

**ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ  
ДАВЛЕНИЯ В ГЛАВНОМ ПАРОВОМ КОЛЛЕКТОРЕ ЭНЕРГОБЛОКА АЭС****Е.М. Раскин (ЗАО "Автоматика-Э"), Л.А. Денисова (ОмГУ)**

*Представлен программно-технический комплекс системы автоматического регулирования давления пара в главном паровом коллекторе энергоблока АЭС, построенный на базе цифровых локальных регуляторов. Приведены результаты динамических испытаний и оптимизации настроек системы.*

*Ключевые слова: быстродействующая редуцирующая установка, программно-технический комплекс, импульсная система регулирования, автоматизированное проектирование.*

На энергоблоках АЭС при эксплуатации возникают динамические режимы, сопровождающиеся повышением давления пара в главном паровом коллекторе (ГПК). Значительный рост давления пара в ГПК, вызванный, как правило, недостаточным отводом тепла реактора при резком снижении потребления пара турбогенератором (ТГ) приводит к срабатыванию быстродействующих редуцирующих установок сброса пара в конденсатор турбины (БРУ-К) [1].

Для модернизации системы автоматического регулирования (САР) БРУ-К энергоблоков №№ 3, 4 Кольской АЭС и замены морально устаревшей, отработавшей свой ресурс локальной аппаратуры авторегулирования "Каскад 1", применяемой до настоящего времени для регулирования давления в ГПК, в ЗАО "Автоматика-Э" создан программно-технический комплекс (ПТК) на базе цифровых локальных регуляторов ВЛР 2.1.

ПТК САР БРУ-К разработан в соответствии с требованиями НТД к управляющим системам, важным для безопасности [2], в части предотвращения нарушения пределов безопасной эксплуатации при реализации автоматизированного управления.

Выносной локальный регулятор ВЛР-2.1 является микроконтроллером, способным реализовать кроме функций регулирования также и автоматические защиты, и блокировки технологического оборудования. В соответствии с требованиями Кольской АЭС при модернизации произведена замена одним регулятором ВЛР-2.1 более десяти электронных блоков "Каскад-1" и некоторой части релейной схемы для каждого ТГ, оснащенного БРУ-К. Следует отметить, что для сохранения существующих кабельных трасс и минимизации затрат номенклатура и характеристики входных/выходных сигналов, а также габаритные и установочные размеры цифровых регуляторов ВЛР-2.1 соответствуют аналогичным параметрам устройств типа "Каскад".

ПТК САР БРУ-К, предназначенный для регулирования давления пара в главном паровом коллекторе, находится в состоянии ждущего режима и автоматически включается в работу при повышении давления в ГПК до 50 кгс/см<sup>2</sup> и при сбросе нагрузки на турбогенераторе более 20% от максимального значения.

Для обеспечения надежной и безопасной работы энергоблока при аварийных сбросах нагрузки или отключениях турбин САР БРУ-К функционирует в различных эксплуатационных режимах (I, II, III) по сигналам от внешнего переключателя режимов. САР БРУ-К формирует управляющие воздействия на электроприводы регулирующих клапанов (РК) с учетом необходимых для безопасной работы механизмов блокировок, ограничений и защит. Регулирование осуществляется в III-м режиме по одноимпульсной схеме (регулируемый параметр — давление пара в ГПК). В I и II режимах схема регулирования трехимпульсная [3]. При этом регулируемый параметр — давление пара в ГПК, а корректирующие параметры при формировании задания регулятору — величина сброшенной нагрузки, положение клапанов БРУ-К или значение уровня в конденсаторе.

Импульсный регулятор ВЛР-2.1 управляет одновременно двумя клапанами, реализуя пропорционально-интегральный (ПИ-) закон регулирования во всех режимах работы и поддерживая во всем диапазоне нагрузок постоянное давление в ГПК — 47 кгс/см<sup>2</sup>. Для предотвращения повышения уровня в конденсаторе турбины выше допустимого в схему регулятора введен сигнал по уровню в конденсаторе, работающий как автоматический корректор задания по давлению в ГПК, изменяющий задание регулятору БРУ-К в пределах (47...50) кгс/см<sup>2</sup> при изменении уровня в конденсаторе турбины от 1200 мм (номинальный уровень) до 1400 мм (максимальный уровень).

В I режиме работы САР БРУ-К производится запоминание сигнала величины сброшенной нагрузки. При этом сигнал по величине сброшенной нагрузки ТГ компенсируется суммой сигналов по положению клапанов БРУ-К и сигналом по уровню в конденсаторе ТГ. Так как давление в ГПК в переходном режиме возрастает, и величина сигнала по давлению в ГПК изменяется, регулятор должен работать как регулятор соотношения: "величина сброшенной нагрузки ТГ — положение клапанов БРУ-К" с коррекцией по давлению в ГПК. Во II режиме после окончания переходного процесса клапана БРУ-К устанавливаются в положение, соответствующее величине сброшенной нагруз-

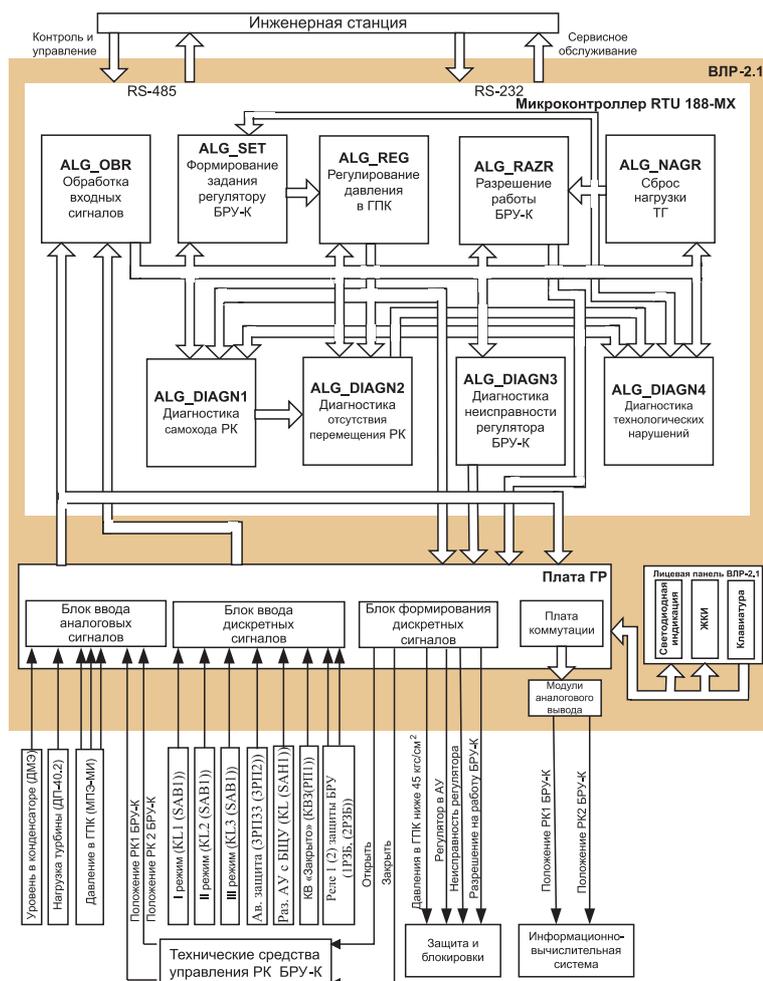


Рис. 1. Структурная схема программно-алгоритмической реализации ПТК САР БРУ-К на средствах ВЛР-2.1

ки. При уменьшении сигнала величины сброшенной нагрузки регулятор, отслеживая этот сигнал, прикрывает клапана БРУ-К. В III режиме работы САР БРУ-К (используемый основной режим) сигналы по величине сброшенной нагрузки ТГ и по положению регулирующих клапанов отключены от регулятора, сигнал по уровню в конденсаторе турбины обеспечивает автоматическую коррекцию задания по давлению.

Кроме того, ПТК САР БРУ-К выполняет информационные функции: сбор, обработку и передачу информации о параметрах процесса регулирования и значениях технологических величин для предоставления оперативному персоналу. Сервисные функции, реализуемые ПТК САР БРУ-К, следующие: контроль работоспособности технических и программных средств комплекса; конфигурирование и настройка контуров регулирования.

Программно-алгоритмическая реализация функций контроля и управления ПТК САР БРУ-К выполнена в соответствии с требованиями к функционированию системы и рекомендациями эксплуатирующего персонала, на базе описаний технологических режимов и состава оборудования, представленных в исходных материалах Кольской АЭС.

Обобщенная схема программно-алгоритмической реализации канала регулирования БРУ-К на средствах ВЛР-2.1, представленная на рис. 1, содержит также структуру организации обмена информацией между ВЛР-2.1, источниками и потребителями сигналов: датчиками технологических параметров, инженерной станцией (ИС), техническими средствами управления РК БРУ-К, защитами и блокировками.

Для обеспечения унификации и независимости отладки при разработке ПО выполнена декомпозиция алгоритма регулирования БРУ-К разбиением на функциональные специализированные алгоблоки.

Алгоблок ALG\_OBR реализует алгоритм обработки входных сигналов, которые подвергаются диагностическому контролю дополнительно к контролю, осуществляемому в регуляторе аппаратными средствами. Контролируются диапазон изменения технологических параметров (сравнением с заданными граничными значениями) и скорость их изменения с формированием соответствующих признаков неадекватности

### Компания Транзас оснастила ситуационный центр Санкт-Петербурга новой системой информационной поддержки и учета городской инфраструктуры

Компания "Транзас" завершила первый этап работ по разработке Комплексной автоматизированной системы информационной поддержки и учета городской инфраструктуры Санкт-Петербурга. Работы выполнены по заказу Комитета по информатизации и связи Санкт-Петербурга.

Комплексная автоматизированная система информационной поддержки и учета будет обеспечивать электронный обмен пространственными данными между различными городскими и муниципальными структурами для более эффективного управления городским хозяйством. Общая стоимость работ по первому этапу составила порядка 16 млн. руб. В настоящее время автоматизированная система информационной поддержки находится на этапе внедрения в оперативную работу ситуационного центра Санкт-Петербурга.

В рамках первого этапа разработан действующий макет системы подготовки и представления картографической и тематической информации, а также система построения и визуализации трехмерных паспортов критически важных объектов. Получение необходимой информации об объектах осуществляется посредством обращения к соответствующим городским и ведомственным базам данных автоматизированным образом. Геоинформационная система, разработанная специалистами компании Транзас, превосходит мировые аналоги по скорости визуализации данных, обладает расширенным функционалом и удобным интерфейсом.

Помимо автоматизации управления и учета городской инфраструктуры подобные информационные системы могут быть применены для оснащения Центров управления в кризисных ситуациях МЧС, ситуационных центров ГУВД, а также для создания 3D паспортов социально значимых объектов.

[Http://www.transas.ru](http://www.transas.ru)

информации. Входные сигналы от аналоговых датчиков демпфируются и масштабируются с учетом диапазонов изменения.

Алгоблок ALG\_SET формирует задание регулятору по базовому значению с возможностью плавной перестройки задания по командам оператора с инженерной станции.

Алгоблок ALG\_REG осуществляет импульсное регулирование по ПИ-закону.

В состав алгоблока ALG\_REG входит импульсный пропорционально-дифференциальный (ПД-) преобразователь, формирующий последовательность импульсов на открытие или закрытие РК в зависимости от величины поступающего на его вход отклонения давления в ГПК от заданного значения, обеспечивая закон ПИ-регулирования совместно с исполнительным механизмом (ИМ) постоянной скорости.

Алгоблок ALG\_RAZR формирует команду включения в работу БРУ-К при повышении давления в ГПК до 50 кгс/см<sup>2</sup> и при сбросе нагрузки на ТГ более 20% от максимального значения.

Алгоблок ALG\_NAGR вычисляет величину сброшенной нагрузки.

Алгоблоки диагностики ALG\_DIAGN1-ALG\_DIAGN4 формируют сигналы неисправности регулятора при недостоверных значениях входных аналоговых и дискретных сигналов и при технологических нарушениях в системе.

Программная реализация алгоритмов регулирования выполнена в автоматизированном режиме с помощью разработанного в ЗАО "Автоматика Э" языка технологического проектирования Terpol, который представляет собой интегрированную среду создания ПО контроллеров и содержит все средства для редактирования, компиляции, компоновки и отладки программ [4].

При использовании языка Terpol технологический алгоритм представляется в виде набора графически соединенных между собой программно-алгоритмических блоков из библиотечного набора. Схемный редактор позволяет набрать схему технологического алгоритма, а графический редактор — создать новые блоки. Автоматизированы компиляция набранной схемы в программу на языке C++ и создание загрузочного модуля. Инструментальный комплекс, использующий средства языка Terpol, позволяет также автоматизировать отладку ПО и исследование характеристик контроллеров, в которых оно используется, с помощью встроенных средств моделирования.

В качестве примера приведена программная реализация средствами языка Terpol алгоритма формирования задания регулятору — алгоблока ALG\_SET (рис. 2). Алгоблок языка Terpol — укрупненный, функционально законченный модуль, в развернутом виде представляющий собой схему программной реализации выполняемого им алгоритма.

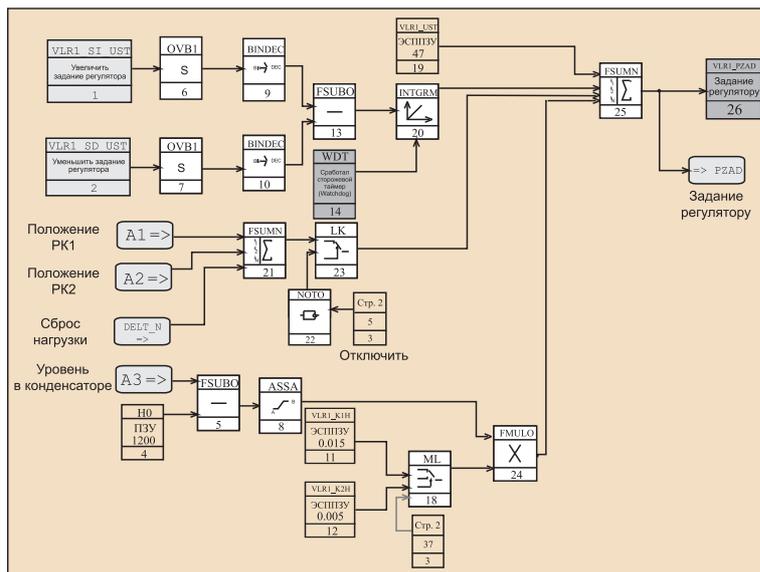


Рис. 2. Структура алгоблока ALG\_SET формирования задания регулятору

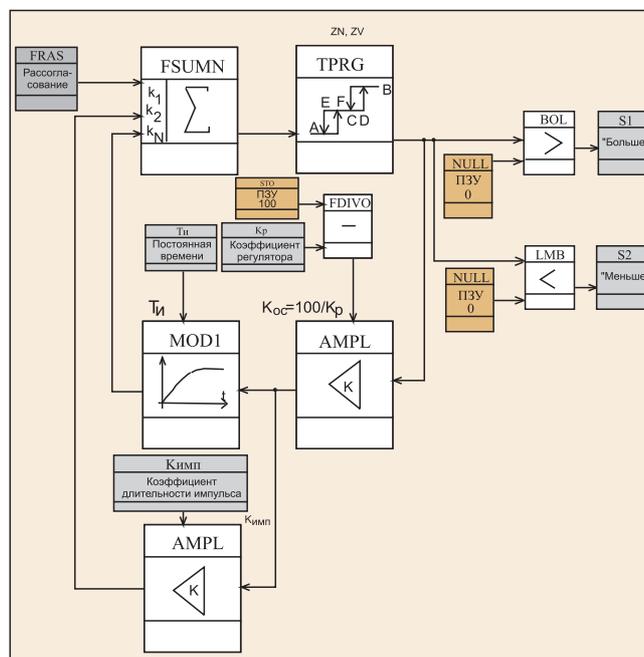


Рис. 3. Структура импульсного ПД-преобразователя

Входными параметрами в алгоблок ALG\_SET являются обработанные в алгоблоке ALG\_OBR сигналы от указателей положения клапанов БРУ-К и датчика уровня в конденсаторе, вычисленная в алгоблоке ALG\_NAGR величина сброшенной нагрузки, а также команды по переключению режима работы САР БРУ-К и изменению задания с инженерной станции. На выходе алгоблока ALG\_SET формируется задание регулятору, поступающее в алгоблок ALG\_REG. Параметры настройки, используемые алгоблоком, хранятся в электрически стираемом программируемом постоянном запоминающем устройстве (ЭСППЗУ) ВЛР-2.1.

На рис. 3 показана реализация на языке Terpol входящего в состав алгоблока ALG\_REG импульсно-

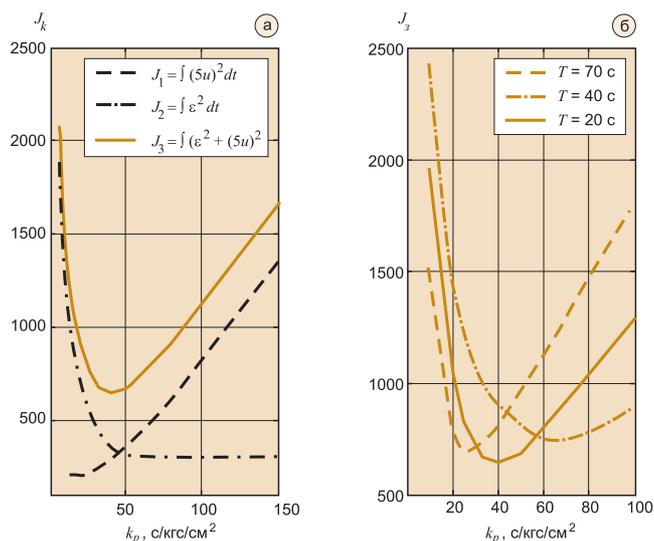


Рис. 4. Показатели качества работы САР БРУ-К:  
 а – выбор показателя качества,  
 б – зависимости показателей качества от  $k_p$  и  $T_u$

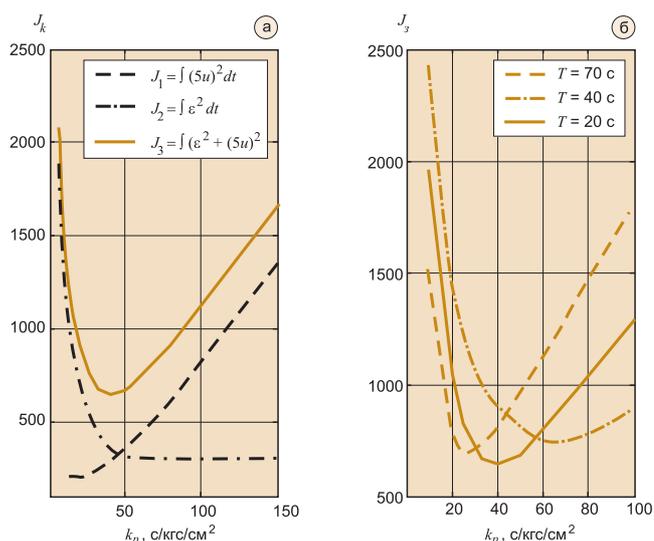


Рис. 5. Области рекомендуемых настроек без автоколебаний: а – для  $k_p$  и  $T_u$ ; б – для  $t_{мин} = f(k_p, T_u)$

строек принят интегральный показатель качества (рис. 4), позволяющий учесть названные факторы:

$$J_3 = \int_0^T (\epsilon^2 + (5u)^2) dt,$$

где  $\epsilon$  – величина отклонения давления в ГПК от заданного значения;  $u$  – выходной сигнал регулятора на ИМ;  $t$  – текущее время;  $T$  – верхний предел интегрирования, выбираемый не меньше времени переходного процесса.

Как видно из рис. 4, а, критерий  $J_3$ , представляет собой сумму двух показателей:  $J_1$  (оценивающего с весовым коэффициентом выход регулятора  $u$  в установившемся режиме) и  $J_2$  (оценивающего величину  $\epsilon$ ). Минимизация принятого показателя  $J_3$  позволяет обеспечить быстродействие, отсутствие перерегулирования, а также уменьшение числа срабатываний ИМ. На рис. 4, б приведены зависимости принятого критерия  $J_3$  от основных параметров САР БРУ-К: коэффициента передачи  $k_p$  и постоянной времени  $T_u$ .

Также принималось во внимание, что рабочим режимом САР БРУ-К является пульсирующий режим, в котором ИМ РК включается несколько раз подряд в одном направлении, пока рассогласование не уменьшится до величины зоны нечувствительности. В пульсирующем режиме при некоторых настройках САР БРУ-К могут возникнуть автоколебания как в замкнутом контуре регулирования, так и в самом регуляторе, так как ПД-преобразователь, на основе которого выполнен регулятор, содержит положительную обратную связь для корректировки длительности интегральных импульсов.

По результатам динамических испытаний на моделирующем стенде ЗАО "Автоматика Э" были определены области без автоколебаний для настроек основных параметров контура регулирования: коэффициента передачи регулятора  $k_p$ , постоянной времени  $T_u$  (рис. 5, а) и длительности импульса кимп (рис. 5, б).

