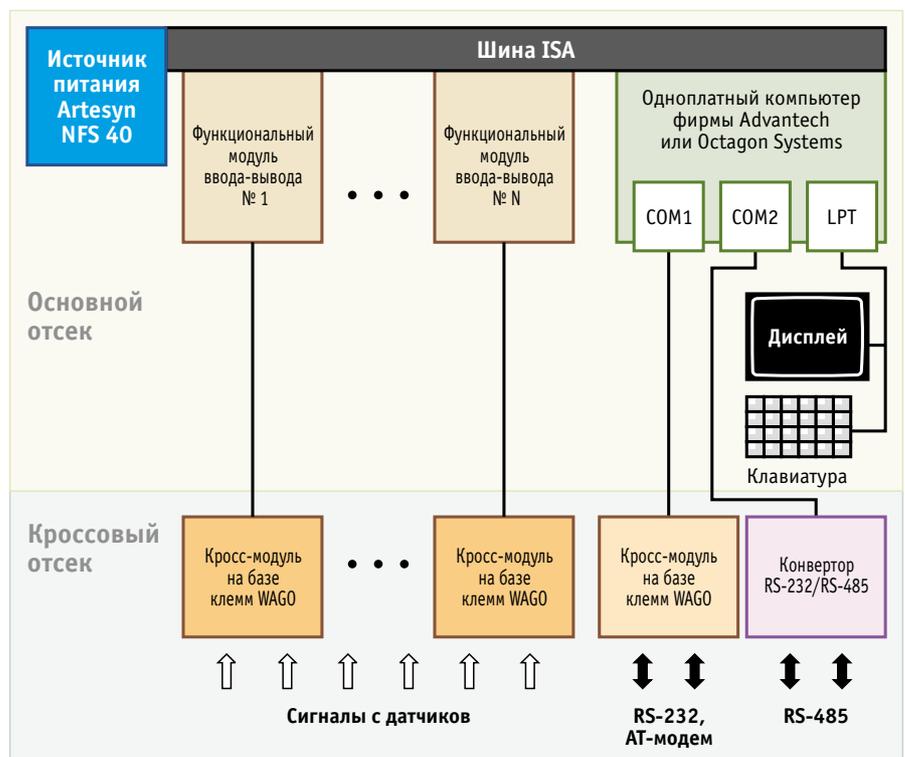


Рис. 2. Структурная схема ЭКОМ-3000

механизмами, как по команде оператора, так и по встроенным законам регулирования, введенным при конфигурации. ЭКОМ-3000 имеет развитые коммуникационные возможности, до 4 параллельно работающих по протоколу ModBus-RTU последовательных портов, поддерживающих RS-232/485, выделенные и телефонные модемы, радиомодемы. Для подключений используются высоконадежные безвинтовые клеммы WAGO.

По сути ЭКОМ-3000 – это конфигурируемый, проектно-компонентный, модульный IBM PC совместимый промышленный компьютер, в котором ISA-модули ввода аналоговых сигналов, ввода дискретных и число-импульсных сигналов, модули релейного вывода, коммуникационные модули содержатся в любых технически целесообразных комбинациях. Использование модулей удаленного ввода-вывода типа ADAM-4000 позволяет строить на его базе наращиваемые системы с распределенной структурой.

Существует несколько типов исполнения этого промышленного компьютера:



Рис. 3. ЭКОМ-3000 в компактном корпусе RegloCard фирмы Vorpla



Рис. 4. ЭКОМ-3000 в стальном промышленном шкафу Schroff

- в компактном пластиковом корпусе RegloCard фирмы Vorpla, состоящем из основного и кроссового отсека с возможностью отдельного пломбирования; используется для коммерческого учета, имеет до 72 каналов ввода-вывода, 3 слота ISA для модулей ввода-вывода (рис. 3);
- в стальном промышленном шкафу Schroff; используется для технологических задач, имеет до 300 каналов ввода-вывода, до 7 слотов ISA для модулей ввода-вывода (рис. 4).

