



Михаил Перцовский,
директор
ООО «Лаборатория
автоматизированных
систем (АС)», кандидат
физико-математических
наук

Стратегия технического перевооружения предприятий ракетно-космической отрасли

Известно, что вопросам развития и модернизации экспериментально-испытательной базы (ЭИБ) предприятий ракетно-космической отрасли (РКО) в последние два десятилетия, как правило, уделялось внимание по остаточному принципу. В результате большинство «новейших достижений» в данной области — это морально и физически устаревшее оборудование 1980-х гг., уже не отвечающее требованиям предприятий по развитию и отработке образцов новой техники и изделий, что неизбежно сказывается на качестве продукции, выпуск которой становится неэффективным и неконкурентоспособным. Попытки провести модернизацию ЭИБ «малой кровью и большим ударом» приводят зачастую к простому «латанию дыр»: замена совсем устаревшего и изношенного оборудования на более современное и работающее, принципиально не меняет технологию самого процесса проведения испытания, не расширяет функциональность ЭИБ. Вместе с тем в прошлые годы на многих предприятиях ракетно-космической, авиационной и других отраслей создан уникальный парк экспериментально-испытательного оборудования, обеспечивающий отработку изделий по моделям и параметрам в условиях, не имеющих мировых аналогов. Отработка динамических, акустических, тепловых, ударно-волновых, вибрационных, распределенных и суммарных нагрузок, ресурсной прочности неоднократно используемых изделий — вот далеко неполный перечень видов испытаний, необходимых для расчетно-теоретической и экспериментальной работы при отработке изделий РКО. Такое оборудование не может и не должно создаваться с нуля, но требует глубокой и всесторонней модернизации, позволяющей перевести его на принципиально новый уровень функционирования, соответствующий современным требованиям и решаемым задачам. Выработка общей стратегии модернизации ЭИБ с учетом возможностей новейших информационных технологий позволяет максимально эффективно и в самые сжатые сроки провести комплексную модернизацию в соответствии с потребностью всей отрасли и производства в целом, обеспечить конкурентоспособность выпускаемой

продукции как по качеству, так и по стоимости, что особенно важно в условиях ограниченности материальных ресурсов. Модернизация именно на основе внедрения средств автоматизации позволяет перевести существующую ЭИБ предприятия на качественно новый уровень в сжатые сроки и часто без остановки проводимых работ.

В настоящее время планы технического перевооружения формируются практически на всех предприятиях отрасли в основном простым суммированием заявок от подразделений и служб. В результате принимаемые решения на локальных установках не комплементарны друг другу, требуют избыточного количества ресурсов на разработку и сопровождение, а главное, вызывают необходимость дублирования схожих по типу работ, проводимых на различных установках. Возникающий при этом «зоопарк» технических и программных средств и платформ препятствует созданию единого информационного пространства на предприятии, что является основной проблемой комплексной автоматизации.

Реальность такова, что на проведение комплексной автоматизации с самого начала часто не хватает ни материальных, ни людских ресурсов. Однако даже при локальной модернизации отдельных установок наличие общего проекта организации сквозной отчетности и обмена данными в рамках корпоративной сети всей ЭИБ предприятия, а также единой архитектуры построения таких систем позволяет существенно сэкономить в дальнейшем средства и ресурсы при решении локальных задач модернизации испытательных стендов (ИС).

Другой важный момент: в отработке и испытаниях изделий РКТ, как правило, задействованы многие предприятия, а сами испытания проводятся на организационно и территориально удаленных друг от друга стендах. Оснащение имеющихся ИС системами автоматизации (СА), выполненными по единой архитектуре, позволяет легко и быстро решить задачу включения их в единое информационное поле ЭИБ отрасли, совместно вести обработку результатов испытаний на различных удаленных друг от друга ИС в реальном времени. Это позволит многократно повысить качество, результативность и эффективность работ, проводимых в отрасли в целом. Разработка и внедрение подобной системы реального времени, начиная от локальных подсистем автоматизации установок, отнесенных друг от друга на расстоянии до 1,5 тыс. км, и объединение их в единую АС оперативно-диспетчерского

управления была выполнена «Лабораторией АС» в 2003–2006 гг.