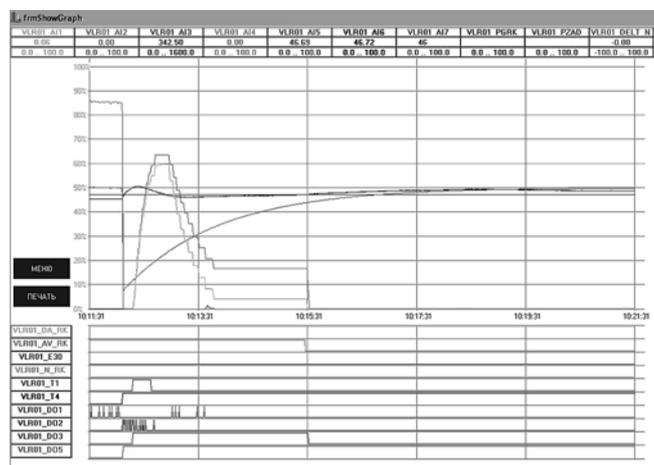


Рис. 7. Опробование модернизированной САР БРУ-К на ТГ-5 энергоблока № 3 Кольской АЭС

го ПД-преобразователя, осуществляющего собственно функцию импульсного регулирования, выполненного так же, как на традиционных средствах в виде трехпозиционного релейного звена с гистерезисом, охваченного обратной связью в виде аperiodического звена первого порядка.

На испытательном стенде ЗАО "Автоматика-Э" проведены динамические испытания по оценке качества регулирования САР БРУ-К при различных значениях параметров настройки. В результате проведенных исследований выработаны рекомендации по оптимизации настройки САР БРУ-К. При этом учитывалось следующее.

С одной стороны, должно реализовываться быстрое открытие РК БРУ-К, обеспечивая быстрый сброс пара в конденсатор турбины, с другой – быстрое перемещение РК может привести к недопустимому падению давления в ГПК и срабатыванию блокировки на отключение САР БРУ-К. Поэтому для выбора оптимальных на-

Также получены зависимости для выбора коэффициента длительности импульса и зоны возврата релейного звена в составе регулятора, позволяющие установить желаемую длительность импульса. На основе полученных результатов выполнена оптимизация настройки контура регулирования САР БРУ-К и разработаны рекомендации для ее осуществления.

На рис. 6 приведены графики переходных процессов, полученные при опробовании модернизированной САР БРУ-К на ТГ-5 энергоблока № 3 Кольской АЭС.

Динамические испытания ПТК САР БРУ-К, проведенные на испытательном стенде ЗАО "Автоматика Э", а также функциональное апробирование на энергоблоке № 3 Кольской АЭС модернизированной САР БРУ-К подтвердили выполнение требований к функционирующей системе в требуемых эксплуатационных режимах.

Следует отметить, что высокий уровень диагностики состояния технических средств ПТК, технологического оборудования и объекта управления, реализованный при построении ПТК САР БРУ-К, а также возможность регистрации и архивирования событий, возникающих в системе, позволяют повысить

показатели надежности и улучшить качество протекания динамических режимов на энергоблоке.

Модернизированная САР БРУ-К на средствах цифровых регуляторов ВЛР-2.1 введена в промышленную эксплуатацию на энергоблоке №3 Кольской АЭС в июне 2010 г.

#### Список литературы

1. Иванов В.А. Регулирование энергоблоков. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1982.
2. Требования к управляющим системам, важным для безопасности атомных станций. НП-026-04. М.: Техноратив, 2007.
3. Трофимов А.И., Егунов Н.Д., Слекенич Я.В. Принципы построения автоматических регуляторов теплоэнергетических процессов АЭС. М.: Энергоатомиздат, 1999.
4. Раскин Е.М., Денисова Л.А., Федосеев М.И. Инструментальный комплекс проектирования систем управления ЯЭУ на базе средств СПА-ПС. / Математические модели для исследования и обоснования характеристик оборудования и ЯЭУ в целом при их создании и эксплуатации: тез. докл. семинара НТС Минатома России "Динамика, теплогидравлика и безопасность реакторов и АЭС". – Гатчина: НИТИ, 2000. – С. 175-177.

*Раскин Евгений Михайлович* – канд. техн. наук, директор ЗАО "Автоматика-Э".

*Денисова Людмила Альбертовна* – канд. техн. наук,

*доцент кафедры "Автоматизированные системы обработки информации и управления"*

*Омского государственного технического университета, старший научный сотрудник ЗАО "Автоматика-Э".*

*Контактные телефоны: (381-2) 23-23-43, 23-36-98, 23-66-77.*

*E-mail: raskinem@gmail.com, ladenisova@mail333.com*

## РАЗДЕЛЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ АСУТП НА "МИКРОМОДУЛИ": ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

**С.Н. Усынин (ОАО "УЭХК")**

*Представлен микромодульный принцип создания программного средства, предназначенного для мониторинга и сбора данных ТП, визуализации параметров ТП, управления ТП в РВ. На базе представленного подхода разработан комплекс унифицированных программных средств eXvision, примененный в различных цехах ОАО "Уральский электрохимический комбинат".*

*Ключевые слова: микромодули, РВ, базовые и вспомогательные модули, мнемосхемы, SCADA, HMI.*

Данная статья предназначена в первую очередь для тех разработчиков АСУТП, которые по-прежнему занимаются проектированием и разработкой автоматизированных систем самостоятельно, не используя SCADA-системы. Данный подход к разработке зачастую обусловлен тем, что такие АСУТП сильно отличаются от типовых либо функциональностью, либо информационной емкостью, при этом к ним предъявляются повышенные требования по быстродействию и надежности программного кода. Применение готовых решений на базе SCADA становится затруднительным, поскольку практически отсутствуют механизмы оптимизации обработок, и существует вероятность привнесения в программы ошибок самой SCADA-системой. И, если на небольших по информационной емкости системах можно пренебречь оптимизацией обработки и добиться высокого быстродействия за счет аппаратных средств, то в системах с большим числом сложных технологических объектов уже не удастся обойтись таким решением.

Современные системы управления от года к году становятся все сложнее, на них возлагается множество функций, и, как следствие, программы становятся большими и сложными в развитии и модернизации, а также снижается их надежность за счет привнесения новых ошибок в код. Стоит отметить, что предлагаемая концепция в первую очередь относится к задачам "верхнего" уровня АСУТП, таким как интерфейс пользователя, накопление и отображение технологических параметров и сообщений регистрации, а также целому ряду прикладных сервисных задач. Возлагая повышенную функциональность на ПО, получаем помимо сложности ее сопровождения и развития еще одну большую проблему, связанную с программными ошибками в функциях, выполняемых в общем адресном пространстве программы. Использование общего адресного пространства чревато негативными последствиями, когда, казалось бы, незначительная для системы в целом функция в силу допущенной в ней критической ошибки приводит к тому, что вся программа

завершает выполнение. Одно из возможных решений проблем "общего адресного пространства" и роста программного кода рассматривается в данной статье.

Начнем с рассмотрения вопросов о том, что такое микромодульность программных средств и для чего она нужна. Ответ на данный вопрос прост и очевиден, пожалуй, только для программистов. Все дело в том, что с ростом объемов программного кода становится сложно сопровождать ПО и модернизировать его. А поиск критических ошибок, особенно тех, которые не являются систематическими, превращается для программистов в "танцы с бубном вокруг компьютера". Для упрощения процесса разработки программ и предлагается уменьшить их размеры до такого уровня, чтобы отдельный функциональный модуль целой системы представлял собой отдельную программу. В этом случае структура каждой отдельной программы будет намного проще, при этом повысится стабильность работы системы, значительно упростится задача ее модернизации, критические ошибки сведутся к небольшой по объему задаче, и поиск этих ошибок уже не будет представлять больших проблем. Немаловажным достоинством подобного построения программных средств АСУТП является возможность оптимизации выполняемых функций, отсекаания всего неиспользуемого и добавления нового без нарушения целостности системы.

Для грамотного описания и решения любой проблемы часто требуется провести аналогию с каким-либо понятным для восприятия предметом. Такая аналогия была найдена, и ей явился детский конструктор LEGO. Казалось бы, простой по своей задумке и исполнению отдельных элементов конструктор на самом деле позволяет создавать огромное число самых разнообразных по своей сути моделей. Базовые элементы конструктора, дополненные рядом специфических модулей, приводят к созданию абсолютно новой модели.

Анализ целого ряда систем управления позволил выделить базовые "кубики" АСУТП и определить механизмы их стыковки и взаимодействия между собой и с дополнительными задачами. Таким образом, komponуя вновь разрабатываемую систему базовым набором программных модулей и дополняя ее небольшими и поэтому более надежными и не влияющими на работу базовых модулей задачами, можно наращивать функциональность АСУТП, не нарушая работу основных модулей. Отметим, что и базовые модули должны быть разделены по функциональности и выполнять только неширокий круг задач.

Модули, относящиеся к базовым: БД конфигурации системы управления; отображения мнемосхем; БД сообщений регистрации; отображения сообщений регистрации; БД накопления технологических параметров; отображения графиков; хранения и предоставления оперативных данных (состояние оборудования и показания датчиков, данные для отображения на мнемосхемах, значения технологических уста-

вок и т.п.); логической обработки оперативных данных (формирование вида отображения состояния технологических объектов, формирование выходов параметра за уставки, контроль допустимости значений, сохранение значений параметров в БД и т.п.).

Число и состав вспомогательных модулей индивидуален для каждой АСУТП, но при этом вспомогательные модули могут применяться в разных системах (при условии применения принципов унификации), со временем обеспечивая очень широкий инструментарий создания самых разнообразных систем управления.

Модули, относящиеся к вспомогательным:

- драйверы ввода/вывода, предназначенные для получения (передачи) данных с устройств ввода/вывода или из смежных систем;
- хранения и предоставления действующих в системе сигналов (обеспечивает хранение списков действующих сигналов и предоставление их пользователю в текстовом виде);
- синхронизации времени (в качестве модуля может использоваться системная служба на базе протокола NTP (Network Time Protocol), поддерживаемого большинством современных ОС);
- контроля работоспособности задач системы;
- редактирования описания конфигурации, устройств ввода/вывода и т.п.;
- конфигурирования настроек системы;
- формирования, печати и сохранения выходных документов;
- проведения метрологической аттестации и проверки информационных каналов;
- обеспечения парольной защиты для идентификации пользователей;
- формирования интегральных сигналов на щит диспетчера и т.п.

Определив построение программных компонентов в виде отдельных независимых модулей, необходимо так же, как и в конструкторе LEGO, реализовать механизм стыковки этих модулей между собой, обеспечив тем самым их структурную целостность. Поскольку задачи, решаемые АСУТП, все-таки сложнее используемой аналогии, необходимо предусмотреть такой механизм взаимодействия и стыковки, который позволит обеспечить взаимосвязь программ (модулей) в различных ОС. И в качестве такого механизма предлагается рассматривать надстройку над протоколом TCP/IP, который позволяет осуществить информационную связь между модулями как в пределах одного ПК, так и в локальной сети с использованием гетерогенной среды. Однако отметим, что применение протокола TCP/IP не гарантирует системе так называемое "реальное время" и, как следствие, в системах "жесткого реального времени" его использовать нежелательно и даже недопустимо. Хотя в целом он обеспечивает высокую скорость и удобство использования для большинства автоматизированных систем, поскольку применяется только на "верх-

нем" уровне АСУТП, а все критические алгоритмы и защиты выполняются при этом в ПЛК "нижнего" уровня АСУТП.

Также микромодульность программ обеспечит возможность распределения выполняемых задач на произвольном числе компьютеров. Такой подход позволит добиться максимальной производительности в информационно емких системах, создавая информационные вычислительные кластеры.

На базе представленного подхода был разработан комплекс унифицированных программных средств для автоматизации ТП eXvision, обеспечивающий мониторинг/сбор данных, визуализацию параметров ТП, управление ТП в РВ. Изначально комплекс программ eXvision разрабатывался для автоматизации разделительного производства урана, однако заложенная при проектировании и реализованная в дальнейшем функциональность позволяют применить eXvision практически для любого как типового, так и довольно специфичного ТП (рис. 1). Программы eXvision предоставляют разработчику механизмы расширения функциональности базовых модулей за счет подключения к ним динамических библиотек и создания в них собственных функций и проверок. Также следует отметить оптимизацию комплекса программ eXvision для проектирования и разработки АСУТП, обладающих большим числом активных элементов на каждой отдельно взятой мнемосхеме и с большим числом типовых мнемосхем в АСУТП. Для сокращения времени разработки мнемосхем создан механизм их тиражирования за счет автоматического переопределения идентификаторов объектов на типовой мнемосхеме. Имеется положительный опыт внедрения АСУТП с более чем 60-ю типовыми мнемосхемами, каждая из которых содержит более 1100 активных элементов (время открытия мнемосхемы составляет < 1 с).

Программный комплекс eXvision обеспечивает минимизацию сетевого трафика и снижение вычислительной нагрузки на аппаратные ресурсы ЭВМ за счет организации "подписных" механизмов на группы данных и событийной передачи информации. Развитые механизмы конфигурирования позволяют редактировать БД, графический интерфейс АСУТП, включая мнемосхемы, систему ввода/вывода, сообщения системы регистрации, выходные документы, распределение функциональных задач по ЭВМ и ряд других настроек, задач и параметров АСУТП.

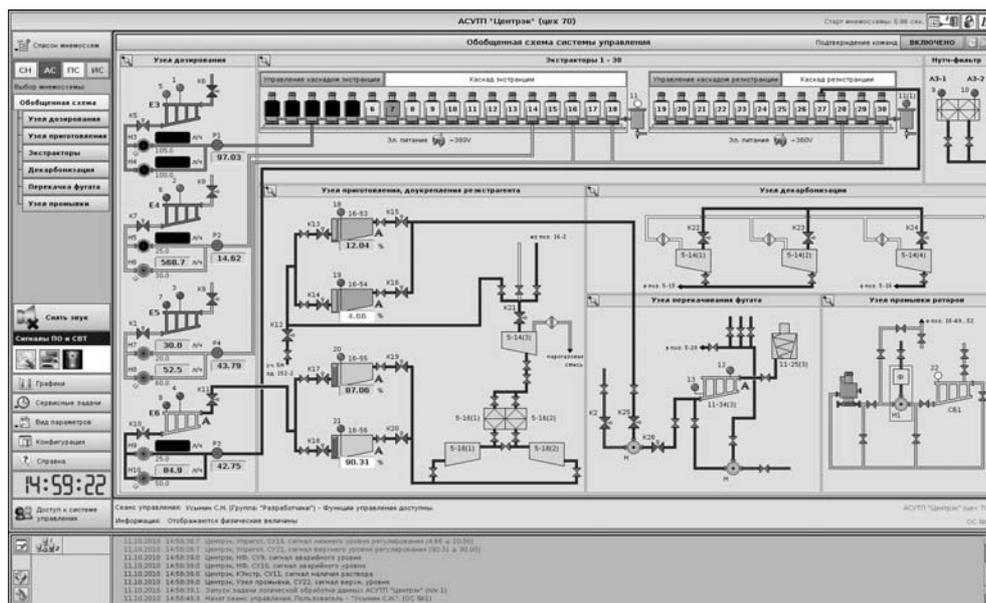


Рис. 1. Мнемосхема АСУТП, разработанной в ПО eXvision

Как и большинство подобных систем комплекс программ eXvision обеспечивает выполнение следующих функций: сбор и первичную обработку информации от контроллеров, преобразователей и устройств, обладающих открытыми протоколами передачи данных; отображение текущей информации о ТП на экранах дисплеев в виде мнемосхем, динамических таблиц, трендов, гистограмм; дистанционное управление технологическим оборудованием; автоматическое управление и регулирование ТП; регистрацию сигналов и событий; архивацию и хранение исторической информации о значениях технологических параметров; отображение зарегистрированной информации о сигналах и событиях; отображение накопленной информации о значениях технологических параметров; вывод отчетов и протоколов на экран, принтер и в файл (использованы форматы HTML и PDF); оперативное конфигурирование АСУТП; разграничение прав доступа; автоматизацию метрологической поверки (калибровки); поддержку единого времени; информационное взаимодействие с другими системами; контроль и диагностику состояния программных модулей; вспомогательные функции.

Комплекс программ eXvision позволяет создавать одноуровневые и многоуровневые иерархические системы распределенного управления и централизованного контроля, соответствующие структуре технологического объекта и характеру управления им с возможностью дублирования и резервирования (с автоматической синхронизацией БД конфигурации системы как в режиме РВ, так и на базе отложенной синхронизации, построенной на использовании log-a "транзакций").

Механизм каскадного открытия мнемосхем позволяет создавать многомониторные и многомашинные операторские станции, обеспечивающие возможность отображения больших мнемосхем (разбитых на не-

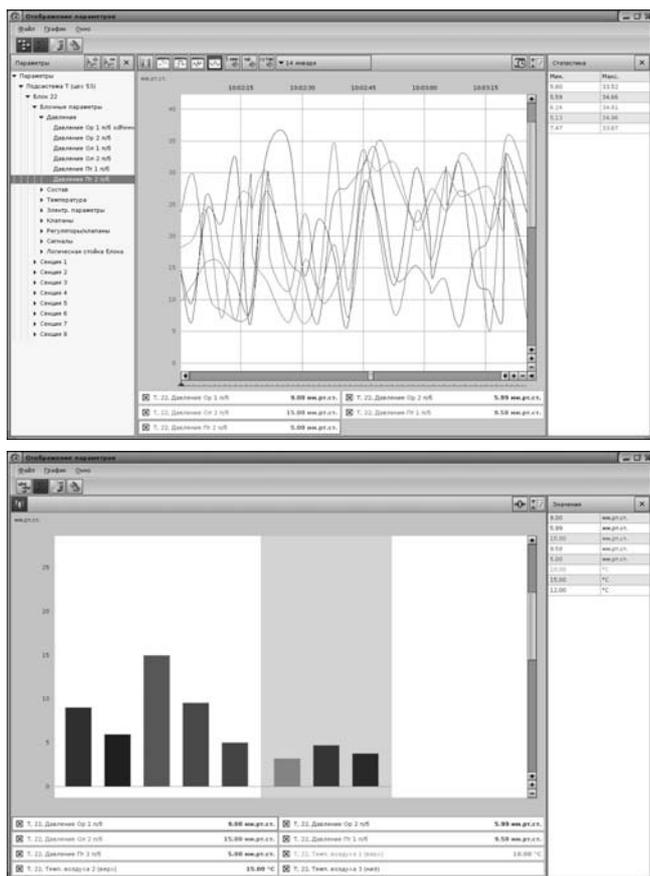


Рис. 2. Модуль отображения графиков и трендов

сколько ЭВМ) нажатием одной кнопки на экране (может использоваться для отображения мнемосхем длинных трубопроводов). Большое внимание уделено механизмам создания командных меню, удобных для оператора, обеспечивающих вывод на них динамической информации, а также позволяющих гибко регулировать режим подтверждения отправки команд.

Комплекс программ eXvision не имеет программных ограничений по объему обрабатываемой информации (ограничения накладываются только применяемыми техническими средствами и возможностями ОС), функционирует под управлением ОС РВ QNX вер. 6.4.x и выше на ЭВМ архитектуры x86 с использованием СУБД Empress версии 8.62.

Программное обеспечение eXvision создавалось с учетом оптимизации скорости обработки информации, минимизации загрузки вычислительной сети, а также

предоставления возможности создания распределенных вычислительных комплексов АСУТП (информационных кластеров), обеспечивающих перераспределение вычислительных ресурсов в информационно емких системах. Реализованные решения и алгоритмы позволяют наращивать или, наоборот, ограничивать (снижать вычислительную нагрузку) функциональность АСУТП. Обладая открытыми протоколами и набором средств доступа как к оперативным, так и накопленным данным комплекс программ eXvision позволяет создать практически неограниченное число модулей с требуемой (специфической) функциональностью, а использование в информационном обмене протокола TCP/IP обеспечивает возможность передачи данных в смежные АСУТП или АСУ верхнего уровня, базирующиеся на различных ОС.

ПО eXvision способно обеспечить информационную безопасность создаваемых систем автоматизации. Применены алгоритмы хеширования паролей, реализованы механизмы конфигурирования парольной защиты (задание минимальной длины пароля, уровня его сложности, создание групп пользователей с соответствующим набором возможностей работы с системой, назначение каждому пользователю срока действия пароля).

Примером успешного внедрения комплекса программ eXvision является верхний уровень подсистемы "Контроль, управление и аварийная защита основного технологического оборудования цеха разделительного производства" системы АКСУ-3 ОАО "Уральский электрохимический комбинат". Кроме того, в настоящее время на основе данного способа и с использованием уже существующих модулей ведется разработка ряда систем управления технологическими участками химико-металлургического и теплоэнергетического цехов этого же предприятия. Большая часть разработанных модулей перешла в разряд "готовых к использованию" (базовых). При проектировании каждой новой системы определяется состав требуемых модулей и принимается решение о разработке новых (отсутствующих) модулей и доработке, при необходимости, существующих. Микромодульная структура, построенная с использованием унифицированных решений на базе информационной связи по протоколу TCP/IP, обеспечила хорошие показатели по разработке, сопровождению и развитию систем управления, а также позволила оптимизировать загрузку всех ЭВМ систем управления.

*Усынин Сергей Николаевич — инженер-программист отдела главного прибориста ОАО "Уральский электрохимический комбинат".*

*Контактные телефоны: (34370) 5-61-12, 5-70-42.*

#### Оформить подписку на журнал "Автоматизация в промышленности" вы можете:

- в России — в любом почтовом отделении по каталогу "Газеты. Журналы" агентства "Роспечать" (подписной индекс **81874**) или по каталогу "Пресса России" (подписной индекс **39206**).
- в странах СНГ и дальнего зарубежья — через редакцию ([www.avtprom.ru](http://www.avtprom.ru)).

