

Дмитрий Швецов

## Интеллектуальные системы хранения данных в АСУ ТП

В статье рассмотрены современные системы архивации данных в АСУ ТП, наиболее часто используемые СУБД и соответствующие аппаратные платформы. Описаны принципы построения многоуровневых систем сбора и архивации данных, агрегации и «горячего» резервирования.

Рынок систем диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) является одним из самых быстро растущих рынков систем контроля в мире. Возрастающая потребность в модернизации электроэнергетической, водораспределительной и водоочистительной инфраструктур будет способствовать расширению данного рынка в странах Западной Европы и Северной Америки в течение нескольких следующих лет. В России, на Ближнем Востоке, в Африке, странах Азиатско-Тихоокеанского региона и Латинской Америки благодаря инвестициям в строительство новой инфраструктуры нефтегазовой отрасли, электроэнергетики, водообеспечения и обработки сточных вод также будет наблюдаться рост рынка систем SCADA. Согласно результатам нового исследования глобальной консалтинговой компании Frost & Sullivan «Стратегический анализ мирового рынка систем SCADA», в 2009 году выручка этого рынка составила 4623,1 млн долл., а к 2016 году, по прогнозам, она достигнет 7074,1 млн долл. Исследование охватывает конечных потребителей систем АСУ ТП: нефтегазовую отрасль, электроэнергетику, водообеспечение и водоочистку, автомобилестроение и транспортный сектор, а также другие отрасли, в которых используются такие системы заводского уровня (производство продуктов питания и напитков, фармацевтическая, химическая и целлюлозно-бумаж-

ная промышленность). В число проанализированной в этом исследовании продукции входят также программное обеспечение для АСУ ТП и АСУП, компьютерное оборудование и ИТ-услуги.

В настоящее время, чтобы оставаться конкурентоспособными, производители во всех отраслях промышленности должны уметь контролировать свои производственные процессы оптимальным образом. Программное обеспечение (ПО), применяемое в АСУ ТП, позволяет осуществлять визуализацию всего предприятия в режиме реального времени. Современные технологии дают возможность корректировать настройки параметров технологических процессов с целью достижения оптимального состояния независимо от применяемого программного продукта. Оптимизация управления производством в реальном времени невозможна без анализа предыдущих событий и статистики производственных процессов, которые позволяют персоналу четко и быстро определять, что пошло правильно или неправильно на предыдущем цикле производства. Оперативные данные об изменении параметров одной переменной могут дать весьма ценную информацию и повлиять на качество процесса в целом. Как правило, для осуществления анализа данных необходимо несколько производственных циклов, чтобы можно было судить об оптимальности тех или иных параметров. Чтобы провести анализ всех процессов,

необходимо иметь данные о состоянии и работе всех исполнителей в момент производства. В данном случае требуются приложения для архивации и анализа данных всех производственных процессов. Для этих целей многие производители прикладного программного обеспечения АСУ ТП предлагают системы хранения исторических данных, предназначенные для записи в реальном времени или по мере необходимости больших объемов значений параметров, полученных в процессе производства. Как правило, большие объемы данных требуется собирать во время запуска производства продукции и зачастую в те моменты, когда в силу различных причин ожидаются отклонения в технологии или в штатном режиме работы оборудования. Эта информация должна быть записана и сохранена точно и своевременно. Решение такой задачи не под силу классическим «коробочным» системам баз данных (БД). Помимо всего прочего для построения информационной системы требуются тщательный подбор серверной платформы (выбор серверной ОС и СУБД) и выбор платформ для клиентских рабочих мест. При выборе СУБД необходимо принимать во внимание следующие факторы:

- максимальное число пользователей, одновременно обращающихся к базе;
- характеристики клиентского ПО;
- аппаратные компоненты сервера;
- серверную операционную систему;
- уровень квалификации персонала.

## ОБЗОР ОСНОВНЫХ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ В АСУ ТП

На сегодня известно большое число различных серверов баз данных SQL. Рассмотрим более подробно следующие ведущие серверные СУБД: Oracle и Microsoft SQL Server.

Пакет Oracle, наделённый самым развитым набором функций для работы с языком Java и доступа к данным через Интернет, также обладает системой оптимизации одновременного доступа. Единственным недостатком данной СУБД является сложность администрирования, однако все затраты на её внедрение и освоение впоследствии окупаются эффективной и надёжной работой. Среди основных свойств СУБД Oracle следует отметить такие как:

- высочайшая надёжность;
- возможность разбиения крупных баз данных на разделы, что позволяет эффективно управлять огромными гигабайтными базами;
- наличие универсальных средств защиты информации;
- эффективные методы максимального повышения скорости обработки запросов;
- индексация по битовому отображению;
- наличие свободных таблиц (в других СУБД все таблицы заполняются сразу при создании);
- распараллеливание операций в запросе;
- наличие широкого спектра средств разработки, мониторинга и администрирования;
- ориентация на Интернет-технологии.