Ниже рассмотрим технологию построения комплексной автоматизации ЭИБ предприятия, апробированную «Лабораторией АС» и хорошо зарекомендовавшую себя при решении этой задачи на ряде предприятий.

Автоматизация ЭИБ: три составных части (что, из чего и с помощью чего автоматизировать)

1. В условиях необходимости интенсивной модернизации и переоснащения ЭИБ и ограниченности финансовых средств рациональная организация работ по созданию СА имеет большое значение: снабжение приборов и оборудования соответствующими средствами существенно упрощает и удешевляет процесс включения их в сложные системы, а сами системы становятся функционально более гибкими и надежными, упрощается работа с ними. При этом основа любой СА — обеспечение выполнения целевых функций технологического процесса испытаний или всего производства изделия в целом. Таким образом, при всей гибкости и возможной универсальности СА она должна решать четко определенный круг задач, обеспечивать достижение заданной цели, быть предельно конкретной. Несмотря на несомненную очевидность и тривиальность этого тезиса, именно подмена «автоматизации конкретных задач и оборудования, жестко формализованных алгоритмов» на «автоматизацию вообще» губит на корню весь эффект от внедрения таких систем. Создание частных СА, удовлетворяющих требования конечных пользователей, — основная цель работ в области автоматизации.

2. Организация современных промышленных комплексов в рамках ЭИБ, включающих средства вычислительной техники и автоматизации, сталкивается с необходимостью стыковки разного, порой уникального оборудования с ЭВМ. При этом должны быть согласованы функциональные и технические возможности самых разнообразных устройств в условиях многообразия и сложности решаемых задач. Положение усложняется существованием множества возможных вариантов состава интерфейсного оборудования, соответствующего разным стандартам.

С другой стороны, оператору должна быть предоставлена возможность активно участвовать в процессе работы комплекса, быстро перестраивать структуру его функционирования в соответствии с динамикой

использования. В то же время процесс общения оператора с оборудованием (в т.ч. с ЭВМ), должен быть максимально проблемно-ориентированным при минимальных требованиях к знанию средств вычислительной техники.

Из сказанного следует два основных направления развития работ:

- обеспечение решения задач по автоматизации процесса работы комплекса, включая упрощение общения оператора с оборудованием в целом (человеко-машинный интерфейс на уровне пользователя: интерфейс верхнего уровня);
- обеспечение программно-аппаратных средств сопряжения различного оборудования с ЭВМ, включая диалоговые средства настройки этого интерфейса (человеко-машинный интерфейс системного уровня: интерфейс нижнего уровня).

В рамках первого направления необходимо определить рациональную организацию выполнения задач функционирования комплекса. Для этого следует сформулировать требования к функционированию оборудования, на основе которых формируется алгоритм работы программного обеспечения (ПО) его автоматизации. Следовательно, интерфейс верхнего уровня должен содержать средства проведения функциональной спецификации, являющейся основой при генерации ПО интерфейса нижнего уровня.

Таким образом, при разработке и применении АС первоочередную роль играет решение задачи синтеза ПО и его гибкой перестройки в соответствии с изменениями условий функционирования. Для эффективного решения этой задачи требуется создание инструментальной программной среды, в которой пользователь мог бы одновременно создавать, перестраивать и непосредственно работать с автоматизированным комплексом. Разработка методов и средств построения инструментальной среды для синтеза СА является ключевым вопросом в разрешении проблемы автоматизации в целом.