**Все желающие**, вне зависимости от места расположения, могут оформить подписку, начиная с любого номера, прислав заявку в редакцию или заполнив анкету на сайте [www.avtprom.ru](http://www.avtprom.ru)  
В редакции также имеются экземпляры журналов за прошлые годы.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИЯ ТП НА БАЗЕ INTERNET-ПРОГРАММИРОВАНИЯ: ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ В ОАО "ГАЗ-СЕРВИС"

А.Р. Юнусов (ООО "УфаСистемаГаз")

*Всегда ли нужно использовать SCADA-пакеты при выполнении АСУТП проектов? В ОАО "Газ-Сервис" (республика Башкортостан) внедрены в эксплуатацию телематические системы для дистанционного мониторинга и управления газовым оборудованием, в которых функции SCADA-системы реализованы с помощью Internet-программирования. При этом обеспечивается неограниченное число точек доступа к системам, а также экономятся средства за счет отсутствия необходимости приобретать дорогие лицензии на SCADA-пакеты и платить за каждое рабочее место оператора/диспетчера.*

*Ключевые слова: SCADA, Internet, АСУТП, телемеханическая система, безопасность данных, сервер.*

Классический подход к автоматизации производства основывается на применении готового SCADA-продукта, ПЛК и устройств связи с объектом. При этом SCADA-система выполняют стандартные функции:

- организация обмена данными с устройствами связи с объектом;
- ведение БД РВ с технологической информацией;
- обработка и отображение информации на экране монитора в понятной для человека форме;
- реализация алгоритмов контроля и управления ТП;
- аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями;
- подготовка и генерирование отчетов о ходе ТП.

Указанный подход позволяет в полном объеме решать задачи автоматизации или телемеханизации различных ТП, однако он обладает рядом недостатков.

Во-первых, высокая стоимость самого SCADA-продукта делает автоматизацию и телемеханизацию достаточно дорогим мероприятием. Обычно стоимость SCADA-продукта зависит от числа измеряемых/управляемых параметров ТП, а также от числа АРМ операторов/диспетчеров. Это является сдерживающим фактором автоматизации масштабных и/или "дешевых" ТП с низкой окупаемостью проектов АСУТП (например, в сфере ЖКХ).

Во-вторых, система автоматизации производства, построенная на SCADA-продукте, обладает закрытостью для дальнейшего самостоятельного наращивания. Невозможно расширить функции такой системы силами собственных технических специалистов. При модернизации и усовершенствовании системы автоматизации необходимо обращаться к разработчику SCADA-продукта на коммерческой основе.

В-третьих, имеется несовместимость SCADA-продуктов между собой по причине закрытости протоколов их взаимодействия, что затрудняет использование нескольких SCADA-продуктов в одном проекте АСУТП. Решение данной проблемы также требует дополнительных затрат.

В итоге выполнение автоматизации или телемеханизации производственного процесса с использованием SCADA-продукта оказывается дорогостоящим проектом для потребителя. Принимая во внимание, что обычно потенциальный заказчик имеет ограниченную сумму, выделяемую на АСУТП проекты, то возникает проблема выбора — автоматизировать один ТП на базе

типового SCADA-пакета или реализовать большее число АСУТП проектов без использования SCADA-продукта на основе недорогих технических решений.

В ОАО "Газ-Сервис" введены в эксплуатацию две автоматизированные системы дистанционного мониторинга оборудования газораспределительной сети, в которых функции SCADA-системы реализованы с помощью Internet-программирования. Следует отметить, что ОАО "Газ-Сервис" представляет собой газораспределительную организацию республики Башкортостан, насчитывающую в своем газовом хозяйстве 39314 км газопроводов; 6863 блочных и шкафных газорегуляторных пунктов; 7079 электрозащитных установок. В каждом городе республики Башкортостан имеется филиал ОАО "Газ-Сервис", обеспечивающий потребителей газом (городское газовое хозяйство — Горгаз). Одной из актуальных задач для ОАО "Газ-Сервис" является дистанционный мониторинг газораспределительной сети, а также телеуправление газовым оборудованием.

Первым проектом по телемеханизации газового оборудования в ОАО "Газ-Сервис" стало создание телемеханической системы контроля и управления станциями катодной защиты (СКЗ), использующимся для электрохимической защиты от коррозии подземных газопроводов. Передача информации в системе осуществляется в следующей последовательности: на СКЗ имеется цифровой порт, по которому данные о параметрах передаются на контроллер телеуправления. В контроллере реализован стек TCP/IP сервиса GPRS сотовой связи GSM, где полученная информация преобразуется TCP/IP-пакеты. Далее, сформированные с помощью контроллеров телеуправления TCP/IP-пакеты с данными передают по IP-адресу на сервер телемеханики, выполненный на Internet-сервере со статическим IP-адресом. Сервер телемеханики состоит из двух модулей: подпрограммы приема-передачи данных (в виде службы, запускаемой ОС) и подпрограммы визуализации, обработки и хранения данных, реализованной средствами Internet-программирования (Web-интерфейс). На сервере телемеханики осуществляется обработка и отображение всей информации, собранной с СКЗ, а также в обратном направлении подаются управляющие команды на изменение режимов работы станции.

Указанный вариант построения телемеханической системы контроля и управления СКЗ обеспечивает

*Интернет - пункт приема,  
обмена и сбыта информации...*  
Журнал "Автоматизация в промышленности"

неограниченное число точек доступа к информации на основе классификации по именам пользователей (login) и паролям (password), и тем самым реализует разграничения прав пользователей.

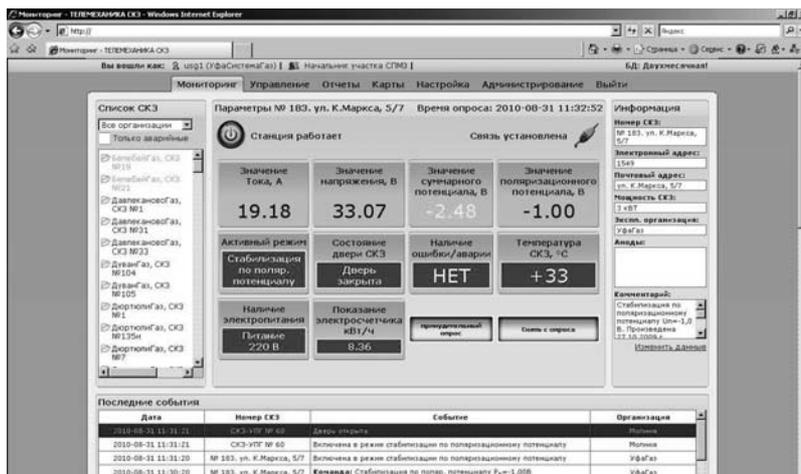


Рис. 1. Мониторинг СКЗ в режиме РВ

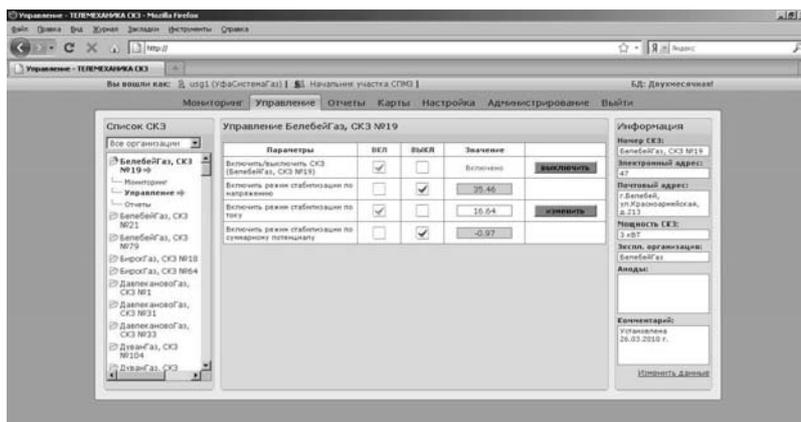


Рис. 2. Дистанционное управление СКЗ

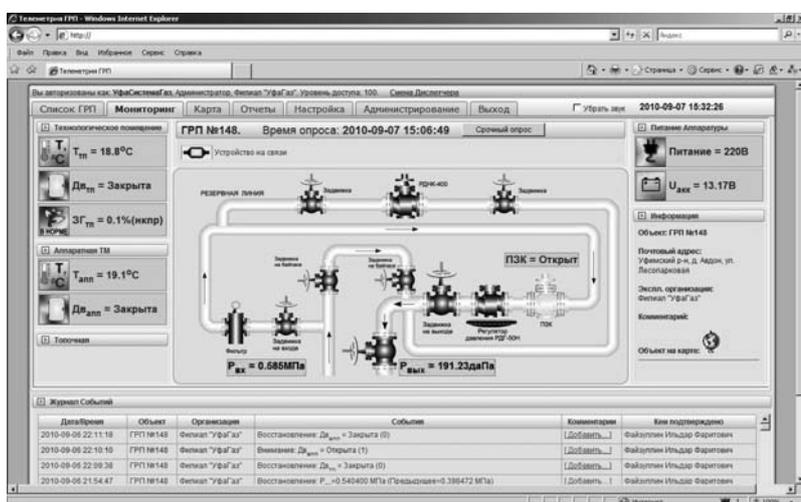


Рис. 3. Телеметрическая система контроля ГРП

Страничная форма "Мониторинг" отображает оперативную информацию по станциям катодной защиты (рис. 1).

Данная экранная форма представляет всю необходимую информацию о режиме работы и параметрах СКЗ: значения тока, напряжения, суммарного и поляризованного потенциалов, состояние двери и т.д. Это те параметры, которые сотрудники службы электрохимической защиты должны постоянно контролировать через каждые две недели при "пешем обходе". Кроме этого, имеется возможность просмотра и анализа параметров СКЗ за любой промежуток времени в табличном или графическом виде. Также система телемеханики СКЗ позволяет инженеру электрохимзащиты дистанционно управлять работой станции (рис. 2).

Телемеханическая система контроля и управления СКЗ имеет патент № 101545, выданный Федеральной службой "Роспатент". Также на программную составляющую телемеханической системы контроля и управления СКЗ выдано свидетельство № 2009613964 о государственной регистрации программы для ЭВМ. Система построена на базе программно-технического комплекса "Молния-100", внесенного в Госреестр средств измерений под № 27756-04.

Вторым проектом по телемеханизации газового оборудования в ОАО "Газ-Сервис" является телеметрическая система контроля газорегуляторных пунктов (ГРП). Принцип построения этой системы аналогичен рассмотренной выше. Экранная форма мониторинга ГРП (рис. 3) представляет оперативную информацию о давлении газа на входе/выходе ГРП, а также технологическую информацию: температуру и загазованность в помещениях, наличие основного и резервного электропитания, состояние дверей (охранная функция).

Доступ к информации осуществляется по результатам авторизации в системе (по логину и паролю) на всех уровнях диспетчерской иерархии: от районного уровня (зоны обслуживания филиалов) до республиканского уровня (центральный аппарат ОАО "Газ-Сервис"). Просмотр информации возможен с помощью любого Internet-браузера (например, Internet Explorer) с любого ПК или мобильного телефона.

В телеметрической системе контроля ГРП имеется возможность просмотра и анализа всех параметров за требуемый промежуток времени в табличном или графическом виде (рис. 4).

В ОАО "Газ-Сервис" создан единый централизованный сервер, на котором функционируют телемеханические системы контроля и управления СКЗ и контроля ГПП. Отличительной особенностью данного подхода к телемеханизации является построение открытых систем без использования SCADA-пакетов. При этом экономятся средства, выделенные на телемеханизацию, за счет отсутствия необходимости приобретать дорогие лицензии на SCADA-пакеты и платить за каждое рабочее место. В используемом подходе функции SCADA-системы реализованы с помощью Internet-программирования.

Особое внимание заслуживает вопрос безопасности и защиты информации в системах, построенных по вышеуказанному принципу. Следует заметить, что Internet уже давно используется для передачи важной информации в таких системах, например, как "Клиент-Банк", многочисленные платежные Internet-системы, охранные системы на основе GSM/GPRS. Для обеспечения необходимой степени безопасности в Internet-системах телемеханики целесообразно применять шифрование данных, а также ограничивать уровень доступа пользователей к системам. Для этого возможно использования не менее трех способов защиты информации:

- ранжирование уровня доступа пользователей по логину и паролю;
- применение средств аутентификации пользователя по электронным ключам и защищенным каналам (программы типа HASP, VPN-соединения и др.);
- ограничение множества IP-адресов и доменов, с которых можно получать доступ к Internet-системам телемеханики.

*Юнусов Андрей Рифович — канд. тех. наук, директор ООО "УфаСистемаГаз", заместитель главного конструктора ФГУП УНПП "Молния".*

*Контактный телефон/факс (347) 293-00-75. E-mail: usg@mail.rb.ru*

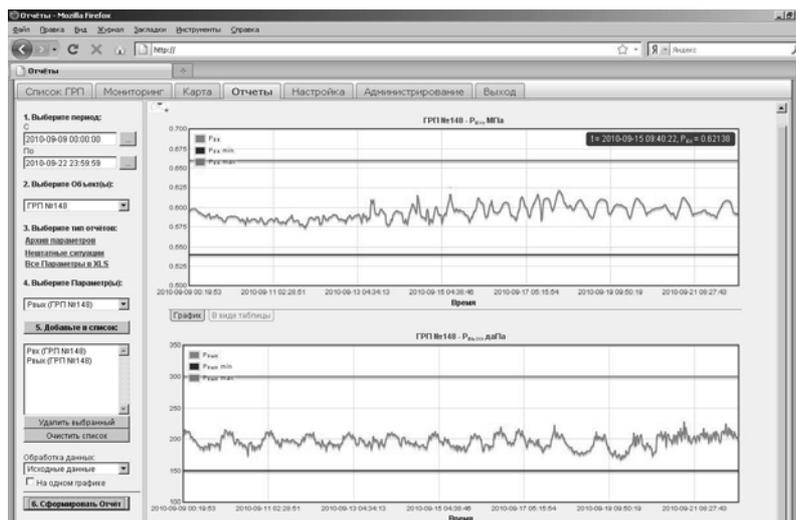


Рис. 4. Отчеты о параметрах ГПП

Приемы защиты информации, использованные в разработанных Internet-системах телемеханики, в данной статье не рассматриваются по соображениям безопасности.

Следует отметить, что современные SCADA-продукты обычно имеют в своем составе модуль WebSCADA — средство, позволяющее осуществлять контроль и управление SCADA-системой через Internet-браузер, выступающий в этом случае в роли "тонкого клиента". Однако принципиальное отличие предложенного подхода к выполнению проектов по автоматизации и телемеханизации от применения WebSCADA заключается в том, что WebSCADA не является самодостаточной программой автоматизации/телемеханизации, а представляет собой мост между SCADA-системой и пользователем. При этом требуется сначала приобрести SCADA-пакет со всеми вытекающими отсюда недостатками: дороговизной, закрытостью и несовместимостью.

### Ультратонкие профессиональные полиэкраны из ЖК-панелей Planar Matrix стали тоньше на 20%

Компания "ДЕЛАЙТ 2000", официальный партнер американской компании Planar Systems в России и странах СНГ, объявляет о новом достижении мирового производителя полиэкранных систем. Ультратонкий полиэкранный ЖК-панель промышленного назначения Planar Matrix стал на 20% тоньше по сравнению с предыдущим решением. Полиэкранный глубиной 9,2 см в настенном исполнении — это безусловный рекорд в области разработки большеэкранных систем отображения информации на базе ЖК-панелей.

Уникальное профессиональное решение Planar Matrix — это абсолютно новая концепция полиэкрана промышленного назначения на базе плоских ЖК-панелей. Семейство ультратонких решений Planar на базе ЖК-технологий включает две модели — Planar Matrix MX и Planar Matrix LX. Модели отличаются функциональными возможностями, при этом сохранены все ключевые преимущества решения.

Полиэкранный вариант Planar Matrix MX предназначен для использования в критически важных областях и в местах повышенной проходимости: ситуационные центры; небольшие диспетчерские пункты; центры видеонаблюдения и безопасности; общественные помещения с высокой проходимостью людей (транспортные терминалы, торговые центры, места культуры, досуга и отдыха).

Полиэкранный вариант Planar Matrix LX предназначен для создания систем отображения информации в общественных помещениях и корпоративном секторе: общественные помещения (аэропорты, вокзалы, музеи, торговые развлекательные центры); корпоративный сектор (залы совещаний, VIP-переговорные, кабинеты руководителей, студии видеоконференц-связи, входные зоны и лобби в бизнес-центрах, корпоративные ситуационные центры).

[Http://www.delight2000.com](http://www.delight2000.com)

## АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ УТЕЧЕК СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ РАЗРЫВАХ В НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

К.Е. Хренов, А.А. Потемин, М.В. Богомолов, А.А. Пронин,  
В.М. Зарудин, С.И.Сапожников (МГУП "Мосводоканал")

Представлен алгоритм определения разрывов напорных трубопроводов, основанный на одновременном контроле расходов на двух и более работающих трубопроводах и анализе разницы изменений расходов на поврежденном (увеличение расхода) и неповрежденном (уменьшение расхода) трубопроводах. Алгоритм реализован на 14 канализационных насосных станциях с высоковольтным оборудованием (Москва).

Ключевые слова: канализационная насосная станция, напорный трубопровод, разрыв, расход, давление, автоматизированная система.

Канализационная система города Москвы представляет собой сложную систему инженерных сооружений, в состав которой входят канализационные сети, насосные станции и очистные сооружения. Ее надежная и эффективная работа является одной из важнейших составляющих санитарного и экологического благополучия города. Неотъемлемой частью системы водоотведения города являются напорные трубо-

проводы. К настоящему времени в городе находится более 600 км напорных канализационных сетей, из которых более 50% – трубопроводы диаметром 1000...1400 мм, перекачивающие до 80% сточных вод, поступающих на очистные сооружения.

Длительная эксплуатация зачастую приводит к нарушению целостности напорных трубопроводов, что в свою очередь сопровождается изливом сточных вод на поверхность, затоплением прилегающих территорий, возможностью нанесения ущерба государственной и частной собственности. В связи с этим актуальной задачей, направленной на снижение экологических и экономических последствий при разрывах напорных трубопроводов насосных станций в процессе перекачки сточных вод, является оперативное обнаружение нарушений целостности (разрывов) напорных трубопроводов.

Анализ информационных материалов показывает, что на действующих в России канализационных насосных станциях не применяются системы обнаружения неисправности напорных трубопроводов, и методы их определения отсутствуют [1]. Между тем, текущий уровень научно-технического прогресса позволяет эффективно решать задачу обнаружения неисправности трубопроводных систем в автоматическом режиме путем применения контрольно-измерительных приборов и алгоритмического обеспечения.

Для сокращения времени обнаружения разрывов напорных трубопроводов насосных станций в производственно-эксплуатационном управлении канализационных сетей (ПЭУКС) контроль утечек сточной жидкости при разрывах в напорных трубопроводах был автоматизирован. Это позволило сменному инженеру в местном диспетчерском пункте (МДП) насосной станции или диспетчеру в центральном диспетчерском пункте (ЦДП), получив аварий-

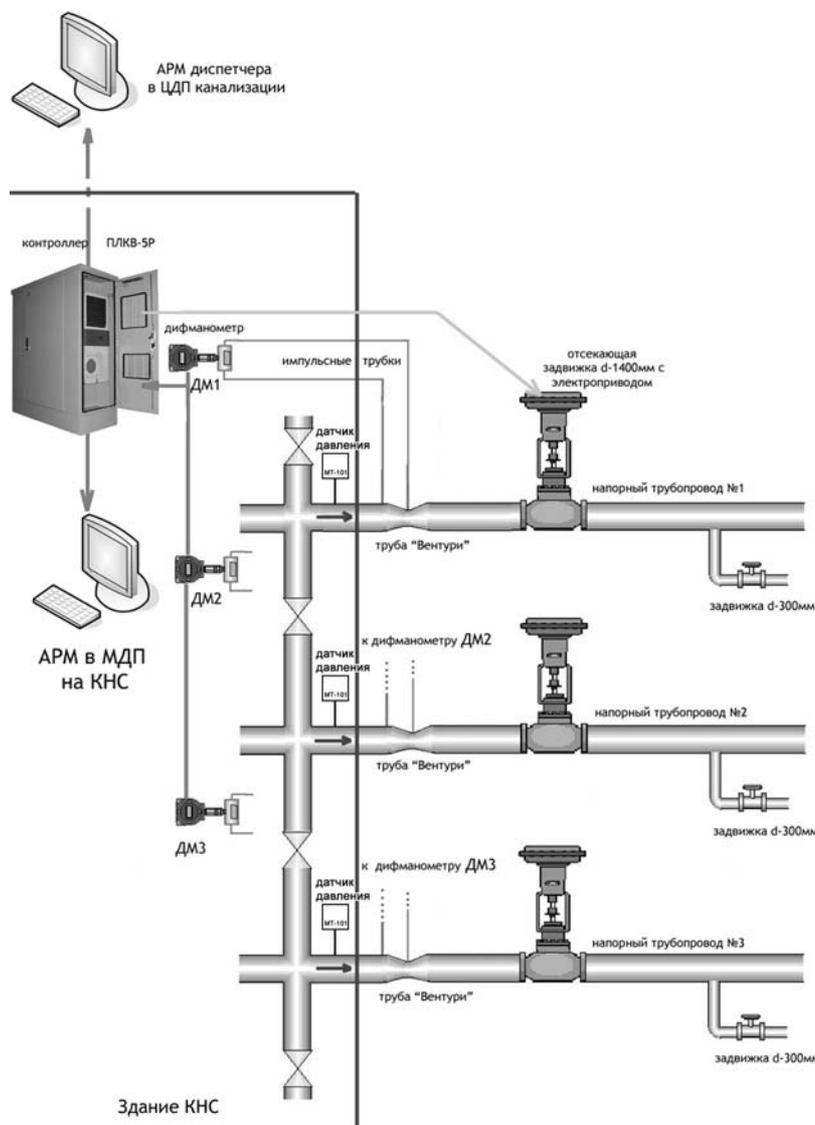


Рис. 1. Схема автоматизированной системы контроля утечки сточной жидкости

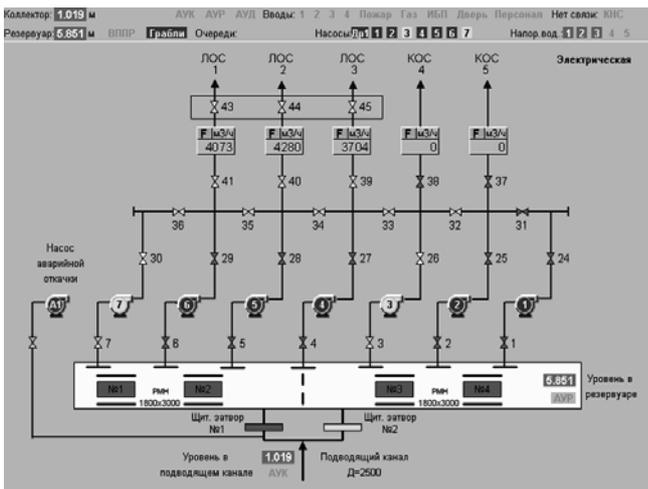


Рис. 2. Мнемоническая схема Люблинской насосной станции

ную информацию, принимать оперативные решения и меры по устранению аварийной ситуации.

