

Стоимость построения измерительных систем в стандартах VXI и PXI. Мифы и реальность.

к.т.н. Зайченко С.Н.

Если проанализировать внедрение в России современных магистрально-модульных систем на базе широко известных международных стандартов, таких как IEEE-1192 (VXI) и PXI, то основной проблемой широкого внедрения VXI и PXI в России является цена таких систем. Причем многие российские потребители модульных измерительных систем часто не анализируют причины, приводящие к высоким ценам модульных систем в международных стандартах, не умеют снизить цену систем за счет оптимизации их архитектуры, а сразу же ищут на первый взгляд более дешевые варианты систем в традиционном исполнении. Такой подход часто консервирует закрытость и отсталость новых систем и как следствие высокую цену и длительные сроки создания измерительных систем.

Все это происходит на фоне того, что в США и Европе вопрос о построении модульных измерительных систем в международных стандартах давно решен положительно и окончательно в пользу последних, а все дискуссии по данному вопросу сводятся к оценке достоинств и недостатков и выбору различных стандартов для каждого конкретного приложения.

Анализ стоимости компонентов магистрально-модульных VXI и PXI систем и последние достижения в их проектировании, в том числе показанные на международной выставке в Ганновере в апреле 2005 года и являются предметом данной статьи.

Когда мы слышим, что VXI системы являются самыми эффективными, но и самыми дорогими, а PXI хоть и менее эффективными, но не такими дорогими то это соответствует действительности только частично и для понимания реального положения дел следует рассмотреть принципы формирования цены VXI и PXI систем в мире и в России в частности.

Факторы, влияющие на цену VXI и PXI приборов и систем.

Если рассмотреть политику формирования цен на VXI и PXI приборы и системы в России то следует отметить что их цены формируются на основе экспортных цен американского рынка (они в среднем на 10-20% превышают внутренние и без того немалые цены американского рынка) с существенной добавкой в виде 18% налога на добавленную стоимость и таможенных пошлин (5-10%). Эти добавки плюс доходы дилеров фактически в большинстве случаев приводят к увеличению цены импортных VXI приборов на 30-40% относительно их цены в США. Однако и на американском рынке цены на VXI приборы зависят от различных факторов. Поэтому для понимания ситуации целом следует выделить несколько ключевых факторов определяющих цену VXI приборов и систем.

1. Высокие цены на VXI также объясняются тем, что основными покупателями данной продукции являются аэрокосмическая и военная промышленность США (по разным оценкам от 40-до 60% всех продаж, хотя их доля уменьшается). Естественно, что главные производители VXI продуктов не торопятся снижать цены для гражданских отраслей промышленности так как могут потерять прибыли от главных заказчиков. Для PXI систем ситуация принципиально другая. Они позиционируются на рынке как более дешевые, но их мнимая дешевизна обусловлена лишь небольшим объемом их потребления в аэрокосмической и военной промышленности США. Именно это позволило им занять свое место на рынке небольших измерительных систем. Если рассмотреть реальную себестоимость аналогичных по функциям современных VXI и PXI модулей, то она примерно одинакова для малоканальных приложений. Стоимость таких специальных частей VXI модулей как экраны (в PXI они отсутствуют) как правило, не превышает 5% стоимости модуля и существенно не влияет на цену. Когда дело касается многоканальных модулей и систем, то цена канала на VXI приборах существенно меньше потому что площадь VXI-C модуля в 4,5 раза больше чем PXI 3U модуля. Естественно на таком модуле можно разместить гораздо больше каналов. Кроме того, появились VXI модули на которых размещаются два PXI модуля. На рынке коммерческих измерительных систем (например в автомобильной промышленности) цена VXI и PXI систем с одинаковыми функциями приблизительно одинакова при существенно большем многообразии VXI приборов. Новое поколение VXI приборов

мезонинного исполнения существенно дешевле чем PXI решения. Многочисленные примеры систем (особенно решения VXI Technology) только это подтверждают.