### Программное обеспечение комплекса

Сервер 3000 (рис. 5) – программное обеспечение, функция которого – информационный обмен между одним или сетью контроллеров ЭКОМ и базами данных. Кроме того, оно проводит диагностику системы (сбои по линии связи с УСПД, время включения/выключения, время обмена информацией с SQL-сервером и т. д.) и обеспечивает синхронизацию по времени. Сервер ввода-вывода может одновременно работать с несколькими различными базами данных, поддерживающими стан-

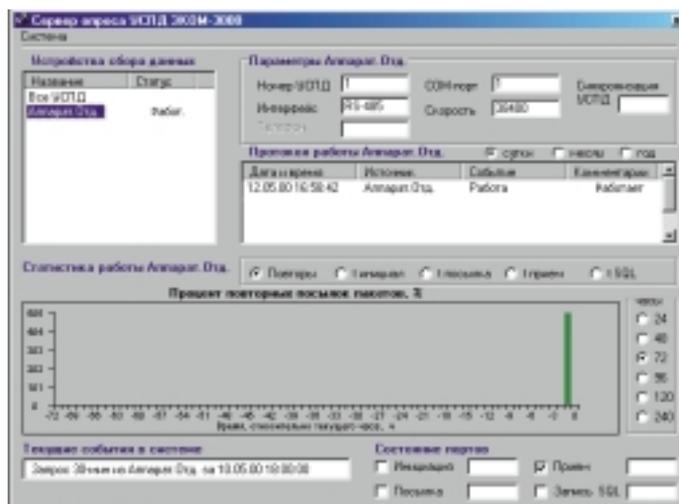


Рис. 5. Основное окно программы Сервер 3000

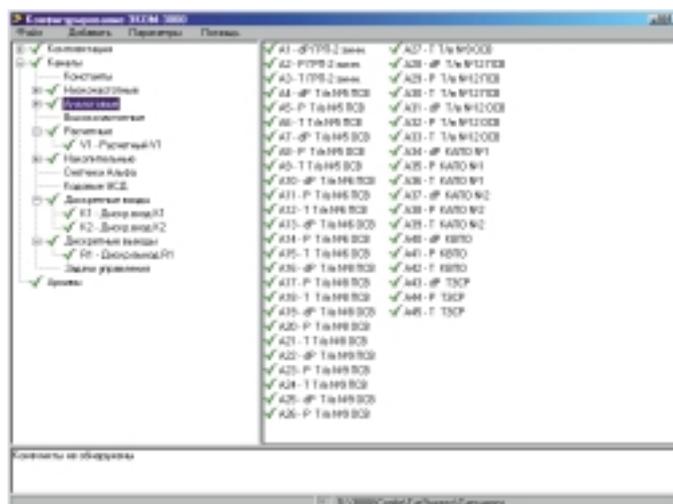


Рис. 6. Основное окно программы Конфигуратор 3000

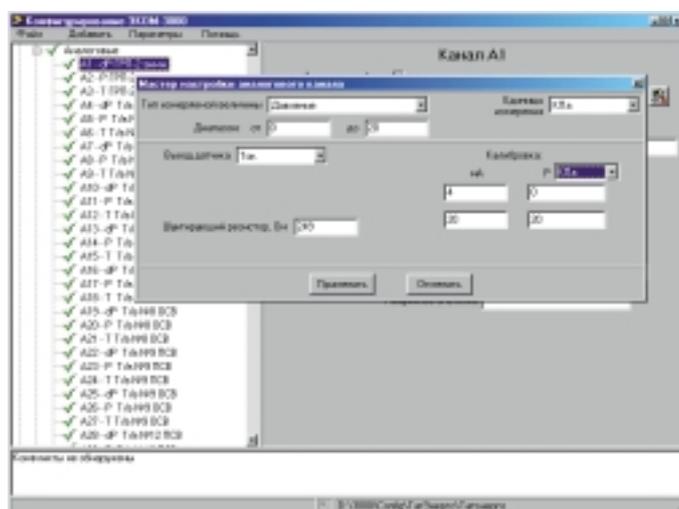


Рис. 7. Настройка параметров аналогового канала Мастером настройки

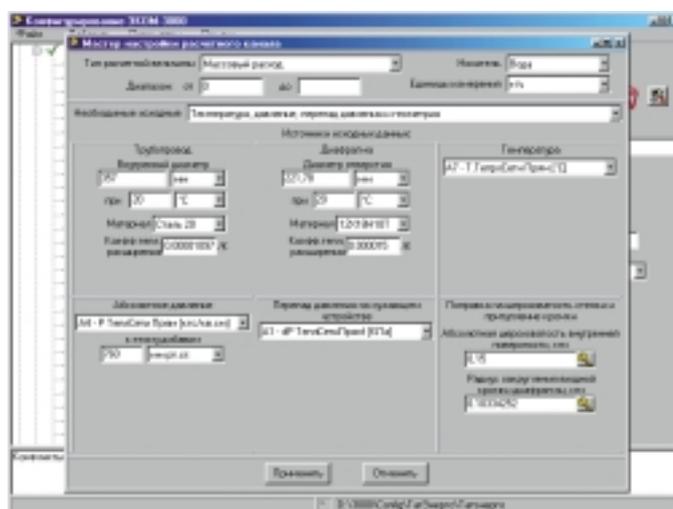


Рис. 8. Настройка параметров расчетного канала

дарт ODBC. На данный момент, кроме MS SQL, существуют проекты с использованием Oracle, Dbase, Paradox. Сервер ввода-вывода может устанавливаться как на специально выделенном компьютере, так и на компьютере с установленным SQL-сервером.

Конфигуратор 3000 – это программа, делающая настройку ЭКОМ-3000 на конкретные узлы учета, датчики и преобразователи легким и увлекательным занятием. Рассмотрим пример, как можно просто построить узел учета тепла с использованием диафрагм. Для упрощения считаем, что платы аналогового ввода уже установлены в ЭКОМ.

Основное окно Конфигуратора 3000 представлено на рис. 6.

Шаг 1. Выбор типа измеряемой величины и конфигурирование канала измерения перепада давления с помощью мастера настройки аналогового канала (рис. 7).

Шаг 2. Конфигурирование измерения температуры с помощью того же мастера.