Схема автоматизированной системы контроля утечки сточной жидкости при разрывах напорного трубопровода показана на рис. 1. Система рассчитана для применения на двух и более одновременно работающих напорных трубопроводах канализационной насосной станции (КНС) при открытых секционных задвижках между ними.

Алгоритм определения разрывов напорных трубопроводов основан на одновременном контроле расходов на двух и более работающих трубопроводах и анализе разницы изменений расходов на поврежденном (увеличение расхода) и неповрежденных (уменьшение расхода) трубопроводах. Эффективность метода подтверждена экспериментально на работающих трубопроводах в составе автоматизированной системы диспетчерского контроля и управления канализацией (АСДКУК), эксплуатируемой на пред-

Таблица

| Время   | Расх., трубопровод №1 | Степень откр. эмитир. задв. | Экв. пл. откр. задвижки | Экв. диаметр откр. задвижки | Увеличение расхода по трубопр. №1 |         | Расход, трубопровод №2   |        | Уменьшение расхода по трубопр. №2 |                          | Уменьшение расхода по трубопр. №3 |                          |
|---------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---------|--------------------------|--------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
|         | Q, тыс.м куб./час     |                             |                         |                             | Sэк, м <sup>2</sup>               | Dэк, мм | Q, тыс.м <sup>3</sup> /ч | % от Q | Q, тыс.м <sup>3</sup> /час        | Q, тыс.м <sup>3</sup> /ч | % от Q                            | Q, тыс.м <sup>3</sup> /ч |
| 10ч 49м | 4,07                  | 6                           | 0,0049                  | 79                          | 0,19                              | 4,7     | 4,15                     | 3,72   | -0,07                             | -1,7                     | -0,03                             | -0,9                     |
| 10ч 50м | 4,09                  |                             |                         |                             |                                   |         | 4,14                     | 3,74   |                                   |                          |                                   |                          |
| 10ч 51м | 4,17                  |                             |                         |                             |                                   |         | 4,12                     | 3,72   |                                   |                          |                                   |                          |
| 10ч 52м | 4,26                  | 6                           | 0,0049                  | 79                          | 0,19                              | 4,7     | 4,08                     | 3,68   | -0,07                             | -1,7                     | -0,03                             | -0,9                     |
| 10ч 53м | 4,27                  | 6                           | 0,0049                  | 79                          | 0,20                              | 4,9     | 4,08                     | 3,68   | -0,07                             | -1,7                     | -0,03                             | -0,9                     |
| 10ч 54м | 4,26                  | 6                           | 0,0049                  | 79                          | 0,19                              | 4,7     | 4,09                     | 3,68   | -0,07                             | -1,6                     | -0,03                             | -0,9                     |
| 10ч 55м | 4,26                  | 6                           | 0,0049                  | 79                          | 0,19                              | 4,7     | 4,09                     | 3,69   | -0,07                             | -1,6                     | -0,03                             | -0,8                     |
| 10ч 56м | 4,27                  | 6                           | 0,0049                  | 79                          | 0,20                              | 4,9     | 4,10                     | 3,69   | -0,05                             | -1,3                     | -0,02                             | -0,6                     |
| 10ч 57м | 4,27                  | 6                           | 0,0049                  | 79                          | 0,20                              | 4,9     | 4,11                     | 3,69   | -0,04                             | -1,0                     | -0,03                             | -0,8                     |
| 10ч 58м | 4,27                  | 6                           | 0,0049                  | 79                          | 0,20                              | 4,9     | 4,11                     | 3,70   | -0,04                             | -1,0                     | -0,02                             | -0,5                     |
| 10ч 59м | 4,19                  | 6                           | 0,0049                  | 79                          | 0,20                              | 4,9     | 4,12                     | 3,73   | -0,04                             | -1,0                     | -0,02                             | -0,5                     |
| 11ч 00м | 4,07                  |                             |                         |                             |                                   |         | 4,17                     | 3,75   |                                   |                          |                                   |                          |
| 11ч 10м | 4,14                  |                             |                         |                             |                                   |         | 4,24                     | 3,77   |                                   |                          |                                   |                          |

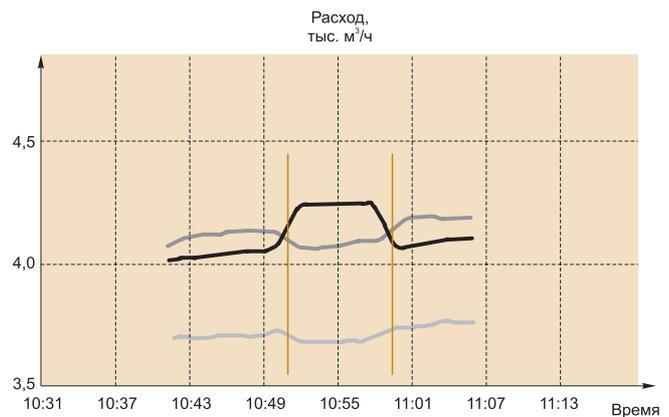


Рис. 3. Графики изменения расхода сточной жидкости по трем напорным водоводам при проведении испытаний

приятию. На данную систему МГУП "Мосводоканал" получен патент РФ № 86274 от 29.05.2009 г. "Устройство для автоматизированного обнаружения разрывов трубопроводов в системе канализации".

Испытания системы проводились на напорных трубопроводах Ду=1400 мм Люблинской насосной станции, мнемоническая схема которой приведена на рис. 2.

Для контроля и формирования аварийного сигнала о разрыве трубопровода использовались эксплуатируемые на напорных трубопроводах приборы контроля расхода – трубы "Вентури" [2]. На расстоянии ~1,8 км от насосной станции, в месте отбора сточной жидкости, в напорном трубопроводе №1 диаметром 1400 мм имеется отводящий трубопровод (рис. 1) с задвижкой Ду = 300 мм, которая для сброса стоков в самотечный канал дискретно открывалась при испытаниях до полного открытия, имитируя разрыв трубопровода №1.

Информация о возможном разрыве напорного трубопровода передавалась в АСДКУК на АРМ сменного инженера в МДП КНС "Люблинская" и в ЦДП

канализации МГУП "Мосводоканал" по волоконно-оптической линии связи.

Результаты испытаний, при открытии задвижки на 6 оборотов приведены на графиках изменения расхода сточной жидкости (рис. 3).

Вертикальными красными линиями показан участок контроля имитации разрыва напорного трубопровода при открытии на 6 оборотов вала подъема задвижки. Значения изменения расхода сточной жидкости по трем напорным трубопроводам КНС Люблинская при имитации разрыва (при 6 оборотах вала подъема задвижки) приведены в таблице.

Экспериментальные данные испытаний подтверждают, что при имитации разрыва на водоводе №1 и повышении на нем расхода на водоводах №2 и №3 расход сточной жидкости снижался. Это подтверждает работу описанного алгоритма для оценки и формирования аварийного сигнала о возможном разрыве напорного трубопровода. Переходные процессы, возникающие при открытии и закрытии задвижки, в алгоритме обнаружения разрыва напорного трубопровода программно исключаются.

Для дополнительного подтверждения разрыва напорного трубопровода введен контроль давления в начале каждого трубопровода, так как при разрыве конкретного напорного трубопровода давление в нем уменьшается, что также подтверждает нарушение его целостности.

Система автоматизированного обнаружения разрыва напорных трубопроводов КНС, базирующаяся на изменениях расхода и давления, установлена на 14 насосных станциях с высоковольтным оборудованием.

*Хренов Константин Евгеньевич — первый заместитель генерального директора, Потемин Андрей Александрович — начальник управления АСУТП,*

*Богомолов Михаил Валерьевич — начальник ПЭУКС,*

*Пронин Алексей Александрович — заместитель главного инженера ПЭУКС,*

*Зарудин Валерий Михайлович — начальник отдела АИТ ПЭУКС,*

*Сапожников Станислав Игоревич — главный специалист управления АСУТП (МГУП "Мосводоканал").*

*Контактные телефоны: (499) 263-91-59, 261-07-56. E-mail: potemin\_aa@mosvodokanal.ru*

Минимальное значение расхода сточной жидкости для различных водоводов, необходимое для формирования аварийного сигнала "Возможен разрыв трубопровода", полученное с достаточной повторяемостью при испытаниях, составляет 200 м<sup>3</sup>/ч.

Для обнаружения меньших утечек целесообразно использование на напорных трубопроводах канализации электромагнитных расходомеров, обладающих точностью измерений 0,2...0,5%.

### Выводы

1. Для формирования аварийного сигнала о возможном разрыве в напорном трубопроводе КНС в автоматизированных системах могут быть использованы данные разницы изменений расхода сточной жидкости на поврежденном (увеличение расхода) и не поврежденном (уменьшение расхода) трубопроводах.

2. Минимальное значение изменения расхода (для расходомеров — труба "Вентури") сточной жидкости при формировании аварийного сигнала составляет 200 м<sup>3</sup>/ч.

3. Для обнаружения меньших утечек целесообразно использование на напорных трубопроводах канализации электромагнитных расходомеров, обладающих точностью измерений 0,2...0,5%.

### Список литературы

1. Золотухин Е., Михальцов Э., Старшинов А. и др. Модернизация АСУТП магистральных нефтепроводов // Современные технологии автоматизации. 1997. №4.
2. Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами. РД 50-213-80 // Москва. Издательство стандартов. 1982.

### Новая платформа шкафов с 19-дюймовым алюминиевым каркасом

Для контрольно-измерительного оборудования в лабораториях, а также для аудио- и видеотехники компания Schroff разработала новую платформу шкафов Novastar. Шкаф с алюминиевым каркасом и скрытыми внутри элементами облицовки отлично выглядит даже без фальшпанелей, декоративных рам или дверей. Благодаря внутренним элементам облицовки шкаф высотой до 47 U и компактной шириной всего 553 мм подходит для установки 19-дюймового оборудования. Перфорация передних и задних стоек по 19-дюймовому стандарту предназначена для крепления 19-дюймовых компонентов, например, измерительных приборов, усилителей, эквалайзеров и др. При этом модули устанавливаются заподлицо с каркасом шкафа. Для прямого доступа к компонентам и удобства обслуживания переднюю дверь можно не устанавливать. При необходимости возможна поставка подходящей стальной или полностью стеклянной двери. Инновационная концепция шарниров обеспечивает угол открытия двери 180°. Кроме того, снятие двери или установка ее с другой стороны возможны без использования инструментов.

Разборный каркас шкафа Novastar состоит из литой рамы и алюминиевых профилей, которые обеспечивают высокую устойчивость, несмотря на легкую конструкцию шкафа. Шкаф имеет степень защиты IP 40 и выдерживает статическую нагрузку до 400 кг (испытания по стандарту IEC 61 587-1). Боковой паз в каркасе можно использовать для крепления консольных систем с монитором или другими принадлежностями. Стационарные или выдвижные полки, направляющие рельсы и другие принадлежности обеспечивают удобную установку оборудования. Новые быстроразъемные фиксаторы боковых стенок сконструированы так, что при небольших размерах шкафа могут использоваться как ручки для переноски. Благодаря роликам со встроенными регулируемым по высоте ножками шкаф идеально подходит для мобильного применения в лабораториях.

При необходимости Novastar можно укомплектовать различными вентиляционными решениями, например приподнятой крышей с вентиляторным блоком.

[Http://www.schroff.ru](http://www.schroff.ru)

## АППАРАТУРА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ КЛАПАНОВ ТУРБИНЫ НА ОСНОВЕ СРЕДСТВ КОМПЛЕКСА ПАССАТ

Д.В. Мякишев, Ю.А. Тархов, К.А. Столяров,  
Н.Н. Учайкин (ООО НПП "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ"),  
А.П. Южаков, В.П. Матафонов, В.М. Рябкин (Белоярская АЭС)

*Рассматривается один из последних проектов, реализованных предприятием "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ", - аппаратура автоматического регулирования клапанов турбины, созданная в тесном содружестве со специалистами Белоярской АЭС, где она в настоящее время эксплуатируется на энергоблоке № 3.*

*Ключевые слова: автоматическое регулирование, электронный модуль, мезонин, одноплатный компьютер, проектно-компонуемое изделие.*

Аппаратура автоматического регулирования, представленная в настоящей статье, предназначена для управления клапанами турбины энергоблока № 3 Белоярской АЭС. Цель ее создания — замена физически и морально устаревших средств автоматизации, которые использовались на энергоблоке ранее. В рамках данного проекта специалистами предприятия был разработан, испытан и изготовлен новый электронный блок [1] — блок автоматического регулирования (БАР).

Данный блок — результат синтеза модуля центрального процессора (МЦП) и модуля функционального (МФ) из состава комплекса ПАССАТ [2], производимых предприятием "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ" на протяжении ряда лет [3 — 6]. Целью синтеза являлось получение самодостаточного устройства для автоматического управления отдельной единицей технологического оборудования, такой как клапан, задвижка, насос и т.п.

БАР предназначен для регулирования давления, расхода, разряжения, уровня, температуры, мощности, концентрации веществ, скорости перемещения или вращения и других параметров, которые могут быть преобразованы в напряжение, ток, сопротивление, частоту либо передаваться в цифровом коде по интерфейсу RS-485/232.

Отличительной особенностью БАР от аналогичных изделий является возможность его проектной компоновки, "тонкой настройки" под конкретный объект автоматизации. Внешний вид БАР приведен на рис. 1. Конструктивно блок соответствует ГОСТ 28601.3-90 (МЭК-297-3). Ширина блока — 6НР, высота — 8U (352 x 307 x 30 мм). БАР со встроенным блоком питания устанавливается в крейт по направляющим. Подключение сигнальных цепей, соединяющих блок с объектом регулирования, осуществляется с помощью кабелей и устройства коммутирующего. Возможна установка блока в отдельный корпус (кожух).

На передней панели БАР расположены элементы ручного управления (кнопки), элементы индикации (светодиоды) и гнезда для подключения интерфейсов. Входные/выходные сигналы БАР, а также электропитание подаются на соединители (разъемы), установленные с задней стороны БАР.

БАР является функционально законченным проектно-компонуемым изделием, в состав которого входят: модуль базовый регулятора, мезонины аналогового ввода/вывода и дискретного (цифрового) ввода/вывода, мезонины интерфейсные из состава комплекса ПАССАТ, ПО. Упрощенная структурно-функциональная схема БАР приведена на рис. 2.

В каждом конкретном применении состав мезонинов блока зависит от принимаемых и выдаваемых блоком сигналов, определяемых проектом системы авторегулирования. Всего на модуль базовый регулятора (МБР) может быть установлено до 21-го мезонина различного типа. Каждый мезонин обеспечивает прием или выдачу от одного до трех сигналов. Устройство управления мезонинами реализовано на программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС) Spartan 3, которая конфигурируется с помощью специального файла "прошивки". Таким образом, обеспечивается проектная компоновка БАР, организация работы с той номенклатурой входных/выходных сигналов, которые предусмотрены проектом.

Другим проектно-ориентированным компонентом БАР является его ПО, устанавливаемое на одноплатный компьютер ETX-LX, входящий в состав модуля базового регулятора (МБР). Калибровочные коэффициенты измерительных каналов БАР и другие параметры хранятся в энергонезависимом запоминающем устройстве (ЭНЗУ), также устанавливаемом на МБР. При применении БАР в упомянутой системе автоматического регулирования клапанов турбины ПАССАТ АРКТ были скомпонованы и изготовлены три варианта БАР: БАР-0, БАР-1 и БАР-2. Для примера в таблице приведен состав мезонинов БАР-1 и их функциональное назначение.

Функционирование БАР выполняется по классическому алгоритму авторегулирования, задачей которого является поддержание состояния объекта управления в соответствии с установленными параметрами задающего устройства (задатчика). Состояние объекта управления оценивается при помощи датчика. На основе данных датчика и задатчика производится вычисление сигнала рассо-



Рис. 1

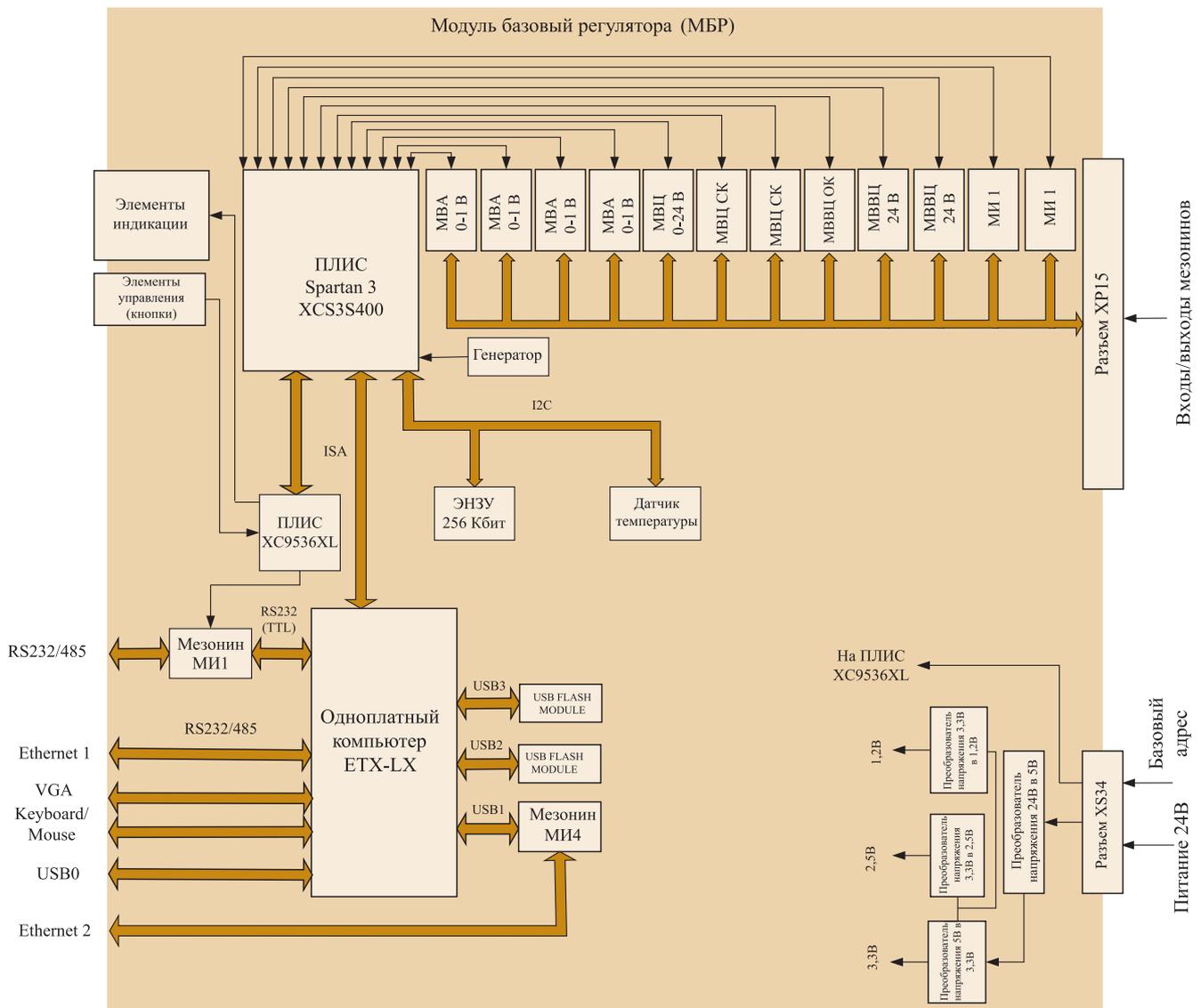


Рис. 2

гласования, который затем используется в формировании сигналов управления.

