

ВВЕДЕНИЕ

Открывая обсуждение, посвященное автоматизации химической промышленности, необходимо отметить, что тема эта очень широкая и многогранная. Подробно осветить все проблемы автоматизации, характерные для химических предприятий, в одном номере журнала невозможно. Представленные в этом разделе материалы условно разделим на четыре направления:

- ПО высокой надежности для систем автоматизации опасных производств и тренажерных комплексов;
- математическое моделирование ТП химических производств;
- описания проектов АСУТП химических производств;
- автоматизация лабораторных информационных комплексов.

ПО для ПТК высокой надежности СМ СИКОН

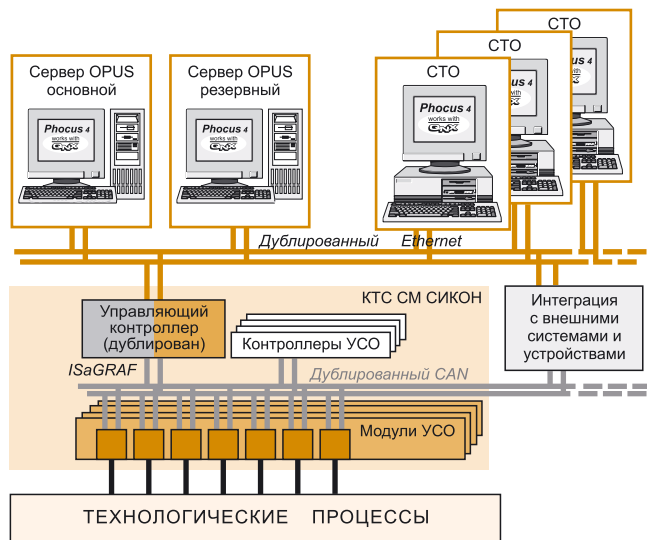
А.В. Фрейдман (Компания Науцилус)

ПТК СМ СИКОН для АСУТП высокой надежности предназначен для опасных производств, например химической промышленности, где ошибка системы управления чревата катастрофическими последствиями. Для обеспечения надежности ПТК при разработке программной составляющей было принято решение использовать активно резервируемые конфигурации: на нижнем уровне ISaGRAF для процессора TriCore TC1775, а на верхнем уровне SCADA-пакет Phocus для OCPB QNX.

ПТК СМ СИКОН разрабатывался для автоматизации цехов производства аммиака, карбамида и паро- и водоснабжения предприятия "Таджик-Азот". Аппаратная часть ПТК включает на нижнем уровне комплекс технических средств (КТС) СМ СИКОН, а на верхнем уровне – серверы БД РВ OPUS и станции операторов (СТО) – SCADA станции Phocus для сбора данных и непрерывного мониторинга процессов. Структура ПТК СМ СИКОН представлена на рисунке.

КТС СМ СИКОН

КТС СМ СИКОН (Сетевых Индустриальных Контроллеров) предназначен для работы в качестве низового звена системы, осуществляющего связь со средствами измерения параметров ТП, приборами



Структура АСУТП на базе ПТК СМ СИКОН

промышленной автоматике и исполнительными механизмами.

КТС СМ СИКОН – это полнофункциональный набор унифицированных модулей для создания распределенных сетевых АСУТП по заказной спецификации. В состав КТС СМ СИКОН входят:

- управляющие контроллеры, ранжированные по уровню обеспечения надежности (одинарный, дублированный, троированный);
- контроллеры УСО, различающиеся по числу обрабатываемых информационных каналов и по уровню обеспечения надежности;
- набор модулей ввода/вывода сигналов (аналогового, дискретного ввода/вывода, блок компенсации холодного спая термопар (БКХ) и блок релейной коммутации (БРК));

КТС СМ СИКОН реализует функции:

- измерения аналоговых выходных сигналов датчиков в виде напряжения и силы постоянного тока, электрического сопротивления; выходных сигналов термопар и термопреобразователей сопротивления;
- выдачи управляющих сигналов на объект;
- преобразования и обработки информации о состоянии объекта;
- цифрового регулирования и логического управления;
- внутренней диагностики и оперативной сигнализации возникших неисправностей;
- передачи информации верхнему уровню управляющей системы и приема управляющей информации от верхнего уровня системы.

