

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ РОССИЙСКИХ МОДУЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В ОТКРЫТЫХ СТАНДАРТАХ VXI, LXI, AXIe ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ АВИАЦИОННОЙ И РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ

С.Н. Зайченко, канд. техн. наук, генеральный директор холдинга «Информтест»

E-mail: zaich@infest.ru

Москва, г. Зеленоград, Российская Федерация

Краткий обзор актуальных вопросов и перспектив создания и модернизации контрольно-измерительных систем на основе модульных приборов российского производства, выполненных в открытых международных стандартах VXI, PXI, LXI, AXIe, и предназначенных для обеспечения стендовых испытаний и функционального контроля узлов и агрегатов ракетно-космической и авиационной техники. Многолетний опыт работы ведущих российских предприятий авиакосмической отрасли, применяющих контрольно-измерительное оборудование на основе указанных стандартов для тестирования и испытаний своей продукции (авиационные и ракетные двигатели, бортовое радиоэлектронное оборудование ЛА и КА, КА в сборе и т.д.) наглядно подтверждает справедливость рассматриваемых решений для создания контрольно-измерительных систем высшего качества. Решения «Информтест» полностью разрабатываются и производятся в Российской Федерации и по многим параметрам превосходят зарубежные аналоги, что позволяет сократить время и стоимость проведения испытаний целевых систем, а также значительно повысить надежность.

Ключевые слова: контрольно-измерительные системы; системы телеметрии; системы функционального контроля; открытые международные стандарты VXI, LXI, AXIe; стендовые испытания авиационной и космической техники; импортозамещение; разработка и производство испытательных и измерительных решений в Российской Федерации.

EXPERIENCE IN DEVELOPING OF THE TEST AND MEASURING SYSTEMS BASED ON RUSSIAN MODULAR DEVICES BASED IN OPEN STANDARDS VXI, LXI, AXIe FOR ON-STAND AND FUNCTIONAL TESTING OF COMPONENTS AND ASSEMBLIES

S.N. Zaychenko, Cand. of Techn. Sciences, CEO of the holding INFORMTEST

E-mail: zaich@infest.ru

Moscow, Russian Federation

The report examines topical issues of development and modernization of the test and measurement systems based on modular instruments which are designed and manufactured in Russia and assigned to carry out various measuring tasks for on-stand and functional testing of components and assemblies of the aerospace applications. All these modular instruments are based on the open international standards VXI, PXI, LXI, AXIe. A vast experience of leading Russian companies which use the test and measuring equipment based on above-mentioned standards for testing their products (aircraft and rocket engines, avionics, spacecrafts, etc.) confirms the validity of such solutions for development and production of the high-end test and measurement systems. All solutions and products of Informtest are completely developed and manufactured in Russian Federation and in many ways are superior to their foreign analogs, thereby they help to reduce time and cost of testing and improve significantly reliability of target applications.

Key words: test and measurement systems; telemetry systems; functional test systems; open international standards VXI, LXI, AXIe; on-stand and functional testing of aerospace applications; substitution of imported analogs; design and production of test and measurement solutions in Russia.

Системы стендовых испытаний таких сложных объектов, как авиационные и ракетные двигатели, представляют собой квинтэссенцию новейших технических решений, приборов и методов испытаний. В советских НИИ и КБ так и было, когда никто не жалел средств на новые разработки и главной задачей было создание лучших двигателей, лучших самолетов и ракет. После распада Советского Союза вливание денег в науку было приостановлено, и развитие систем стендовых испытаний было приостановлено почти на 20 лет. Сегодняшние реалии таковы, что средний возраст испытательного оборудования достигает 15...20, а иногда и более лет. За это время объекты испытаний сделали существенный скачок в своем развитии, и без быстрой и качественной модернизации испытательной базы для их высококачественного тестирования, трудно говорить о каком-либо развитии двигателестроения.

