

# Разработка интеллектуальных встраиваемых систем

## Быстрее, чем когда-либо



Программно-аппаратный подход, сочетающий мощность графической среды разработки LabVIEW и гибкость архитектуры реконфигурируемого ввода-вывода (NI RIO) дает малым проектным группам возможность построения инновационных встраиваемых систем, экономя при этом на времени разработки и стоимости проекта. При этом разработчики получают мощное решение с контроллером реального времени и ПЛИС, на базе которого можно в кратчайшие сроки разрабатывать приложения для различных отраслей промышленности.

LabVIEW содержит инструментарий для максимально эффективной и быстрой разработки приложений на ПЛИС. Программируйте графически, так как думаете.



>> Подробнее на [ni.com/embedded-platform](http://ni.com/embedded-platform)

+7 (495) 7836851

©2014 National Instruments. All rights reserved. LabVIEW, National Instruments, NI, and NI logo are trademarks of National Instruments. Other product and company names listed are trademarks of their respective companies. 31886

 **NATIONAL  
INSTRUMENTS**

# Комплекс решений National Instruments (NI)

## для разработки встраиваемых систем



Аппаратно-программные средства компании National Instruments позволяют разработчикам встраиваемых систем создавать системы быстро и с наименьшими затратами. В качестве примера в статье рассказано об автоматизации испытательного стенда электронасосных агрегатов, проведенной на базе реконфигурируемой платформы NI RIO.

National Instruments Россия, г. Москва

Давайте попробуем осмыслить, сколько вокруг нас встраиваемых систем.

Встраиваемая система – это система управления, сконструированная таким образом, чтобы управлять работой устройства, находясь непосредственно в его корпусе. В современном высокотехнологичном мире устройства с микропроцессорными «мозгами», более или менее мощными, окружают нас со всех сторон – в быту, промышленности, на транспорте, в медицине, где угодно. Это неудивительно: программа способна придать технике недостижимую прежде функциональность, поэтому такие устройства давно приобрели огромную популярность, их количество непрерывно растет, а функциональность усложняется, и эта тенденция сохраняется до сих пор, не демонстрируя признаков затухания. Все появляющиеся компьютерные технологии чаще всего применяются именно во встраиваемых системах.

Отсюда постоянный и устойчивый спрос на разработку всё новых и новых встраиваемых систем, что порождает азартную конкуренцию в среде их разработчиков.

Что же нужно разработчикам, для того чтобы выжить в условиях жесткой конкуренции, и с какими проблемами они сталкиваются?

Сегодняшние системы очень сложны, и не только с технической точки зрения. При их создании необходимо добиться, чтобы с небольшими бюджетными средствами разработка продукта (от проекта до реализации) отняла мало времени, само решение обладало хорошей функциональностью, гибкостью и полностью соответствовало техническим требованиям заказчика. Та-

кой продукт получит преимущество на рынке встраиваемых систем.

Представьте, что у вас есть набор инструментов, с которым все эти условия выполняются: экономно расходуются средства, разработка от проекта до внедрения занимает мало времени, хотя осуществляется меньшей командой специалистов, функциональность встраиваемой системы полностью соответствует нуждам заказчика, а сама система обладает гибкостью.

Такой набор инструментов создала для разработчиков встраиваемых систем компания National Instruments («Нэшнл Инструментс», NI), всемирно известный лидер в области производства аппаратно-программных средств автоматизации. Штаб-квартира компании находится в г. Остин (штат Техас, США).

Для разработки встраиваемых систем компания NI предлагает широкий спектр готового оборудова-

ния с единой архитектурой реконфигурируемого ввода/вывода (RIO). Во всех приборах есть процессор, способный решать задачи в режиме реального времени, программируемая вентильная матрица (Field-Programmable Gate Array, FPGA – *англ.*) и всевозможные интерфейсы: аналогового, цифрового ввода/вывода, управления движением и передачи данных по сети. Применение такой архитектуры совместно с графической средой NI LabVIEW позволяет ускорить процесс разработки и макетирования встраиваемых систем, систем промышленного мониторинга и управления на основе гибкого, высокопроизводительного оборудования. Возможность повторного использования кода и применение единой архитектуры гарантирует быстрый и экономически выгодный переход от макета к готовой системе, а также минимальное время выхода системы на рынок (рис. 1).

