

М.И. Перцовский, П.А. Бельшев (ООО «Лаборатория автоматизированных систем (АС)»)

Комплексная автоматизация промышленного предприятия на примере системы учёта и контроля ресурсов нефтедобывающего и нефтеперерабатывающего предприятий

В предлагаемой статье на конкретном опыте рассмотрены два варианта комплексной автоматизации промышленных предприятий. На примере системы учета и контроля ресурсов нефтеперерабатывающего предприятия демонстрируется решение задачи полной модернизации производства. Система, интегрирующая разработанные в разные годы частные системы автоматизации на базе разнородных платформ (второй вариант), реализована на нефтедобывающем предприятии. Однако предлагаемые методы и средства комплексной автоматизации носят общий характер и могут быть применены для автоматизации предприятий любой отрасли.

Автоматизация в промышленности из моды становится условием выживания любого производства. Именно автоматизация является наиболее доступным, а иногда и единственным средством быстрого *повышения эффективности производства, снижения себестоимости и повышения качества продукции*. На основе компьютерного анализа больших потоков информации в контурах управления и отображения протекающих процессов в виде «виртуальных» мнемосхем, оптимизации управления промышленных объектов предоставляется возможность *оперативного переконфигурирования промышленного оборудования* в ходе его работы, часто *без остановки производства*.

Единое информационное пространство на промышленном предприятии

Исторически еще с 70-х годов прошлого века на промышленных предприятиях автоматизация велась по двум достаточно независимым направлениям: системы автоматизации административно-управленческой деятельностью предприятий (АСУП) и системы автоматизации технологических процессов (АСУТП). Различие целевых функций, базовых моделей построения, профессиональной терминологии и уровня подготовленности пользователей этих систем привело к принципиальным раз-

личиям в идеологии их построении и как следствие практически полной несовместимости. Справедливости ради надо отметить, что эти проблемы характерны не только для нашей страны.

Принципиальное различие, по мнению авторов, кроется в неодинаковом толковании понятия информации в контурах управления и отображения, в приложениях АСУТП и АСУП. Если в АСУТП циркулирует в основном информация об измеренных параметрах процессов и управления исполнительными механизмами, т.е. информация в чисто Шенноновском толковании, то в АСУП это «знания о состоянии дел на предприятии», подкрепленные планово-финансовыми расчетами. С другой стороны, для эффективно работающего предприятия общее состояние дел является производной от состояния технологических процессов производства. Многие процессы производства, традиционно относящиеся к сфере АСУТП или АСУП, жестко завязаны друг на друга. Их хранение, представление и передача в системах одного предприятия в разных, порой, слабо согласованных формах приводит к накладкам, а порой, и к большим материальным потерям.

Комплексная автоматизация обладает преимуществом максимальной оптимизации деятельности предприятия на основе сквозного анализа информационных потоков, как в произ-

водственной, так и организационной сферах. Действительно, контроль ряда технологических параметров в процессе производства продукции часто напрямую связан с расходом компонентов и материалов, которые одновременно являются предметом учета на складе. Своевременная выписка и оплата счетов на их приобретение позволит, не замораживая деньги на чрезмерные запасы и большие склады, свести к минимуму риск оказаться без необходимых компонентов. Контроль технологических параметров и объем выпуска позволяют формировать паспорт готовой продукции, который сопровождает ее на складе готовой продукции и учитывается на этапе продажи.

АСУТП являются, как правило, системами реального времени, что является другим принципиальным отличием их от АСУП.

Комплексная автоматизация позволит во многом привязать всю деятельность предприятия к реальному времени производственного процесса. При этом руководству на всех уровнях непосредственно в реальном времени отображается как непосредственно процесс производства, так и все организационно-управленческие мероприятия. Для предприятий, имеющих разветвленную структуру с удаленными филиалами, создание комплексной системы автоматизации на основе корпоративной сети есть единственный способ организации

слаженной и эффективной работы как целостного организма с единой системой управления и контроля (рис.1).

Создание единого информационного пространства на промышленном предприятии является основной проблемой комплексной автоматизации. С этой целью строится такая система базовых моделей, которая была бы приемлема как для АСУТП, так и для АСУП (подробно, см. [1]).