2. Еще одним фактором, существенно изменившим соотношение цен является изменение самого подхода к проектированию новых поколений VXI модулей. Так как VXI стандарт существует более 15 лет и сейчас широко используется его пятая версия (revisions 1.4 и 2.0) то принципы проектирования модулей за это время существенно изменились. Главным является то что первые VXI приборы разработанные Hewlett-Packard и другими производителями в США в 1992-1996 годах строились по технологии Message-based и на основе интерфейсов GPIB (GPIB). Каждый такой прибор содержит микропроцессор, выполняющий всю обработку измерительной информации и возвращающий в компьютер только результат измерений, практически ничем не отличаясь от обыкновенных приборов с интерфейсом GPIB. Главным достоинством VXI в то время считалась экономия на источниках питания, клавиатурах, дисплеях и т.д. так их функции заменял VXI крейт и компьютер. Однако, начиная с 1997 года и по настоящее время основным принципом проектирования нового поколения VXI приборов стала технология Register-based, которая перевела основные функции управления и обработки результатов измерений на компьютер. Это привело к резкому удешевлению новых VXI приборов и многократно увеличило их возможности. Такой переход во многом был обеспечен параллельным скоростным интерфейсом VXI-MXI2 производства фирмы National Instruments. Фактически по такому же принципу построено абсолютное большинство PXI модулей. Поэтому когда сегодня проводится сравнение VXI и PXI модулей с аналогичными возможностями, необходимо смотреть по какому принципу данные модули построены. Если VXI прибор построен по принципу register-based, то его цена практически равна PXI аналогу, если по принципу message-based, то VXI значительно дороже. Если же цена register-based модулей существенно выше чем у PXI аналогов, то довольно часто это политика дилеров и системных интеграторов.

В 2004 году появилась новая версия VXI 3.0, которая увеличила скорость передачи данных по магистрали до 160 МБ/сек. что быстрее чем у PXI. Поэтому следующее поколение VXI приборов будет явно строиться только по технологии register-based с управлением и обработкой результатов на компьютере.

3. Более 90% всех VXI и PXI приборов производятся в США, где затраты сами по себе очень велики. Производства VXI приборов в Азии не существует, потому что аэрокосмического комплекса также почти нет. В Европе они не дешевле.

Исходя из перечисленных основных факторов, влияющих на формирование цен следует заметить, что если VXI приборы разработаны в России и производятся в России, то их цена практически такая же как и у составных частей стандартных измерительных систем, спроектированных по традиционной технологии, а иногда и ниже. Объективно затраты в России существенно меньше чем в США особенно на разработку новых типов VXI приборов. По мере расширения объемов производства общесистемной части VXI (крейты и контроллеры) в России цена VXI систем будет снижаться за счет замены дорогой импортной общесистемной части на российскую. Данная тенденция уже подтверждается на практике. Кроме того, такая замена решает немаловажную задачу технологической независимости России при построении конкурентоспособной и высококачественной контрольно-измерительной базы для нужд российской авиационной, аэрокосмической промышленности и энергетики, которые являются стратегическими отраслями. Пожалуй, единственным серьезным фактором, тормозящим снижение стоимости российских VXI приборов, является их малая серийность из-за небольшого объема производства. Поэтому, если объем производства будет расти, цены будут дальше снижаться. Что касается производства в России PXI модулей и PXI систем то оно пока просто отсутствует. Причем, если PXI модули производить относительно нетрудно, то главная проблема состоит в том, что общесистемная часть PXI производится только в США и в основном National Instruments. **Пока в России не будет российской общесистемной части PXI (контроллеры собственного производства, интерфейсы, крейты, программное обеспечение PXI VISA), придется все российские PXI системы строить на основе общесистемной части National Instruments на ее условиях и по ее ценам, и целиком зависеть от политики National Instruments.**

Однако, если появятся заказчики на разработку российской линейки PXI, включающей крейты, контроллеры, программное обеспечение и набор исполнительных модулей, то в России уже существуют производители, которые могут достаточно быстро все это создать, так как подобный путь по VXI уже пройден.

Составные части VXI и PXI систем.