Поэтому крайне актуальным является вопрос о путях и подходах к модернизации систем стендовых испытаний авиационных, ракетных двигателей и других ответственных систем авиационного и космического назначения на основе современных методов и стандартизированных решений. Большинство принимаемых предприятиями Роскосмоса программ по модернизации и замене отдельных комплектов устаревшего оборудования, никак не связаны между собой, и зачастую дублируют друг друга. Кроме того, для обеспечения конкурентоспособности новых разработок, быстрой доводки двигателей и другого оборудования до серийного производства и обеспечения их надежности необходима прямая связь систем испытаний в НИИ и КБ со стендами серийных заводов.

Анализ внедрений современных контрольно-измерительных систем в аэрокосмической отрасли показывает, что подавляющее число мировых компаний, выпускающих сложную наукоемкую продукцию, стремятся подтвердить ее качество с помощью общепризнанных методик испытаний и тестирования, а также с помощью стандартных средств. Одним из базовых стандартов для задач повышения качества и точности испытаний и диагностики объектов аэрокосмического назначения является стандарты VXI и LXI, которые широко используются на испытательных полигонах ведущих мировых фирм. Аппаратура в стандарте VXI наиболее эффективно позволяет создавать высокопрецизионные измерительно-управляющие системы и измерительные комплексы различного назначения с большим количеством различных измерительных каналов.

Одним из путей инновационного развития отечественных систем стендовых испытаний, систем телеметрии и функционального контроля авиационной и космической техники является построение измерительных систем на основе российских модульных приборов, выполненных в открытых международных стандартах VXI, LXI, AXIe, которые широко признаны и успешно развиваются в технически развитых странах.

Базовым принципом при создании автоматизированных поверочных комплексов в открытых стандартах VXI и LXI является мезонинная технология (рис. 1) построения измерителей («синтетических инструментов»), не привязанных жестко к стандарту, на котором строится измерительная система. Мезонинные измерители устанавливаются на модули – носители мезонинов, выполненные в открытых стандартах VXI и LXI. Такой подход позволяет резко расширить номенклатуру измерительных систем для медленноменяющихся и быстроменяющихся параметров объектов испытаний, на основе одной группы измерителей, и значительно сократить сроки создания измерительных систем. Многоканальные системы производства «Информтест» поставляются «под ключ» с программным обеспечением, обеспечивающим регистрацию и обработку результатов испытаний. Одним из главных приложений выпускаемой аппаратуры являются стендовые (как холодные, так и огневые) испытания ракетных и авиационных двигателей.

Холдинг «Информтест» предлагает модульное построение рабочих мест контроля бортовых блоков на основе серийно выпускаемых и вновь разрабатываемых модульных приборов в стандартах VXIbus 3.0 и LXI 1.3. Рабочие места размещаются в VXI крейтах на 13, 6 и 4 слота, каждый со своим управляющим контроллером или встроенным компьютером. Наличие встроенного компьютера на каждом рабочем месте позволяет обеспечить полную автоматизацию с наличием на каждом рабочем месте собственного пакета прикладных программ.

Общесистемные части для систем в стандартах VXI и LXI (крейты, контроллеры USB2.0 и Ethernet 10/100, VXI-VXB, встроенные компьютеры VXIpc i5 и VXIpc i7) серийно выпускаются в Зеленограде на автоматизированном производстве холдинга «Информтест». Все измерительные приборы производства «Информтест» имеют утвержденный тип средства измерений.

Отличительной особенностью разрабатываемых измерительных комплексов в открытых стандартах являются:

1. Высокая степень автоматизации измерений, что приводит к высокой производительности и минимальному влиянию человеческого фактора;

2. Единство драйверов Plug&play и наличие широкофункциональных софтверных панелей для каждого модульного прибора;

3. Возможность сопряжения с другими измерительными системами в открытых стандартах благодаря технологии Plug&play;

4. Модульность компоновки, позволяющая реализовать малогабаритные диагностические комплексы, в том числе передвижные, что особенно актуально для проведения измерений в труднодоступных для транспорта местах;

5. Самоконтроль всех модулей в составе каждого рабочего места и автоматизированная проверка каждого модуля;

6. Наивысшая скорость поверки;

7. Высокие показатели надежности и точности, а также возможность адаптации комплекса под контроль с дистанционным управлением из единого центра.