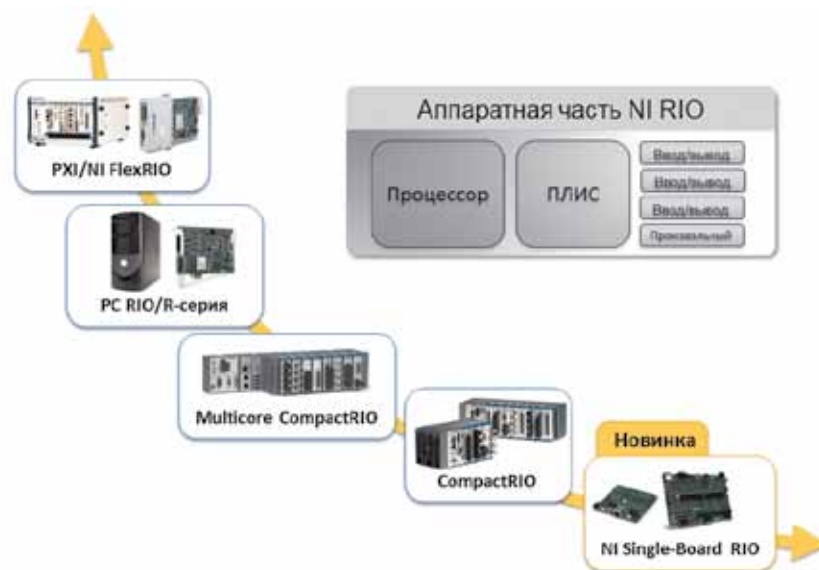


Рис. 1. Архитектура NI RIO: быстрое создание прототипа и воплощение в готовом изделии

Новая встраиваемая система NI System on Module (SOM) расширяет возможности семейства NI RIO (NI CompactRIO, NI SingleBoard RIO), позволяя создавать встраиваемые системы на уровне одной печатной платы. Как и раньше, используя стандартную архитектуру NI RIO вместе с кроссплатформенной графической средой разработки приложений LabVIEW, можно будет быстро разработать прототип новой системы на базе гибкой модульной платформы CompactRIO и столь же быстро воплотить ее в недорогом встраиваемом одноплатном компьютере NI RIO. Больше не потребуется модификация программного кода при переходе от создания прототипов к внедрению законченных систем, что позволит снизить время выхода продукции на рынок и повысить надежность встраиваемой системы.

В каждой NI SOM (рис. 2) на одной микросхеме реализованы линии цифрового ввода/вывода, процессор реального времени и высокопроизводительная ПЛИС (программируемая логическая интегральная схема). Как и во всех устройствах семейства NI RIO, непосредственное подключение линий ввода/вывода к схеме обеспечивает возможность низкоуровневой настройки тактирова-



Рис. 2. Встраиваемая система NI System on Module (SOM)

ния и обработки сигналов. Между ПЛИС и встраиваемым процессором реального времени сигналы передаются по высокоскоростной шине. Программа LabVIEW обеспечивает автоматическую передачу данных с линий ввода/вывода на ПЛИС и на процессор для быстрого решения задач обработки данных в реальном времени, регистрации сигналов и передачи их по сети.

С помощью среды графической разработки LabVIEW можно запрограммировать процессор реального времени, реконфигурируемую ПЛИС и линии ввода/вывода встраиваемой системы управления, мониторинга, обработки сигналов, регистрации данных – всё в одном проекте на LabVIEW. Применяя специализированные модули, можно программировать процессор реального времени (LabVIEW Real-Time) и ПЛИС (LabVIEW FPGA). Библиотека свя-

зующих драйверов позволит без проблем интегрировать с единым целым все компоненты встраиваемой системы: интерфейсы аналогового и цифрового ввода/вывода, ПЛИС, процессор, периферийные устройства и память.

К услугам разработчика – модуль LabVIEW FPGA для конфигурирования ПЛИС, а также связующие драйвера и утилиты настройки, обязательно входящие в комплект поставки каждого прибора, который поддерживается платформами NI RIO.

На графике, приведенном на рис. 3, видно, что благодаря LabVIEW и другим инструментам разработки встраиваемых решений от NI продукт попадает на рынок в два раза быстрее, чем обычно. При этом используется в три раза меньше, чем обычно, технических средств.

Приведем пример из практики. Покажем, как с помощью решений NI была успешно создана встраиваемая система управления для испытательного стенда электронасосных агрегатов.