Основная идея построения среды программирования заключается в предоставлении пользователю возможности строить СА, оперируя графическими представлениями органов управления и отображения процессов, составляющих работу комплекса в целом. Для пользователя весь процесс работы в основном сводится к возможности задавать режимы измерения или управления работой через исполнительные устройства с использованием цифровой или графической информации о ее ходе. Все перечисленные объекты являются элементами панели управления любого технологического комплекса или экспериментальной установки (ЭУ). Инструментальная среда проектирования автоматизированных комплексов предоставляет возможность

синтеза на экране дисплея таких панелей, которым ставятся в соответствие программы управления исполнительными устройствами автоматизируемых комплексов (т.е. АС строятся из набора унифицированных модулей). Сама панель, сформированная на экране дисплея, становится панелью управления СА конкретного процесса. В отличие от реальной панели управления, такая «виртуальная» панель не требует дорогих технических средств и может быть многократно реконфигурирована в процессе работы.

В комплекс могут быть включены и т.н. виртуальные приборы, которых либо нет в распоряжении пользователя (они заменяются компьютерным представлением), либо они не существуют физически, но требуются для реализации данного конкретного процесса, а их натуральная разработка финансово не оправдана. «Виртуальные панели» для приборов, физически присутствующих в установке, позволяют организовать управление ими в удобной форме с экрана дисплея, совмещая этап измерения с этапом первичной и вторичной обработки данных, а также представлением результатов обработки в графической форме.

При использовании графических панелей устраняются все «посредники» между пользователем и устройством, с которым он работает. Взаимодействие осуществляется активизацией объектов графической панели с помощью мыши, клавиатуры или прикладной программы, что позволяет перевести процесс создания и использования

автоматизации на качественно новый уровень для широкого класса систем.

Использование «виртуальных» приборов и оборудования в составе промышленной установки дает возможность программным путем синтезировать на экране дисплея ЭВМ графическую панель установки, задавать пределы измерения, режимы работы, совмещать этапы измерения с этапами обработки данных и представления результатов в графической форме. Синтезированные таким образом приборы и установки общедоступны, легко тиражируются и модифицируются под решение различных задач.

Таким образом, частные системы конкретного применения, созданные в инструментальной среде проектирования и включающие элементы адаптации их породившей среды, как правило, являются более технологичными, лучше отвечают требованиям пользователя, быстро перестраиваются.

3. Одним из важных требований, предъявляемым к современным СА, является работа в режиме реального времени.

Резкий рост на современном этапе производительности ПК делает их привлекательными для решения задач построения систем реального времени. Однако применение ПК для автоматизированных промышленных комплексов, как правило, является существенным расширением возможностей этого класса ЭВМ и требует дополнительных программно-аппаратных средств. Разработано большое количество