8. Возможность наращивания измерительных комплексов.

Холдинг «Информтест» является единственной российской организацией, принятой в международные консорциумы VXI, LXI и AXIe. Перечень продукции «Информтест» включает 143 типа измерителей VXI, 58 типов измерителей LXI, 50 типов мезонинных измерителей, которые способны заменить большой парк устаревших приборов. На все выпускаемые модули и измерительные системы предоставляется стандартная гарантия 3 года (расширенная гарантия – 10 лет) и техническая поддержка. Предлагаемые

системы проходят сертификацию на утверждение типа средств измерений (получено более 130 сертификатов). По желанию потребителей VXI, LXI и AXIe системы могут поставляться с приемкой заказчика. Предприятия холдинга «Информтест» имеют сертифицированную систему качества по ISO 9001–2001, а также лицензии Федерального космического агентства и Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

Спектр приложений, поставляемых «Информтест» для испытаний узлов авиационной и ракетно-космической техники достаточно широк (они предназначены для контроля бортовых электронных блоков КА и КА в сборе, контроля кабельных сетей ЛА и КА, тестирования блоков ПН КА, контроля головных обтекателей РН «Протон», «Рокот», проверки системы аварийного спасения экипажа КК «СОЮЗ-ТМА», высокоточной имитации датчиков температуры КА и др.). Идеология построения тестовых систем в открытых стандартах нашла свой отклик у важнейших российских потребителей. Среди предприятий, успешно эксплуатирующих контрольно-измерительные комплексы разработки и производства «Информтест»: ОАО «ИСС» имени М.Ф. Решетнева, «ГКНПЦ имени М.В.Хруничева», «РКК «Энергия», НПО «Энергомаш», НПО имени С.А. Лавочкина, ФКП «НИЦ РКП», «НПЦ Газотурбостроения «Салют», ОАО «Российские космические системы», РСК «МиГ», ЦИАМ им. Баранова, НПО ИТ, Авиаприбор, Уфимское МПО, Ульяновское УКБП, ВНИИЭМ, «Гражданские самолеты Сухого» и многие другие известные предприятия российской авиакосмической отрасли.