Программное обеспечение БАР реализовано на основе POSIX-совместимой ОС на языке C++ и выполняет следующие функции:

- прием и обработку сигналов от датчика, задатчика, датчика положения регулирующего органа исполнительного механизма;
- прием управляющих сигналов и команд;
- авторегулирование по пропорциональному (П), интегральному (И), дифференциальному (Д) законам или их сочетанию в соответствии с проектом;
- выдачу команд управления на исполнительный механизм и сигналов технологической сигнализации;
- диагностику технических и программных средств;
- обмен информацией по цифровым каналам связи;
- архивирование информации о состоянии объекта управления и режиме работы БАР.

Для проведения технической диагностики, калибровки (градуировки) измерительных каналов БАР, а

также ввода параметров авторегулирования и корректировки алгоритмов в условиях эксплуатирующей организации разработан специальный мобильный стенд настройки и диагностики блоков автоматического регулирования, который по желанию заказчика может поставляться вместе с системой на базе БАР.

На энергоблоке №3 Белоярской АЭС БАР установлены в шкаф из состава комплекса ПАССАТ, в который также установлены коммутирующее устройство и подсистема электропитания (рис. 3). В совокупности шкаф и вышеуказанные средства обеспечивают "жизнедеятельность" блоков автоматического регулирования в части защиты от внешних воздействующих факторов, бесперебойного электропитания, коммутации необходимых сигналов, взаимодействия по цифровым каналам связи.

На прошедшем в 2010 г. X Международном салоне инноваций и инвестиций (Москва) проект предприятия "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ" "Разработка блока автоматического регулирования" был удостоен серебряной медали.

Таблица

| №  | Тип мезонина                   | Тип сигнала                           | Функциональное назначение сигнала  |
|----|--------------------------------|---------------------------------------|--|
| 1  | Мезонин вывода цифровой (МВВЦ) | Дискретный вывод 24 В                 | 1-й канал: запитка сигнала "БОЛЬШЕ"<br>2-й канал: запитка сигнала "МЕНЬШЕ"                                       |
| 2  | Мезонин ввода цифровой (МВЦ)   | Дискретный ввод "сухой контакт"       | 1-й канал: включенное состояние – автоматическое управление;<br>выключенное состояние – дистанционное управление |
| 3  | Мезонин ввода аналоговый (МВА) | Аналоговый ввод 0...1 В               | Указатель положения регулирующего органа клапана   |
| 4  | МВА                            | Аналоговый ввод 0...1 В               | Задатчик   |
| 5  | МВА                            | Аналоговый ввод 0...1 В               | Датчик   |
| 6  | Мезонин интерфейсный (МИ 1)    | Интерфейс RS-485                      | Связь с блоком БАР-0   |
| 7  | МИ 1                           | Интерфейс RS-485                      | Связь с резервным блоком БАР-1   |
| 8  | МВВЦ                           | Дискретный вывод 24 В                 | 1-й канал: запитка сигнала "НЕИСПРАВНОСТЬ"   |
| 9  | МВВЦ                           | Дискретный вывод "открытый коллектор" | 1-й канал: включение сигнала "БОЛЬШЕ"<br>2-й канал: включение сигнала "МЕНЬШЕ"                                   |
| 10 | МВЦ                            | Дискретный ввод 24 В                  | 1-й канал – контроль сигнала "БОЛЬШЕ"<br>2-й канал – контроль сигнала "МЕНЬШЕ"                                   |

Совершенствование БАР осуществляется по нескольким направлениям. В аппаратной части производится переход на новую процессорную платформу nanoETXexpress, что позволит улучшить массогабаритные характеристики и энергопотребление. В программной части рассматривается возможность использования ОС РВ QNX, которая дает возможность применения технологии мгновенной загрузки и восстановления. Системы, построенные на основе БАР, способны решать задачи автоматического управления и мониторинга в самых разных областях промышленности, транспорта, энергетики.

В настоящее время ведутся работы по изготовлению еще двух комплектов аппаратуры автоматического регулирования для нужд Белоярской АЭС.

*Мякишев Дмитрий Владимирович* – канд. техн. наук, доцент, генеральный директор, главный конструктор,  
*Тархов Юрий Андреевич* – зам. главного конструктора по схемотехнике,

*Столяров Константин Алексеевич* – зам. главного конструктора по проектам,

*Учайкин Николай Николаевич* – ведущий специалист-схемотехник ООО НПП "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ".

*Южаков Александр Павлович* – заместитель начальника ЦТАИ Белоярской АЭС,

*Матафонов Владимир Петрович* – мастер ЦТАИ Белоярской АЭС,

*Рябкин Владимир Михайлович* – инженер-электроник ЦТАИ Белоярской АЭС.

Контактные телефоны/факсы: (8412) 44-76-37, 95-75-65, 95-59-98.

E-mail: [office@comp-sys.ru](mailto:office@comp-sys.ru) <http://www.comp-sys.ru>



Рис. 3

### Список литературы

1. *Мякишев Д.В., Тархов Ю.А., Столяров К.А., Учайкин Н.Н. и др.* Блок автоматического регулирования из состава комплекса ПАССАТ // Автоматизация & IT в энергетике. 2010. №11.
2. *Мякишев Д.В., Тархов Ю.А., Столяров К.А.* Комплекс программно-аппаратных средств автоматизации "ПАССАТ"- "конструктор LEGO" для разработчиков систем управления // Автоматизация в промышленности. 2004. №5.
3. *Мякишев Д.В., Тархов Ю.А., Столяров К.А. и др.* Система управления вспомогательным оборудованием химводоочистки Нововоронежской АЭС на основе средств комплекса "ПАССАТ" // Там же. 2005. №10.
4. *Мякишев Д.В., Тархов Ю.А., Столяров К.А., Бидный И.Я. и др.* Система управления и диагностики импульсно-предохранительным устройством компенсатора давления (ИПУ КД) на базе средств комплекса "ПАССАТ" // Там же. 2006. №8.
5. *Матафонов В.П., Мякишев Д.В., Наконечный С.В., Столяров К.А. и др.* Система автоматизации регуляторов питания парогенераторов 3-го энергоблока Белоярской АЭС на основе средств комплекса ПАССАТ // Там же. 2008. №8.
6. *Артемьев А.С., Бабкин Д.Н., Бусырев В.Л., Доронин С.И. и др.* Система автоматического химического контроля энергоблока №3 Ленинградской АЭС // Там же. 2009. №38.

### Компания Техносерв выполнила одно из первых российских внедрений Cisco UCS для ОАО "РЖД"

Компания Техносерв – крупнейший российский системный интегратор, успешно завершила установку оборудования Unified Computing System (UCS) компании Cisco Systems в интересах ОАО "РЖД". Данная инсталляция стала одним из первых внедрений данного продукта в России. Специалисты Техносерв на базе Московского центра обработки данных РЖД успешно провели "пилотное тестиро-

вание" задачи "График исполненного движения", а также еще пять автоматизированных систем линейного уровня, на виртуальных серверах VMware, размещенных на вычислительной платформе UCS компании Cisco Systems, подключенных к корпоративным сетям хранения и передачи данных заказчика. Работа по инсталляции решения, включая поставку оборудования, заняла 12 календарных дней.

<http://www.technoserv.ru>

## Пивоварня Veltins и компания B&R "встряхнули" пивной рынок

Компания B&R Industrial Automation

*Пивоварня C. & A. Veltins и компания B&R совместно создали стандартное решение для пивоваренной промышленности на базе системы управления производством APROL. Компания Veltins стала первой пивоварней, внедрившей решение от компании B&R без прерывания производственного процесса.*

*Ключевые слова: шкаф управления, контроллер, пивоварня, система ввода/вывода.*

Руководством пивоварни C. & A. Veltins было принято решение о модернизации технологического производства. Для реализации этой задачи можно было выбрать уже существующее предложение по управлению ТП для пивоварни, принадлежащее одному из общепризнанных поставщиков. Однако был выбран гибкий и инновационный подход, предложенный компанией B&R, на основе системы управления производством APROL®. Это модульная масштабируемая система управления непрерывными процессами и производством, объединяющая нижний и верхний уровни автоматизации. Содержит все необходимые компоненты для управления, мониторинга и анализа ТП.

Перед тем, как приступить к работе над проектом, специалисты компании B&R изучили характерные особенности пивоварен, так как предстояло адаптировать систему APROL к нуждам пивоваренной промышленности. Кроме того, пришлось модернизировать бродильные подвалы и подвалы-хранилища компании Veltins, а также близлежащие перерабатывающие установки. В целом, требовалось создать 50 тыс. изображений макрокоманд, более 11 тыс. функциональных схем и почти 2 тыс. изображений уровня ТП. Кроме того, большую часть модернизируемой автоматизированной системы требовалось заменить изделиями компании B&R, а оставшуюся (преобразователи частоты, контроллеры процесса охлаждения и другое оборудование на основе Profibus) — интегрировать в новую систему.

В общей сложности 25 тыс. аппаратных каналов ввода/вывода были заменены на систему ввода/вывода System 2005 производства компании B&R, а у 30 свободностоящих и 50 смонтированных на стене шкафов управления была заменена проводка. При этом они были оборудованы новой техникой, в том числе 13 контроллерами B&R System 2005. Компания Actemium, партнер B&R в области интеграции, была привлечена для оказания поддержки в планировании и реализации проекта, в том числе для создания и установки распределительных шкафов.

Требовалось подготовить подробные спецификации проекта, не препятствуя работе компании Veltins, то есть были предусмотрены лишь небольшие перемены в процессе производства пива, необходимые для выполнения перекоммутации подключений. Для этого проект был разделен на несколько этапов. На участках по производству пива, работающих в течение рабочей недели, в выходные дни, когда производство прекращалось, проводилась замена проводки во всей электронной инфраструктуре, управляемой

контроллерами. Для начала, каналы ввода/вывода были подсоединены по-новому к старым контроллерам, при этом временно продолжали использоваться старые программы автоматизации. В дальнейшем в процесс обновления были вовлечены и все последующие стадии производства для постепенного переноса функциональных возможностей из старых систем в новые контроллеры.

Убедительным доказательством успешного окончания этапа перекоммутации служит следующий факт: во время проведения чемпионата мира по футболу (2006 г.) производство на пивоварне Veltins работало на полную мощность, несмотря на то, что мундиаль состоялся непосредственно на срединной стадии реализации проекта по модернизации. И это несмотря на то, что вследствие взаимосвязанных производственных процессов и ограниченного объема диагностики проект был очень уязвим во время переходного периода.

Система APROL обеспечила пивоварне Veltins возможность автоматизировать множество таких производственных зон в бродильном подвале и подвале-хранилище, которые до этого все еще управлялись вручную. Это позволило пивоварне полностью отказаться от проводимых вручную операций, что еще больше улучшило качество. Существенным плюсом было то, что система APROL базируется на ОС LINUX, которая, будучи общедоступным решением, привносит высокую степень гибкости. Поэтому не составило труда интегрировать в систему через TCP/IP автоматизированные компоненты Profibus с контроллерами S5 и S7 или промышленные ноутбуки, поддерживающие связь с APROL через WLAN.

Мощные ноутбуки обеспечивают операторам обзор всего ТП и возможность выполнять любые необходимые настройки, даже не находясь в новой аппаратной, оборудованной девятью операторскими терминалами и отдельным пультом непрерывного контроля. Система постоянно информирует операторов о всех показателях ТП, поэтому они получают оперативные данные даже о тех событиях, которые происходят далеко от их текущего местонахождения. При этом оператор не просто получает сообщение об ошибке, а имеет возможность незамедлительно выяснить, что вызвало эту ошибку. Например, понять причину закрытия клапана можно без первоначальной проверки программного механизма, что приходилось делать регулярно до модернизации системы.

Система APROL обеспечивает относительно простую интеграцию с программными средствами сторон-

них производителей, например с EPLAN View или CADISON, что упрощает проектирование, поскольку данные, символы и наименования не требуют преобразования, а также увеличивает возможности по обработке больших объемов с меньшими интервалами. Кроме того, специалисты по техническому обслуживанию и ремонту имеют возможность определить, где возникла ошибка и какая запасная деталь требуется, при этом им не нужно, как раньше, проходить весь путь до бродильного подвала и подвала-хранилища. Достаточно вызвать БД CADISON из приложения APROL.

Используя данные, уже имеющиеся в рамках системы APROL и собранные при помощи таких внутренних функций, как Audit Trail (система APROL обслуживает в компании Veltins более 7,5 млн. параметров ТП), на пивоварне имеют под рукой обширную информацию о процессе пивоварения и объеме производства пива. Значительная часть подобной информации была доступна и до перехода на систему APROL, но часто только в виде таблиц Excel или в виде журналов, заполняемых от руки. Извлечение данных для создания таких документов, как отчет о состоянии и движении запасов требовало, по понятным причинам, больших затрат времени. Система APROL обеспечивает возможность автоматизировать многие из подобных задач и без труда группировать и компоновать данные.

Компания Veltins теперь может отследить путь отдельных партий товара обратно до стадии производства и при наличии жалобы со стороны заказчика выяснить, где возникла проблема, и определить, были ли этим затронуты какие-либо другие партии. Система APROL обеспечивает завод гораздо большим объемом информации, при этом имеется быстрый доступ к ней. Это обеспечивает оперативное выявление и исправление ошибок, а также облегчает оптимизацию ТП.

Ремонт и техническое обслуживание значительно упростились, когда компания Veltins воспользовалась преимуществами модернизации и провела реорганизацию таким образом, что теперь оборудование и компоненты автоматизации с общими функциями размещены в виде децентрализованных групп.

Таким образом, на основе системы APROL и компонентов автоматизации производства B&R создано единообразное решение, охватывающее все уровни от управления до производства, с высокой доступностью и способностью к адаптации. Система APROL продвинулась на один заметный шаг вперед и получила признание в качестве идеальной системы для пивоваренной промышленности. В результате компания B&R в настоящее время позиционируется как серьезный конкурент поставщикам традиционных стандартных решений в пивоваренной промышленности.

Контактный телефон: (495) 657-95-01.

<http://www.br-automation.com> <http://www.discover-automation.com>

## Полномасштабная АСУТП Бобруйской ТЭЦ-2 РУП "Могилевэнерго"

Компания Клинкманн

*Кратко представлена структура и функциональность АСУТП, реализованной на Бобруйской ТЭЦ-2 РУП "Могилевэнерго" и предназначенной для контроля и управления ТП котлоагрегата БКЗ-210-140 ст. №1. Проект выполнен на базе ПО Wonderware.*

*Ключевые слова: котлоагрегат, контроллеры, АРМ, АСУТП, информационный портал.*

В состав Бобруйской ТЭЦ-2, филиал РУП "Могилевэнерго", входят семь цехов (топливно-транспортный, котельный, турбинный, электрический, тепловой автоматики и измерений, химический, централизованного ремонта, лаборатория металлов). Установленная электрическая мощность Бобруйской ТЭЦ-2 180 МВт, установленная тепловая мощность — 1318 Гкал/ч.

Программно-технический комплекс АСУТП (ПТК АСУТП) Бобруйской ТЭЦ-2 предназначен для контроля и управления ТП котлоагрегата БКЗ-210-140 ст. №1. Проектные и пусконаладочные работы выполнял ведущий разработчик РУП БЕЛНИПИЭ-НЕРГОПРОМ, зарегистрированный системный интегратор Wonderware с многолетним опытом разработки и внедрений. Строительные и наладочные работы выполнены персоналом РУП "Белэлектромонтажнадка" и ОАО "Белэнергоремнадка".

АСУТП реализована на базе ПО компании Wonderware, ПЛК фирмы OMRON 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. Центральной частью АСУТП является ПТК, кроме него в состав системы входят датчики, исполнительные механизмы, традиционные средства контроля, непрограммируемые средства автоматизации и силовые сборки задвижек типа РТЗО.

Технологический объект

Котел БКЗ-210 ст.№1 изготовлен Барнаульским котельным заводом и рассчитан на следующие параметры: производительность — 210 т/ч перегретого пара; давление в барабане — 156 кгс/см<sup>2</sup>; давление за ГПЗ — 140 атм.; температура перегретого пара — 560 °С.

Котел является водотрубным агрегатом с естественной циркуляцией, имеет П-образную компоновку, работает на природном газе (основное топливо) и на мазуте (резервное топливо). Совместное сжигание

топлива не предусматривается и допускается только при переходе с одного вида топлива на другое. Котел оснащен шестью газомазутными горелками и эксплуатируется непрерывно в регулирующем и базовом режимах с плановыми остановками для профилактического обслуживания и ремонтов.

### Этапы работы

Главной целью создания АСУТП являлось повышение надежности и улучшение технико-экономических показателей работы котла ТЭЦ-2, а также улучшение условий работы оперативного персонала и повышение их квалификации.

Основные задачи, которые предстояло выполнить РУП БЕЛНИПИЭНЕРГОПРОМ:

- разработка технического задания для АСУТП;
- разработка проектной и эксплуатационной документации АСУТП;
- шефмонтаж и наладка ПТК на площадке заказчика;
- комплексная наладка и сдача АСУТП в опытную эксплуатацию;
- пуско-наладка электрооборудования;
- обучение персонала заказчика;
- гарантийное обслуживание ПТК.

Проектирование системы, комплектация оборудования, сборка и тестирование ПТК были проведены в течение 5...6 мес.

ПТК имеет трехуровневую структуру (рис. 1).

1) *Нижний уровень* – уровень контроллеров представляет собой комплекс технических и программ-

ных средств и включает: шкафы управления (рис. 2), где расположены микропроцессорные ПЛК, экран местного управления, устройства питания, сетевые устройства. Контроллеры в части воздействия на ТП обеспечивают функции: сбора и первичной обработки информации; дистанционного управления; технологических защит; технологических блокировок и логического управления; технологической сигнализации; автоматического регулирования. (прием, первичная обработка и передача информации, выполнение вычислительных операций, реализация управляющих команд).

2) *Средний уровень* – уровень управления оборудованием, обработки и хранения информации. На среднем уровне установлено АРМ оператора, которое располагается на ЦТЩ-1 и включает две полностью взаимозаменяемые информационно-управляющие операторские станции №1 и №2. АРМ оператора (рис. 3) обеспечивает получение информации о ходе ТП, состоянии оборудования котла, диагностике оборудования полевого уровня и программно-технических средств. В качестве графического интерфейса использован программный пакет InTouch 10 компании Wonderware.

АРМ инженера ПТК располагается в помещении инженерной станции на ЦТЩ-1 и предназначено для обслуживания ПТК. На нем выполняются такие задачи, как конфигурирование ПТК, доступ к прикладному ПО с целью внесения в него изменений и дополнений, проведение отладки вновь разрабатываемого или измененного прикладного ПО, коррекция уставок технологических защит, блокировок, сигнала-

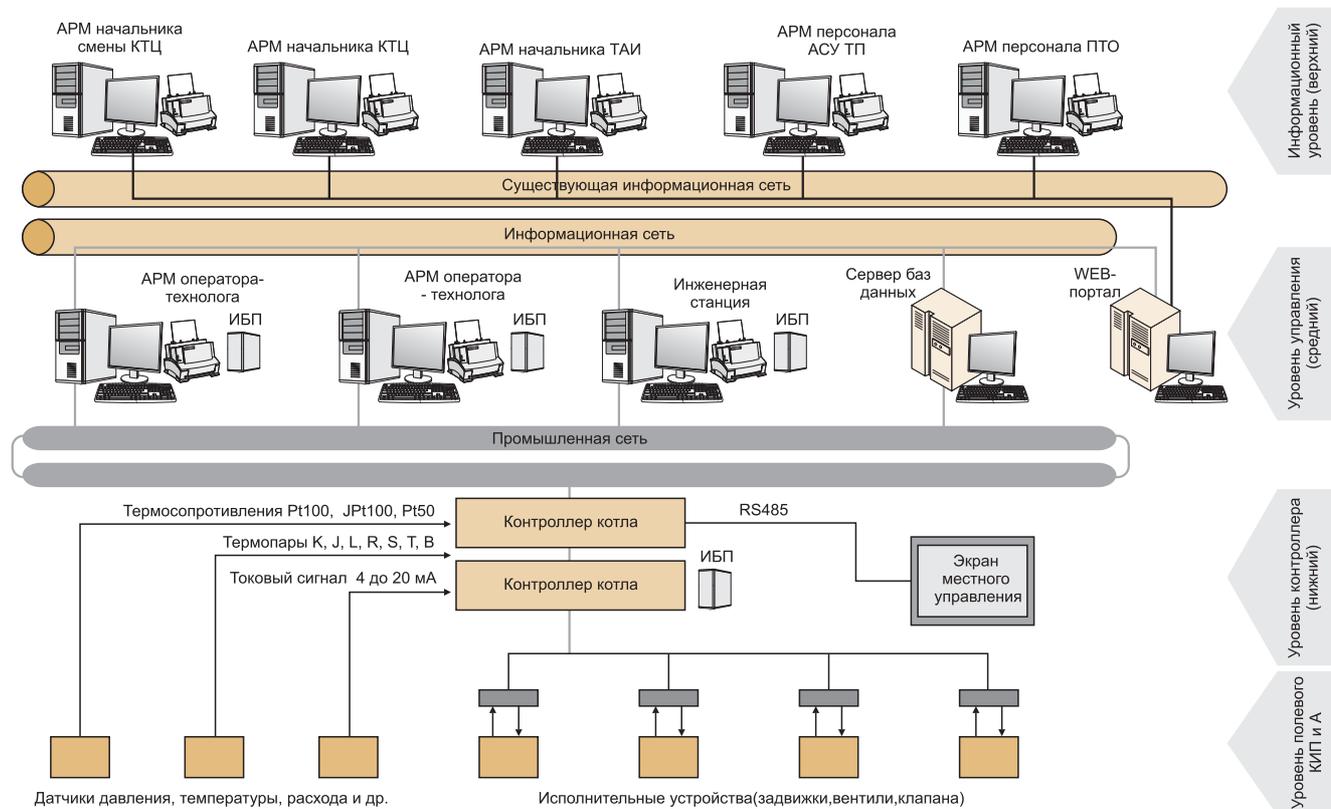


Рис. 1

лизации. На АРМ инженера ПТК также установлен полный пакет программ проектирования, позволяющий инженерному персоналу (при наличии соответствующего доступа) самостоятельно модифицировать ПО верхнего и нижнего уровней системы.