Число каналов ввода/вывода (в том числе резервных, которые могут быть задействованы в процессе эксплуатации комплекса) определяется требованиями-

ми заказчика. При этом одна стойка УСО позволяет разместить до 248 каналов ввода или до 128 каналов вывода аналоговых сигналов в любом сочетании плюс до 512 каналов ввода/вывода дискретных сигналов в любом сочетании.

Интерфейс между стойками УСО и управляющим контроллером – CAN (дублированный). Интерфейс между КТС СМ СИКОН и станциями оператора – Ethernet (дублированный).

Обеспечение надежности и отказоустойчивости

Для обеспечения надежности системы применено резервирование наиболее важных элементов и систем. К ним относятся: ЛВС Ethernet подсистемы взаимодействия с персоналом (ПВП), сетевые средства связи CANbus для подсистемы управления и взаимодействия с объектом (ПУВО), а также аппаратные средства подсистем технологического оборудования (дублирование) и противоаварийной защиты (троирование). Применена дублированная система питания 24В с аккумуляторной поддержкой.

Повышенная надежность и отказоустойчивость системы обеспечивается: встроенной самодиагностикой, непрерывным фоновым тестированием аппаратных средств и диагностикой состояния линий связи; резервированием управляющих контроллеров и интерфейсов связи; возможностью замены неисправных модулей в "горячем" режиме.

Взаимодействие основного контроллера с резервным построено на основе мажоритарной логики и обеспечивает "безударное" переключение между основным и резервным оборудованием. Гальваническая развязка входных/выходных сигналов достигается за счет схемотехнических решений модулей аналого-частотных преобразователей и модулей дискретного ввода/вывода сигналов. Для обеспечения искробезопасности цепей входных/выходных сигналов применены изолирующие аналого-частотные и частотно-аналоговые преобразователи с видом защиты "искробезопасная электрическая цепь" ExibIIC.

В функции контроллера УСО входит сбор и обработка сигналов от объекта и представление их значений в форме, удобной для передачи на дублированный управляющий контроллер. Передача осуществляется по локальной дублированной сети CAN. На основании полученной информации управляющий контроллер формирует сигналы, которые передаются на выходные модули УСО только с одного контроллера (ведущего). В случае неисправности ведущего контроллера происходит безударное переключение на резервный контроллер.

Контроллер УСО включает процессорный модуль Сикон TC1775.30, модуль питания ввода/вывода дискретных сигналов и модуль ввода/вывода частотных сигналов. Процессорный модуль построен на базе 32-разрядного микроконтроллера SAK TC1775 (INFINEON Technology), программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС) XC 9500 (XILINX) и двух контроллеров Ethernet – CS 8900A (Cirrus LOGIC).

Функциональные характеристики определяются параметрами используемого микроконтроллера. Его производительность – 40 млн. операций/с, он имеет встроенную функцию цифровой обработки сигналов (DSP), специализированный процессор для работы с периферией, внутреннюю RAM объемом 72 Кбайт, 32-канальный АЦП, 64-канальный блок обработки частотных сигналов, последовательные интерфейсы RS-232 и Twin CAN. Он использует внешнюю память в виде RAM с батарейной поддержкой емкостью до 8 Мбайт, быструю RAM емкостью до 1 Мбайт и FLASH-память емкостью до 8 Мбайт. Микроконтроллер использует часы RV с батарейной поддержкой и синхронным параллельным интерфейсом (SPI).

Имеется возможность взаимодействия через внешние интерфейсы TWIN CAN, Ethernet и RS-232/485. TWIN CAN – это дублированный интерфейс для связи по сети CAN с внешними устройствами со скоростью передачи до 1 Мбит/с. Сеть Ethernet реализована в виде дублированного интерфейса, применяется для связи с сетями персональных и промышленных компьютеров со скоростью передачи до 10 Мбит/с. Два последовательных порта могут использоваться как два канала RS-232/485 в любом сочетании.

Управляющий контроллер выполнен в том же конструктиве, что и контроллер УСО, но содержит два процессорных модуля (ПМ), которые реализуют управляющие функции в дублированном режиме. Реализованный способ резервирования использует соединение процессорных модулей управляющего контроллера через линии GPТА (General Purpose Timer Array) микроконтроллеров. Управление потоком данных по этим линиям осуществляется периферийным процессором PCP (Peripheral Control Processor). Такое решение позволяет существенно разгрузить центральный процессор, а также упростить логику работы всего ПО контроллера в целом, повысив тем самым его надежность.