Все магистрально модульные системы, как в стандартах, так и нестандартные, всегда имеют общесистемную часть. Как правило, она состоит из крейта, который имеет свои источники питания, кросс-панели для подключения модулей и интерфейса связи модулей с компьютером. В варианте встроенных компьютеров интерфейс управления модулями уже встроен в компьютер. Если модульная система позволяет стандартизовать программное обеспечение управления модулями, то оно также входит в состав общесистемной части. Фактически стоимость общесистемной части и есть входной билет в мир модульных измерительных систем на основе международных стандартов. Кроме того, чем меньше система, тем большее значение играет цена общесистемной части. По моему мнению, именно в вопросе стоимости общесистемной части и в построении портативных минисистем и развернется основная конкурентная борьба между стандартами. На рис.1 показаны варианты общесистемной части в стандартах VXI и PXI.

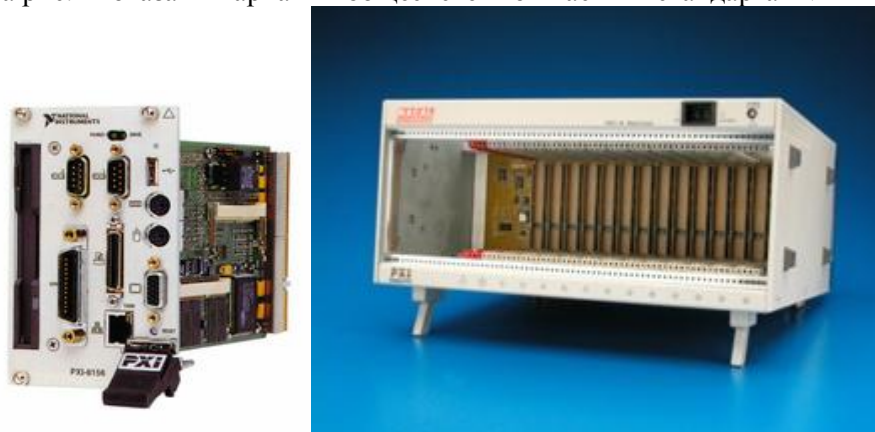


Рис 1а. Общесистемная часть (крейт и встроенный компьютер) системы PXI



Рис 1б. Общесистемная часть (крейт с контроллером и встроенный компьютер) системы VXI

Автором проведен анализ стоимости составляющих общесистемной части для VXI и PXI, результаты которого показаны в таблице 1.

Соотношение цен на основные составляющие общесистемной части модульных измерительных систем в международных стандартах.

Таблица 1

Наименование составляющих общесистемной части	VXI	VXI (Российского производства)	PXI**

1. Крейты для установка модулей в стандартах VXI и PXI.	1. VXI-C 13 слот, 233x280мм \$ 6100-9000 2. VXI-C 6 слот, 233x280мм \$ 4000-4400 3. VXI-C 4 слот, 233x280мм \$ 3200-3800	1. VXI-C 13 слот, 233x280мм ~\$ 4500-5000* 2. VXI-C 6 слот, 233x280мм ~\$ 3000-3200* 3. VXI-C 3 слот, 233x280мм ~\$ 1400 * 4. VXI-C 2 слот, 233x280мм ~\$ 1200	1. PXI-C18 слот PXI1045 (100x160мм) ~\$ 6100 2. PXI-C14 слот PXI1044 ~\$ 4750 1. PXI-C 8 слот PXI1042 ~\$ 2700 2. PXI-C 4 слот PXI1044 ~\$ 1350
2. Встроенные контроллеры на базе процессора Pentium.	1. VXIpc 874 C-2 Pentium III 1,4 Ghz \$ 13400 2. VXIpc 771 C-1 Pentium III 1,26 Ghz \$ 11400 3. VXI pc Pentium III 1,26 Ghz Bustec ~\$ 12000	1. VXIpc P 4M –C2 Pentium 4M 2,2 Ghz \$ 6300 2. VXIpc P-M C-2 Pentium M Centrino 2 Ghz \$ 6500 3. VXIpc P-M C-1 VXI 3.0 Pentium M Centrino 1,8-2.0 Ghz ~\$ 5500 ***	1. PXI 3U 8196 Pentium M Centrino 2Ghz ~\$ 7723 1. PXI 3U 8187 Pentium 4 M 2,5Ghz ~\$ 8939
3. Параллельные высокоскоростные интерфейсы	1. NI VXI-PCI 8015 (VXI-MXI2 комплект) \$ 6100	1. VXI-VXB«Информтест» комплект \$ 4500	Отсутствует, его функции выполняет встроенный контроллер
4. USB2.0-VXI	1. USB2.0-VXI 3.0 National Instruments \$3280 *** 2. USB2.0-VXI Bustec ~\$2800-3000	1. USB2.0-VXI 3.0 «Информтест» ~\$ 1300*	Отсутствует, требуется встроенный контроллер
4. Последовательные интерфейсы MXI3, MXI4, IEEE-1394	1. NI VXI-PCI 834x (MXI3 NI) \$4500 2. VXI-IEEE1394 NI \$2700 3. E8491B Agilent (VXI-1394) \$3200	отсутствует	1. PXI-PCI 8331 (MXI4) ~\$2030