Решения, не уступающие разработкам Oracle, можно найти только в DB2 фирмы IBM и в отдельных решениях на базе MySQL.

Важнейшие характеристики СУБД Microsoft SQL Server – это:

- простота администрирования;
- возможность Web-подключения;
- наличие специальных «мастеров» и средств автоматической настройки параметров;
- встроенный инструмент для тиражирования, синхронизации и анализа данных;
- наличие средств удалённого доступа.

В комплект средств административного управления данной СУБД входит целый набор специальных «мастеров» и средств автоматической настройки параметров конфигурации. Также MS SQL оснащён замечательными средствами тиражирования, позволяющими син-

хронизировать данные ПК с информацией БД и наоборот. Входящий в комплект поставки сервер OLAP даёт возможность сохранять и анализировать все имеющиеся у пользователя данные. В принципе, данная СУБД представляет собой современную полнофункциональную базу данных, которая идеально подходит для малых и средних организаций. Необходимо заметить, что SQL Server уступает СУБД Oracle по двум важным показателям: программируемость и средства разработки.

Повышенный интерес к проблемам хранения исторических данных вызван необходимостью принятия решений на основе не только текущей информации, но и информации за предыдущие периоды работы предприятия. На крупных предприятиях данная проблема решается путём покупки дорогостоящих систем централизованного архивирования данных, поступающих от различных SCADA-систем, работающих на предприятии. Самым ярким представителем таких систем является PI System (OSIsoft), основанная на платформе Oracle. Её функциональные возможности и производительность практически безграничны. Однако стоимость данной системы оказывается чересчур высокой для её использования в АСУ ТП и АСУП средних и крупных размеров. Кроме того, PI System требует установки выделенного сервера. Администрирование системы АСУ ТП и АСУП в целом усложняется за счёт присутствия в ней компонентов различных производителей. Поэтому для этих систем значительно проще и естественнее использование приложений, которые совмещают в себе функции поддержки и хранения данных, получаемых из SCADA. Именно такую систему архивации предложила компания ICONICS. Высокопроизводительная 64-битовая система сбора и архивации данных для АСУ ТП и АСУП

заслуженно носит название Hyper Historian®. Это мощное приложение для обработки исторических данных, предназначенное для критически важных приложений, которым требуется непрерывный доступ и сбор данных. В нём заложены возможности подключения к приложениям пакета ICONICS BizViz для использования лучшей в своём классе системы отчётности, анализа, порталных технологий или транзакций данных. Стандартный интерфейс запросов SQL обеспечивает интеграцию с Microsoft SQL совместимыми базами данных. Hyper Historian предоставляет возможность резервирования для критически важных приложений. Технология *Store-and-Forward* обеспечивает целостность данных в случае ошибок в системе или нарушения связи. Интеллектуальная система архивирования позволяет упорядочить архивы данных, используя расписание и триггеры. Это экономит место на диске, а также даёт возможность управлять процессами создания резервных копий файлов для долговременного хранения и поиска.

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

Пользователи могут легко собирать информацию из различных АСУ ТП предприятий, объектов или по всем предприятиям, входящим в распределённую систему АСУП. Информация из различных источников данных (ПЛК, модулей ввода/вывода, сетевого оборудования и приложений НМИ) может быть собрана и сохранена для формирования отчётности и анализа практически в реальном времени. Hyper Historian использует сжатие данных *Swinging Door* для высокоскоростного сбора данных со ссылкой на аппаратные средства в реальном времени в масштабах всего предприятия. Алгоритм *Swinging Door* использует 64-битовую