Состав ПО ПТК СМ СИКОН

ПО ПТК можно условно разделить на группы: системное, инструментальное и прикладное.

Системное ПО включает ОС, интерфейсные программные модули и программы взаимодействия с аппаратными средствами и является базовым для инструментального и прикладного ПО. Характерной особенностью ПТК СМ СИКОН является то, что для обеспечения режима работы жесткого RV всего комплекса в качестве основы для системного ПО используются ОС RV как на нижнем, так и на верхнем уровне АСУТП. На нижнем уровне для контроллеров КТС СМ СИКОН используется встроенная, оптимизированная для применяемого процессора (Tricore TC 1775) ОС RV, которая не имеет интерфейсов для конечного пользователя. На верхнем уровне в качестве системного ПО используется ОС RV QNX 4.25. Благодаря архитектуре с микроядром и развитому графическому интерфейсу Photon она зарекомендовала себя самым наилучшим образом во многих проектах АСУТП.

Инструментальное ПО входит в состав как нижнего, так и верхнего уровня ПТК СМ СИКОН. На нижнем уровне используется пакет ISaGRAF, а на верхнем – SCADA пакет Phocus 4.

Прикладное ПО создается по техническому заданию заказчика с помощью средств разработки пакетов ISaGRAF и Phocus и может модернизироваться в процессе эксплуатации самим заказчиком самостоятельно.

Система технологического программирования ISaGRAF

Система ISaGRAF применяется в КТС СМ СИКОН в качестве инструментального ПО для ПУВО. Система ISaGRAF обеспечивает полную поддержку всех пяти языков стандарта IEC 61131-3, а также некоторых других общепризнанных языков, что позволяет технологу с большой эффективностью разрабатывать программное обеспечение для интеллектуальных ПЛК наиболее удобным для него образом.

Как известно, стандарт IEC 61131-3 описывает три графических языка программирования – последовательных функциональных схем (SFC), релейных диаграмм (LD) и функциональных блочных диаграмм (FBD), а также два текстовых языка – список инструкций (IL) и структурированный текст (ST). Синтаксис этих языков детально описан в стандарте IEC 61131-3, так что пользователь найдет один и тот же синтаксис во всех пакетах. Графическое представление прикладных программ – это типичная особенность программирования ПЛК. В то же время текстовые языки широко используются для компьютерного программирования. Применение стандартных средств и языков программирования дает возможность заметно снизить затраты на разработку прикладного ПО.

Помимо стандартных языков стандарта IEC 61131-3 ISaGRAF позволяет использовать распространенный графический язык Поточковых Диаграмм (FC – Flow Chart), который используется для описания последовательных операций.

Функционально пакет ISaGRAF состоит из двух частей: средство разработки (ISaGRAF Workbench) и средство исполнения (ISaGRAF Target).

Система разработки ISaGRAF (Workbench) предназначена для разработки прикладных задач, исполняемых под управлением ядра ISaGRAF на системах исполнения, и устанавливается на PC-совместимом компьютере под управлением MS Windows. Система разработки компилирует проект в системно-независимый псевдокод (Target Independent Code – TIC), оптимизированный специально для языка структурированного текста (ST). TIC код загружается в целевую машину для исполнения через каналы коммуникаций, обычно это RS-232/485, Ethernet TCP/IP. Система исполнения либо загружается, либо прожигается в ПЗУ целевой машины. Она включает ядро ISaGRAF и набор специализированных модулей связи.

Достоинства ISaGRAF состоят в использовании широкого набора языков технологического программирования, включая все пять стандартных языков програм-

мирования IEC 61131-3; переносимости программ при изменении аппаратуры за счет использования стандартных языков программирования IEC 61131-3; легкости освоения и удобства использования благодаря графическому интерфейсу системы разработки; встроенных средствах программирования промышленных сетей; в наличии удобных и эффективных отладочных средств.

В ISaGRAF заложена концепция структурного программирования, предоставляющая возможность описать автоматизируемый процесс в наиболее простой и понятной форме.

Философия системно-независимого кода ISaGRAF состоит в том, чтобы добиться максимальной гибкости, никоим образом не привязываясь к какой-либо платформе. В любом случае конечный пользователь будет использовать все возможности современной графической системы и писать программы на любом из шести языков. При этом он может сфокусировать все свое внимание на решении проблемы, и не беспокоиться об аппаратной части системы управления.

