

**Ртищев А.В.**  
**ООО «Лаборатория автоматизированных систем (АС)», Москва**  
**Тел.: (495) 730 3632, Факс: (495) 730 3632,**  
**Е-mail: [rav@actech.ru](mailto:rav@actech.ru)**

Опыт создания автоматизированных систем управления и измерения при модернизации испытательных стендов предприятий ракетно-космической промышленности

На предприятиях отрасли разработан и применяется уникальный парк испытательного оборудования, который может и должно полноценно использоваться при создании новых изделий на всех этапах жизненного цикла. Наиболее быстрый и эффективный способ модернизации и приведение к требованиям современного уровня – это внедрение систем автоматизации.

ООО «Лаборатория автоматизированных систем (АС)» с 1997 года активно занимается внедрением автоматизированных систем измерений и управления на различных предприятиях ракетно-космической промышленности и в других отраслях связанным с созданием и изготовлением высокотехнологической продукции. За прошедшие 22 года накоплен достаточно большой опыт создания таких систем и появилось некоторое понимание какие принципы необходимо закладывать в процесс модернизации.

Основа успешной модернизации - проектная документация, отвечающая не только всем обязательным формальным требованиям, но и несущая в своей основе технические, технологические и программные решения позволяющие решить поставленную задачу на высочайшем уровне в заданных экономических рамках. Самыми дорогими во всех смыслах являются проектные ошибки. Для их минимизации необходим опыт практической реализации, а не только теоретические знания.

Разработанные в "Лаборатории автоматизированных систем (АС)" и апробированные на самых различных предприятиях методы вертикальной и горизонтальной декомпозиции общей задачи позволяет, оставаясь в рамках комплексного подхода и единой технологии построения архитектуры систем автоматизации, строить локальные системы для отдельных установок или частных задач. При этом, они, являясь комплементарными друг - другу и отвечая технологии построения общей системы, в итоге и решают задачу комплексной модернизации и автоматизации испытательной базы предприятия.

Только после осознания всей задачи в целом и тщательной проработке и детального проектирования архитектуры системы автоматизации испытательного комплекса, можно говорить о грамотном выборе необходимого набора программно-аппаратных средств. Также не стоит забывать о том, что назначенный срок службы современной системы автоматизации, как правило составляет около 10 лет, а по факту система может прослужить и дольше. За это время спектр задач решаемых на конкретной испытательной установке может быть расширен, перечень и характеристики контролируемых параметров также склонны к количественному и качественному изменению в большую сторону.

Поэтому подходя к задаче модернизации необходимо проанализировать стоящие на сегодня задачи, попытаться экстраполировать требования на ближайшие несколько лет, предусмотреть сразу некоторый задел на возможную модернизацию. Такой подход при незначительном увеличении стоимости модернизации сегодня позволит завтра получить значительную экономию как материальных так и временных ресурсов.

Разработка технологии построения систем автоматизации испытательных стендов в соответствии с задачами, решаемых в ходе проведения испытания и не зависящих от набора средств используемых при автоматизации позволит максимально удешевить и унифицировать процесс автоматизации с одновременным повышением качества работ. «Технологично» выполненные системы автоматизации, будут, как уже говорилось выше, «комплементарны» между собой, решат проблему «зоопарка» используемых средств автоматизации и позволят системы сделать легко развиваемыми и масштабируемыми.

Как инструментальное программное обеспечение таких систем «Лаборатория автоматизированных систем (АС) предлагает комплекс автоматизации экспериментальных установок АСTest, собственной разработки. Комплекс используется с 2001 года, постоянно развивается и заслуженно популярен на многих предприятиях отрасли. Комплекс АСTest позволяет создавать гибкие перенастраиваемые системы измерения без программирования. Основные принципы, заложенные при разработке этого программного комплекса:

1. Комплексный подход. Автоматизация всех этапов наземной экспериментальной отработки на испытательных стендах и комплексах:

- подготовка к проведению испытаний;
- проведение испытаний;
- послесеансная обработка и анализ данных, включая их структурированное хранение;

2. Масштабируемость. От небольшой системы на несколько десятков каналов на одном ПК до распределенной системы на десятках ПК, включающей в себя несколько тысяч измерительных каналов.

3. Гибкость. При создании системы автоматизации испытательного стенда невозможно задать все требования и спланировать все варианты использования. Система должна обеспечивать возможности перенастройки без применения программирования.

4. Расширяемость. Поддержка различной аппаратуры различных производителей, выполненной в различных стандартах, возможность одновременной работы с произвольным числом устройств сбора данных.

5. Модульность. Программный комплекс состоит из отдельных модулей: настройки, сбора данных, визуализации в РМВ, послесеансной обработки, модули математических функций.