*показаны те изделия, которые анонсированы и поступят в продажу в с 2-4 квартала 2005 года

** Цены на продукцию National Instruments взяты с российского сайта компании по состоянию на 10 мая 2005 года и к ним добавлен Н.Д.С. 18%.

*** Первые в мире контроллеры USB2.0 -VXI3.0 (скорость обмена 160 мб/сек по протоколу VXI 3.0) анонсированы National Instruments на 2 квартал 2005 года и холдингом «Информтест» на 3 квартал 2005 года. Кроме того, холдингом «Информтест» анонсированы новые встроенные VXI 3.0 компьютеры размера C-1 и первые VXI 3.0 модули (носители мезонинов), которые позволяют в полной мере использовать преимущество версии VXI 3.0 (она существенно быстрее чем PXI), которые появятся в конце 2005 года.

~ значок приблизительно показывает среднюю цену, которая может значительно изменяться в зависимости от опций поставки.

Если в таблице написано «отсутствует» то это означает что специального контроллера не существует и его функции выполняет встроенный контроллер. В таблице приведены данные по VXI контроллерам и крейтам только для ключевых производителей.

Оценивая данные приведенные в таблице важно отметить, что один VXI слот по своим возможностям размещения измерительных приборов и особенно мезонинов соответствует 3-4 PXI слотам. Так как на VXI носителях располагаются как правило от 3 до 6 мезонинов, то это означает что на 13 местном крейте VXI размещается функциональный аналог 48 слотового PXI крейта или 3 18 слотовых PXI крейта. Аналогично 6 слотовый VXI крейт соответствует 20 слотовому PXI крейту. При этом считаются только рабочие слоты и не считается слот 0, который в обоих случаях занимает одно место. Конечно, эти оценки приблизительные и не подходят на все случаи жизни, но в целом отражают реальное соотношение возможностей крейтов по установке модулей и цену каждого слота, так как она напрямую влияет на цену системы в целом. Из данной таблицы видно что цена VXI и PXI крейтов в целом приблизительно одинакова при преимуществе VXI из расчета на слот с учетом мезонинной архитектуры. Цена же российских VXI крейтов анонсирована намного ниже чем у VXI и PXI американского производства. Возможно, с появлением их на рынке цена импортных крейтов снизится, но наверное не станет ниже чем в США.

Кроме того, в России анонсирован 6 слотовый переносной VXI кейт со встроенным компьютером на базе Pentium M Centrino 2Ghz и 2 Гб оперативной памяти по цене ~\$7500, что судя по всему станет беспрецедентным по эффективности и цене предложением на рынке портативных модульных измерительных систем.

Что касается PXI кейтов, то о чьих либо планах по их производству в России пока неизвестно, да и производить отдельно кейты без контроллеров не имеет никакого смысла.