Для хранения информации используется сервер (архивная станция на базе ПО Wonderware Historian). Сервером в РВ осуществляется архивация всего массива технологической информации (технологические параметры, нажатие кнопок, положение накладок, ключей, технологические и аварийные сообщения, управляющие воздействия и переключения, выполняемые оператором-технологом и т. д.).

Сервер хранит информацию в течение заданного времени и предоставляет быстрый и качественный доступ к БД с любого уровня системы.

3) *Верхний уровень* — информационный. К верхнему уровню относятся АРМ руководящего персонала и вспомогательных служб и позволяют получать информацию о ходе ТП, обеспечивают доступ к БД (к серверу). Однако вмешательство в ведение ТП с этих АРМов исключено.

ПТК также связан с другими элементами АСУТП Бобруйской ТЭЦ-2: общестанционной сетью, локальными АСУ, другими устройствами, которые являются для него внешними.

Пуск котла с полнофункциональной АСУТП на ТЭЦ был осуществлен в сжатые сроки благодаря тому, что ПТК досконально прорабатывался на стадии проектирования, что позволило выполнить монтаж и наладку системы комплексно на высоком техническом уровне. В результате была получена надежная система, которая реализует следующие функции:

- информационные: сбор и первичная обработка информации; контроль достоверности входной ин-



Рис. 2. Шкаф управления



Рис. 3. АРМ операторов

- формации; отображение информации в виде функциональных схем РВ с интуитивно-понятным интерфейсом; технологическая сигнализация по состоянию датчиков и запорно-регулирующей арматуры; регистрация и архивирование на сервере всех параметров и событий, происходящих в системе; документирование (система позволяет формировать любые отчеты и ведомости в требуемом формате);

- управляющие: дистанционное управление; автоматическое регулирование; технологические защиты и блокировки;

- вспомогательные: тестирование и самодиагностика ПТК (в определенном уровне доступа, существует возможность имитации сигналов датчиков, с посылкой команды в

контроллер с АРМ оператора); справочная информация (принципиальные электрические схемы задвижек, регуляторов, насосов, фотодатчиков и т.д. анимированы в системе верхнего уровня с отображением прохождения сигналов управления).

Дополнительно, совместно со специалистами филиала РУП "Могилевэнерго" Инженерный центр, разработан и введен в эксплуатацию информационный портал на базе Wonderware Information Server, где также можно получать информацию о ходе ТП. Доступ к данной информации обеспечен, в том числе и для заинтересованных специалистов ЦДС РУП "Могилевэнерго".

Реализованный проект показал, что ПО Wonderware подходит для управления ТП практически любого масштаба и удовлетворяет растущими потребностями в процессе проектирования и эксплуатации АСУТП. Использование Wonderware значительно сокращает сроки внедрения. В результате получилась система управления, которая позволяет достичь очень высоких показателей надежности, экономичности и долговременной стабильной работы ТП в целом.

Контактный телефон (812) 327-37-52. [Http:// www.wonderware.ru](http://www.wonderware.ru)

#### Компания Exagon Engineering разработала электромобиль при помощи технологий Siemens PLM Software

Компания Siemens PLM Software, подразделение Siemens Industry Automation Division, — ведущий мировой поставщик ПО и услуг для управления жизненным циклом изделия (PLM), объявила, что ее программные продукты NX и Teamcenter были использованы компанией Exagon Engineering при разработке электромобиля Furtive-eGT.

Furtive-eGT — первый французский электромобиль представительского класса — спроектирован Люком Марчетти, основателем и директором Exagon Engineering. В электромобиле высокие технические характеристики совмещены с заботой об окружающей сре-

де. Кроме того, автомобиль отвечает запросам покупателей в плане стиля и комфорта.

Компания Exagon Engineering использует интегрированный пакет NX, содержащий решения для автоматизированного проектирования, производства и инженерного анализа (CAD/CAM/CAE) во всех процессах трехмерной разработки электромобиля Furtive-eGT. Все данные об изделии, включая выполненные в NX подробные модели, надежно управляются, распространяются и контролируются в среде Teamcenter — самой популярной в мире автоматизированной системе поддержки жизненного цикла.

[Http://www.siemens.com](http://www.siemens.com) и [www.plm.automation.siemens.com](http://www.plm.automation.siemens.com)

## ЦЕНТР ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ ДЛЯ МЕТРОПОЛИТЕНА Г. КАЗАНИ

Д.П. Дегтярев, А.И. Пресняков (ООО "Икотемп")

Представлены функциональность и структура центра диспетчерского управления (ЦДУ) Казанского метрополитена. Подробно описаны этапы разработки, тестирования и сопровождения ЦДУ.

Ключевые слова: центр диспетчерского управления, движение, метрополитен, резервирование, стендовые испытания.

Со дня пуска Казанского метрополитена прошло уже 5 лет. Это достаточный срок как для подведения итогов сделанного, так и для оценки правильности принятых решений. Тогда, в 2005 г., в метрополитене г. Казани была внедрена система "Движение", созданная ОАО "Научно-исследовательский институт точной механики" (Санкт-Петербург) — производственным предприятием с большим научным, материально-техническим и производственным потенциалом. Впервые на наземных и подземных железных дорогах России использовалась микропроцессорная система электрической централизации, не имеющая в своем составе ни одного реле. И еще одно важное отличие системы от всех отечественных аналогов — наличие в ее контуре управления поездной аппаратуры, обеспечивающей комплексное решение таких задач, как автоматическое регулирование скорости поезда, интервальное регулирование и прицельное торможение.

Комплексность и функциональная полнота системы "Движение" по сравнению аналогами предопределили также и высокие требования к центру диспетчерского управления (ЦДУ). Эти требования были сформулированы в техническом задании, подготовленном совместно НИИ "Точной Механики", ОАО "Ленметрогипротранс" и ООО "Икотемп". Заказчиком была поставлена задача — за достаточно короткие сроки разработать, испытать и внедрить ЦДУ для полностью микропроцессорной системы обеспечения безопасности и управления движением поездов на метрополитене.

Компания Икотемп была приглашена к участию в этом проекте в качестве генерального подрядчика, так как имела опыт в автоматизации ЦДУ движением поездов для железнодорожных участков Санкт-Петербург-Дно, Гатчина-Нарва и Санкт-Петербург-Москва, а также нескольких участков Московской железной дороги (1995-2002 г.).

Первоначально специалисты компании Икотемп предполагали модернизировать имеющиеся у них программные модули, чтобы применить их для работы с системой "Движение". Однако было принято решение создание принципиально нового программного продукта, спроектированного с учетом технологии работы и специфики метрополитена, выполненного на современном техническом уровне и вобравшего весь накопленный многолетний опыт и идеи автоматизации управления движением.

Задача создания ЦДУ для системы "Движение" была решена с учетом всех требований технического задания. И осенью 2005 г. система была включена на первой линии Казанского метрополитена (рис. 1).

### Функциональность ЦДУ

Функционально ЦДУ системы "Движение" содержит несколько основных подсистем (рис. 2).

*Информационно-управляющая подсистема* с оператором в центре контура управления. По сути, эта подсистема решает традиционные задачи, свойственные системам диспетчерской централизации, которые в различных вариантах широко применяются на железнодорожном транспорте. Оператором здесь является поездной диспетчер, который управляет движением поездов на участке из нескольких станций и перегонов в соответствии с плановым графиком движения поездов и сложившейся оперативной ситуацией. Он контролирует работу устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), местоположение поездов на участке (линии), управляет маршрутами для пропуска поездов, а также, используя средства радиосвязи, отдает распоряжения машинистам и дежурным по станции.

*Подсистема автоматического управления* является классической системой управления с обратной связью. В качестве обратной связи здесь выступает ин-



Рис. 1. ЦДУ Казанского метрополитена

формация, получаемая от устройств сигнализации, расположенных на станциях и перегонах. На базе этой информации подсистема в масштабе РВ строит математическую модель линии движения и динамического размещения на ней составов. Эталоном для фиксации "отклонений" является плановый график движения поездов. Когда поезд прибывает на станцию, поездной аппаратуре передаются параметры автоведения, реализуя которые поезд будет в состоянии компенсировать возникшее отклонение. Важно отметить, что подсистема не только автоматически строит график исполненного движения составов по линии, но также вычисляет и отображает прогнозный график, на котором можно увидеть как и через какое время отклонение, возникшее в движении поездов, будет компенсировано.

*Подсистема планирования движения поездов* обеспечивает ЦДУ возможностью создавать и корректировать плановый график движения поездов. Кроме основного планового графика готовятся также графики

выходных и праздничных дней, а также варианты графики. Суть последнего заключается в том, что если сбой в движении на линии метрополитена был значительным, то компенсировать такое отклонение подсистема автоматического управления уже не в состоянии, и для восстановления нормального интервала в движении поездов метрополитена необходим переход на другой плановый график, который наиболее подходит для данной поездной обстановки.

Подсистема планирования движения также решает еще одну важную технологическую задачу — подготовка и электронная рассылка диспетчерских приказов. Абонентами выступают все диспетчеры ЦДУ, диспетчерский аппарат станций и, при необходимости, административный аппарат (ревизор, начальники служб и др.).

Подсистема диагностики, контроля и протоколирования решает следующие задачи:

- авторизация пользователя при входе в систему и при подтверждении передачи "ответственных" команд с использованием индивидуального пароля;
- автоматическое формирование протокола команд управления и состояний объектов контроля;
- автоматическое сохранение графика исполненного движения за смену.

Подсистема сервиса и администрирования обеспечивает назначение и изменение прав доступа пользователей к функциям ЦДУ, а также внесение изменений в нормативно-справочную информацию и БД. Также подсистема решает задачи информационного обмена с другими системами ЦДУ и инженерного корпуса метрополитена.

Информационно-справочная подсистема предоставляет пользователям имеющуюся в системе документацию, регламентирующую работу метрополитена (инструкции, правила, распоряжения и др.) и справочные данные по работе с системой.

### Структурные решения

Управляющие подсистемы ЦДУ построены со 100% резервированием. С "горячим" аппаратным и программным резервом функционируют все компоненты:

- на серверах: задачи трансляции команд ТУ, ведения всех файловых архивов, слежения за подвижными единицами, БД;
- на рабочих станциях: программы приема информации от станционного уровня, доставки команд ТУ, отображения поездной обстановки и управления станционной аппаратурой;
- сетевое оборудование: поток информации телекоммуникации от станции поступает параллельно по двум основным и двум резервным каналам сети SDH, доставка команд управления осуществляется по основному и резервному каналу сети SDH.

"Мягкое" переключение на резервный компонент происходит как в основном режиме работы системы, так и при выполнении профилактических работ по техническому обслуживанию оборудования.

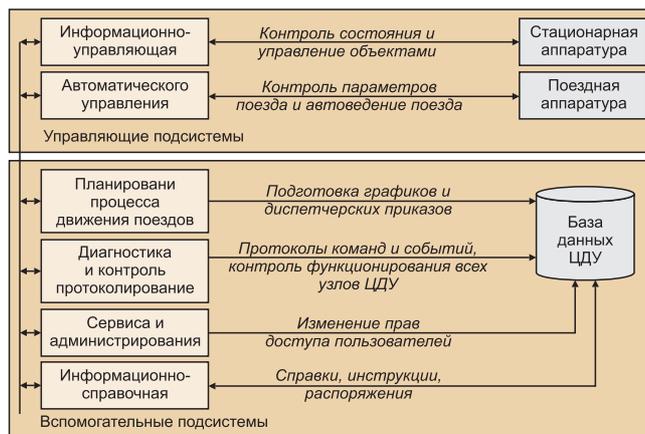


Рис. 2. Подсистемы ЦДУ "Движение"

Сети ЦДУ структурированы таким образом, что все управляющие задачи решаются в основной изолированной подсети, а вспомогательные функции (подсистемы) — во вспомогательной подсети. Такое разделение на подсети является одним из факторов защиты системы от несанкционированного доступа к управляющим ресурсам ЦДУ.

Важным свойством любой современной АСУ является ее объектная независимость, то есть полная переносимость текущих версий БД и прикладного ПО на другой объект без перекомпиляции программных модулей. Именно такой принцип и заложен в разработанной системе. Для адаптации системы к другому объекту (другой линии метрополитена) требуется подготовка новых мнемосхем станций и линии в целом, конфигурирование системы под имеющуюся оптоволоконную сеть, ввод нормативных данных, настройка пользовательских программ.

В качестве системного ПО в проекте использовались ОС Windows, а для работы с БД — MS SQL.

### Опыт сопровождения

Обычно вновь созданные АСУ обнаруживают максимальное число изъянов именно в начальный период эксплуатации. Чтобы избежать этого, до установки на объект были проведены комплексные испытания системы на стенде, точно копирувавшем на аппаратном и программном уровне систему ЦДУ, монтируемую на объекте, включая АРМ станционного уровня. Испытания позволили еще до выхода на объект проверить проектные привязки, провести полноценное функциональное тестирование, включая стрессовые и нагрузочные испытания. Дополнительно использовались программы, имитирующие работу устройств и движение поездов по линии, что позволило более полно отладить такие программные компоненты, как автоматическое слежение за подвижными единицами, автоведение поезда, автоматическое построение исполненного графика, расчет и построение прогнозного графика.

Благодаря качественно проведенным стендовым испытаниям при вводе системы в эксплуатацию потребовался минимум доработок и доводок.

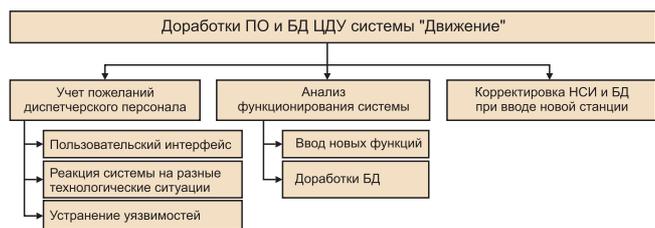


Рис. 3. Структурная схема доработок ПО и БД ЦДУ системы "Движение"

В ходе эксплуатации системы за 5 лет замена версий ПО проводилась лишь дважды:

- после накопления значительного числа пожеланий от эксплуатирующей организации и дополнения системы новыми функциями по предотвращению нештатных ситуаций в движении поездов;
- в связи с вводом на линии метрополитена новой станции.

Замена ПО осуществлялась после проведения нового полного цикла стендовых испытаний в соответствии с программой и методикой этих испытаний.

Доработки, учитывающие пожелания пользователей, составляют из общего списка около 60% всех изменений ПО и делятся на две группы: доработка пользовательского интерфейса и исправление некорректной реакции системы на те или иные технологические ситуации (рис.3).

Доработки, улучшающие интерфейс пользователя, — это те технологические нюансы, которые могут выявиться только при длительной эксплуатации. В их состав входят: уточнение интерфейса пользователя для операций по заданию и отмене маршрутов, корректировка системы навигации в основных прикладных программах диспетчера, модификация графических примитивов для более наглядного отображения информации, приведение к более удобному для восприятия виду тех или иных элементов на мнемосхеме выносного табло.

Что такое "неверная реакция системы на ту или иную технологическую ситуацию"? Здесь речь не идет об отказах или сбоях. Но, например, неверно заложенный разработчиками алгоритм слежения за поездными единицами при движении поезда на перегоне в неправильном направлении может приводить к потере номера маршрута на экранах мониторов ЦДУ или обрыву "нитки" поездов на графике. Так как эта ситуация возникает крайне редко, то и реакция на нее системы проявляется не сразу. Подобные проблемы возникали с ночным движением поездов, которое не могло быть во всем многообразии "обкатано" на стенде. После выявления таких ситуаций анализировались архивные записи работы устройств СЦБ и архивный график движения, разработчики уточняли алгоритм программ, делая его более совершенным.

В эту же группу следует включить выявленные в системе уязвимости. В любой системе они есть, и важными являются не они как таковые, а реакция системы на них. Поэтому необходимо проанализировать ситуа-

ции, которые не приводили к потере работоспособности или отказу какой-либо функции системы, но потенциально такую угрозу создавали. Например, в системе на АРМ дежурного электромеханика ЦДУ (или АРМ АСС) не отображались данные о загрузке процессоров и сети, целостность сетевых соединений и состояние всех узлов (АРМ и серверы). В результате анализа разработчики пришли к выводу о необходимости создания более совершенной централизованной системы диагностики, что и было реализовано. Ее функции максимально расширены. Подсистема прошла тестирование, внедрена и успешно справляется с указанными проблемами. Подсистема диагностики теперь сигнализирует оператору и делает запись в БД при отклонении следующих параметров:

- несоответствие эталонной версии программ, функционирующих на рабочих компьютерах или серверах;
- загрузка посторонней программы;
- превышение нормы загрузки процессора и сетевых соединений;
- нарушение целостности сетевых соединений;
- отсутствие информации от станционной аппаратуры.

Также в первоначальной версии ПО возможность внесения изменений в таблицы БД предоставлялась только через интерфейс стандартной программы MS SQL Enterprise Manager, что чревато ошибками. К пуску седьмой станции метрополитена предполагается завершить разработку программы, позволяющей администратору системы менять записи в БД через специальную утилиту, исключающую возможность внесения ошибочных данных. Особенно часто к этой операции приходится прибегать при смене прав пользователей, выполняемой в связи с ротацией или сменой кадров оперативного персонала.

Не менее важными стали доработки системы, качественно повышающие функциональный уровень ее работы. Их общий объем составляет около 30...40%. Здесь следует отметить появление в системе дополнительных новых функций, необходимость которых выявилась только после нескольких лет эксплуатации. Речь идет о подсистеме предупреждения появления нештатных ситуаций в движении поездов. Ее основная цель — сведение к минимуму влияния человеческого фактора на работу системы. Это реализовано путем автоматического выявления и речевого оповещения персонала о следующих ситуациях:

- остановка поезда на перегоне;
- задержка отправления поезда со станции;
- отсутствие для поезда установленного маршрута приема/отправления в соответствии с плановым графиком движения.

Также принципиально новые функции системы — это появившаяся возможность на станционном уровне (АРМ дежурного по станции) в РВ представлять информацию о поездной ситуации на линии с указанием местоположения составов и их номеров. Кроме

того, дежурный по станции получил доступ к информации по плановому и исполненному графику движения поездов на линии.

Доработана и усовершенствована подсистема работы с диспетчерскими приказами. В программе усовершенствован пользовательский интерфейс и введен ряд новых функций:

- отложенная передача сформированного приказа;
- формирование текстов приказов на основе уже переданных приказов;
- контроль действующих приказов;
- распечатка выборки переданных приказов по заданной форме, в том числе в соответствии с "Инструкцией по движению поездов и маневровой работе на метрополитенах РФ" Москва, 2003 г.

Пятилетний срок эксплуатации совершенно новой системы показал, что при ее разработке была заложена правильная концепция. Это подтверждено устойчивой работой всех узлов, отсутствием сбоев и отзывами персонала. Тем не менее, система развивалась, в ней появлялись новые функции, развитие носило планомерный характер. Любые изменения тщательно тестировались, накапливались, выполнялась необходимая корректировка документации, и только затем новые функции внедрялись на объекте. Важно в заключение отметить, что решения, заложенные в ЦДУ системы "Движения", современны и сегодня. А это позволяет успешно применять уже апробированные технологии в системах управления на метрополитенах и на линиях скоростных трамваев, а также на железных дорогах России.

*Дегтярев Дмитрий Павлович – руководитель группы,*

*Пресняков Анатолий Иванович – директор ООО "Икотемп".*

*Контактный телефон (812) 545-42-51. E-mail: aip@icotemp.spb.ru Http://www.icotemp.spb.ru*

### National Semiconductor представляет революционное решение для сенсорных систем

Компания National Semiconductor Corp. анонсировала две конфигурируемые интегральные схемы (ИС) сопряжения аналоговых интерфейсов (Analog Front-End – AFE) датчиков с уникальной технологией, которые в сочетании с новыми инструментальными средствами позволяют значительно ускорить процесс разработки сигнального тракта для различных датчиков ведущих мировых производителей.

Применение данных конфигурируемых микросхем и программной среды WEBENCH Sensor AFE Designer позволяет разработчику выбрать необходимый датчик, спроектировать и настроить схему решения и загрузить конфигурационные данные в AFE датчика. Типовая система датчиков, которая сегодня требует нескольких плат и до 25 компонентов, может быть выполнена с использованием всего одной интегральной схемы от National Semiconductor. А проектирование подобной системы, требующее обычно недель или месяцев, займет всего несколько минут благодаря использованию новых продуктов и инструментальных средств компании National.