Второй серьезный момент (правда, больше психологический, чем технический) – это привязка АСУП (система не реального времени) к АСУТП (система реального времени). Здесь сказывается печальная практика еще советского времени, когда службы управления на промышленном предприятии чувствовали себя привилегированнее производственных и технологических служб. Отсюда и категоричное нежелание менять что-либо в подсистемах АСУП в угоду АСУТП. По мнению авторов, основанному на опыте успешной автоматизации некоторых предприятий, включение АСУП в комплексную систему и её подчиненность АСУТП (конечно, только с точки зрения организации информационных потоков и способов представления данных) обязательно.

На практике при комплексной автоматизации либо приходится иметь дело с полной модернизацией производства, при которой проект системы создается с учетом всех особенностей производства на основе наиболее оптимального набора проектных решений, либо проект строится на базе уже существующего набора систем автоматизации частных задач, созданных в разное время и базирующихся на самых разнообразных, часто устаревших платформах. Второй вариант далек от идеального, но именно он наиболее распространен. Существующие частные системы работают, к ним привыкли, и их органическое включение в комплексную систему часто является обязательным условием заказчика. В этом случае разнородные структуры данных приводятся к «общему знаменателю» современной среды автоматизации, например SCADA-системы, на базе которой и проектируется комплексная система.

В предлагаемой статье рассмотрены оба случая, в которых описан опыт разработки подобных систем. На примере системы учета и контроля ресурсов нефтеперерабатывающего предприятия демонстрируется решение задачи автоматизации в первом из вышеназванных вариантов. Система, интегрирующая разработанные в разные годы частные системы автоматизации на базе разнородных платформ (второй вариант), реализована на нефтедобывающем предприятии. Однако необходимо заметить, что предлагаемые методы и средства комплексной автоматизации носят общий характер и могут быть применены для автоматизации предприятий любой отрасли.

Автоматизированная система учёта и контроля ресурсов нефтеперерабатывающего предприятия

Автоматизированная система учёта и контроля ресурсов (далее СУ и КР) нефтеперерабатывающего предприятия является диспетчерской системой крупного промышленного предприятия, охватывающей все уровни его организации. При этом решается задача интеграции АСУТП реального времени «технологическая установка–линия–цех» с АСУП и диспетчеризация предприятия в целом. Предназначена для автоматизации локальных систем (цехов), таких как резервуарный парк предприятия, химическая лаборатория, диспетчерские службы, метрологические служ-

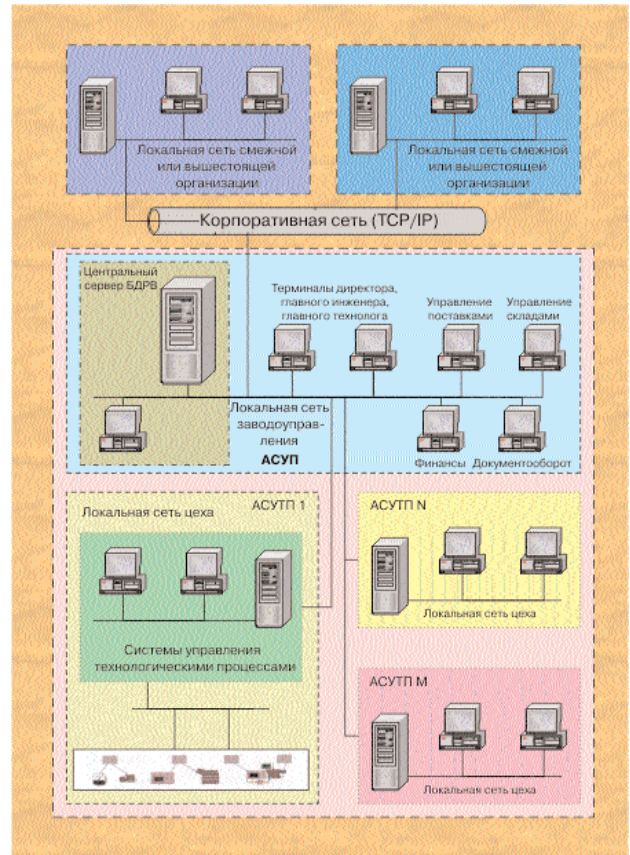


Рис. 1. Комплексная автоматизация промышленного предприятия

бы и др., и объединения этих локальных систем посредством единого хранилища данных – базы данных реального времени (БДРВ). Данные из БДРВ предоставляются главным специалистам и руководству предприятия в виде экранных форм, трендов, отчетов; причём руководитель может получить не только «Отчёт руководителя», но и данные с нижнего уровня, например, текущее состояние конкретного резервуара.