#### Создание АСУ ТП на базе ПЛК NI

Испытание электронасосных агрегатов проводят по ГОСТ 6134-2007. Исторически сложилось, что данный вид испытаний проходит в ручном

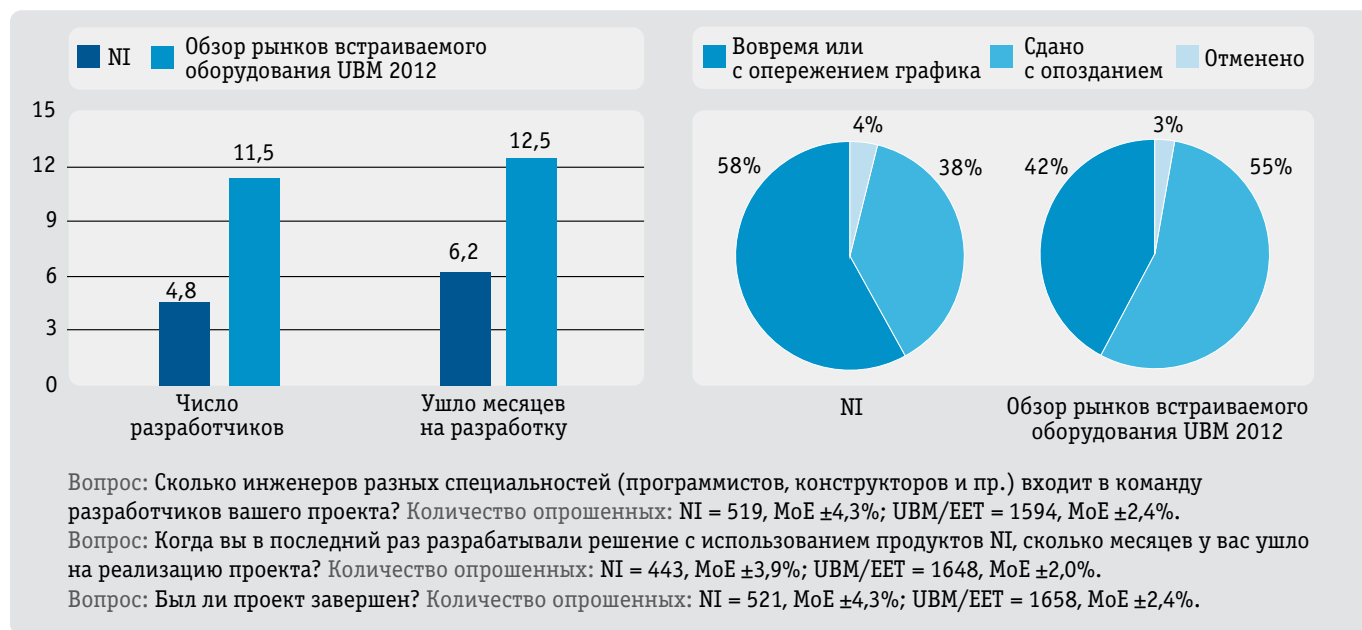


Рис. 3. На графике отражены результаты исследований компании UBM plc<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UBM plc – исследовательская международная компания (с центром в Лондоне), работающая в сфере бизнеса и маркетинга. Издает журнал Electronic Engineering Times (EET). UBM/EET – общие данные по компаниям рынка встраиваемых систем, опубликованные компанией UBM plc в журнале EET. МоЕ (measure of effectiveness) – показатель эффективности.

режиме с использованием проверенных временем стрелочных приборов: стрелочных манометров, образцовые модели которых имеют класс точности 0,4, стрелочных амперметров, вольтметров и ваттметров. Измерения виброшумовых параметров агрегатов зачастую выполняется с помощью 1–4-канальных переносных приборов.

Руководством предприятия была поставлена задача создать стенд с повышенной степенью автоматизации на базе использования современных средств контроля, управления и измерения. Одной из основных целей была минимизация работы обслуживающего персонала, максимальное снижение влияние человеческого фактора при проведении типовых испытаний. Кроме того, важно было создать удобный инструмент для инженера-исследователя, позволяющий сжать сроки проведения исследований, одновременно увеличить объем анализируемой информации и повысить качество измерений. При этом уровень используемых приборов, контроллеров и программного обеспечения должен быть на уровне лучших западных аналогов.

Наряду с автоматизацией стояла задача дублировать все высокотехнологичные системы ручными аналогами и осуществить возможность параллельной работы обеих систем.