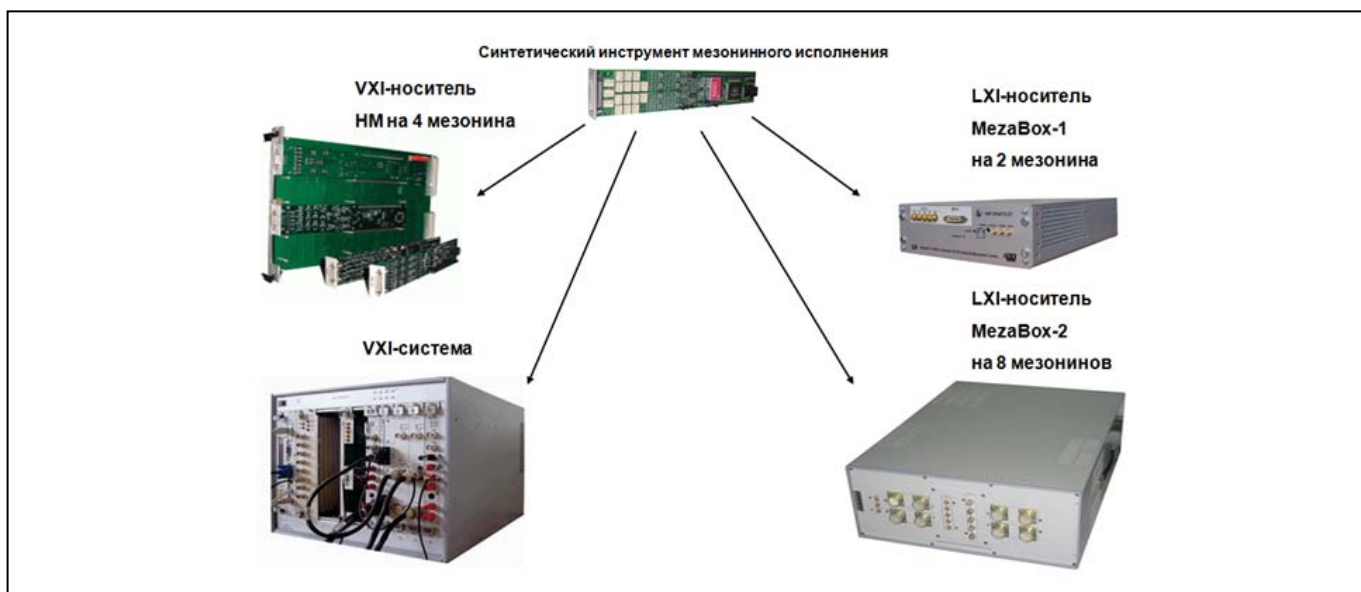


Рис. 1. Синтетический инструмент мезонинного исполнения

Весьма широк круг наших телеметрических систем. Это ТМ системы для стендовых испытаний РКТ и авиационной техники, системы контроля космических аппаратов, телеметрические системы авиационного и космодромного исполнений и др. Многоканальные телеметрические системы поставляются «под ключ» с программным обеспечением «Информтест-регистратор», обеспечивающим регистрацию и сохранение потока информации, и программным обеспечением «Эксперт» для отображения и обработки результатов испытаний. «Информтест» выпускает целое семейство регистраторов (регистратор медленно меняющихся процессов и быстро меняющихся процессов) от переносных в LXI крейтах до стационарных VXI систем.

Вот только несколько примеров внедрений наших изделий. Измерительный телеметрический комплекс ТЕСТ-5106 (рис. 2) представляет собой телеметрическую систему нового типа (сбор информации с датчиков о медленных параметрах изделия) на основе стандартов VXI и LXI. Он построен на основе модульных измерительных инструментов в мезонинном исполнении производства «Информтест», размещенных в VXI-крейте на 13 слотов. На базе ТЕСТ-5106 построена и успешно эксплуатируется в ФКП «НИЦ РКП» система измерений для огневых испытаний универсального ракетного модуля УРМ-1 РН «Ангара». Автоматизированная система контроля цифровых блоков и вычислительных устройств ТЕСТ-6408 (рис. 3) производится серийно и применяется ведущими предприятиями Федерального космического агентства для проверки цифровых блоков бортовой аппаратуры космических аппаратов различного назначения. ТЕСТ-6408 является полностью российской системой, построенной в стандарте



Рис. 2. Телеметрический комплекс ТЕСТ-5106

VXI 3.0, производится с гарантийным обслуживанием 3 или 10 лет.

Модернизированная система контроля качества монтажа и проверки бортовых кабельных сетей ТЕСТ-9110-VXI в мобильном (рис. 4) и стационарном (рис. 5) исполнениях, которая замещает и превосходит зарубежные аналоги из Канады (Cable Test), Великобритании (MK Test Systems), Франции (Sefelec) и других стран. Эта полностью российская разработка успешно применяется ОАО «РСК МиГ», НПО имени С.А. Лавочкина, ЗАО «Гражданские самолеты Сухого», ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева и другими предприятиями отечественной авиакосмической отрасли (поставлено более 200 систем). ТЕСТ-9110-VXI применяется для контроля бортовой кабельной сети космических аппаратов, а также в цехе окончательной сборки самолетов SSJ-100 ЗАО «Гражданские самолеты Сухого» для тестирования бортовых кабельных сетей.

Модернизированная версия ТЕСТ-9110-VXI оснащена новейшими модулями формата VXI – высоковольтным релейным коммутатором ВВК6 (до 2500 В), прецизионным измерителем параметров электрических цепей ИС4, а также обновленным программным обеспечением АФК9110. Новая версия ТЕСТ-9110-VXI является идеальным выбором для проверки протяженных кабельных сетей крупных объектов (крупногабаритные самолеты, морские суда, испытательные центры Роскосмоса, космодромы и др.).