Система СУ и КР (рис. 2) обеспечивает автоматизацию процесса сбора и обработки в реальном времени, накопления, хранения и отображения данных, полученных при проведении товарно-сырьевых операций, таких как прием сырья и передача его на обработку, прием готовой продукции и полуфабрикатов (компонентов) из обработки, смешение нефтепродуктов для получения товарной продукции и исправление некондиции, отгрузка готовой товарной продукции.

Рассматриваемая СУ и КР представляет собой многоуровневую систему. Нижний уровень системы представлен датчиками и контроллерами, в данном конкретном случае фирмы Fisher-Rosemount (датчики и контроллеры могут быть и другой фирмы). Они были установлены в товарно-сырьевом цехе, который является главным источником первичной информации.

Далее через физический интерфейс RS-485 и транспортный протокол Modbus первичные данные поступают на следующий уровень – технологический сервер товарно-сырьевого цеха (ТЦ), который представляет собой БДРВ IndustrialSQL Server 7.0. Сервер ТЦ, являясь хранилищем данных, содержит также математические алгоритмы и формулы для преобразования первичных данных, метро-

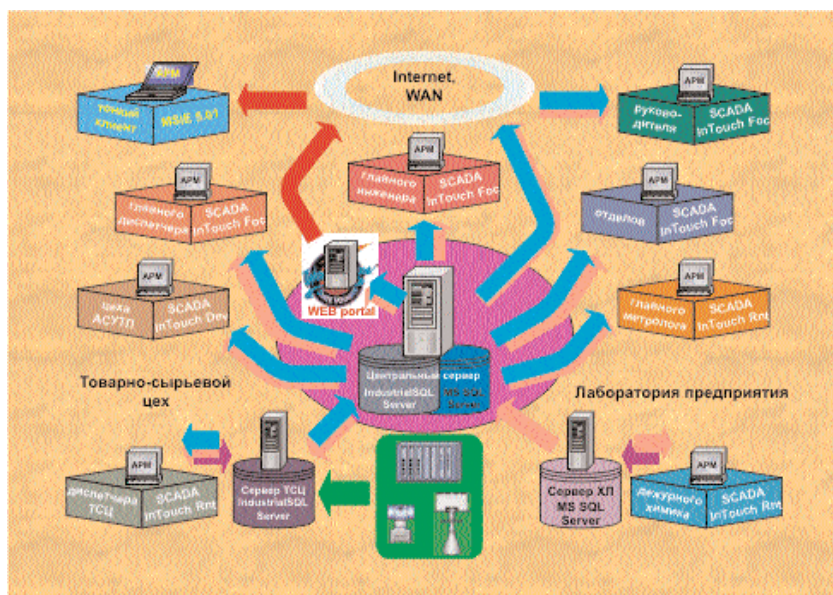


Рис. 2. Общая схема СУ и КР (вариант 1)