Шаг 3. Выбор типа расчетной величины (массового расхода) в мастере настройки расчетного канала (рис. 8).

Шаг 4. Конфигурирование накопительного канала (тепловой энергии) с помощью мастера настройки накопительного канала. При этом автоматически подставляются все коэффициенты теплового расширения, поправки на шероховатость, притупление кромки и т. д.

После того как сконфигурированы измерительные, расчетные и накопительные каналы, необходимо сконфигурировать архивы (рис. 9). В результате мы имеем текущие значения по расходу тепла (периодичность 1-2 с) и два типа архивов, причем с интервалами архивирования, нами же и выбранными (дискретность 1 мин). Использование в качестве энергонезависимой памяти флэш-диска DOC 2000 (емкость от 4 до 128 Мбайт) фирмы M-Systems позволяет иметь практически неограниченную глубину архивов. Уже сейчас возможно иметь, например, часовые архивы на

весь цикл жизни прибора. После завершения процесса конфигурирования надо просто записать новый файл конфигурации в ЭКОМ-3000, предварительно указав пароль, и щелкнуть мышью.

Реализация технологий энергосбережения и управления энергоресурсами требует от системы не только учета или сбора данных, но и выдачи релейных команд, управляющих энергетическим оборудованием. Уменьшение подачи тепла в помещения в зависимости от температуры наружного воздуха или в нерабочие дни – это только самые банальные примеры применения. Предотвращение аварийных ситуаций, проверка правильности выдачи оператором команды управления (трансляция команды только при совпадении заданных условий), автоматическая отработка контуров регулирования – все это возможно с использованием секции каналов управления в Конфигураторе 3000 (рис. 10).