Также нужно было обеспечить одновременную независимую работу двух испытательных стендов под управлением одной команды испытателей. В ходе испытания снимаются гидравлические и виброшумовые параметры, а также осуществляется управление всем вспомогательным оборудованием, поэтому было принято решение использовать платформу NI RIO. Два контроллера были оснащены следующими модулями:

- ▶ 9208 для работы с датчиками 4–20 мА;
- ▶ 9871 для управления «умными» задвижками и опроса оборудования, поддерживающего интерфейс RS-485;
- ▶ 9375 для управления пускателями всего вспомогательного оборудования, управления клапанами и непосредственного запуска и остановки испытываемых агрегатов;

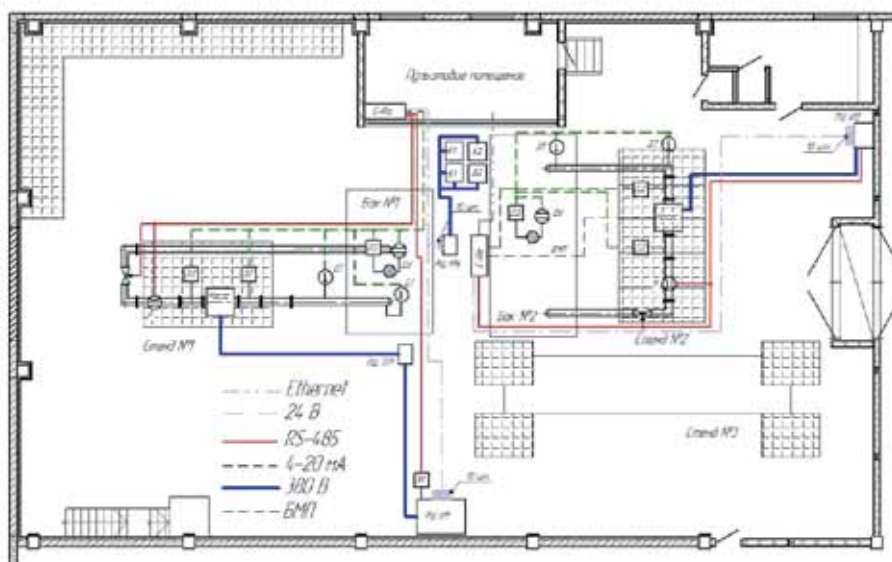


Рис. 4. Схема подключения контроллеров к приборам и датчикам, установленным на испытуемом агрегате, а также информационные и управленческие линии

▶ 9234 для виброшумовых испытаний агрегатов, тестируемых по ГОСТ 6134-2007 и ГОСТ 51401-99.

Так как при типовых испытаниях с определением виброшумовых характеристик требуется измерять вибрации (не менее чем в 24 точках) и воздушный шум (не менее чем 5 точках), для решения этой задачи был выбран контроллер NI PXI 1082 с модулями PXI-4498.

Описание решения

Схема устройства первого стенда с установленным агрегатом и вариантом подключения всех модулей контроллера представлена на рис. 4. На рис. 5. показана подробная схема подключения датчиков и приборов к контроллеру.

К особенностям реализации данной схемы можно отнести использование модуля 9208. Этот модуль способен работать в двух режимах: первый – режим наибольшей частоты опроса, второй – наибольшей точности. С учетом решаемых задач и используемых датчиков был выбран режим высокой частоты опроса датчиков, при этом пришлось уменьшить количество используемых каналов в два раза. В имеющейся схеме подключения только три датчика, расположенных на баке, имеют постоянное месторасположение и, соответственно, могут быть подключены стационарно. Расположение остальных датчиков зависит от типа насоса, установленного на испытания, и характера

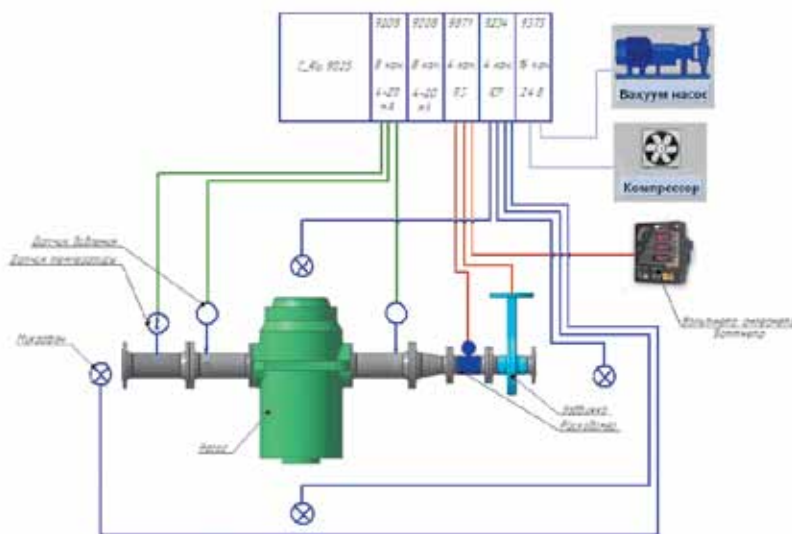


Рис. 5. Схема подключения датчиков, установленных на агрегате, к измерительным модулям