логические таблицы и характеристики резервуаров, аварийные установки и другую необходимую информацию. С помощью SQL верхнего уровня технологический сервер ТЦЦ связан с сервером химической лаборатории, который представляет собой СУБД MS SQL Server 7.0. Причём, химическая лаборатория удалена от ТЦЦ на несколько километров. Сервер химической лаборатории содержит данные о химических характеристиках объектов деятельности (различное сырьё, компоненты, продукция), с которыми работает предприятие; также на сервере хранится нормативная документация на сырьё и продукцию, а также формы соответствия (паспорта) сырья и продукции. Взаимодействуя между собой, серверы ТЦЦ и химической лаборатории дополняют друг друга, позволяя тем самым получить пользователю СУ и КР полную информацию об объекте деятельности предприятия. Система содержит сервер центральной диспетчерской (ЦД), он также как и сервер ТЦЦ основан на БДРВ IndustrialSQL Server 7.0. Сервер ЦД получает данные с технологического сервера ТЦЦ по протоколу SuiteLink и предоставляет их на верхний уровень, на автоматизированные рабочие места (АРМ) главных специалистов предприятия и руководства. Серверы же ТЦЦ и химической лаборатории предоставляют данные автоматизированным рабочим местам (АРМ) диспетчеров, дежурных химиков и операторов технологических цехов. Сервер ЦД разгружает техно-

логический сервер ТЦЦ, принимая на себя часть клиентов (АРМ), а также служит сервером резервирования данных. В зависимости от потока данных, количества клиентов, качественных и количественных показателей локальной сети предприятия, и некоторых других факторов сервер ЦД может быть упразднён (экономный вариант), в этом случае вся нагрузка ляжет на технологический сервер ТЦЦ.

Как упоминалось, верхний уровень СУ и КР представляет собой АРМ, которые можно классифицировать как АРМы нижнего уровня – диспетчеров, операторов, дежурных химиков и АРМы верхнего уровня – главных специалистов предприятия и руководства. Все АРМы выполнены на SCADA-пакете (Supervisory Control and Data Acquisition) InTouch 7.1 фирмы Wonderware, но в зависимости от предназначения АРМ отличаются лицензией, а, следовательно, и функциональностью каждой группы АРМ. Обобщенное положение занимают АРМы подразделений службы АСУ предприятия, посредством которого обученные специалисты предприятия могут вносить доработки в систему СУ и КР.

Важной особенностью АРМ верхних уровней является то, что для пользователя высшего по иерархии уровня, наряду со своей глобальной информацией, доступна информация диспетчерского и операторского уровня, т.е. руководитель предприятия может получить не только «Отчет Руководителя», но и «Отчет диспетчера ТЦЦ».

Система СУ и КР позволяет получать данные реального времени удаленным клиентам верхнего уровня, например, руководителям и специалистам в другом городе. Эта возможность реализована двумя способами. Первый способ требует значительных ресурсов: в зависимости от количества пользователей надо установить необходимое количество АРМ верхнего уровня и посредством корпоративной сети получать данные напрямую с сервера ЦД или технологического сервера ТЦЦ либо организовать собственный сервер, аналогичный серверу ЦД, и получать данные с него.

Второй способ (рис. 3) реализован благодаря использованию в системе СУ и КР продукта SuiteVoyager, который представляет собой специальную среду разработки, позволяющую, не имея особых навыков, создать собственный информационный портал. Портал – это Web-сайт, который обеспечивает пути доступа информации по определённым темам [2]. Среда SuiteVoyager является относительно простым Internet/intranet-решением, позволяющим получать технологическую информацию удобным способом локальным и удалённым «тонким клиентам» (клиентам, обработка любого запроса которых выполняется на сервере). Традиционно передача графической информации требует доставки файлов большого размера и длительных периодов времени для загрузки. Пакет SuiteVoyager нарушает эту традицию: он предоставляет интерактивные HTML-страницы, преобразуя существующие графические окна (экранные формы) InTouch в XML (eXtensible Mark-up-Language). Использование XML-технологии уменьшает объём передаваемой между клиентом и сервером информации почти на 80%. Можно сделать следующий вывод: SuiteVoyager позволяет удалённым и локальным пользователям (тонким клиентам) получать через Internet/intranet технологические данные с серверов ввода-вывода в виде экранных форм, аналогичных экранам формам АРМ на базе SCADA-системы InTouch, не устанавливая на своем компьютере InTouch, а используя MS Internet Explorer версии 5 и выше. Причем сервером ввода/вывода может быть, например, АРМ на базе SCADA-системы InTouch или БДРВ (сервер ЦД или технологический сервер ТЦЦ).