Специализированное приложение «Учет электроэнергии» уже было доста-

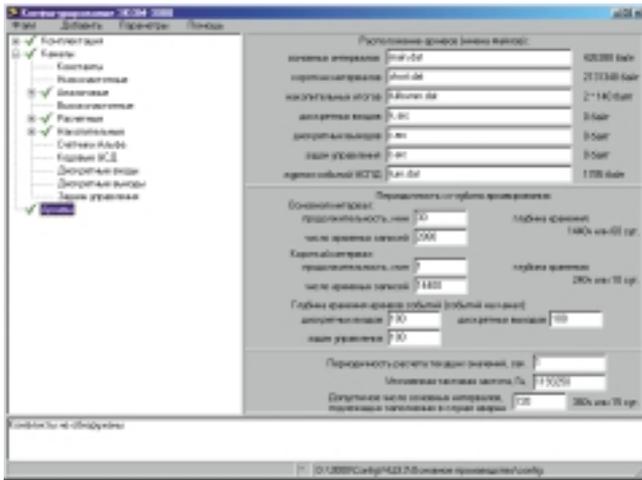


Рис. 9. Конфигурация архивов



Рис. 10. Секция каналов управления

точно подробно рассмотрено в «СТА» 1/98. К возможностям расчета и анализа параметров потребленной (выработанной) предприятием электроэнергией (рис. 11) добавились возможности:

- администрирование — администратор системы может назначать каждому АРМ свои объекты для просмотра;
- коррекция базы данных при неисправностях оборудования и метрологических испытаниях;
- диагностика работы системы — журнал событий.

Приложение ЭКОМ-Диспетчер в отличие от предыдущего приложения, которое изначально предназначалось только для задач учета и контроля электроэнергии, разрабатывалось как проблемно-ориентированная SCADA-система. Задача этого приложения — не только демонстрация персоналу таблиц и графиков, но и отображение и «оживление» на экране компьютера различных мнемосхем и графических объектов.

Основные особенности ЭКОМ-Диспетчер:

- источник информации для приложения — база данных MS SQL;
- для создания экранов оператора может использоваться любой графический редактор от AutoCAD до Paint, хотя как базовый предлагается использовать графический редактор Visio 2000;
- вся богатая графическая библиотека 3D-элементов известного пакета Genesis легко может быть интегрирована в приложение (рис. 12);

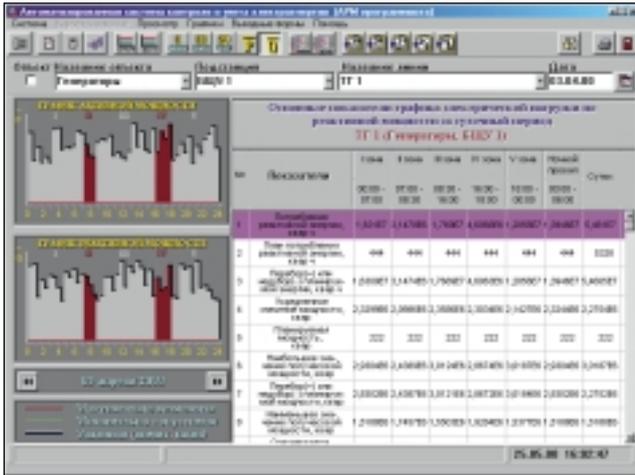


Рис. 11. Анализ параметров электроэнергии

- способ «оживления» экранов оператора традиционен для SCADA-систем, только привязка идет к базе каналов, находящейся в SQL-сервере;
- вложенность объектов организована как иерархическое меню.

### Дополнительное программное обеспечение

Кроме жестко заданных отчетных форм, которые формируются непосредственно в приложениях, возможно создание отчетных форм с учетом требований конкретного заказчика с использованием стандартных средств MS Office, в первую очередь, электронной таблицы Excel (рис. 13).