Полностью вместе с использованием целевых задач, разработанных в Научном центре "Науцилус", система ISaGRAF внедрена более чем на 50 предприятиях в России. В том числе на предприятиях химии и нефтехимии: нефтеперерабатывающий завод (г. Ачинск); ОАО "АЗОТ" (г. Березники), Ангарский электрохимический комбинат, ОАО "Воскресенские минеральные удобрения".

ПО управляющего контроллера

Основой ПО управляющего контроллера КТС СМ СИКОН служит целевая задача ISaGRAF для процессора Tricore TC1775, разработанная в Научном центре "Науцилус". Она включает следующие программы: ядро целевой задачи (исполнение пользовательских алгоритмов); средство связи с системой разработки; средство обеспечения внешнего доступа к БД ISaGRAF.

Чтобы повысить время реакции целевой задачи ISaGRAF, она разделена на два процесса: прикладная целевая задача ядра и программа связи, которые выполняются параллельно и независимо друг от друга.

Задача доступа к БД ISaGRAF обеспечивает возможность доступа к данным ISaGRAF из SCADA-системы в данном случае Phocus 4, но возможно также и из Sitex, RealFlex, Wizcon, iFix и др.

Двоичный системно-независимый код приложения генерируется в системе разработки ISaGRAF Workbench и загружается в ядро целевой задачи. Затем он исполняется на целевой машине (процессорным модулем управляющего контроллера). Если в памяти нет кода приложения, то целевая задача ждет, когда приложение будет загружено. Для того, чтобы запустить приложение при включении управляющего контроллера без использования отладчика, нужно, чтобы файлы с TIC кодом были скопированы на Flash-диск управляющего контроллера.

ПО целевой задачи строится вокруг ядра, исполняющего алгоритмы на языках стандарта IEC 61131-3 и Flow

Chart и обращающегося к библиотеке плат ввода/вывода, а также к функциям пользователя и системному интерфейсу. Каждой переменной приложения в процессе разработки может быть поставлен в соответствие уникальный адрес. Для этого имеется специальная опция в системе разработки. После того, как программа скомпилирована и загружена в контроллер, этот адрес может быть использован для идентификации переменной при обращении к БД ISaGRAF из SCADA-системы.

Благодаря возможности разрабатывать процедуры на языке С, для ПТК СМ СИКОН в компании Науцилус были разработаны различные функции диагностики и управления. К первым относятся функции диагностики сетей CAN и Ethernet, проверки жизнеспособности УСО, дублирующего ПМ, а также диагностики связи с объектом управления. Ко вторым — такие широко используемые алгоритмы управления, как ПИ-, ПДД- и ПИД-регуляторы.

Все эти функции доступны технологу при разработке системы управления ТП, например, в виде функциональных блоков для программирования на графическом языке FBD.

Помимо этого, ПО управляющего контроллера содержит задачу управления РВ, которая может использоваться, в частности, для управления МЭО (механизмов электрических однооборотных), которые предназначены для перемещения рабочих органов запорно-регулирующей трубопроводной арматуры поворотного принципа действия (шаровые и пробковые краны, поворотные дисковые затворы, заслонки и пр.). Благодаря тому, что эта задача не связана с циклом ISaGRAF, она способна обеспечить выдачу управляющих сигналов с точностью 20 мс, что позволяет получить высокую точность дозировки жидкостей и высокую производительность.

Функции основного и резервного ПМ управляющего контроллера на уровне ISaGRAF

Каждый из ПМ управляющего контроллера может быть основным либо резервным. Задача ISaGRAF основного ПМ управляющего контроллера работает в режиме РВ, задача ISaGRAF резервного ПМ управляющего контроллера работает в поцикловом режиме исполнения.

Основной ПМ получает данные по шине CAN от контроллеров УСО, определяет в соответствии с технологическим алгоритмом необходимые управляющие воздействия и посылает их контроллерам УСО. Кроме того, в конце каждого цикла целевой задачи ISaGRAF делается копия областей данных целевой задачи ISaGRAF, включающая кроме значений переменных, описывающих непосредственно состояние управляемого объекта, также и состояния всех функциональных блоков регуляторов и таймеров. Эта копия (зеркало) используется для быстрого доступа к данным драйвера SCADA-системы. Другая аналогичная копия переписывается в память периферийного процессора и запускается программа передачи этих данных на резервный ПМ.