Стоимость интерфейсов VXI и PXI, встроенных контроллеров и программного обеспечения VISA для VXI и PXI систем является основным фактором стоимости общесистемной части. В этой области положение в России лучше чем с кейтами. Как видно из таблицы 1 серийно выпускаемые российские встроенные компьютеры и параллельные VXI интерфейсы значительно производительнее чем американские VXI аналоги и ничем не уступают по производительности PXI контроллерам. По цене они почти вдвое дешевле VXI аналогов и на 20-30% дешевле PXI контроллеров.

Поэтому если в целом сравнить стоимость общесистемной части в VXI и PXI стандартах, то можно уверенно констатировать что никакого реального преимущества PXI перед современным VXI не существует и все оно строится только на том, что VXI контроллеры производства National Instruments дороже чем PXI контроллеры их же производства. Ничем кроме маркетинговых ходов по моему мнению это объяснить нельзя, а сравнение с российскими аналогами только подтверждает это мнение.

Конечно, приведенные сравнения приблизительные, так как в зависимости от опций и комплекта поставки цены могут существенно отличаться. Однако в целом тенденция такова, что применение российских кейтов и контроллеров в VXI позволяют снизить цену общесистемной части VXI систем в среднем на 30-40% относительно импортной и таким образом удешевить для российских потребителей входной билет в мир VXI технологий. Стоимость общесистемной части российского VXI получается ниже чем у американского PXI, что не позволяет более говорить о более дешевых PXI решениях для потребителей.

Как правильно подобрать состав VXI системы.

После общесистемной части начинается подбор самих VXI модулей. Анализ показывает что если система собирается из российских модулей то они, как правило, дают выигрыш в цене от 30 до 60% относительно импортных модулей с теми же характеристиками.

На цену системы очень сильно влияет правильный подбор модулей и построение архитектуры системы в целом. Стоимость VXI и PXI системы в зависимости от поставленной задачи может изменяться в десятки раз. Например, если для системы из 300 каналов опроса датчиков указан такой параметр как скорость опроса для каждого канала, то в зависимости от него систему можно строить двумя путями. Если скорость измерения очень велика, то надо построить систему у которой будет 300 измерителей, которые будут проводить измерения параллельно. Такая система будет очень дорогой. Если же скорость измерения можно существенно уменьшить без ухудшения качества измерений то система будет строиться по-другому. У нее появится один или несколько измерителей и коммутаторы, а измерения из параллельных превратятся в последовательные по определенному алгоритму. Такая система будет в разы дешевле чем параллельная, но у нее будет сложнее программное обеспечение. Поэтому при построении структуры VXI системы следует очень тщательно подойти к техническим требованиям к системе, чтобы сделать ее максимально эффективной за минимальную цену. Понятно, что этот процесс лучше всех может выполнить квалифицированный и опытный потребитель, который лучше всех знает какие требования к системе можно менять и в какую сторону. Эту же процедуру повторит далеко не каждый системный интегратор и производитель так как они часто заинтересованы в продаже более сложной и дорогой системы и не будут помогать заказчику уменьшить стоимость заказа. При появлении конкуренции между системами и разными стандартами для представления своего решения часто альтернативное решение предлагается в самом невыгодном варианте, и эти варианты преподносятся как преимущество другого стандарта. К сожалению, многие российские потребители это не всегда понимают и глубоко не прорабатывают структуру систем, что часто приводит к неоптимальным техническим решениям и значительно увеличивает цену системы. Подобные случаи не имеют отношения к модульным стандартам как к таковым, а исключительно зависят от архитекторов системы. Кроме того, не секрет что большинство производителей

стараятся построить систему из VXI или PXI приборов только собственного производства и предлагаемая ими конфигурация часто также не оптимальна.

Именно поэтому в США существуют независимые системные интеграторы, которые строят системы из модулей различных производителей и доказывают правильность своих системных решений на тендерах.

При построении VXI системы из импортных модулей часто возникает проблема одного или двух модулей, которые в мире никто не производит (например, специализированные интерфейсы), но без которых невозможно построить VXI систему. Подобные проблемы легко решаются, когда в состав системы вводятся специально разработанные на заказ (быстро и недорого) российские модули, и почти никогда не решаются, если надо за разработку заплатить иностранному производителю, так как цена разработки нового модуля часто превышает цену всей системы. Однако, несмотря на это далеко не все системные интеграторы решаются на привлечение российских производителей к работе над системой, так как в процессе работы, как правило, появляются предложения по более широкому использованию российских модулей, что существенно снижает доходы системных интеграторов и дилеров. Это одна из причин, по которой на практике комбинированные системы предлагают в основном сами российские производители, а не дилеры иностранных фирм.