Для интеграции других систем учета и телемеханики в ПТК ЭКОМ используются Конверторы, которые преобразуют данные от других систем в базы данных MS SQL. На момент написания статьи поддерживались системы «КТС Энергия», «Гранит», «Пчела».

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

НПФ «Прософт-Е» занимается разработкой и внедрением приборов и систем контроля и учета энергоресурсов, а также приборов и систем управления и сбора данных с 1995 г. Полученный опыт реализации проектов различного масштаба позволяет утверждать, что система контроля и учета энергоресурсов предприятия по функциям и выдвигаемым к ней требованиям является специализи-

Рис. 13. Акт баланса, автоматически созданный в Microsoft Excel

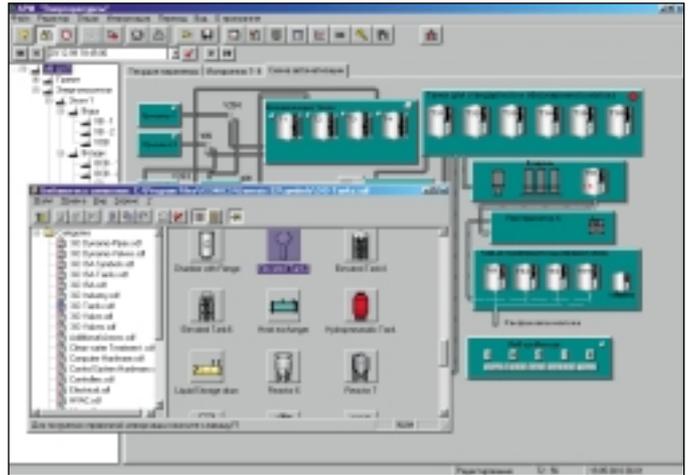


Рис. 12. Интегрирование 3D-элементов Genesis в ЭКОМ-Диспетчер



Верх-Исетский металлургический завод

рованной системой АСУ ТП. Соответственно и строить ее наиболее эффективно не как набор локальных узлов учета, а как полноценную распределенную систему, с использованием всех тех стандартов и решений, которые лежат в основе современных систем АСУ ТП. Именно этот подход стремились реализовать разработчики в ПТК ЭКОМ.

Серийно изготавливаемый ПТК ЭКОМ применяется для построения систем контроля и учета энергоресурсов в различных отраслях промышленности:

- в электроэнергетике — Сургутская ГРЭС-1, Березниковская ТЭЦ, Свердловская ТЭЦ и т. д.;
- в металлургии — Верх-Исетский металлургический завод (ВИЗ-Сталь), ОАО «Уралэлектромедь», ОАО



Пусконаладочные работы по внедрению ЭКОМ-3000 на Верх-Исетском металлургическом заводе

«Кольчугцветмет», Челябинский электроцинковый завод и т. д.;

- в пищевой промышленности — Пермская пивоваренная компания, Исетский пивзавод, Екатеринбургский жиркомбинат и т.д.

География внедрений охватывает территорию от Молдавии (завод Молдавкабель, г. Бендеры) до Сургута (Сургутские ГРЭС-1, ГРЭС-2).

В данный момент формируется сеть партнеров по внедрению и развитию ПТК ЭКОМ. Использование стандартных протоколов и баз данных, открытость протоколов и техническая поддержка НПФ «Прософт-Е» позволяет фирмам и предприятиям, внедряющим системы на базе ПТК ЭКОМ, разрабатывать свои приложения-клиенты SQL (например, модуль расчета потерь, разрабатываемый НПП ТОР-УГА) или использовать другие средства для разработки программного обеспечения верхнего уровня (например, система на основе Oracle, внедренная на заводе «Молдавкабель» фирмой RSC). ●

**Авторы — сотрудники НПФ**

**«Прософт-Е»**

**Телефон: (3432) 75-1871**

**E-mail: ras@prosoft.ural.ru**