Как только завершается передача текущего состояния целевой задачи ISaGRAF основного ПМ управляющего контроллера на резервный, задача ISaGRAF резервного ПМ исполняет на полученных данных один цикл алгоритма и переходит в режим ожидания следующей порции данных. Принципиальное различие в функциях основного и резервного ПМ состоит в том, что резервный не опрашивает контроллеры УСО и не посылает им команды управления. Все остальные функции резервным ПМ управляющего контроллера выполняются. В частности, в конце цикла делается зеркало для связи со SCADA, продолжает работать задача связи Ethernet и задача арбитража, которая следит за жизнеспособностью основного ПМ управляющего контроллера.

Старт и передача функции основного ПМ контроллера

В состав ПО контроллера входит задача арбитража, которая распределяет роли ПМ управляющего контроллера при старте системы и следит за состоянием ПМ в процессе работы. Каждому ПМ управляющего контроллера выделена линия GPTA, на которой он периодически меняет уровень сигнала, при этом каждый фронт вызывает прерывание центрального процессора, дублирующего ПМ. В режиме работы при отсутствии потока прерываний от резервного ПМ к основному последний прекращает перекачку данных на резервный до тех пор, пока прерывания не возобновятся. При исчезновении потока прерываний от основного ПМ к резервному в течение заданного промежутка времени резервный становится основным. При включении комплекса каждый из ПМ управляющего контроллера начинает генерировать прерывания на дублирующем ПМ и одновременно ожидает прерывания от дублирующего ПМ в течение заданного тайм-аута. Если прерываний нет, то ПМ становится основным. Если прерывания есть, то ПМ становится основным или резервным в зависимости от номера слота, в котором он установлен.

Обмен данными на уровне периферийного процессора осуществляется за счет простого одностороннего протокола. Основной ПМ является передатчиком (функция приемника отсутствует), резервный — приемником (функция передатчика отсутствует). Передатчик начинает передачу, если на линии готовности приемника высокий уровень сигнала. В этом случае на одной из управляющих линий выставляется высокий уровень сигнала, что вызывает прерывание периферийного процессора и вызов канальной программы приемника. Высокий уровень сигнала на этой линии держится в течение передачи всего сообщения. Сброс сигнала сигнализирует приемнику о конце передачи. Другая управляющая линия передатчика используется для индикации, что очередной байт передан, и приемник может его забрать.

ПО контроллера УСО имеет целью прием-передачу данных от модулей УСО и передачу их на верхний уровень. Оно разработано на языке С в ОС РВ для Tricore TC1775, и активно использует аппаратные функции, встроенные в данный микроконтроллер.

Подсистема связи по сети CAN

Связь по сети CAN является важнейшей задачей контроллера УСО. Подсистема связи по сети CAN предназначена для сбора контроллером УСО данных от удаленных объектов, а также для связи контроллера УСО с управляющим контроллером. Две сети CAN функционируют в режиме дублирования. Максимальная скорость передачи по сети CAN составляет 1 Мбит/с.

Взаимодействие между контроллерами осуществляется по типу Producer-Consumer. Для передачи данных между контроллерами используются широкополосные сообщения. Такой способ взаимодействия существенно повышает скорость обмена данными по сравнению с взаимодействием типа запрос-ответ. Кроме того, с одним контроллером УСО могут взаимодействовать несколько управляющих контроллеров и наоборот.

Для синхронизации ввода/вывода по сети CAN передается специальная синхронизирующая телеграмма, задающая начало цикла обмена данными. Возможна гибкая настройка режимов обмена данными, когда часть данных будет передаваться в синхронном режиме (каждый такт синхронизации, через такт и т.д.), а часть в асинхронном – по внутреннему событию (через определенные интервалы времени или по изменению).

В каждом контроллере УСО должны задаваться следующие параметры:

- период опроса – время между синхронизирующими телеграммами;
- окно обмена данными – время между синхронизирующей телеграммой и окончанием обмена данными ввода/вывода (синхронные телеграммы ввода/вывода, принятые после истечения этого времени, игнорируются).