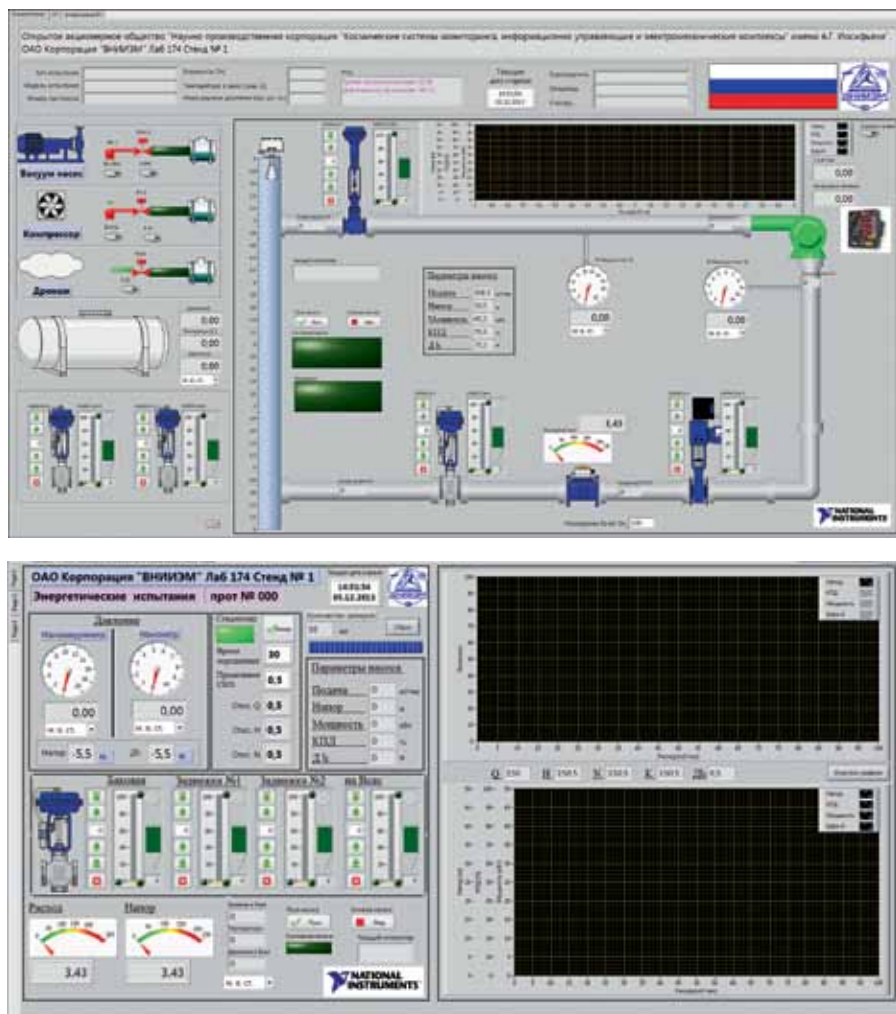


Рис. 6. Интерфейс управления и проведения энергетических испытаний

испытаний. Так, во время проведения энергетических испытаний требуется 2 датчика, в то время как для исследования различной гидравлической аппаратуры может потребоваться от 2 до 6 датчиков. В связи с такой схемой эксплуатации для подключения датчиков 4–20 мА был использован бронированный кабель повышенной толщины. К тому же в ходе эксплуатации возможны частые перемещения, скручивания, кабель может находиться на полу, где он подвергается различным механическим воздействиям. Бронирование кабеля позволит свести к минимуму вероятность его повреждения. В итоге имеется возможность подключить к одному модулю шесть датчиков. В созданной схеме к первому модулю 9208 подключается 3 датчика, установленных на баке, и 2 датчика, участвующих в испытаниях насоса. Остальные датчики, используемые для исследовательских целей, подключаются ко второму модулю.