Являясь первыми в семействе, каждое из двух конфигурируемых устройств сопряжения аналоговых интерфейсов датчиков ориентировано на применение в определенных сенсорных приложениях и характеризуется отличительными особенностями, такими как программируемые источники тока, источник опорного напряжения и регулируемая частота выборок.

**LMP90100** – первый в отрасли многоканальный, маломощный, 24-разрядный интерфейс датчика (AFE) с полнофункциональным режимом непрерывной фоновой калибровки и диагностики для высокопроизводительных приложений передачи и преобразования данных. Запатентованная National Semiconductor технология непрерывной фоновой калибровки эффективно исправляет ошибки дрейфа и изменения коэффициента усиления во времени и при изменении температуры. Исправление ошибок дрейфа и усиления не оказывает влияния на измеряемый сигнал. LMP90100 оснащен 24-разрядным сигма-дельта АЦП с гибкой конфигурацией входа (мультиплексор), что обеспечивает работу интерфейса с любой комбинацией дифференциальных или однополярных входных сигналов. Коэффициент усиления (1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 и 128), частота выборок и функции диагностики программируются независимо для каждого датчика. Помимо этого в устройстве доступны два согласованных источника тока для управления датчиками. LMP90100 в среднем потребляет <0,7 мА, рабочий температурный диапазон устройства -40...125°C, что идеально подходит для применения в датчиках температуры и приложений с интерфейсом "токовая петля" 4...20 мА.

**LMP91000** – первый в отрасли полностью конфигурируемый, маломощный потенциостат, обеспечивающий завершённый, интегрированный тракт прохождения сигнала между датчиком и аналого-цифровым преобразователем (АЦП). Этот программируемый AFE ориентирован для использования в микромощных сенсорных приложениях, таких как трехэлектродные одногазовые датчики и двухтерминальные датчики кислорода. LMP91000 измеряет силу тока в потенциостате, который пропорционален концентрации газа. Устройство генерирует выходное напряжение, пропорциональное току ячейки, при помощи трансимпедансного усилителя, коэффициент усиления которого программируется пользователем посредством I2C-совместимого интерфейса, что обеспечивает LMP91000 чувствительность к концентрации токсичных газов в диапазоне 0,5...9,5 нА/ppm. Сверхнизкое энергопотребление позволяет применять LMP91000 в устройствах с питанием от батареи, а также в передатчиках с интерфейсом "токовая петля" 4...20 мА. Напряжение и коэффициент усиления ячейки устанавливаются пользователем при помощи интегрированной функции программирования.

Все эти возможности позволяют реализовать устройство, поддерживающее широкую номенклатуру газов и большой диапазон концентраций газов с общим энергопотреблением <10 мкА. I2C интерфейс дает возможность менять рабочие характеристики датчика, а интегрированный датчик температуры обеспечивает дополнительный выход для мониторинга температуры. Диапазон напряжения питания LMP91000 составляет 2,7...5,5 В.

Новая программная среда WEBENCH Sensor AFE Designer дополнила собой набор on-line средств разработки WEBENCH компании National. Настольный инструмент разработки с аппаратным интерфейсом сокращает время проектирования и упрощает оценку характеристик прототипа. Система позволяет пользователю ввести расчетные конфигурационные данные из своего проекта в AFE датчика, добавить сами датчики и начать проверку характеристик прототипа.

Семейство устройств сопряжения аналоговых интерфейсов (AFE) датчиков ориентировано на быстросрабатывающие и высокопроизводительные приложения и в своем дальнейшем развитии охватит другие технологические рынки, такие как медицинская техника. Выход новых продуктов запланирован на 2011 г. Подробная информация о компонентах AFE датчиков, программной среде WEBENCH Sensor AFE Designer и других инструментальных средствах разработки представлена по этому адресу.

[Http://www.national.com](http://www.national.com)

## МЕТОД РЕАЛИЗАЦИИ БЛОКА ТРАНЗАКЦИОННЫХ ДАННЫХ РЕЛЯЦИОННОЙ СУБД для ОПИСАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

И.С. Решетников, П.Н. Коснырев (ООО "Газпром центрремонт")

*Рассматривается метод организации физической структуры данных в реляционной СУБД, основанный на рекомендациях стандарта ISA-95 и метамодели языка UML. Предлагаемая модель функционально ориентирована, прежде всего, на описание структуры сложносоставного технологического оборудования.*

*Ключевые слова: ISA-95, метамодель, класс, атрибут, объект, отношение.*

### Введение

При построении корпоративных информационно-вычислительных систем, имеющих дело с описанием сложных по структуре производственных комплексов, одной из основных задач является построение системы надежного и гибкого хранения данных об оборудовании.

Задача описания оборудования не относится к категории широко обсуждаемых в литературе, в отличие от проблем ведения НСИ, БД РВ и т.п. Связано это с тем, что на большинстве предприятий вопросы реализации связи между производственными заданиями и характеристиками оборудования пока не поднимается. Перечень оборудования если и требуется, то только для корректного отнесения затрат ТООР и ведения соответствующих технологических карт. В этом случае описание структуры оборудования ведется внутри ERP-систем на встроенных механизмах (например, при помощи "технических мест" и "единиц оборудования" в SAP ERP). При этом набор параметров минимален, специальных требований к целостности не предъявляется. Технологическая структура единиц оборудования и промплощадок не ведется вовсе (плоский список) или ведется в простой иерархической структуре (например, оборудование привязано только к цеху).

Более детально оборудование иногда описывается в системах оценки надежности и технического состояния (или оптимизации режимов работы). Но даже в случае наличия на предприятии таких систем, данные хранятся в специализированной БД, часто локальной. При этом накопление и учет данных привязывается не к реальной структуре оборудования, а к модельной, которая всегда является неким компромиссным упрощением.

Очевидно также, что данные по составу и характеристикам оборудования, по его доступности, точности выполнения тех или иных операций являются слишком "непостоянной" информацией и не могут быть отнесены к разряду НСИ.

Если на крупном предприятии решается комплексная задача по автоматизации его деятельности, то сведения о структуре оборудования и об основных текущих технологических показателях востребованы сразу в нескольких процессах (ниже приведен далеко не полный перечень):

- оценка готовности производственного участка к выпуску конкретной продукции;

- планирование загрузки оборудования на уровне производственного участка;
- единая точка сбора и контроля эксплуатационных показателей;
- оценка эффективности использования оборудования;
- контроль соответствия заявленных показателей обработки допустимым (контроль качества);
- перспективное и оперативное планирование работ ТООР;
- оценка целостности комплекса технологического оборудования (необходимые элементы защиты, резервные подключения, и т.д.);
- оценка технического состояния и надежности парка оборудования;
- контроль мероприятий по обеспечению надежности;
- обеспечение безопасности работ на промплощадке;
- формирование программы технического перевооружения.

Даже поверхностный анализ хранимых данных показывает, что многие задачи пересекаются по учитываемым показателям, некоторые требуют ретроспективного хранения данных, другие сами порождают показатели, которые должны в будущем учитываться и т.д. Поэтому, чтобы избежать разрозненного хранения данных по программным комплексам (хранение данных на разных уровнях организационной иерархии допускается), система описания технологических объектов должна отвечать нескольким простым требованиям:

- уметь описывать 100% оборудования и показателей, учитывая 100% функциональных взаимосвязей между его элементами;
- прозрачно учитывать технологическую иерархию установленного оборудования;
- иметь внутренние механизмы контроля "базовой" целостности (по кратности подключений, по принадлежности и т.д.);
- иметь встроенные инструменты контроля входных/выходных данных;
- хранить ретроспективные данные;
- быть основой для построения типовых схем и систем сбора необходимых данных;
- иметь открытый интерфейс для работы с внешними системами;
- иметь гибкую, подстраиваемую под задачи, систему регистрируемых показателей.

Исходя из предъявляемых требований, накладываются и ограничения на возможные подходы к реализации данной задачи. В существующих системах БД технологического оборудования строятся на основе современных реляционных СУБД (РСУБД), и блок транзакционных данных представляет собой нормализованную структуру, исключающую избыточность и обеспечивающую целостность данных на уровне встроенных механизмов СУБД. Однако нормализация структуры не всегда обеспечивает нужный уровень связности данных, так как не всегда с ее помощью возможно описать системы со сложной внутренней иерархией при обеспечении необходимого уровня согласованности. Вторым существенным недостатком нормализации является сложность внесения корректировок в структуру данных, необходимость которых возникает при изменении модели описания единиц оборудования.

Задача описания структуры оборудования для целей оперативного управления производством не может быть решена и системами класса PLM/PDM [1]. Для решения поставленных задач недостаточно описания лишь статической электронной модели объекта, а требуется динамическое описание комплекса сложных объектов с динамической внутренней структурой при наличии редких структурных перестроек с условием хранения истории изменений и обеспечения целостности. Такое дополнительное условие делает неприменимым использование стандартных технологий вроде CALS или построения исполнительной документации с помощью подхода "Как построено". Применимость данного вида технологий ограничивается разовым описанием системы при дальнейшем внесении несущественных изменений, не затрагивающих структуру объекта, при этом за целостность отвечает, как правило, оператор, осуществляющий ввод данных.

Для практического применения важен гибкий подход к описанию структуры оборудования и его параметров. Рекомендации по реализации такой модели содержатся в стандарте ANSI/ISA-95.00.01-2000 [2]. Предлагаемая структура модели описания оборудования представлена на рис. 1.

Рассмотрим базовые предпосылки к использованию в качестве базовой такой "зацикленной" схемы организации данных. Построение структуры данных предполагает приписывание каждой сущности предметной области некоторого фиксированного домена (типа, области значений) [3]. С другой стороны, обычная практика использования транзакционных систем явно или не явно предполагает нарушение этого принципа, поскольку образ предметной области меняется со временем, что приводит к модификации структуры данных. При использовании сильно нормализованной реляционной структуры (что характерно для транзакционных систем), утрачивается одно из основных ее преимуществ — простота и концептуальная ясность. Кроме этого, изменение струк-

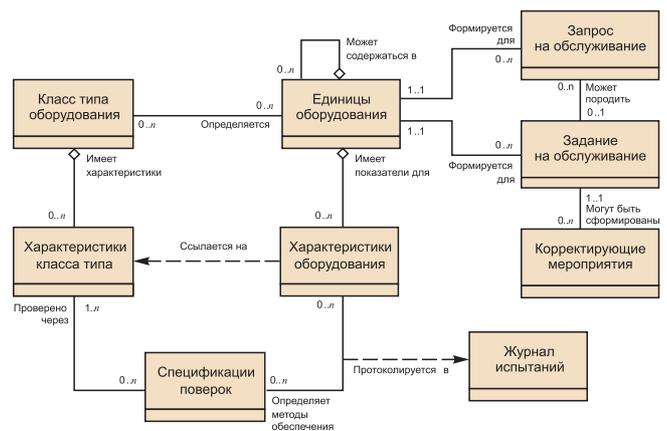


Рис. 1. Модель описания оборудования в стандарте ISA-95

туры данных связано со сложностями сопровождения и администрирования РСУБД, что особенно критично в случае распределенных систем.

Естественным выходом из указанной ситуации является использование единой реляционной схемы для представления произвольных прикладных данных, модель которых неким образом специфицирована и хранится в реляционной схеме в виде фиксированным образом структурированных метаданных.

Именно такой подход описан в статье, и далее под логической структурой данных будем понимать спецификацию модели прикладных данных, а под физической структурой данных — непосредственно реляционную схему. В работе рассматривается практический подход к организации транзакционных данных в РСУБД на примере СУБД Oracle 10g, обеспечивающий возможность расширять логическую структуру данных в процессе функционирования информационной системы и отвечающий основным требованиям к системам описания технологических комплексов. В статье приведено описание конкретной реализованной системы и отмечены те детали, которые авторы считают особенно важными, и которые могут рассматриваться как рекомендации при реализации подобных систем в рамках других проектов.

#### Реализация системы описания технологического оборудования

Поскольку стандарт ISA-95 не дает конкретных рекомендаций по практической реализации модели оборудования, подход к разработке логической структуры, описываемый в работе, базируется на метамодели языка UML [4], а точнее той ее части, которая относится к диаграмме классов. Так, все объекты предметной области группируются в относительно устойчивые и независимые совокупности — классы, для каждого из которых определяется набор именованных свойств — атрибутов. Класс (потомок) может быть создан на основе уже существующего (родительского) класса, при этом потомок наследует атрибуты родителя. Связи между объектами предметной области описываются отношениями между классами, среди которых выделяются: ассоциация (общий случай

отношения), агрегирование (отношение вида "часть-целое") и композиция (агрегирование с четко выраженным отношением владения, когда время жизни частей и целого совпадают). Отношения двух последних видов являются транзитивными и асимметричными. Структурная часть отношения, определяющая какой класс чувствует в отношении и какую роль играет, называется полюсом отношения. Для каждого полюса отношения может быть задана кратность, определяющая допустимое число объектов, связываемых экземплярами соответствующего отношения. Кратность задается целыми неотрицательными числами и указывается в виде точного значения (например, 1) или интервала значений (например, 0..7). Если интервал значений не ограничен сверху, кратность задается выражением вида 0..\*.

При описании больших систем с потенциально большим числом классов возникает необходимость организовывать эти сущности в более крупные блоки. Для организации моделируемых сущностей в группы, по аналогии с семантикой языка UML, используются пакеты, которые содержат другие классы и пакеты. Помимо группировки сущностей пакеты также определяют границы видимости. Видимость класса в пакете указывает, может ли он иметь отношения с классами, находящимися в других пакетах. Каждый элемент (класс, пакет) может принадлежать только одному пакету.

Реализация предложенной концепции формирования метаданных позволяет создавать сложные логические структуры для описания модели предметной области, состоящей из большого числа различных объектов, с формализацией ограничений и обеспечением целостности данных. Для практической реализации объектной модели была применена схемонезависимая стратегия отображения информационной схемы [5], физическая модель данных представ-

лена на рис. 2. Для упрощения некоторые вспомогательные таблицы, в том числе блок хранения ретроспективных данных, журналы изменений и т.д. на схеме опущены.

Все таблицы в БД можно разделить на две категории: таблицы для хранения метаданных — описания пакетов (PACKAGE), классов (CLAZZ), атрибутов (ATTRIBUTE) и отношений, и таблицы для хранения собственно данных — объекты (OBJECT) и их характеристики (ATTRIBUTE\_VALUE). В качестве значений для первичных ключей применяется универсальный 16-байтный идентификатор UUID (Universally Unique Identifier консорциума OSF). Его можно считать уникальным с приемлемым уровнем вероятности.

Для обеспечения контроля качества данных на уровне модели в таблице классов в качестве параметра хранится число допустимых экземпляров (или кратность) классов. Простым заданием ссылки на объект моделируется ассоциация "один ко многим". Полюсу ассоциации, к которому принадлежит класс с атрибутом-ссылкой, соответствует кратность 0..\*. Указанный интервал кратности можно ограничить, задав верхний предел. Кратность, соответствующая противоположному полюсу ассоциации, равна 0..1. Ассоциации "многие ко многим" всегда моделируются с помощью класса-ассоциации.

Исходя из опыта проектирования прикладного ПО, можно говорить о том, что подавляющее большинство описываемых объектов предметной области должно иметь некое интуитивно понятное наименование (для обеспечения целостности данных это не важно). Для ряда объектов название задается явно при их создании или редактировании. Однако для некоторых объектов наименование удобнее формировать из значений их атрибутов по определенному шаблону, например: для некоторого узла в составе сборочной единицы название можно формировать как название сборочной единицы плюс номер узла по спецификации к технологической схеме. Шаблон для автоматического формирования наименования объекта хранится в описании класса. Так для примера, описанного выше, шаблон может выглядеть как "%1, узел №%2", где %1 и %2 — порядковые номера атрибутов в названии объекта.

Еще одной особенностью предлагаемой модели, направленной на практическую реализацию, является работа с типами данных. Всего в системе определено восемь типов данных: число, строка, текстовое поле, булев тип, год, дата, время и дата-время. Для каждого типа в таблице описания типов (DATA\_TYPE) имеется запись, которая содержит формат типа. Формат представляет собой PL/SQL код, преобразующий входные данные к виду, в котором они будут храниться в БД. Например, для типа "год" формат будет иметь следующий вид: `to_char(to_date(decode(length(trim('%s')),4,'01.01.'||'%s','%s'),'dd.mm.yyyy'),'yyyy')`. При редактировании данных в системе все вхождения %s в строке формата автоматически заменяются на новое значение атрибута, после чего полученный код испол-

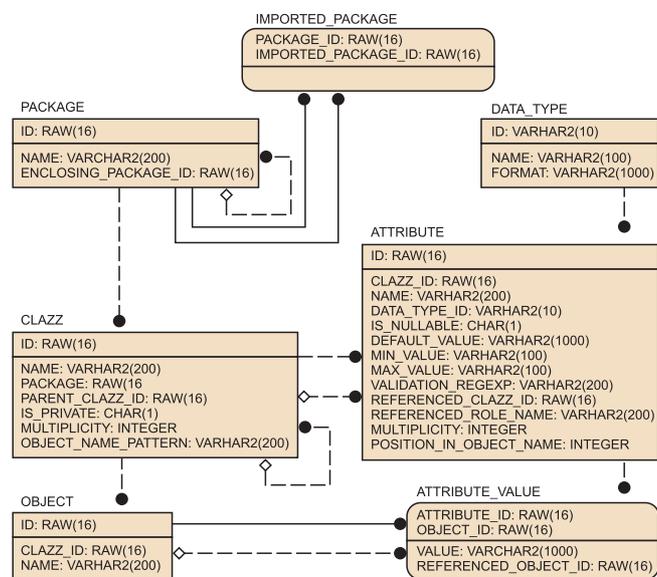


Рис. 2. Диаграмма физической структуры данных в нотации IDEF1X

няется, а результат сохраняется в БД. Встроенный код может быть достаточно сложным и включать вызовы пользовательских функций, что позволяет строить унифицированные простые в реализации инструменты ввода данных.

Все значения атрибутов простых типов хранятся в поле типа VARCHAR2, значения атрибутов-ссылок заносятся в ссылочное поле, которое является внешним ключом к таблице объектов.

С целью обеспечения безопасности и целостности информации, логика работы с данными, хранящимися в описанной структуре, инкапсулирована в слое хранимых процедур [6]. Прямая вставка и изменение данных в таблицах запрещена. Эти процедуры обеспечивают соблюдение требований целостности информации, и в случае обнаружения ошибки в получаемых данных инициируют соответствующее программное исключение. Процедуры собраны в одном PL/SQL пакете. Так как состояние PL/SQL пакета в течение сессии сохраняется, идентификатор текущей сессии (пакета, класса, атрибута и т. д.) хранится в соответствующей переменной PL/SQL пакета.

Генерация первичных ключей (UUID) вынесена в отдельную функцию, которая работает через вызов системной функции SYS\_GUID() и при необходимости может быть переопределена, что позволяет гибко варьировать метод формирования идентификаторов.

Управление сущностями выполнено через специализированные процедуры, каждая из которых отвечает за элементарную операцию создания, удаления, изменения сущности с соблюдением определенных требований. Так, для гарантии непротиворечивости информации при работе с пакетами требуется обеспечить выполнение следующих условий:

- уникальности имен сущностей (пакетов и классов) внутри объемлющего пакета;
- отсутствия рекурсивной вложенности пакетов;
- соблюдения границ видимости в соответствии с установленными правилами;
- каскадного удаления всех сущностей, содержащихся в удаляемом пакете.

Процедуры для работы с классами гарантируют соблюдение следующих ограничений:

- имена классов внутри пакета уникальны;
- при изменении шаблона для автоматического формирования названий объектов автоматически обновляются названий всех экземпляров класса и всех значений атрибутов-ссылок, указывающих на экземпляры данного класса;
- при объявлении класса "закрытым" внутри пакета или при перемещении класса из одного пакета в другой, если данный класс имеет отношения с другими классами, необходимо соблюдать условия видимости в соответствии с правилами;
- отношения обобщения не должны быть рекурсивными;
- необходимо контролировать соответствие значения кратности класса числу его экземпляров;

- при удалении класса должно происходить каскадное удаление его экземпляров, атрибутов (включая значения) и отношений, которыми связан данный класс с другими классами;

Аналогично устроен блок процедур для работы с атрибутами, отвечающий за их создание, задание названия, свойств, шаблонов проверки корректности данных (через regexp), вхождение значений атрибутов в автоматически формируемое название объекта. При работе с атрибутами требованиями обеспечения целостности данных являются:

- контроль соответствия значений атрибутов задаваемым ограничениям;
- соответствие вхождения значений атрибутов в формируемое автоматически название объекта заданному порядку;
- каскадное удаление значений атрибута при удалении самого атрибута.

В отдельную группу вынесены процедуры для работы с ассоциациями. Любое отношение ассоциации опеределяется двумя полюсами. Для каждого полюса ассоциации должен быть указан класс, роль данного класса в ассоциации и кратность. Для создания ассоциации необходимо передать в качестве входных параметров заполненные соответствующим образом записи для полюсов данной ассоциации. В зависимости от значений кратности в полюсах ассоциации будет создан либо атрибут-ссылка для соответствующего класса (отношение "один ко многим"), либо класс-ассоциация (отношение "многие ко многим"). Названия экземпляров класса-ассоциации автоматически формируются из значений атрибутов-ссылок, соответствующих ее полюсам.