Открытые стандарты обладают удивительным свойством стимулировать новые разработки и быстрое внедрение на рынке новых приборов и систем. Производители приборов из-за открытого интерфейса и всеобщей совместимости должны быть на высоте и производить современные приборы, чтобы производители систем не меняли их приборы на приборы конкурентов. С другой стороны, производители систем должны постоянно применять новые приборы от разных производителей, иначе системы станут неконкурентоспособными. Таким образом, они

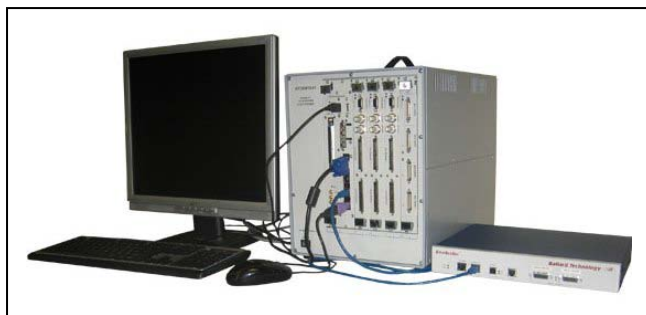


Рис. 3. Система контроля цифровых блоков ТЕСТ-6408



Рис. 4. Мобильная версия TECT-9110-VXI

подгоняют друг друга и стимулируют дальнейшее развитие. Холдинг «Информтест» участвует в этом процессе в полной мере. Приборы нового поколения выпускаются на собственном автоматизированном производстве, которое выпускает 300...350 модульных приборов в месяц. Так как современные приборы немыслимы без современной элементной базы, то на нашем производстве широко используются новейшие автоматы для монтажа с чип элементами от 0,1 мм, системы пайки BGA корпусов до 3000 pins, система оптического контроля качества монтажа и многое другое. Проектирование ведется на основе программных пакетов Solid Works и прототипы многих деталей изготавливаются на 3D принтерах. По нашему мнению, без современного автоматизированного производства невозможно создавать современные приборы и модульные приборы в частности.

Выводы

Новая линейка контрольно-измерительных систем, систем функционального контроля и телеметрии российской разработки и производства для стендовых испытаний двигателей и функционального контроля различных узлов и агрегатов РКТ, и других контрольно-измерительных задач, кардинально отличается от существующих систем предыдущего поколения, построенных, как правило, на частнофирменных платформах, не совместимых с решениями других производителей. Важнейшими преимуществами систем от «Информтест» являются:



Рис. 5. Стационарная версия TECT-9110-VXI

- новое поколение высокоточных измерителей и формирователей;
- модульный подход, основанный на открытых международных стандартах VXI, LXI и AXIe;
- возможность масштабирования измерительных комплексов;
- использование аппаратуры различных производителей в рамках открытых стандартов;
- наличие полной линейки собственных приборов и общесистемных составляющих (крейты, контроллеры и др.), производимых в России, и как следствие, технологическая независимость от зарубежных фирм, что особенно актуально в рамках государственной политики импортозамещения в стратегически важных отраслях.

Применение открытых международных стандартов и модульный подход для создания высококлассной измерительной аппаратуры для аэрокосмической отрасли являются наиболее верными способами предотвратить неудержимый рост стоимости новых контрольно-измерительных систем для стендовых испытаний авиационной и ракетно-космической отрасли без широкого применения которых невозможно обеспечить технологическую независимость Российской Федерации.

Сведения об авторе

Зайченко Сергей Николаевич, канд. техн. наук, ген. директор холдинга «Информтест»

E-mail: zaich@infrest.ru

124482, Москва, г. Зеленоград, Российская Федерация, Савелкинский проезд, 4

Information about author

Zaychenko Sergey N., Cand. of Techn. Sciences CEO of the holding INFORMTEST

E-mail: zaich@infrest.ru

124482, Moscow, Zelenograd, Russian Federation, Savelkinskiy proezd, 4