Использование «умных» задвижек, подключаемых по интерфейсу RS-485, позволило, во-первых, упростить работу для интегратора, а во-вторых, избежать применения аналоговых модулей для управления задвижками. Также использование модуля 9871 позволило подключить приборы измерения электрических параметров (сила тока, напряжение, мощность и частота) и расхода.

Модуль 9375 обеспечил возможность запуска и останова всего вспомогательного оборудования и испытываемых насосов, а также позволил управлять электроклапанами, установленными на баке. В ходе проектирования рассматривалась возможность установки клапанов с интерфейсом RS-485, но их цена была на порядок выше.

В процессе проектирования электросхемы не была заложена возможность получения обратных сигналов от запускаемого оборудования. Это привело к определенным накладкам

при совместной эксплуатации оборудования в ручном и автоматическом режимах: оператор на мониторе пульта управления не видел результатов срабатывания органов управления, включаемых в ручном режиме в стендовом зале.

Программное обеспечение создавалось с учетом индивидуальных особенностей построения стенда и программы испытаний. Работа с интегратором велась на всех этапах проектирования. Разработкой алгоритмов и интерфейсов занимались инженеры, которые в дальнейшем эксплуатировали агрегат.

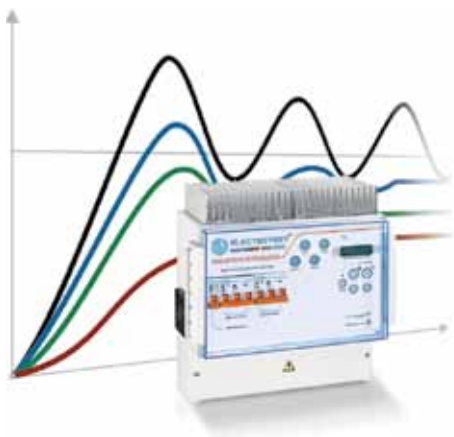
На рис. 6. приведены примеры интерфейса работы оператора.

При работе с РХИ наиболее простой оказалась реализация режима типового испытания, когда на монитор выводятся лишь несколько конкретных заранее заданных параметров. Более сложной является задача разработки интерфейса универсального спектроанализатора, ориентированного на проведение исследовательских работ. В настоящий момент ведется разработка интерфейса спектроанализатора, функционально адаптированного к специфике решаемых задач.

Для облегчения работы оператора и снижения влияния человеческого фактора формирование отчетов происходит в автоматическом режиме. Выгрузка всех необходимых данных происходит в протоколах, форматы которых соответствуют требованиям ГОСТ 6134–2007.

Разработанная система введена и проходит тестовую эксплуатацию в лаборатории насосного оборудования ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ». В данный момент планируется до второго квартала 2015 года осуществить полный переход с системы ручного управления стендом на управление с пульта оператора. На следующем этапе предстоит полностью автоматизировать процесс проведения типовых испытаний, фактически исключив из работы оператора и оставив за ним только функции визуального контроля.

National Instruments Россия, г. Москва,  
тел.: (495) 783-6851,  
e-mail: russia.ni.com,  
<http://russia.ni.com>



# MASTERBOX

Готовые шкафы автоматики вентиляции

**Интеллектуальный  
алгоритм  
терморегулирования**



Интеллектуальное программное ядро OPTIMUS 911 эффективно управляет системами с совместно работающими электрическими и водяными нагревателями и водяными или фреоновыми охладителями, обеспечивая быстрый выход системы на заданные параметры, как это сделал бы человек-специалист.

**СОСРЕДОТОЧЬТЕСЬ НА БИЗНЕСЕ,  
А НЕ НА ДЕТАЛЯХ**

[www.electrotest.ru](http://www.electrotest.ru)

В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА «РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. АВТОМАТИЗАЦИЯ» 



## АВТОМАТИЗАЦИЯ

XVI международная специализированная выставка

- ИКТ в промышленности • Системная интеграция
- Автоматизация производства • АСУ ТП
- Технические и программные средства автоматизации
- Измерение, контроль, испытание, диагностика
- Встраиваемые системы • Техническое зрение
- Мехатроника и робототехника
- Автоматизация зданий и ЖКХ
- САПР • Готовые отраслевые решения

Организатор выставки:



Место проведения: Санкт-Петербург, СКК, пр. Ю. Гагарина, 8, м. "Парк Победы"  
[ais@farexpo.ru](mailto:ais@farexpo.ru), [www.farexpo.ru/ais](http://www.farexpo.ru/ais), тел.: +7 (812) 777-04-07, 718-35-37

**21-23 октября  
2015**

Санкт-Петербург, СКК