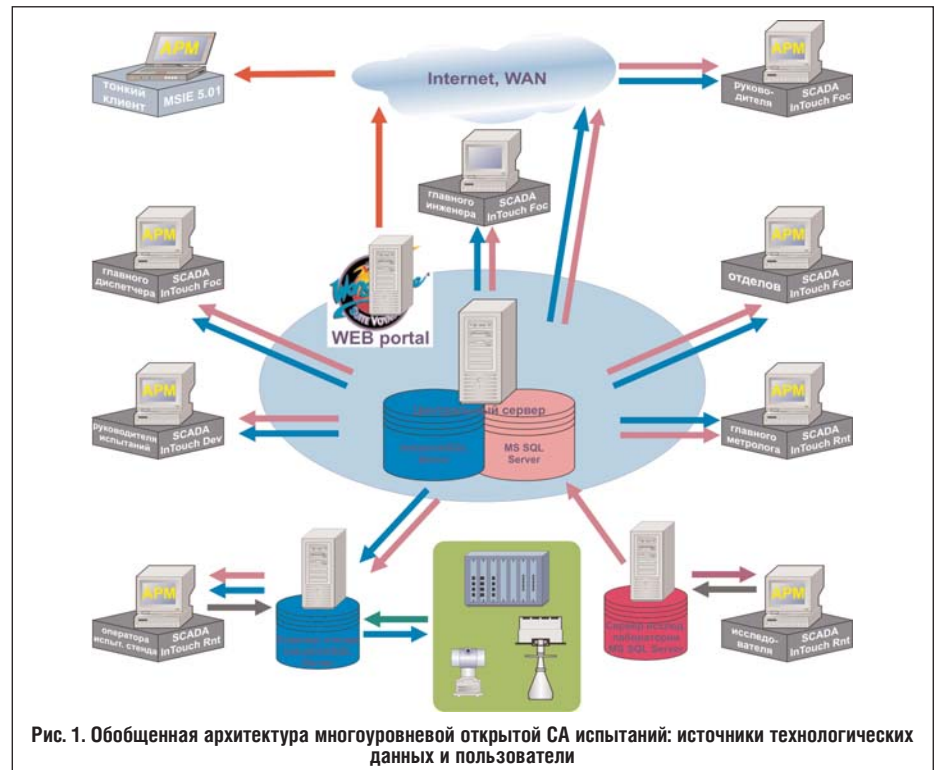


Рис. 1. Обобщенная архитектура многоуровневой открытой СА испытаний: источники технологических данных и пользователи

технических средств специального назначения (аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, входные и выходные регистры, счетчики, таймеры и т.д.). Этот набор дополнительных программно-аппаратных средств и является базовым для построения любой конкретной СА. Если базовый набор технических средств содержит программные оболочки, поддерживаемые инструментальной средой для синтеза СА, то процесс проектирования и развития конкретной СА и включение новых технических средств в уже существующие системы достаточно прост и технологичен, а сами создаваемые СА несут в себе «наследственные признаки» инструментальной среды: гибкость и легкую адаптируемость.

Единая идеология построения инструментальной среды для синтеза СА и набора базовых средств автоматизации обеспечивает наиболее быстрый дешевый и качественный результат при разработке конкретных СА.

Особенности ЭИБ предприятий РКО

К особенностям ЭИБ предприятий РКО относятся:

- наличие ИС в различных производственных подразделениях (ПП);
- высокая степень самостоятельности ПП, ориентированных на решение специализированных задач;
- требование по координации деятельности ПП для обеспечения основных целевых функций деятельности предприятия.

Главной целью комплексной модернизации ЭИБ такого предприятия является создание необходимых условий для перехода к единой технологии организации испытаний, централизации и унификации доступа к данным различных испытаний, проводимых в разное время и, как следствие, повышение производительности, качества проводимых работ, конкуренто-

способности разрабатываемой продукции и стабилизация деятельности.

Одним из инструментов для этого служит новая концепция автоматизации, которая, базируясь непосредственно на процессах и технологиях испытаний и с учетом перечисленных выше особенностей, предназначена для реализации следующих задач:

- отслеживание текущего состояния (мониторинг) процессов испытаний изделий в целом;
- контроль выполнения решений на каждой стадии процесса проведения испытаний;
- корректировка ситуации в соответствии с принятым решением;
- оптимизация процессов испытаний и снижение финансовых затрат на их проведение;
- повышение качества принятых решений за счет большей объективности и уменьшения влияния человеческого фактора.

Для решения этих задач необходимо создать комплексную систему широкого назначения, охватывающую все отделы предприятия и объединяющую их в единую, постоянно функционирующую систему.

Обобщив опыт проведения подобных работ на ряде ведущих предприятий РКО, «Лаборатория АС» сформулировала 8 основных принципов стратегии модернизации ЭИБ:

1. Модернизацию ЭИБ необходимо проводить на основе единой стратегии развития и сквозной технологии построения архитектуры всех ИС и ЭУ, обеспечивающих возможность включения их в единое информационное пространство ЭИБ, предприятия и отрасли в целом на основе широкого применения сетевых технологий.
2. Техническое и программное обеспечение, применяемые на всех ИС и ЭУ, должны быть совместимы на уровне форматов обмениваемых данных и управля-

ющих воздействий, программ управления устройствами, включаемыми в системы автоматизации стендов и ЭУ.

3. В качестве аппаратных средств СА должны использоваться магистрально-модульные интерфейсы, выполненные на основе международных открытых стандартов, поддерживаемых рядом производителей в России и мире.