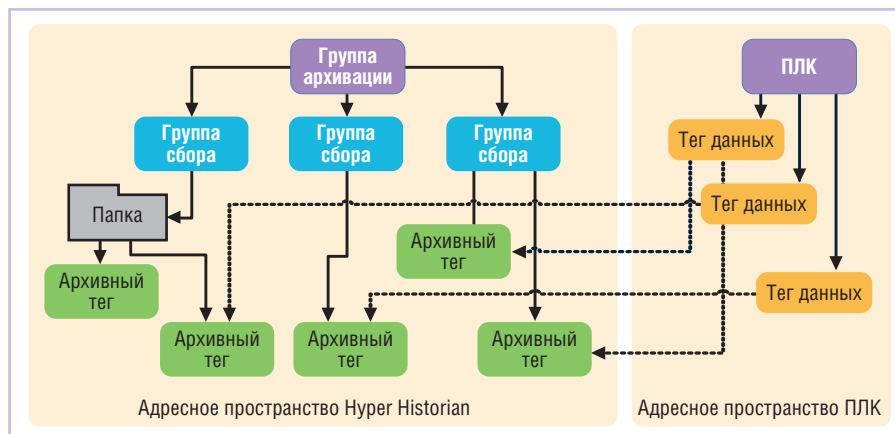


Рис. 1. Связь между Hyper Historian и данными ПЛК

аппаратную и программную архитектуру, что позволяет получить доступ к более мощному процессору и ёмкой памяти по сравнению с аналогичными 32-битовыми инструментальными средствами и обеспечивает максимально возможное быстродействие. Hyper Historian использует расширенную интеграцию данных, обеспечивая подключение к любому устройству с помощью OPC UA, OPC DA, OPC XML, SNMP, BACnet или к историческим базам данных, как показано на рис. 1.

Продукт Hyper Historian обеспечивает необходимую гибкость и высокий уровень масштабируемости и надёжности. Он является прекрасным решением для создания:

- простых одноузловых систем хранения архивных данных;
- многоуровневых систем хранения данных, которые можно разделять на уровни хранения, группируя различные типы данных и перемещая данные между уровнями системы;
- многоуровневых систем резервирования для послеаварийного восстановления работоспособности, гарантирующих возможности непрерывного сбора данных и полного исключения их потери даже в случаях системных сбоев или отказов сервера.

В этом продукте развитая технология хранения и сжатия данных сочетается со стандартным механизмом интерфейса запросов, гарантирующим открытый и простой доступ к хранящейся в хронологическом порядке информации, что обеспечивает возможности анализа и принятия необходимых технологических и производственных решений соответствующим персоналом в режиме реального времени. Hyper His-

torian Collector (полный набор соответствующих инструментальных средств) и информационный портал ICONICS PortalWorX предоставляют всей организации широкий спектр разнообразных инструментальных средств управления данными для анализа и оптимизации рабочих параметров. Производительность системы архивации достигла рекордных величин для подобных систем: максимальная скорость архивации для сервера Hyper Historian или однопользовательской системы – 50 000 тегов в секунду, а для центрального архивного сервера до 150 000 тегов в секунду (рекомендовано). Общее количество архивных тегов в однопользовательской системе может достигать 1 000 000. Такие высокие характеристики системы архивации позволяют использовать Hyper Historian для построения систем АСУ ТП и АСУП на средних и крупных промышленных предприятиях. Помимо обеспечения высокой производительности пакет осуществляет поддержку стандартного интерфейса SQL-запросов, что позволяет без труда взаимодействовать с Microsoft SQL совместимыми базами данных, такими как Microsoft SQL Server 2005/2008. Hyper Historian использует несколько передовых функций операционной системы, таких как *File System Transactions* (NTFS-транзакции) последних платформ Microsoft, для того чтобы обеспечить устойчивость и надёжность хранения данных. В качестве иллюстрации на рис. 2 приведена функциональная схема взаимодействия компонентов приложения Hyper Historian (HH) с источниками данных и приложений, которые используют полученную информацию

для визуализации и дальнейшей обработки.

Также пакет Hyper Historian располагает уникальными особенностями, связанными с автоматизацией архивирования. Вот некоторые из них: возможность применения шаблонов, планирование архивации данных по расписанию, сжатие данных и резервное копирование файлов для длительного хранения и/или поиска.

При разработке нового комплексного решения для 64-битовых платформ АСУ ТП компания ICONICS выпустила сервисное приложение Workbench с поддержкой функций WPF (Windows Presentation Foundation). Среда Workbench является контейнером для всех приложений, входящих в состав пакета GENESIS64 и Hyper Historian. Конфигуратор сервера архивации функционирует как «тонкий» клиент и позволяет осуществлять оптимистичное параллельное проектирование, выступая в качестве централизованной конфигурационной среды и одновременно интерфейса оператора; в режиме исполнения даёт полноценную визуализацию данных в реальном времени и исторических данных с 2D- и 3D-графикой. Оригинальная конфигурационная консоль Workbench содержит полный спектр сервисов управления, имеет встроенные шаблоны для управления проектами и возможности удалённого развёртывания.