Если кратко подвести общий итог, то система СУ и КР осуществляет:

- сбор в реальном времени, обработку, контроль, хранение и архивирование данных, возникающих в результате товарно-сырьевых операций, поступающих с нижнего уровня (датчики, контроллеры и т.п.) на технологический сервер (БДРВ);
- визуализацию данных в виде экранных форм, трендов, отчетов на АРМ;
- оперативный и диспетчерский контроль данных на технологических АРМ;
- проверку по нормативной документации показателей качества объекта деятельности предприятия;
- учёт приходящего сырья и полученного продукта;
- предоставление интересующих данных в виде экранных форм, трендов и масштабируемых отчетов для главных специалистов и руководителей предприятия;
- предоставление оперативных и архивных данных удаленным клиентам.

В результате применения системы СУ и КР были выделены следующие достоинства:

- повышение достоверности, полноты и своевременности предоставления информации для принятия оперативных решений по управлению производством;
- минимизация дублирования информационных работ по вводу и обработке информации;
- автоматизация коммуникаций (передачи) информации между пользователями системы;
- снижение доли бумажно-курьерского и телефонного обмена информацией между подразделениями предприятия;
- интеграция систем АСУТП производственных цехов на уровне центральной диспетчерской предприятия;
- создание единого банка данных оперативной информации с целью доступа к ней на основе стандартных интерфейсов различных прикладных систем, существующих в данное время или планируемых к запуску в будущем;
- возможность дальнейшего развития и актуализации системы;
- использование новейших информационных технологий для созда-

ния целостной системы сбора, обработки и выдачи данных как локальным, так и удаленным пользователям;

- снижение трудоёмкости производственного и управленческого персонала при выполнении информационных работ;
- снижение трудоёмкости при использовании данных системы персоналом смежных систем (пользователей информации), вследствие подготовки данных смежных подсистем, для анализа и планирования производства;
- повышение эффективности управления предприятием и отдельных его структурных подразделений на основе повышения качества информации.

Автоматизированная система учёта и контроля ресурсов нефтедобывающего предприятия

В отличие от вышеописанной, рассматриваемая система (рис. 4) предназначена для предприятий, имеющих уже сложившуюся, но разнородную и разрозненную систему АСУ. Другими словами, крупное предприятие может быть значительно распределено территориально и состоять из автономных подразделений, причём часть подразделений является функциональными – их работа направлена на получение продукта, а другие подразделения относятся к обслуживающим – их работа направлена на различное обеспечение функциональ-

ных подразделений. Подразделения этого предприятия оснащены собственными системами АСУ, не связанными между собой и разными по уровню технического развития, вследствие чего:

- осложнён обмен интересующими данными между подразделениями;
- неудобен процесс получения суммарных отчетов по всему предприятию;
- замедлен процесс выявления причин возникновения и предотвращения аварийных ситуаций;
- трудно организуем тотальный контроль деятельности предприятия;
- можно насчитать множество и других неудобств.

В этом случае система СУ и КР предназначена для объединения разрозненных систем АСУТП и АСУП предприятия посредством следующих действий: создания единого хранилища технологической информации – интеграционного технологического сервера (ИТС), основанного на базе данных реального времени (БДРВ) IndustrialSQL Server; создания ряда автоматизированных рабочих мест (АРМ). При этом разнородные системы автоматизации включаются в комплексную систему и функционируют в рамках единой технологии организации и формата обмена данных, отвечающих современным требованиям. Такая система становится легко развиваемой и модифицируемой.

Основная идея такого подхода заключается во включении в организующую программную среду верхнего