Для обеспечения целостности данных при работе с ассоциациями необходимо учитывать следующее:

- связи, описываемые ассоциацией, должны соответствовать значениям кратности, определенным для ее полюсов;
- отношения агрегирования должны отвечать требованиям асимметричности (отсутствие рекурсии);
- для класса-ассоциации должны быть определены два атрибута-ссылки, указывающих на ее полюса.

При работе с объектами условия обеспечения целостности таковы:

- число объектов не должно противоречить значению кратности соответствующего класса;
- при создании объекта необходимо сформировать значения атрибутов, для которых определено значение по умолчанию;
- при удалении объекта-композиата необходимо удалить все объекты, входящие в его состав;
- при изменении названия объекта, необходимо привести в соответствие автоматически формируемые названия, имеющие вхождения атрибута-ссылки, указывающего на заданный объект.

При работе со значениями атрибутов объектов в соответствующих функциях и процедурах учтено, что:

- значение должно удовлетворять ограничениям, заданным для соответствующего атрибута;

- значение атрибута-ссылки не должно противоречить кратности, указанной для соответствующей ассоциации;

- пустому значению атрибута соответствует отсутствие записи в таблице значений атрибутов.

Не все действия, описываемые приведенными процедурами, являются атомарными. Здесь под атомарностью понимается, что операция является наименьшим, неделимым блоком алгоритма изменения данных. Так, например, мы не можем создать только объект, для которого определен атрибут, не допускающий пустых значений. В данном случае атомарной операцией будет являться создание объекта и задание значения указанного атрибута. В связи с этим проверку некоторых ограничений необходимо откладывать до завершения выполнения определенного блока процедур. В PL/SQL пакете предусмотрены процедуры для объявления начала и окончания атомарного блока. Вызов процедур проверки ограничений для каждой операций, выполняемой внутри блока, ставится в очередь и производится только при вызове процедуры окончания блока.

Реализованная на базе приведенных выше принципов система обладает всеми необходимыми свойствами для описания сложного по внутренней структуре технологического оборудования крупного предприятия. При этом данные, хранящиеся в системе, могут быть доступны (с помощью встроенных механизмов СУБД) для внешних систем в удобной форме, в том числе развернуты в псевдо-нормализованную структуру на основе представлений. При помощи несложных триггеров типа INSTEAD OF в этой структуре может быть реализована и полноценная работа с данными в рамках отдельного программного комплекса.

Поскольку все манипуляции с данными проходят через единую точку контроля (PL/SQL-ный программный блок), целостность и защита данных обеспечивается на нужном уровне. Каждый программный комплекс "видит" свои показатели, в то время как общий состав характеристик может претерпевать существенные изменения. Введение "виртуальных" характеристик, которые по определенным правилам, примерно как наименование объекта, формируются при корректировке данных, решает проблемы наследственности "снизу вверх" и использования разных внешних потребителей информации.

### Заключение

В работе рассмотрена методика универсальной (то есть не привязанной к определенной предметной области) организации структуры данных в реляционной СУБД, основанная на метамодели языка UML с учетом рекомендаций стандарта ISA-95. Указанный подход может быть полезен при решении широкого спектра прикладных задач, связанных с описанием сложного по структуре оборудования и со сбором первичной информации в блок транзакционных дан-

ных. Анализ сформированных метаданных позволяет упростить и решение ряда прикладных задач при разработке специализированного ПО, в частности:

- разработку CASE средств для формирования модели предметной области;

- наложение сложных структурных ограничений на модель предметной области;

- автоматизацию формирования форм ввода и отображения информации при разработке типовых программных приложений для работы с данными;

- организацию синхронизации данных в распределенных, в том числе иерархических системах с переменным набором описываемых объектов и их характеристик;

- ведение журналов изменения как самих данных, так и их структуры;

- ведение многомерного хранилища данных.

Использованные в предлагаемом решении подходы позволяют без дополнительных усилий сделать систему описания иерархически-распределенной. Благодаря уникальности идентификаторов описание объекта на верхнем уровне иерархической информационной системы будет представлять собой композицию всех субмоделей, построенных на основе базовой структуры в нижележащих уровнях иерархии. Это существенным образом облегчает построение распределенных структур хранения данных и повышает уровень их согласованности и непротиворечивости, так как все ограничения заложены на уровне единой объектной модели.

Данный подход наиболее эффективен, когда набор регистрируемых параметров относительно невелик (десятки-сотни для каждого типа объекта), но число объектов велико и требуется возможность динамического изменения структуры описываемых объектов при гарантированном сохранении целостности. Это соответствует требованиям, предъявляемым к описанию модели оборудования. В случае хранения оперативных (диспетчерских) данных, требования к модели изменяются, соответственно отличны и подходы к реализации [7]. При хранении больших объемов данных, таких как данные обследований технологических объектов, когда структура данных фиксирована, а их объем постоянно растет, целесообразно использование классических нормализованных структур.

В целом опыт использования подобной структуры данных для решения практических задач, в частности, при построении системы планирования капитального ремонта компании, осуществляющей магистральный транспорт газа и эксплуатирующей десятки тысячи единиц оборудования, показал [8], что надежность и производительность вполне достаточны для практического применения, а удобство в настройке создает существенные преимущества перед другими вариантами построения модели хранения данных. Расширяемость модели позволила хранить в единой структуре данных как описание оборудования, так и вспомогательную информацию, необходимую для планирования и организации работ, унифи-

цировать инструменты по управлению нормативно-справочной базой, интерфейсные решения. В заключение отметим, что для обеспечения полной совместимости с рекомендациями стандарта ISA-95 предлагаемая реализация может быть легко (без изменений в структуре данных) дополнена недостающими структурами данных по контрольным поверкам.

#### Список литературы

1. Энциклопедия PLM. Екатеринбург: Азия. 2008.
2. Решетников И.С., Тупышев А.М. и др. Стандарты интеграции многоуровневых информационных систем // Автоматизация в промышленности. № 9. 2009.
3. Зайцев Н.Г. Критический анализ концепции построения баз данных // Управляющие системы и машины, 1983. № 4.
4. Буч Г., Рамбо Дж., Джекобсон А. Язык UML. Руководство пользователя. М.: ДМК Пресс. СПб: Питер. 2004.
5. Семенов В.А., Морозов С.В., Порох С.А. Стратегии объектно-реляционного отображения: систематизация и анализ на основе паттернов // Тр. Института системного программирования РАН. 2004. Т.8.
6. Фейерштейн С., Прибыл Б. Oracle PL/SQL для профессионалов. 3-е изд. СПб: Питер. 2003
7. Решетников И.С., Коснырев П.Н., Арсланбеков С.А. Рациональный подход к построению диспетчерской системы газотранспортной компании // Автоматизация в промышленности. 2010. № 2.
8. Решетников И.С. Информационная система поддержки принятия решений в многоуровневой структуре на примере организации капитального ремонта нефтегазовой компании // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2007. № 3.

*Решетников Игорь Станиславович — канд. техн. наук, заместитель начальника службы автоматизации, информатизации, телекоммуникаций и связи,  
Коснырев Павел Николаевич — начальник отдела внедрения и развития ПО ИУС П  
ООО "Газпром центрремонт".*

*Контактные телефоны (916) 671-19-74, (499) 580-4-580 доб. 32-986.*

*E-mail: I.Reshetnikov@gcr.gazprom.ru P.Kosnyrev@gcr.gazprom.ru*

#### Новый 26-дюймовый многофункциональный WUXGA монитор Hatteland для морских применений

Эксклюзивный дистрибьютор Hatteland в России, компания "Ниеншанц-Автоматика", представляет новинку норвежского производителя судового и промышленного компьютерного оборудования — многофункциональный морской WUXGA монитор — JH 26T11 MMD. Новинка выходит на рынок в рамках широкоэкранный серии мониторов Series 1. Основные преимущества этой серии — абсолютная четкость изображения, а также защита экрана от конденсата и ударов благодаря технологии Optical Bonding Technology. Особенность технологии в том, что пространство между матрицей и защитным стеклом заполняется специальным материалом на основе силикона. Таким образом создается единая оптическая среда и устраняется отражение на границах раздела сред, что позволяет практически исключить блики, повысить четкость и контрастность изображения. Кроме того, отсутствие воздуха между стеклом и матрицей повышает защищенность монитора от климатических и механических воздействий.

Новые мониторы поставляются с системой MultiPower, имеющей два встроенных входа для переменного и постоянного тока. MultiPower обеспечивает совместимость мониторов со всеми судовыми системами

питания, автоматически переключая входной канал, если одно из напряжений пропадает или питание имеет нестабильные характеристики.

Другие полезные функции новых устройств: Picture-Vu-Picture позволяет разделить экран монитора на две равные части с возможностью показа в каждой из них изображений с разных видеовходов; функция Picture-In-Picture отображает в одном из углов экрана в небольшом окне изображение с любого видеисточника.

Новые мониторы имеют разъемы: DVI-I, RGB, IEC и USB. Специальный разъем "HATTELAND® Multi-function Connector" позволяет передавать несколько сигналов, таких как композитный видео, последовательный и др. через единственное кабельное соединение, таким образом оптимизируя подачу входных/выходных сигналов.

Устройства серии MMD соответствуют требованиям стандартов ECDIS (Electronic Chart Display and Information System), электронной системы навигации, принятой международной морской организацией (ИМО).

Hatteland планирует производить мониторы и комплектующие данной модели в течение 5 лет, что позволит использовать оборудование в долгоиграющих проектах.

[Http://www.nnz-ipc.ru](http://www.nnz-ipc.ru)

#### SCADA TRACE MODE поддерживает протокол NMEA 0183

Компания АдАстра (Россия) включила в SCADA-систему TRACE MODE 6 поддержку навигационного протокола NMEA 0183 через бесплатный драйвер.

NMEA (National Marine Electronics Association) — это текстовый протокол связи с навигационным оборудованием. Стал особенно популярен в связи с распространением GPS приемников, использующих этот стандарт. Протокол поддерживается и некоторыми устройствами ГЛОНАСС.

Поддержка протокола NMEA в SCADA TRACE MODE открывает возможность:

- создавать бортовые и навигационные системы на базе SCADA TRACE MODE;
- подключать устройства глобального позиционирования GPS и ГЛОНАСС к АСУТП и системам телемеханики (например, для точной синхронизации времени);
- подключать автоматические метеостанции к ПК.

Новый драйвер доступен начиная с релиза TRACE MODE 6.08. До выхода релиза 6.08 зарегистрированные пользователи могут получить драйвер, обратившись в службу технической поддержки АдАстры.

[Http://www.adastra.ru](http://www.adastra.ru)

## МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА "АВТОМАТИЗАЦИЯ 2010"

В.Г. Харазов (СПбГТИ (ТУ))

Представлен обзор экспозиции выставки "Автоматизация 2010", прошедшей в ноябре 2010 г. в Санкт-Петербурге.

Ключевые слова: контроллеры, датчики, регистраторы, самописцы, сенсоры, регуляторы.

В рамках V Международного промышленного форума в Санкт-Петербурге с 16 по 18 ноября 2010 г. прошли XI Международная специализированная выставка "Автоматизация 2010", X Международная промышленная выставка "Радиоэлектроника и приборостроение" и III специализированная выставка "Промышленная электроника".

Деловая программа выставки "Автоматизация 2010" включала семинары фирм "Прософт", "Овен" и "Ниеншанц-Автоматика". Все дни работы выставки проходил IV Инновационный форум ЭЭТТ "Высокотехнологичный промышленный комплекс России: состояние, проблемы, пути решения, перспективы".

Кратко рассмотрим экспозицию выставки "Автоматизация 2010".

ООО "Симэкс" ([www.simecs.ru](http://www.simecs.ru)) представило на выставке продукцию фирмы Siemens: контроллер Simatic S7-1200, панели оператора Basic Line, блоки питания, автоматические выключатели на ток до 1600 А и др. ПЛК Simatic S7-1200 комплектуется одним из трех типов CPU со встроенными сигнальными платами SB (аналоговыми или дискретными). Сигнальные модули имеют 8/16 каналов DI, 16/32 DI/DO, 4AI и 2АО. В составе ПЛК — четырехканальный коммутатор, встроенный интерфейс Profinet, RS-232/485. Программное обеспечение ПЛК — пакет STEP7 Basic. Из приводной техники отметим — преобразователи частоты Sinamics V50 в шкафом исполнении на номинальную мощность 55...500 кВт, а из контрольно-измерительной аппаратуры — приборы для измерения давления Sitrans P, уровня Sitrans L, расхода Sitrans F.

Компания Balluff ([www.balluff.de](http://www.balluff.de)) — мировой лидер в области производства сенсоров и компонентов автоматизации. К числу новых продуктов фирмы относятся высокоточные измерители пути Micropulse BTL в диапазоне 25...5500 мм, индуктивные прямоугольные датчики Q40, лазерные и фотоэлектрические вилочные датчики BGL, емкостные датчики BCS, ультразвуковые датчики для измерения расстояний BUS и др.

Компания Beckhoff ([www.beckhoff.com](http://www.beckhoff.com)) представила промышленные ПК CP72xx с ПРЦ C6920-0020 и C6930-0020, а также станции ввода/вывода BUS Terminal, EtherCAT Terminal и модули EtherCAT Box в исполнении IP67.

Компания WIKA ([www.wika.ru](http://www.wika.ru)) демонстрировала на выставке электронные и механические средства измерения давления и температуры, в том числе преобразователи давления с погрешностью  $\pm 0,05...0,1\%$ , цифровые индикаторы и терморегуляторы моделей CS4S/CS4H/CS4L/CS4R, нормирующие преобразователи T12, T19, T24, HART-преобразователи и FF-преобразователи.

ЗАО "МЕГА-К" ([www.megak.ru](http://www.megak.ru)) — крупная российская компания-производитель бесконтактных сенсоров (выключателей) емкостных, индуктивных, оптических, магниточувствительных, ультразвуковых (всего свыше 2000 типоразмеров). Компания также производит счетчики импульсов, тахометры, таймеры и источники питания. К числу новых изделий относятся индуктивные бесконтактные выключатели высокой чувствительности ВБ21.08М/ВБ21.12М и ВБ22.08М/ВБ22.12М, а также выключатели, рассчитанные на повышенный диапазон температур (-40...105 °С) типа ВБ2.12М, а также индуктивные выключатели с выходным сигналом 4...20 мА типа ДБ2.18М и ДБ2.30М. К числу новых оптических выключателей относятся лазерные выключатели диффузного и рефлекторного типов.

Компания JUMO ([www.jumo.ru](http://www.jumo.ru)) — ведущий Европейский производитель контрольно-измерительных приборов для измерения температуры и давления, анализаторов, показывающих и регистрирующих приборов. Среди новой продукции на выставке демонстрировались — самописец с печатью текста и матричным светодиодным дисплеем JUMO LOGOLINE 500/500 junior/500d, а также безбумажные самописцы с интерфейсами RS-232/485, Ethernet, Profibus DP. Среди новинок — универсальный переносной корпус для регистраторов с размерами 144x144 (200) мм.

Компания National Instruments ([www.ni.com/russia](http://www.ni.com/russia)) — мировой лидер в области разработки и производства аппаратных и программных средств автоматизации радиоизмерений, в том числе ВЧ-модулей в стандарте PXI под управлением программного пакета LabVIEW. На выставке был смонтирован стенд для тестирования систем беспроводной связи, телевидения, систем радиолокации и СВЧ-электроники.

Компания RITTAL ([www.rittal.ru](http://www.rittal.ru)) представила новую продукцию (дополнение к каталогу 32) —

распределительные щиты, системы контроля микроклимата, ИТ-системы. Система микроклимата включает центробежные и осевые фильтрующие вентиляторы, модули охлаждения и обогреватели шкафов, внутришкафные регуляторы температуры, система пожарообнаружения и тушения типа DET-AC XL внутри стоек, а также ИБП РМС 12 Compact, рассчитанных на мощность 2 и 3 кВА.

Среди отечественных изготовителей средств автоматизации на выставке были представлены компании "ОВЕН", "Элемер", "Осатек", "БД", "Реле", "Меандр", "Логика", "Фабер" и др.

Динамично развивающаяся российская компания "ОВЕН" ([www.owen.ru](http://www.owen.ru)), продвигающая общеобразовательную программу в вузах и техникумах РФ, среди новой продукции представила на выставке: ПИД-регулятор ОВЕН ТРМ148/212/138В, контроллеры для систем вентиляции, отопления и горячего водоснабжения ОВЕН ТРМ 132М, счетчики импульсов СИ10/СИ20/СИ30, контроллер для управления насосами ОВЕН САУ-У, блок управления симисторами и тиристорами ОВЕН БУСТ 2, нормирующий преобразователь сигналов термодатчиков и термометров сопротивления ОВЕН НПТ1, преобразователь давления ОВЕН ПД200, датчик уровня поплавковый ОВЕН ПДУ, программируемое реле ОВЕН ПР110, графическую панель оператора ОВЕН СП270. Также к новинкам относятся ПЛК110/160/63/73, модули удаленного ввода/вывода Мх110, GSM/GPRS модем ОВЕН ПМ01, HART-модем ОВЕН АС6, преобразователь интерфейса Ethernet — RS-232/485.

НПП "Элемер" ([www.elemer.ru](http://www.elemer.ru)) — российский производитель приборов для измерения и регулирования температуры, давления, влажности и др. параметров, вторичных электронных приборов. К новинкам компании, выпущенным в 2010 г., относятся: многоканальный безбузональный регистратор РТМ-69М (число входных аналоговых каналов 6...24 ед., дискретных — до 8 ед., выходных аналоговых каналов — до 3 ед., встроенный ПИД-регулятор, интерфейсы Ethernet и RS-485), новый датчик давления Элемер-100 с ЖК-индикатором с подсветкой и интерфейсами RS-232, HART, Bluetooth.

Компания Осатек ([www.osatec.ru](http://www.osatec.ru)) — крупный российский изготовитель и поставщик аппаратно-программных средств, включая процессорные модули на шине VME типа VR9/VR11 размером 6U, на шине Compact PCI типа CR9/CR11 размером 6U и CL9, CR5 размером 3U. К новым изделиям относятся процессорный модуль в стандарте VME 6U типа KCVX, модуль M113 6U с PCI, носитель для двух мезонинов стандарта РМС, а также модули РМС типов KRMC 100/101/102/104/105/106/107/112. К новым изделиям также относятся модули источников питания формата 6U типа MPV-DC-20B, MPV-DC-30A и MPV-DC-301A.

Компания БД ([www.bdrosma.ru](http://www.bdrosma.ru)) — российское предприятие, специализирующееся на производстве

высококачественных приборов для измерения давления и температуры, датчиков давления БД-1, РД-М, манометров МДМ, реле протока FS-1R, термометров биметаллических ТБ и др. К новым изделиям относятся реле давления РД-Х-2, манометрический термометр ТГП.

ООО "Реле и автоматика" ([www.rele.ru](http://www.rele.ru)) — представитель компании ООО "Реле" продемонстрировало на выставке новую продукцию: фотореле с недельным временем ФР-20М, реле контроля тока РТ-02Н, РГ-11М1 и напряжения РН-02М, РН-03М, а также сигнализатор тревог СТ-01М1 и реле контроля уровня РКУ-1М.

ЗАО "Меандр" ([www.meandr.ru](http://www.meandr.ru)) — российский производитель и поставщик устройств промышленной автоматики под торговой маркой ЭКМ (Электротехническая Компания Меандр). Среди новых изделий на выставке представлены реле ограничения мощности ОМ-16/63, контроллер автоматического ввода резерва АВР-3-1, термореле ТР-М01, реле контроля тока РКТ-3 и др.

Среди ведущих российских дистрибьюторов в области автоматизации ТП и постоянных участников выставок отметим компании Прософт, ЭФО, "Ниншанц-Автоматика", ВиТек и др.

Компания Прософт ([www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)) — дистрибьютор продукции более 50 зарубежных компаний, показала на выставке новые изделия: промышленные планшетные компьютеры фирмы Mitac тип E100 и MARS-3100, водонепроницаемые встраиваемые компьютеры Boxer G, процессорные платы в новом форм-факторе PCI/104-Express фирмы AAEON, твердотельные накопители серии SATA 20000-Н емкостью 512 Гбайт фирмы innoDisk. Среди новых изделий отметим контроллеры Simatic S7-1200 фирмы Siemens, новые прозрачные электролюминесцентные дисплеи фирмы Planag, беспроводные 86-клавишные клавиатуры фирмы iKey, управляемые коммутаторы Mice фирмы HIRSCHMANN и ЕК1 фирмы Advantech.

Компания ЭФО ([www.efo.ru](http://www.efo.ru)) — крупный российский поставщик продукции зарубежных компаний Phoenix Contact, VIPA, LUMEL и др. (рис. 2), представила новинки компании Phoenix Contact — системы ввода/вывода Axioline; модульный 12-портовый гигабитный NAT-коммутатор; разъемы RJ45 Quickon и M12 Quickon для быстрого монтажа со степенью защиты IP67; технологию SafetyBridge для децентрализованных систем безопасности на базе логического модуля и модули ввода/вывода (без контроллера безопасности) для сетей Profinet, Profibus; новые источники бесперебойного питания в одном корпусе типа TRI0 DC-UPS 24V/5A и MIN DC-UPS (аккумуляторная батарея в отдельном корпусе). К новым изделиям также относятся блоки питания Quint Power, Step Power, Trio Diode и др., новые зажимы Push-In (PIT) для проводников сечением 0,34...6 мм<sup>2</sup>, а также программируемые реле с зажимами PIT и систему быст-