Если контроллер УСО не получает синхронизирующую телеграмму в течение N периодов опроса (например, в случае обрыва обеих линий CAN), он переводит свои выходы в состояние по умолчанию или в специальное предустановливаемое состояние, которое задается отдельно.

Кроме того, все контроллеры передают также через определенный интервал времени (задается на стадии конфигурации системы) специальную телеграмму, подтверждающую работоспособность данного контроллера. При помощи данного механизма возможно определение выхода из строя конкретного контроллера или отдельной сети CAN (участка сети).

ПО верхнего уровня

Для создания системы сбора данных и ЧМИ в ПТК СМ СИКОН используется SCADA-система Phocus 4 для ОС РВ QNX4.25. Первоначально пакет Phocus разрабатывался компанией Jade Software Ltd. (Великобритания) совместно с дочерней фирмой Jade Norge (Норвегия). В 2003 г. исходные коды этого пакета были приобретены компанией Науцилус, которая продолжила разработку и поддержку этого пакета как для отечественного, так и зарубежных рынков.

Применение ОС РВ QNX и архитектурные особенности Phocus делают его чрезвычайно эффективным и надежным средством для разработки ответственных приложений с большим числом точек данных, для малоресурсных и бездисковых систем (Phocus+QNX можно встроить во Flash-память), и где требуется быстрый анализ совокупности собираемых данных в РВ (бортовые и военные системы).

Phocus своей мощностью и структурой обязан ОС QNX, которая имеет врожденные качества одноранговой сети со встроенной отказоустойчивостью, обеспечивающей удаленную загрузку и работу резервируемых систем. QNX включает POSIX-совместимую, устойчивую, многонитевую дисковую файловую систему, делающую тренды предыстории и запись данных о событиях надежными и безошибочными. QNX имеет свои собственные средства для работы в сети, обеспечивающие быструю связь, устойчивую к отказам (FLEET), равномерную загрузку и избыточность сети. Phocus идеально реализует возможности, предоставляемые современными процессорами, так как прикладные программы в среде Phocus работают в защищенном режиме, целиком используя 32-битовый код. Наконец, POSIX-образная надежная файловая структура диска делает данные более защищенными.

Пользовательский интерфейс Phocus разработан под графической оболочкой Photon microGUI, что делает его легким для изучения и интуитивно понятным в эксплуатации. Мощные функции визуализации обладают высокой производительностью и надежностью, что гарантирует отсутствие мерцаний и задержек.

Графический ЧМИ, обеспечиваемый Phocus, облегчает его изучение и использование. Несколько окон могут быть открыты одновременно и обновляться в режиме РВ. Стандартное меню операторского интерфейса включает таблицу данных для просмотра БД РВ. Окно отображения событий предыстории используется для просмотра и анализа прошедших событий и тревог. Окно статистики сервера ввода/вывода дает информацию о том, насколько хорошо осуществляется связь с внешними устройствами. Окно серверов показывает состояние каждого сервера Орус в сети. Отображатель мнемосхем способен выводить мнемосхемы, которые имеют индивидуальный размер и такие характеристики, как минимальный уровень доступа пользователя, доступность к узлу и управление стилем окна. Данные трендов предыстории могут просматриваться через просмотрщик или как тренд, встроенный в пользовательскую мнемосхему. Пользователь может растягивать и сжимать масштаб тренда на дисплее и панорамировать по времени. Точные значения в известное время могут быть показаны в режиме курсора. Генератор отчетов, используя предварительно составленный формат отчета, получает и форматирует данные для отображения и/или печати.

Утилита просмотра событий позволяет просматривать события, записанные задачей регистрации тревог/событий Phocus. Утилита позволяет выбирать

тревоги/события для просмотра по начальному и конечному времени, по их типу, имени сервера или группы, имени и типу записи, приоритету.

Абсолютные приоритеты делают возможной параллельную обработку, например, в одном окне можно следить в РВ за трендом на дисплее, отображающем реальный процесс, и в то же время проводить модификацию БД в режиме on-line.