В среде Workbench есть возможность добавлять и полностью настраивать 3D-тренды и диаграммы. Также можно выбирать из библиотеки 3D-графики, строить зависимости X от Y в логарифмическом масштабе, в форме гистограмм и циклограмм, в режиме самописца и др., чтобы иметь ясное и точное представление о получаемой информации в реальном времени и исторических данных. Интуитивно понятные панели инструментов и галереи помогают настроить тренды, добавляя цвета, градиенты, привлекательную анимацию, эффекты прозрачности/отражения, сглаживание и многое другое, что делает анализ данных понятным и простым.

### СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ ДАННЫХ В АСУ ТП

Технологии поддержки «горячего» резервирования ICONICS для серверов, клиентов и других компонентов АСУ ТП реализованы и в новом пакете Hyper Historian версии 10.6. Конфигурирова-

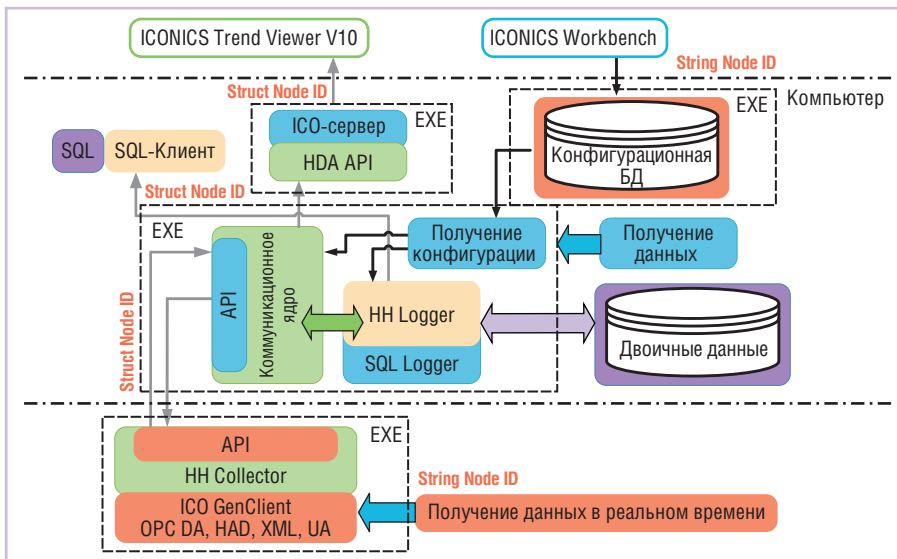


Рис. 2. Функциональная схема взаимодействия компонентов приложения Hyper Historian

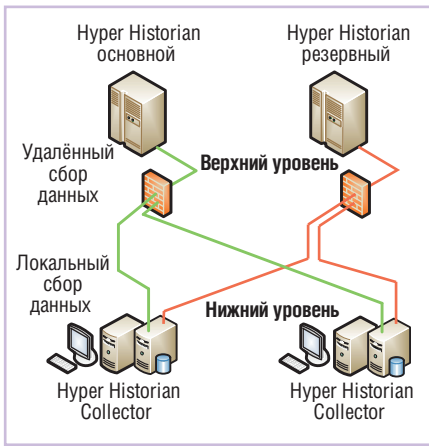


Рис. 3. Архитектура систем хранения DAS для Hyper Historian

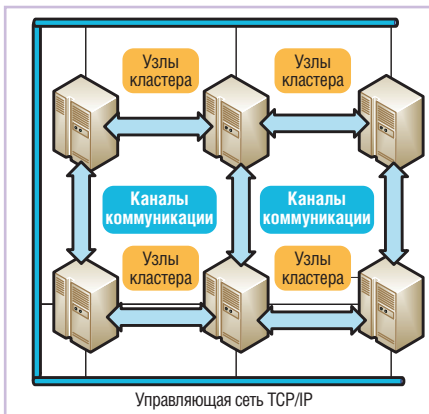


Рис. 4. Базовая архитектура и топология DAS

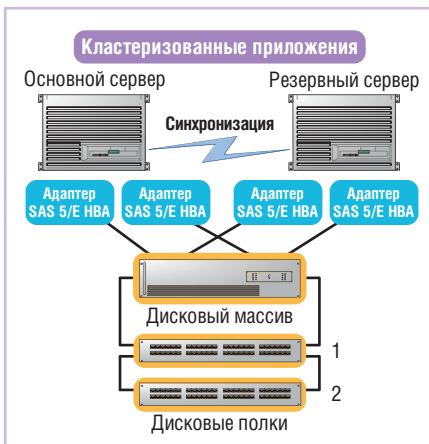


Рис. 5. Пример построения отказоустойчивого кластера для системы архивации данных

