

А.И. Карякин, Я.И. Листратов, В.Г. Свиридов, Е.В. Свиридов, В.Б. Тонконогов

Московский энергетический институт (технический университет), Россия

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ VХI-ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

АННОТАЦИЯ

В докладе рассмотрены вопросы использования новых информационно-измерительных технологий (VХI-технологий) в теплофизическом эксперименте. Приведены отличительные черты теплофизического эксперимента. Показано, что использование VХI-технологий при проведении теплофизического эксперимента позволяет создавать эффективные решения. Рассмотрен современный принцип создания автоматизированных систем научных исследований – системная интеграция.

1. ВВЕДЕНИЕ

Развитие энергетики и энергетических технологий является одной из важнейших задач, от успешного решения которых зависит научно-технический и экономический потенциал страны. Спектр направлений исследований, связанных с этим развитием, чрезвычайно широк и касается как совершенствования традиционных энергетических технологий, установок, аппаратов, повышения их надежности и эффективности, так и создания принципиально новых технологий на базе глубокого и всестороннего изучения различного рода теплофизических процессов, лежащих в их основе. Такого рода изучение немислимо без проведения сложных теплофизических экспериментов.

2. VХI-ТЕХНОЛОГИИ. ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТА И ИСПЫТАНИЙ

Теплофизический эксперимент включает в себя экспериментальные исследования теплофизических свойств веществ и тепловых процессов, а также лабораторные и промышленные испытания различных объектов энергетики и теплофизики [1]. Эти задачи характеризуются рядом принципиальных особенностей, к важнейшим из которых относятся: достаточно широкий частотный диапазон измеряемых сигналов; сложный характер многих исследуемых процессов (турбулентность, кипение и др.), представляющих собой стохастические процессы, как правило, неизвестного типа; разнообразие измеряемых величин (температура, давление, расход, скорость, ускорение, электрические и магнитные величины и т.д.), что требует использования различного рода датчиков (сенсоров); высокие требования к метрологическим характеристикам (погрешности измерения, чувствительности, разрешающей способности,

стабильности, динамическому диапазону и т.п.); необходимость одновременного (синхронного) измерения большого числа факторов (вплоть до нескольких сотен); реализация в ряде случаев критических режимов по давлению, температуре, интенсивности потоков энергии.

Основные типовые количественные требования к системам автоматизации теплофизического эксперимента приведены ниже.

Для системы измерения:

Число каналов	до нескольких тысяч
Диапазон сигналов	1 мкВ-1000 В
Частота дискретизации	10 Гц - 10 мГц (на канал)

Интенсивность информационных потоков	сотни Мб/с
Объём регистрируемой информации	десятки Гб (на испытание)

Точность измерения	до 0,05%
--------------------	----------

Для системы управления:

Число замкнутых контуров управления и регулирования	порядка 100
Число дискретных каналов управления	порядка 1 000
Число аналоговых каналов управления	до нескольких сотен

Таким образом, реализация теплофизического эксперимента, как правило, связана с использованием сложнейших и дорогостоящих экспериментальных установок и испытательных стендов. В этой связи становится очевидным, что только применение современных аппаратно-программных средств автоматизации экспериментальных установок и испытательных стендов в сочетании с новейшими информационными технологиями может обеспечить необходимый уровень эффективности и качества исследований, а также позволит в реальном масштабе времени получать ранее недоступную информацию о нестационарных и быстропротекающих процессах и полях, проводить в сжатые сроки комплексные испытания объектов новой энергетической техники и технологии.

В последние годы в мире наряду с компьютерной революцией происходят глобальные изменения на рынке автоматизации. На мировом рынке стали главенствовать принципы открытости и стандарти-

зации, стали исчезать узкофирменные решения. Большинство ведущих компаний-производителей отходят от жесткой конкуренции между собой и объединяются в международные Ассоциации и Консорциумы. Результатом деятельности таких международных объединений становится семейство стандартов-лидеров на аппаратные и программные средства, объединенных единой методологией и стратегией развития. Эта группа лидирующих стандартов, реализованных на различных конструктивных и программно-технических платформах, представляет собой функциональный ряд средств автоматизации, достаточный для создания информационно-совместимых систем и комплексов различного прикладного назначения.

Развитие идеологических и научно-технических решений, заложенных во второй половине 80-х годов XX столетия в основу VXI-стандарта, привело к появлению и распространению новой философии развития контрольно-диагностического и измерительного оборудования. Реализация этой философии в части обеспечения максимальной совместимости с ранее существовавшими стандартами: VME, GPIB, а также в части создания новых открытых стандартов позволяет говорить о появлении **VXI-технологий**, которые объединяют ведущие международные стандарты на измерительную технику - VXI, PXI, GPIB (КОП), SCXI, а также средства разработки программных решений автоматизированных систем научных исследований (АСНИ).