4. Архитектура системы должна отображать уровни и функции автоматизации, основные компоненты (подсистемы, программы, процессы), точные сопряжения между компонентами и уровнями, функциональную структуру системы в целом.

5. Разработка систем управления (СУ) должна вестись с соблюдением требований по обеспечению безопасности и надежности с применением и использованием решений, обеспечивающих функционирование в жестком реальном времени, механизмов дублирования, резервирования, наличия систем противоаварийных защит. СУ должны быть работоспособны и при отсутствии сигналов от системы измерения.

6. Стандартное и специальное ПО должны выполняться или адаптироваться к требованиям технологии построения архитектуры СА ИС и строиться по технологии «открытых систем», дающей возможность сопровождать и развивать их силами программистов предприятия с минимальным привлечением разработчиков ПО, а также проводить настройку режимов и подгонку системы под конкретные условия эксплуатации специалистами по испытаниям, не являющимися профессиональными программистами.

7. Технические решения должны быть унифицированы для построения измерительных каналов физических величин (давления, вибрации и т.д.), и при проектировании соответствующих каналов различ-

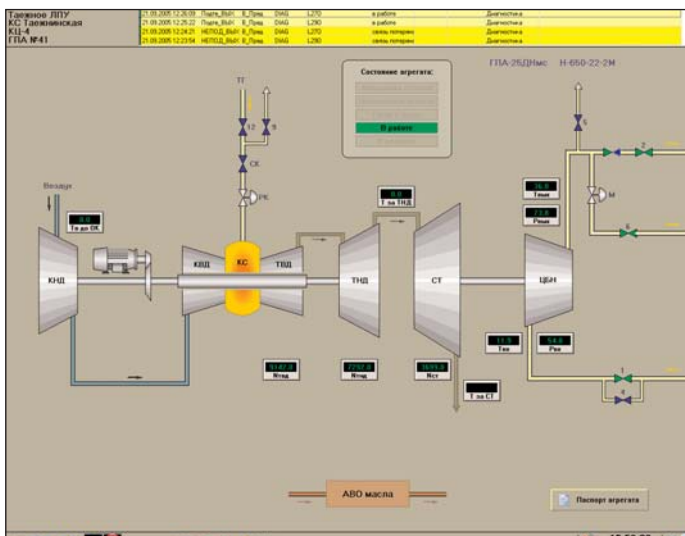


Рис. 2. Рабочий экран системы контроля реального времени отдельной установки



Рис. 3. Экран отображения выбранного параметра

ных ИС в первую очередь должны рассматриваться эти решения.

8. Разработку проекта модернизации ЭИБ целесообразно поручать фирме – системному интегратору, которая будет осуществлять реализацию всего жизненного цикла работ на ИС, включая проектирование, изготовление, внедрение, монтаж, пуско-наладку и сопровождение системы. Системный интегратор не должен быть дилером, дистрибьютором фирмы-разработчика технических средств или разработчиком используемых в проекте технических средств (лишь тогда выбор проектных решений будет максимально отвечать требованиям решаемой задачи, а не желанию продвинуть свою продукцию).

Архитектура СА экспериментальной базы

Архитектура системы должна описывать уровни и функции автоматизации и отчетности, разбивку программно-аппаратного обеспечения на основные компоненты (подсистемы, программы, процессы), функции каждого компонента, точные сопряжения между компонентами и уровнями, функциональную структуру системы в целом.

Обобщенная архитектура многоуровневой СА испытаний представлена на рис. 1 и включает:

Уровень 1 – системы локальной автоматизации. Данный уровень включает СА процессами испытаний: СУ (в т.ч. и распределенные), системы измерений технических параметров, телеметрические системы основных испытуемых модулей, системы сбора технологических данных с ручным вводом, вспомогательные системы процессов автоматизации и т.д. Прикладное ПО этого уровня запрашивает технологические данные от ИС, обеспечивая местные архивы и передавая данные на он-лайн

сервер технологических данных через каналы связи.