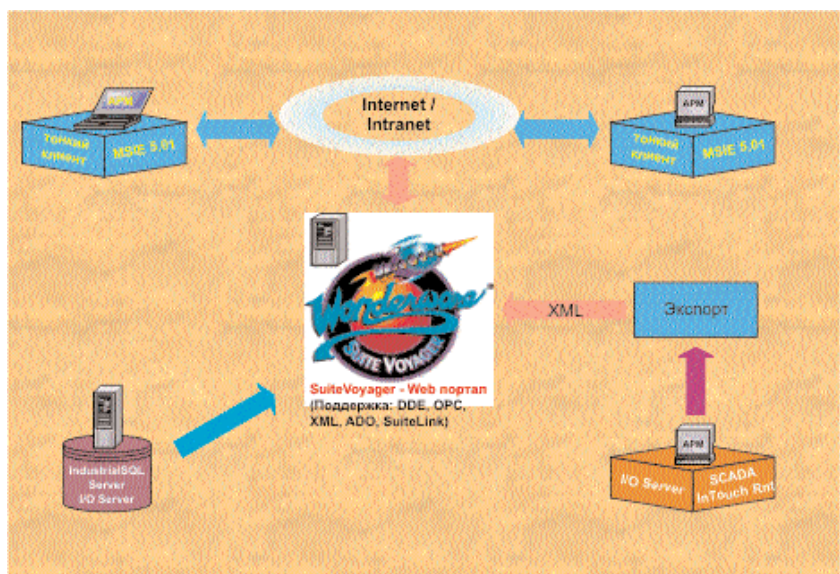


Рис. 3. Использование информационного портала SuiteVoyager

уровня (например, БДРВ) программ-конвертеров форматов данных для возможности концентрации интересующих данных со всех подразделений предприятия на одном сервере, тем самым, получая единый суммарный источник технологической информации.

Как было сказано выше, предприятие, выбранное в качестве примера для реализации данного подхода, имеет несколько подразделений, каждое подразделение оснащено своей системой автоматизации. По экономическим и/или техническим соображениям капитально перестраивать АСУ подразделения нецелесообразно, поэтому АСУ подразделений берутся в том виде, в каком есть, но с учётом возможности их дальнейшей модернизации и расширения. Поскольку АСУ подразделения рассматривается как источник технологической информации, перейдём к рассмотрению вариантов получения этой информации.

АСУ подразделения базировались как на SCADA-системах, так и на оригинальных системах автоматизации. Если SCADA-система поддерживает протокол SuiteLink, например, SCADA-система InTouch, то трансляция данных на ИТС, в БДРВ Industrial SQL, будет осуществляться по этому протоколу. Протокол SuiteLink разработан фирмой Wonderware, он поддерживает метки времени и качества информации, выставляемых серверами ввода/вывода.

Некоторые SCADA-системы под-

держивают протокол NetDDE (Dynamic Data Exchange), например, SCADA-системы FactoryLink, Citect. В этом случае получение данных в ИТС организуется следующим образом: SCADA-система, поддерживающая NetDDE, определяется как DDE-сервер, а БДРВ Industrial SQL – как DDE-клиент и по изменению значений интересующих данных на сервере осуществляется их трансляция клиенту.

Многие SCADA-системы, например, Genesis32, поддерживают технологию OPC (Object Linking and Embedding for Process Control). Тогда используется готовая или пишется новая OPC-программа, осуществляющая преобразование протоколов, а пересылка данных осуществляется по принципу OPC-сервер–OPC-клиент.

В случае, когда АСУ подразделения основана на оригинальной системе автоматизации, получение технологических параметров из этой системы можно организовать непосредственно из базы данных (БД), которую использует оригинальная система автоматизации для сохранения собранной информации, например, dBase, MS Access. Так как БДРВ Industrial SQL Server построена на MS SQL Server, ей доступны возможности традиционных реляционных БД и, естественно, все сервисы MS SQL Server. Достаточно, чтобы БД источника поддерживала механизмы ODBC (Open Database Connectivity) и/или OLE DB (Object Linking and Embedding for Database), тогда посредством DTS (Data Transformation Service) MS SQL Server

можно получать данные из БД источника в БДРВ IndustrialSQL Server.

Если есть необходимость, данные с ИТС из БДРВ IndustrialSQL Server могут быть ретранслированы в другую БД, например, Oracle, посредством того же DTS и ODBC-драйвера для выбранной БД.

После того, как связь со всеми источниками технологической информации отлажена, с помощью автоматизированных рабочих мест (АРМ), можно получить интересующие данные в виде экранных форм, трендов, отчётов – по всему предприятию, аналогично описанному в предыдущем разделе данной статьи.