На рис. 1 приведены области наиболее эффективного применения VXI-технологий, соответствующие различным вариантам автоматизированных систем, которые могут использоваться в задачах автоматизации научно-экспериментальных исследований и испытаний сложных технических объектов. Здесь выделены частнофирменные решения, объединенные в одну группу, а также решения, основанные на использовании современных открытых стандартов.

Здесь представлены стандартные решения, представляющие программируемые логические контроллеры (PLC), системы кондиционирования сигналов (SCXI), семейство стандартных магистрально-модульных систем (VME, PXI, VXI), измерительные приборы на базе приборного интерфейса GPIB. Для частнофирменных решений, в отличие от стандартных, характерен значительный разброс стоимости в зависимости от показателя «производительность/качество».

Комплексный анализ различных вариантов исполнения стандартных решений позволяет сделать вывод, что наиболее эффективным является построение систем автоматизации на базе VXI технологий.

Преимущества VXI-технологий:

- высокая помехозащищенность;
- высокая надежность аппаратных средств;
- наилучшие для класса измерительно-управляющих систем технические и метрологические характеристики;

- высокий уровень совместимости с современными технологиями;
- большое количество производителей в мире, в том числе и российские производители;
- огромный уровень инвестиций, вложенных в развитие VXI-технологий.



Рис. 1. Области эффективного использования различных вариантов средств автоматизации

В качестве экономического обоснования преимуществ открытых стандартных технологий на графике (рис. 2.) приведены оценки затрат на создание и введение в эксплуатацию автоматизированных систем, построенных на базе стандартных VXI-технологий и «частнофирменных» решений.

Стоимость оборудования «частнофирменных» решений может оказаться ниже, но для них требуются большие затраты на инжиниринг: пусконаладочные работы, разработку прикладного программного обеспечения, модернизацию и развитие, техническую поддержку, эксплуатационные расходы.

Стоимость самого оборудования, относящегося к открытым технологиям может быть несколько выше, однако уже на этапах разработки прикладного программного обеспечения и опытной эксплуатации общие вложения в системы, построенные по обоим вариантам, становятся соизмеримыми. Таким образом, использование VXI-технологий и в экономическом аспекте в итоге имеет преимущество, так как в течение длительного времени сохраняет вложенные инвестиции.

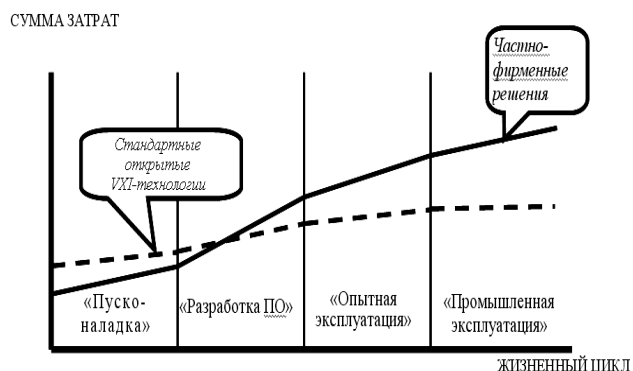


Рис. 2. Соотношение общих затрат систем автоматизации на основе нестандартных и стандартных решений

С течением времени стоимость закупки оборудования для создания автоматизированной системы снижается, что определяется общим прогрессом в электронной технике, конкуренцией производителей стандартного, программно- и аппаратно- совместимого контрольно-измерительного оборудования, а

также переориентированием ряда российских производителей техники на выпуск оборудования, соответствующего международным стандартам.

Важной особенностью VХI-технологий является то, что с их использованием можно создавать эффективные автоматизированные системы с возможностью коллективного удаленного доступа, а также создавать универсальные комплексы, позволяющие обслуживать различные экспериментальные установки. При этом во многих случаях не требуется даже такой трудоемкий и ответственный этап, как перекоммутация сигнальных кабелей. Изменение функциональности автоматизированной системы достигается сменой прикладного программного обеспечения.

Необходимо отметить, что VХI-технологии успешно и с удовольствием воспринимаются как молодыми специалистами, так и опытными сотрудниками предприятий, что является очень важным фактором при решении кадровых проблем. В рамках системы высшего образования существуют учебные центры, проводящие обучение, повышение квалификации и переподготовку сотрудников [2].

3. СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ VХI-ТЕХНОЛОГИЙ

Наличие на рынке большого числа различных программно-технических средств, выпускаемых разными производителями, предоставляет широкий выбор для разработчиков и производителей прикладных систем автоматизации. Существование стандартизованных и совместимых решений и элементов автоматизированных систем заставило пересмотреть технологию их проектирования и создания. В отличие от первых лет внедрения, как правило, конкретные (специфицированные) автоматизированные системы не производятся фирмами, поставляющими готовые аппаратные и программные компоненты. Процесс проектирования и создания систем автоматизации в настоящее время основывается на принципе *системной интеграции* или сборки индивидуальной системы из стандартных готовых "кирпичей", что не требует сложных технологических и сборочных операций и участков [3-6].

В этих условиях разработкой и созданием АС заняты специализированные фирмы - "системные интеграторы", предлагающие готовые системы "под ключ" в соответствии с конкретными требованиями заказчика. Наличие удобного программного обеспечения не исключает создание систем и самим пользователем.

Полный цикл разработки и создания системы путем ее "интеграции" обычно включает в себя:

- 1) анализ решаемых задач проектируемой системой, требований к ней, изучение и анализ процессов и объектов автоматизации;
- 2) разработку нескольких вариантов конфигурации проектируемой системы, их технико-

экономическое сравнение и выбор оптимальной;

- 3) разработку спецификации оборудования, программного обеспечения и необходимой специальной технологической оснастки;
- 4) организацию закупки оборудования и программных средств;
- 5) сборку, конфигурирование, проверку и тестирование системы на площадке изготовителя;
- 6) разработку и предварительную отладку комплекса программного обеспечения;
- 7) установку, монтаж и подключение системы к объекту на площадке заказчика;
- 8) отладку системы в целом, проведение приемочных испытаний и опытной эксплуатации;
- 9) разработку эксплуатационной документации;
- 10) сертификацию автоматизированной системы;
- 11) сдачу системы заказчику.

Выбор оптимальной конфигурации на начальной стадии создания автоматизированной системы во многом определяет ее технико-экономические и потребительские показатели. Достижение заданных технических характеристик наряду с минимальной стоимостью системы часто достигается за счет использования различного типа оборудования в рамках единой автоматизированной системы. В этом случае необходимо учитывать сравнительную оценку основных технико-экономических показателей различных систем и уровни их совместимости.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новые VХI-технологии позволяют реализовать сложные методики проведения теплотехнических экспериментов. Использование программных и аппаратных средств, соответствующих открытым международным стандартам есть необходимое условие для построения эффективных автоматизированных систем научных исследований. Такие системы в последние годы с успехом созданы и эксплуатируются на многих зарубежных и российских предприятиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Теплоэнергетика** и теплотехника: Справочник/ Под ред. А.В. Клименко и В.М. Зорина. - 3-е изд. М.: Изд-во МЭИ, 1999. 528 с.
2. **Краснощекова Т.Е., Листратов Я.И., Свиридов В.Г., Свиридов Е.В.** Учебный центр ЦНИИСТ: повышение квалификации специалистов в области новых информационно-измерительных технологий. Индустрия образования: Сборник статей. М.: МГИУ, 2002. Вып. 2. 448 с.
3. **Автоматизированный** комплекс для исследования гидродинамики и теплообмена при течении жидкого металла в магнитном поле с возможностью удаленного доступа / В.Г. Жилин, Ю.П. Ивочкин, В.С. Игумнов и др. Материалы XI научно-технической конференции «Датчики и преобразователи информации систем измерения, контроля и управления». (Датчик-99). Т.1. Гурзуф, май 1999. С. 150-19.

4. **Леньшин В.Н., Свиридов В.Г.** Применение VХI-технологий в системах автоматизации измерений, контроля и диагностики // Системы управления и измерительно-вычислительные комплексы для установок с ядерными реакторами: Тез. докл. семинара. НИТИ, 15-19 сент. 1997. С. 61-62.
5. **Ереза А.Г.** ИВУК нового поколения для большой АДГ ЦАГИ Т-109 на базе стандартного интерфейса VХI // Тр. 13 Школы-семинара ЦАГИ "Аэродинамика летательных аппаратов". М.: ЦАГИ. 2002. С. 35-37.
6. **Теплинский И.С., Чурилов С.Н., Родин Р.А.** Контрольно-испытательное оборудование на базе VХI-технологий // Тез. докл. на Межрегиональной научно-практической конференции "Метрологическое обеспечение испытаний и сертификации продукции и услуг". "Ростест-Москва", 24-27 февраля 1998.