Эта идеология реализована в созданном «Лабораторией АС» комплексе автоматизации экспериментальных и технологических установок АСTest, который предлагается на рынке как законченный «коробочный» продукт и базовое средство для разработки систем под требования заказчика. АСTest сегодня имеет развитые средства визуализации данных в масштабе реального времени. Кроме традиционных для СА средств визуализации (мнемосхемы с цифровыми элементами, самописцы, табличные элементы), имеются элементы визуализации, реализованные как «виртуальные приборы» (осциллограф, спектроанализатор), предназначенные для представления быстропеременных данных. На базе стандартных устройств сбора данных, используя многофункциональность комплекса АСTest, можно реализовать самые разнообразные комплексы автоматизации испытаний.

Кроме того, средства взаимодействия с пользователем АСTest позволяют осуществлять настройку сценариев для выбранного режима проведения испытания, хранение и поиск нужного сценария в БД, проводить измерения в масштабе реального времени с одновременной архивацией и визуализацией данных, просматривать и анализировать результаты. В масштабе реального времени производится первичная математическая обработка и допусковый контроль значений измеряемых параметров. Вся информация сохраняется в формате БД и доступна для последующей обработки и анализа. В состав комплекса входит ПО вторичной обработки и визуализации результатов измерений.

Комплекс может функционировать как на одиночном компьютере, так и с использованием клиент-серверных технологий в рамках распределенной системы.

Уровень 2 – база данных реального времени (технологический сервер он-лайн).

Технологический сервер он-лайн предназначен для сбора и хранения технологических данных и выполняет следующие задачи:

- сбор и запоминание технологических данных, автоматические расчеты технических характеристик, предварительный анализ результатов в реальном времени проведения испытаний в общей базе технологических данных;
 - поддержка основных показателей работы, централизованное управление и диспетчерский контроль технологическими процессами испытаний;
 - ведение оперативного электронного журнала оператора испытаний;
 - визуализация условий проведения испытаний;
 - подготовка оперативных сводок и периодических отчетов, распределение отчетов между отдельными подразделениями и т.д.;
 - оптимизация и повышение эффективности проведения испытаний (общая эффективность эксплуатации оборудования).
- Кроме того, технологический сервер он-лайн взаимодействует с базой данных предприятия и обеспечивает поддержку АСУ предприятия в целом.

Уровень 3 – технологический web-портал. Основные цели технологического web-портала:

- осуществление доступа к технологическим данным через Интернет-трафик (с обеспечением необходимого уровня защиты данных и конфиденциальности передаваемой информации);
- ведение библиотеки рабочих окон для различных клиент-приложений.

Уровень 4 – автоматизация и сообщение о системных приложениях-клиентах, включая местные и удаленные операции. Клиентские приложения могут функционировать как:

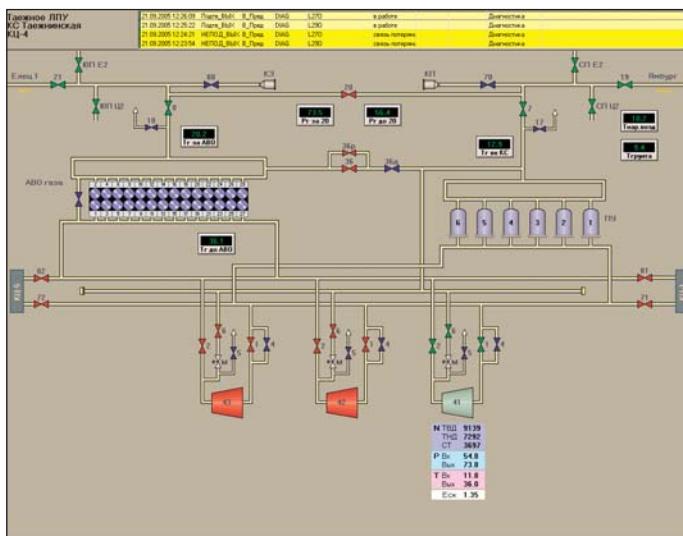


Рис. 4. Экран отображения режимов функционирования и параметров совместно работающих установок