Дальнейшее развитие этих принципов нашло воплощение в АСTest Platform (используется с 2015 г.) в котором был обобщен имеющийся опыт и разработано современное 64 битное приложение, специализированное для

работы в распределенных системах измерения, состоящих из десятков станций сбора, визуализации и обработки данных. При создании этого программного комплекса особое внимание было уделено средствам сетевого обмена и задачам синхронизации средств сбора данных территориально распределённым по территории автоматизируемого объекта.

ACSTest Platform отличает способность интегрировать в одну систему оборудование различных производителей: ООО «Л-КАРД» (Россия); НПП «Мера», Холдинг Информтест (Россия); Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH (НВМ) (Германия); National Instruments (США), обеспечивая работу с различными типами датчиков и оцифровку сигналов с частотой дискретизации от единиц Гц до сотен кГц в одной системе с обеспечением единого времени.

В состав базового ACSTest Platform входят следующие компоненты:

- база данных информационного обеспечения испытаний (предназначена для хранения: справочной информации о компонентах измерительных систем; конфигураций систем измерения; градуировок и другой метрологической информации; данных результатов испытаний и вторичной обработки);

- редактор справочников;

- приложение конфигурирования системы;

- платформа системы, обеспечивающая сбор данных и сетевой обмен;

- модуль метрологического обеспечения;

- визуализатор;

- математическая библиотека;

- модуль послесеансной обработки данных.

В ACSTest Platform большое внимание уделено метрологическому обеспечению испытаний. Программный комплекс и модуль метрологического обеспечения обеспечивает следующую функциональность:

- хранение и применение информации о градуировочных характеристиках датчиков;

- информацию о поверках метрологически значимых компонентов и контроль за использованием компонентов с отсутствием действующей поверки;

- экспериментальное определение метрологических характеристик ИК;

- автоматизированное проведение сквозной градуировки ИК;

- автоматизированное проведение поверки/калибровки ИК.

Основные принципы для выбора технических средств:

- выбор устройств из всего спектра аппаратных решений для принятия наилучшего решения без искусственной ангажированности;

- предпочтение отечественному производителю при наличии конкурентных технических характеристик;

- включение устройства измерений в Госреестр средств измерений;

- наличие открытых протоколов передачи для цифровых устройств;

- возможность синхронизации всех модулей в системе.

При автоматизации стендов следует разделять стенды для проведения исследовательских и отработочных испытаний и стенды для проведения приемо-сдаточных испытаний (ПСИ) серийной продукции.

И если для первых требуется максимальная гибкость и документируемость, то при создании и модернизации стендов ПСИ основной целью в настоящее время является требование сделать его минимально зависящим от человеческого фактора. Это достигается созданием заказной системы управления с АРМ оператора, на котором работает слесарь - испытатель и на котором реализуется автоматизированная система управления с обеспечением режима подсказок и отдельный АРМ инженера-технолога который обеспечивает создание техпроцессов испытаний без программирования. Примером такой системы может служить система электроиспытаний клапанов для РКК «Энергия», обеспечивающая испытания 28 типов различных клапанов.

Таким образом, наиболее целесообразным способом реконструкции и технического перевооружения испытательной базы предприятий РКО является комплексный подход с использованием унифицированных решений и унифицированного универсального модульного программного обеспечения при проектировании систем автоматизации конкретных испытательных стендов и комплексов с обязательной адаптацией этих решений и созданием недостающих специализированных программно-аппаратных модулей с учётом специфики автоматизируемых объектов.

Основные принципы комплексного подхода:

1. Полный цикл работ по автоматизации при модернизации и реконструкции стендовой базы: разработка проектной и рабочей документации, изготовление аппаратуры, разработка программного обеспечения, монтаж, пуско-наладка, обучение и сопровождение.

2. Использование определённой информационной избыточности при построении систем автоматизации, позволяющее выявлять метрологические отказы в момент их возникновения. Например, использование независимых систем управления и измерения для выявления отказов путём постоянного взаимного сличения результатов их работы.

3. Использование универсального серийно-производимого программного обеспечения как технологической основы для создания систем измерения.

4. Использование заказных решений в области программного обеспечения для создания систем управления.

5. Использование для стендов наземной отработки серийной аппаратуры, наиболее подходящей для данного стенда, возможность сочетания аппаратуры различных производителей.

6. Использование дублирования, троирования, информационной избыточности и декомпозиции для обеспечения надёжности. Принцип – единичный отказ не должен вызывать катастрофических последствий.

7. Применение современных решений в области создания пневматических и гидравлических систем.

8. Метрологическое обеспечение проводимых работ: утверждение типа, разработка и экспертиза МВИ, аттестация автоматизированных систем как испытательного оборудования.