АРМы, разработанные для системы СУ и КР, делятся на три вида. К первому виду относятся АРМы, выполненные на SCADA-системе InTouch. Эти АРМы предоставляют пользователям технологические данные по всем подразделениям предприятия в виде экранных форм, причём экранные формы источников сохранены (если они устраивали пользователей), переработаны и модернизированы (если частично не устраивали пользователей), разработаны (если их не существовало); в виде трендов и отчётов.

Второй вид – АРМы, выполненные с помощью ActiveFactory – пакета разработки клиентских мест для IndustrialSQL Server. Данные АРМы также предоставляют пользователю технологические данные с ИТС в виде экранных форм (View), исторических и оперативных трендов (Trend), отчётов (Report) и дополнительно есть возможность с помощью инструмента Query писать самостоятельно или использовать имеющиеся запросы на SQL для получения интересующих данных. Этот вид АРМ значительно дешевле АРМ на InTouch, но имеют ряд ограничений: по скорости, гибкости и удобству.

Третий вид – АРМы для тонких Internet/intranet-клиентов, реализованные посредством организации информационного портала SuiteVoyager, который позволяет удалённым и локальным пользователям (тонким клиентам), не устанавливая на своем компьютере SCADA-систему InTouch, а используя MS Internet Explorer версии 5.01 и выше, получать технологические данные через Internet/intranet с серверов ввода-вывода в виде экранных форм, аналогичных экранным формам АРМов, выполненных на базе SCADA-системы InTouch. Сервером

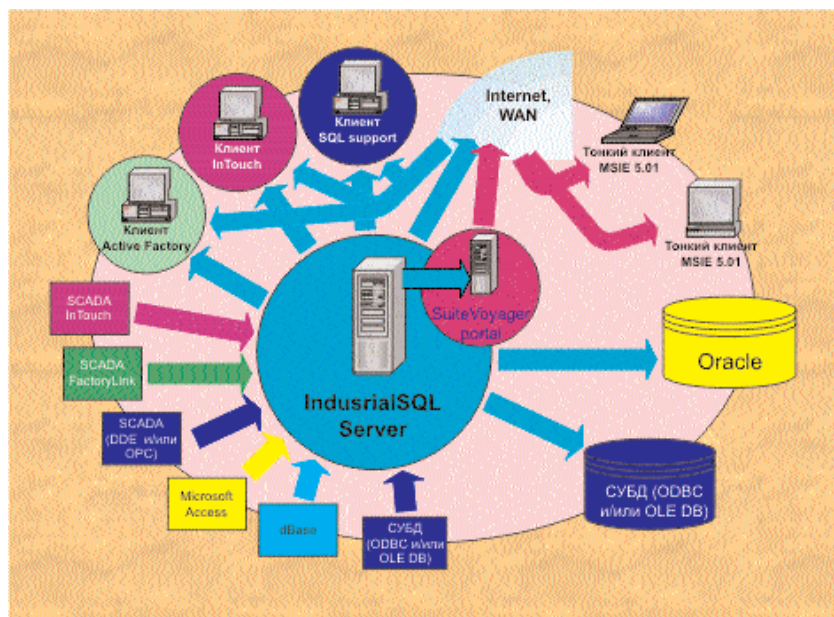


Рис. 4 . Общая схема системы СУ и КР – 2 (вариант 2)

ввода/вывода может быть, например, АРМ на SCADA-системе InTouch или БДРВ IndustrialSQL Server (ИТС).

В результате, функциональные возможности системы СУ и КР следующие:

- система обеспечивает сбор данных в реальном времени из разнородных источников технологической информации, поддерживающих протоколы DDE, SuiteLink, технологию OPC;
- сбор исторической технологической информации из БД источников, поддерживающих механизмы ODBC и OLEDB;
- система на базе одного IndustrialSQL Server предоставляет возможность сбора данных более чем по 60000 параметров;
- предоставление данных в реальном времени клиентам, поддерживающим DDE, SuiteLink, OPC;
- предоставление архивных и исторических данных клиентам, поддерживающим SQL;

- набор готовых клиентских рабочих мест, в том числе тонких клиентов для мониторинга технологических данных;
- передача данных в другие различные системы хранения, поддерживающие ODBC, OLEDB.