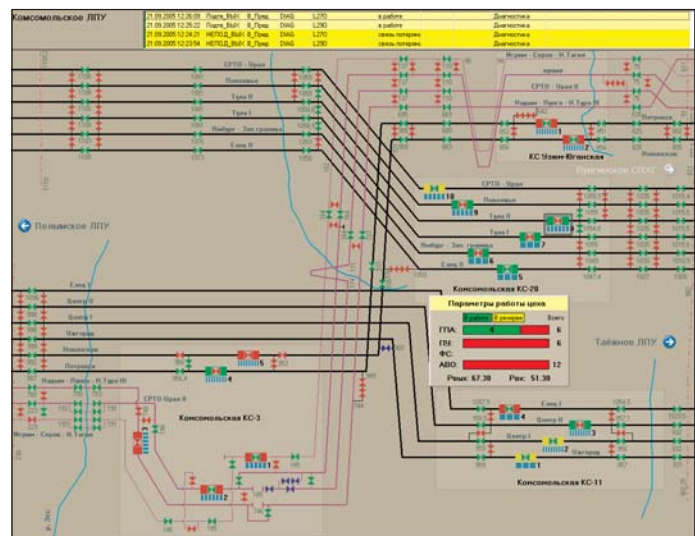


Рис. 5. Экран отображения всех установок отдельного предприятия

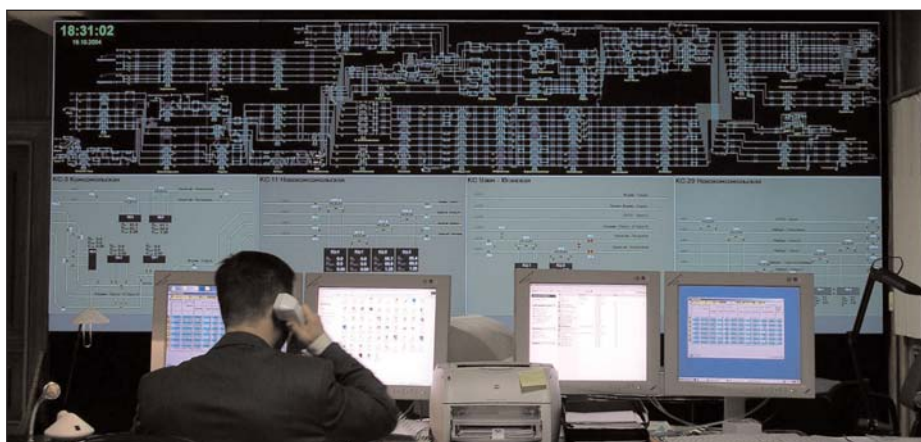


Рис. 6. Центральная диспетчерская единой информационно-управляющей системы

- центральное диспетчерское приложение (отображает в реальном времени технологическую информацию, поставляемую отдельными ИС предприятия);
- автоматизированные административные рабочие станции (генерального конструктора, генерального директора, главного инженера, главного метролога с нормативной документацией, диспетчера предприятия с регулярной отчетностью и т.д.).

Интеграции различных информационных уровней управления ЭИБ предприятия позволяют решить следующие задачи:

- сохранение данных в реальном времени о технологических процессах испытаний, поступающих от различных ИС;
- визуализация процесса испытаний, обеспечивающая количественные параметры для их основных стадий;
- поддержка интернет-решений для основного и вспомогательных процессов испытаний.

На протяжении последних 10 лет «Лаборатория АС» выполняла работы по модернизации испытательных комплексов с применением описанной выше технологии на многих предприятиях РКО. Работы велись как на небольших локальных установках, так и на распределенных, требующих достаточно сложных сетевых конфигураций. При этом выполнялись все этапы: от выработки требований и разработки проекта до изготовления, монтажа и пусконаладки на объекте.