Помимо элементов интерфейса оператора разработчику доступны:

- построитель БД – средство описания групп и точек, которое задает предельные значения тревог, временной интервал записи данных предыстории, масштаб единиц и др.;

- построитель пользовательских мнемосхем – редактор векторной графики, включающий также средства динамизации при подключении к БД. С его помощью создаются стандартные объекты – прямоугольники, окружности, трубы, текст и др. Несколько объектов могут быть сгруппированы в составные пользовательские объекты. Имеются библиотеки групп векторных объектов (измерительные устройства, насосы, двигатели, здания) и символов bitmap. После создания каждого графического объекта его атрибуты могут быть соединены (можно несколькими связями) с полями записей БД на любом сервере сети. Например, объект может менять цвет, положение или может мерцать в случае тревоги;

- построитель трендов позволяет задать формат нескольких полей, на каждом из которых могут выводиться по несколько графиков;

- построитель отчетов позволяет задать форматы отчетов в виде шаблонов, в которые должны выводиться данные для анализа;

- вспомогательные инструменты, необходимые для конфигурации системы, включают менеджер доступа для управления пользовательским доступом, утилиту конфигурации сервера ввода/вывода для задания и управления работой сервера ввода/вывода, редактор сообщений, используемый для редактирования пользовательских сообщений, журнал системных ошибок и утилиту конфигурации сообщений тревог. В версии Phocus/OPUS 4.x имеется и модуль рецептов.

Сервер БД РВ OPUS

В SCADA-пакете Phocus ядром системы является сервер БД РВ OPUS, который автоматически запускается в ядре Phocus. Эта ключевая часть пакета имеет очень небольшой (около 70 Кб) размер кода. OPUS способен работать непрерывно без остановки и перезагрузки. Этим достигается непрерывность мониторинга процессов.

С точки зрения программной архитектуры основу OPUS составляют несколько серверов (БД, ввода/вывода, предыстории и быстрой предыстории) и администраторов (доступа, управления, сообщений, исходных данных). Под сервером здесь понимается программная компонента, а не отдельный компью-

тер. Каждый сервер в OPUS может поддерживать одновременно работу нескольких серверов ввода/вывода. Каждая компонента, а также драйверы ввода/вывода реализованы как отдельные процессы в ОС. Один из процессов следит за состоянием всех остальных компонентов системы, и в случае сбоя перезапускает отказавшую программу. При этом ошибка не сказывается на работе системы в целом. Все процессы Phocus обмениваются данными через внутренние очереди и системные сообщения.

OPUS содержит технически совершенный сервер распределенной БД РВ. Эта резидентная в памяти БД РВ содержит упорядоченные группы записей данных, которые, в свою очередь, могут быть привязаны к внешним устройствам сбора данных и управления. Сервер OPUS управляет расположенными в памяти именованными записями, которые могут обновляться от внешних устройств таких, как ПЛК, модули сбора данных или дискретного управления и распределяет их присоединенным к нему клиентам. Кроме основных функций, сервер БД РВ OPUS обеспечивает управление пользовательским доступом, распределением тревог, обновлением данных пользователя, сервером ввода/вывода и интерфейсом управления.

Первоначально пользователь создает БД проекта для отображения ввода/вывода с присоединенных физических устройств ввода/вывода. Каждая точка БД затем присоединяется к серверу ввода/вывода посредством уникального идентификатора сервера ввода/вывода. Сервер ввода/вывода отвечает за связь с физическим устройством ввода/вывода, получение необходимых данных и запись их на сервер OPUS. Принятые сервером данные проходят внутреннюю обработку. Сначала проверяется изменение значений данных, если это происходит, то данные передаются в очередь для записи предыстории. Затем проверяются тревоги. Если любой флаг тревоги установлен или сброшен, то об этом сообщается менеджеру тревог, который создает сообщение тревоги и помещает данные в свой внутренний буфер.

Изменение данных передается менеджеру обновления. Он будет проверять наличие зарегистрированного клиента, связанного с этой точкой, и, если есть, добавляет заголовок данных записи в список клиентских обновлений. Данные будут прочитаны при ближайшем контакте клиента с сервером.

Достоинства пакета Phocus

- использует все преимущества ОС РВ QNX, результатом чего является его высокая производительность, надежность и компактность;

- может работать с дублированными сетями, одна из которых – общая магистраль TCP/IP, а другая – детерминированная отказоустойчивая сеть QNX (Qnet или Fleet), обеспечивающая мгновенное переключение управления с основного сервера БД на сервер активного резерва;

- проверенное решение, "выросшее" из пакета Sitex для QNX, в котором то же ядро системы – сер-

вер OPUS. А сам Sitex в свое время подобрал все лучшее из пакета RealFlex;

- полностью совместим с набором дополнительного ПО, созданного для Sitex, включая драйверы ввода/вывода, коммуникационные интерфейсы и утилиты;
- доступны все программы двусторонней передачи данных между платформой QNX и MS Windows, включая такие интерфейсы, как OPC (OPC сервер и клиент для OPUS) и HTML. Таким образом, задача интеграции с общекорпоративными системами предприятия могут быть легко решены;
- экономически выгоден и по цене сравним с другими SCADA, включая пакеты на платформе MS Windows.