Литература

1. М.И. Перцовский, Комплексная автоматизация промышленного предприятия: новые преимущества и новые проблемы. «Мир компьютерной автоматизации», №3, 2001, с.12-15.
2. О.В. Синенко, Н.А. Куцевич, В.Н. Леньшин, Современные технологии и информационное обеспечение в задачах интеграции промышленных предприятий. «Мир компьютерной автоматизации», №3, 2001, с. 4-11.

Тел. (095) 367-92-52, факс: 367-92-53;
e-mail: office@actech.ru, http://www.actech.ru

Поздравляем с юбилеем Бориса Александровича Наумова!

30 января 2003 года исполнилось 50 лет начальнику управления Российского государственного научно-исследовательского испытательного центра подготовки космонавтов им. Ю.А.Гагарина полковнику Наумову Борису Александровичу.

Центр подготовки космонавтов — знаменитая космическая Академия, где Борис Александрович руководит одним из самых важных подразделений — тренажёрным управлением. Космические тренажёры в комплексе подготовки космонавтов играют основную роль. Тренажёр для будущего космонавта или астронавта — это первое соприкосновение с космосом, первое ощущение причастности к «великому безмолвию». В то же время современный космический тренажёр — это сложнейший технический и программный комплекс, в котором смоделированы все условия космического полета — от интерьера космических кораблей до визуальной модели космического полёта в реальном времени. Поэтому специалисты, разрабатывающие и обеспечивающие такую космическую учёбу, — это настоящие творцы виртуальной реальности, от которой во многом зависит качество подготовки космонавтов и успех всего «пилотируемого космоса». В этой среде высококлассных специалистов Борис Александрович прошёл все ступени служебной лестницы, технического и организационного мастерства — от помощника ведущего инженера до начальника Управления.

А началось всё со знаменитого факультета Электронно-счетной техники МЛТИ, куда Борис Александрович поступил после школы. После выпуска — работа в РКК «Энергия», на Байконуре, где молодому инженеру довелось трудиться в Монтажном испытательном корпусе.

Но потомственному казаку и сыну офицера, видно, на роду суждена была служба в армии. После призыва для Бориса Александровича началась офицерская служба — сначала в авиации, а с 1979 года — в Центре подготовки космонавтов, в отделе тренажёрных орбитальных станций. Сначала — тренажёры всех шести «Салютов» а потом — и тренажёр орбитальной станции «Мир». Сейчас этот тренажёр — музей, причём успешно действующий по сей день, в отличие от своего прототипа, затопленного в Тихом океане. И заслуга постройки этого тренажёра, несомненно, принадлежит Борису Александровичу, с самого начала руководившего созданием точной модели-копии космического долгожителя. Борису Александровичу пришлось заниматься буквально всем — от разработки математической модели, до транспортировки, установки и



монтажа оборудования. По сути, это было выполнением задачи особой государственной важности, за которую награждают боевыми наградами. Медаль «За боевые заслуги» и «Орден почёта», которыми правительство отметило офицера Наумова, — ещё одно такое подтверждение.

Международная космическая программа по созданию орбитальной станции «Альфа» внесла свои коррективы в деятельность тренажёрного управления. Борису Александровичу пришлось не только обмениваться опытом со своими недавними «конкурентами» — представителями НАСА, но и работать в совершенно новом направлении — организовывать создание тренажёра российского сегмента МКС на унифицированных международных программных и технических стандартах. Сейчас на этом тренажёре успешно проходят подготовку не только профессиональные космонавты и астронавты, но и так называемые «космические туристы»

Руководство таким сложным коллективом, как тренажёрное Управление требует не только организаторской «жилки», но сложной научной работы. Поэтому Борис Александрович — не только «начальник», но прежде всего научный руководитель, кандидат технических наук, заслуженный испытатель космической техники.

Мы желаем Борису Александровичу всегда оставаться таким же наполненным кипучей творческой энергией руководителем, учёным и новатором. Мы желаем юбиляру крепкого здоровья и прекрасного настроения, удачи и новых свершений в работе. С ЮБИЛЕЕМ Вас, Борис Александрович!

ЗАО «РТСофт» и Редакция журнала «МКА»