Комплексная система, объединяющая 1100 установок, разнесенных на расстояние до 1,5 тыс. км, была разработана для газотранспортного предприятия. Но отработанные при этом методы и средства, по нашему мнению, вполне соответствуют задачам комплексной автоматизации ЭИБ РКТ. Установкой нижнего уровня этой системы является газоперекачивающий агрегат (ГПА), система контроля которого мало отличается от типичного ИС.

Основные экранные формы автоматизированных рабочих мест (АРМ) операторов

представляют собой технологические схемы различного охвата с соответствующим уровнем детализации и набором выводимых параметров. На рис. 2 приведен рабочий экран системы контроля реального времени отдельной установки. При необходимости можно подробно отображать любой параметр простым «кликом» мышки (рис. 3). Оператор имеет возможность в реальном времени наблюдать за режимом работы и параметрами конкретной установки, совместно работающих установок (рис. 4), всех установок предприятия (рис. 5) и смежных предприятий. На рис. 6 показана центральная диспетчерская, которая контролирует процессы 35 предприятий. Для получения целостной картины и обеспечения расчетов необходим некоторый минимальный набор данных по каждому объекту, поэтому недостающие данные (которые нельзя получить автоматически) вводятся вручную. При наличии системы телемеханики оператор имеет возможность управлять исполнительными механизмами. Все существенные изменения в работе установки, как и аварийные события, записываются в централизованный журнал событий. Для обеспечения необходимого уровня надежности каждое АРМ установлено на два идентичных взаимодействующих между собой компьютера. Это позволяет проводить регламентные и ремонтные работы на АРМ без прерывания функционирования системы в целом. Резервирование работает по двум направлениям: перехват передачи данных на верхний уровень пассивным АРМом при отключении активного АРМа и буферизация данных локального АРМа при отказе связи с верхним уровнем.

Верхний уровень хранения и представления данных получает информацию со всех установок по сети передачи данных, охватывающей все предприятия. Основной канал передачи информации – выделенные потоки (64 кбит) в радиорелейной системе связи; запасной канал – спутниковый.

Заключение

Основная цель предлагаемой стратегии развития и модернизации ЭИБ крупных промышленных предприятий – реализация концепции комплексной автоматизации и организации сквозной отчетности ЭИБ, в рамках которой создается единая информационная система для быстрого решения производственных задач, а также оперативный контроль текущей ситуации. Предложенная система автоматизации и генерации отчетов предусматривает всестороннюю информационную поддержку процессов испытания и строится на использовании новейших информационных технологий.

Система автоматизации/генерации отчетов предлагает:

- доступ он-лайн к данным, поступающим в реальном масштабе времени;
- последние технологии по интеграции данных и систем;
- открытую и наращиваемую среду;
- оптимальное соотношение «функциональность/цена»;
- гибкое решение и современные компоненты интеграции;
- значительную экономию при реализации благодаря активному вовлечению специалистов предприятия;
- получение соответствующего последним достижениям продукта, разработанного совместно специалистами производства и промышленных информационных систем.

Концепция комплексной автоматизации и отчетности – мощный инструмент для всех специалистов предприятия, который помогает решить широкий спектр задач, в том числе: отслеживание данных с ИС в удобной форме; доступ и обзор архивных данных для нахождения подобных ситуаций и принятия соответствующих решений; передачу достоверных данных внешним системам.

В предлагаемой конфигурации система решает задачу комплексной автоматизации и организации сквозной отчетности в рамках корпоративной информационной сети ЭИБ предприятия в целом. Она может реализовываться поэтапно с вводом в действие отдельных подсистем, начиная с наиболее «узких мест», что позволяет начать переход на новые технологии автоматизации испытаний при затруднении с финансированием крупномасштабного проекта. □



ООО «Лаборатория автоматизированных систем (АС)»

Россия, 105122, Москва,
Сиреневый бульвар, д. 4
Тел./факс: (495) 231-3977
E-mail: mip@actech.ru
http: www.actech.ru