Phocus поставляется со всем, что нужно для полнофункциональной SCADA-системы, включая: оперативный редактор БД; сервер распределенной БД РВ с архитектурой, обеспечивающей множественный доступ; редакторы системных и аварийных сообщений; утилиту конфигурации сервера ввода/вывода; редакторы символов и динамического экрана; объектно-ориентированный графический построитель; процессор данных; администратор Тревог/Событий; запись данных предыстории; управление доступом пользователей; генератор отчетов; встроенные средства поддержки работы в сети.

Каждый сервер в Phocus может поддерживать одновременно работу нескольких серверов ввода/вывода, доступных для многих распространенных плат ввода/вывода, контроллеров и датчиков.

Резервирование серверов Phocus в ПТК СМ СИКОН

Для обеспечения надежного и непрерывного мониторинга в составе ПТК СМ СИКОН Phocus конфигурируется исключительно с функцией активного резервирования. Сервер активного резерва предо-

ставляет в сравнении с другими видами резервирования наиболее прогрессивный алгоритм для безотказной работы. Естественно, каждый сервер снабжается источником бесперебойного питания. Информация о работе этих источников также может стать доступной для операторов системы Phocus.

Главный и активный резервные серверы имеют одно и то же имя и выполняемый набор задач. Все изменения данных отражаются на обоих серверах. В случае сбоя основного сервера происходит практически мгновенное переназначение в качестве главного сервера активного резерва. При восстановлении работы главного сервера он вновь становится резервным. Соединение главного и резервного серверов с ПЛК осуществляется по дублированным каналам Ethernet, тем самым обеспечивая надежную доставку данных в SCADA-систему.

Заключение

ПО для ПТК СМ СИКОН создано на базе ОС РВ, что позволяет использовать данный ПТК в проектах с высокими требованиями к надежности и отказоустойчивости системы управления. Исходные коды ПО систем как нижнего, так и верхнего уровня полностью контролируются отечественными разработчиками, так что при необходимости возможно их исследование и сертификация для применения в ответственных приложениях.

ПТК СМ СИКОН можно рекомендовать к применению на ответственных участках взрывоопасных объектов химической, атомной и др. отраслей промышленности, требующих катастрофоустойчивости. В то же время стоимость проекта существенно снижается по сравнению с решениями на базе зарубежных аппаратных и программных средств того же класса.

*Фрейдман Андрей Витальевич — зам. директора компании Науцилус.
Контактный телефон (095) 939-58-72.*

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ПО ТРЕНАЖЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ОПЕРАТОРОВ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

О.В. Ершова, А.Б. Лавров, Т.Б. Чистякова (СПбГТИ)

Рассматриваются вопросы разработки тренажерных комплексов, предназначенных для приобретения навыков управления операторами электротермических производств. Предложена структура комплексов, реализованная средствами SCADA-системы InTouch, включающая инструментальные компоненты среды разработки и функциональные компоненты, реализующие задачи обучения и тренажа.

Введение

Электротермические производства являются сложными с точки зрения управления, потенциально опасными, оказывающими вредное воздействие на экологию и жизнедеятельность работающего персонала, потребляющими большое количество природного сырья и электроэнергии. Отличительными признаками этого класса объектов являются отсутствие современных систем эффективного управления и подготовки квалифицированных кадров. В соответствии с пунктами 2.11, 2.12 "Общих правил взрывобезопасности для

взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств" все рабочие и инженерно-технические работники, непосредственно занятые ведением ТП, должны проходить курс подготовки с использованием современных технических средств обучения и отработки навыков (тренажеров, учебно-тренировочных полигонов и т.д.). Допуск к самостоятельной работе персонала на этих производствах может и должен осуществляться только на основании документально оформленных результатов проведенного обучения и тренинга [1]. Это обуславливает