ние узлов для «горячего» резервирования даёт возможность построения универсальных многоуровневых систем с целью минимизации избыточности данных. С Hyper Historian достаточно легко создать распределённые многоуровневые системы. Система верхнего уровня может служить хранилищем данных для основной и резервной копий критической информации. Многочисленные системы верхнего уровня могут выполнять репликацию всех исторических данных. Также резервируе-

мые системы нижнего уровня могут передавать либо весь информационный поток данных, либо только сводные агрегированные данные в одну или несколько систем верхнего уровня. Многоуровневые архитектуры обеспечивают защиту от возможных потерь данных, вызванных остановкой той или иной информационной системы, простоями в сети и т.п. В многоуровневых системах архивации данные не хранятся непосредственно в таблицах Microsoft SQL Server, вместо этого используется высокооптимизированная файловая система, независимая от реляционной базы данных.

Одним из вариантов реализации передовых технологий хранения Hyper Historian являются устройства DAS (Direct Attached Storage). В основе решения DAS лежит технологическая схема, в которой устройство для хранения данных подключено непосредственно к серверу или к рабочей станции, как правило, через внешний интерфейс SAS. На рис. 3 схематично показано, как на любом уровне с одинаково высокой надёжностью полностью интегрируются данные, тревоги и события, сводная информация и другие производственные данные, а также информация о конфигурации базы данных. К основным преимуществам DAS-систем можно отнести их низкую стоимость (в сравнении с другими решениями систем хранения данных), простоту развёртывания и администрирования, а также высокую скорость обмена данными между системой хранения и сервером. Благодаря именно этому свойству они завоевали большую популярность в сегментах любого уровня АСУ ТП и многих корпоративных сетей АСУП. На рис. 4 приведена базовая топология организации хранилища данных, принятая в большинстве АСУ ТП. В то же время DAS-системы имеют и свои недостатки, к которым можно отнести неоптимальную утилизацию ресурсов, поскольку каждая DAS-система требует подключения выделенного сервера и позволяет подключить максимум два сервера к дисковому массиву в определённой конфигурации.

Для создания отказоустойчивого кластера, SQL-сервера и других приложений АСУ ТП описанная модель DAS вполне подойдёт. Пример блок-схемы DAS приведён на рис. 5. Помимо программных технологий организации агрегации, «горячего» резервирования подобная система уже имеет активную логику внутри корпуса и полностью из-

быточна за счёт использования двух встроенных контроллеров RAID, работающих по схеме «активный — активный» и имеющих зеркалированную копию буферизованных в кэш-памяти данных. Оба контроллера параллельно обрабатывают потоки чтения и записи данных, и в случае неисправности одного из них второй «подхватывает» данные с соседнего контроллера. При этом подключение к низкоуровневому SAS-контроллеру SAS 5E внутри двух серверов (кластеру) может производиться по нескольким интерфейсам (MPIO), что обеспечивает избыточность и балансировку нагрузки в средах Microsoft.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ:**  
**СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ УХОДЯТ В «ОБЛАКА»**

По мнению экспертов, в настоящее время большинство пользователей тратят до 80% бюджета на построение и дальнейшую поддержку работоспособности систем хранения данных. В расширенных и развитых АСУ ТП и АСУП всё больше требуется общий доступ к архивным данным. Отсюда следует необходимость создания «облачных» ресурсов для организации вычислений, обмена и хранения информации. Такие системы позволяют арендовать инфраструктуру и её составляющие как сервис, где потребуется оплачивать только реально используемые ресурсы. Следует отметить и ряд недостатков «облачных» технологий в части ограниченного применения, некоторых проблем обеспечения безопасности, задержки производительности и др.

В любом случае популярность «облачных» вычислений и виртуализация приложений АСУ ТП и АСУП будет расти, по мере того как компании будут привыкать к самой идее «публичных облаков», продолжая стремиться к экономии. Важно, чтобы глобальный «облачный тренд» поддержали в России не только заказчики, но и локальные пользователи АСУ ТП. Уже сейчас многие АСУП поддерживают режим виртуализации отдельных процессов и позволяют поддерживать работоспособность виртуальных ресурсов на одном устройстве и управлять этими ресурсами как единым объектом. ●

**Автор – сотрудник фирмы ПРОСОФТ**  
**Телефон (495) 234-0636**  
**E-mail: info@prosoft.ru**