Одним из важнейших вопросов являются гарантийные обязательства производителя VXI приборов и систем. Для многих энергетических, авиационных и космических приложений требуется многолетняя (часто 10 лет и более) эксплуатация измерительной системы. С иностранным производителем, который дает 3 года гарантии на 10 лет договориться очень трудно и дорого (для большинства иностранных производителей каждый дополнительный год обслуживания это дополнительные 10% к цене системы). С российскими производителями договориться проще, в том числе, если в состав системы входят импортные модули. Гораздо сложнее договариваться с иностранным производителем в случае снятия импортных модулей с производства через несколько лет эксплуатации системы. Это создает проблемы с модернизацией существующих систем и с имеющимся программным обеспечением. Российский производитель в подобных случаях предпочтительнее, так как отвечает за систему в целом и может заменить снимаемые с производства импортные модули своими за гораздо меньшие деньги. Эта проблема пока еще не стоит в России в полный рост, но скоро ее решение станет одним из важнейших вопросов обеспечения длительной эксплуатации дорогостоящих измерительных систем.

Из всего сказанного по построению состава модульной системы следует выделить несколько ключевых пунктов:

1. Состав системы надо обсуждать на тендерах.
2. Технические требования надо тщательно прорабатывать и получать предложения от нескольких фирм.
3. Заказчикам к участию в тендерах надо не бояться привлекать российских производителей VXI приборов и систем, а не только системных интеграторов работающих с импортной аппаратурой.
4. При рассмотрении предложений следует особое внимание обращать на гарантийные обязательства производителя и организацию сервисного обслуживания поставляемых систем, так как они, как правило, эксплуатируются многие годы.
5. Обязательно обращать внимание на наличие российских сертификатов по утверждению типа средств измерений или возможность их получения. При этом следует помнить, что российский производитель заинтересован в их получении больше чем продавец импортных измерительных систем для которого это просто дополнительные затраты.

Место российских производителей VXI приборов в мире.

В России в настоящее время серийно производится достаточно широкая номенклатура VXI приборов. Это мультиметры, осциллографы, диджитайзеры, коммутаторы, мезонинные системы и другие типы модулей. Стоимость российских VXI модулей, как правило, на 30-60% ниже, чем у импортных аналогов при том же качестве. В отличие от импортных модулей российские измерительные VXI приборы проходят процедуру утверждения типа средств измерений и заносятся в госреестр средств измерений РФ.

На проходившей в апреле 2005 года промышленной выставке в Ганновере (Германия) на объединенном стенде г. Москвы были представлены российские VXI приборы нового поколения (производства холдинга «Информтест»), в том числе VXI мультиметр ДММ1 который был признан лучшим измерительным прибором России разработанным в 2004 году

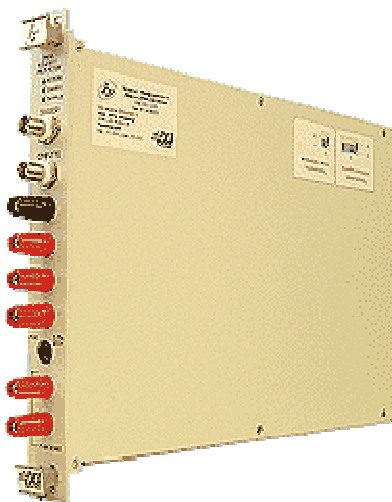


Рис 2. Цифровой VXI мультиметр ДММ1 «Лучший измерительный прибор России 2004»

Стенд посетил руководитель федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Элькин Г.И., который отметил, что усилия по развитию модульных измерительных систем в международных стандартах начали давать неплохие результаты, выразившиеся в появлении российских VXI приборов, способных конкурировать на мировых рынках высоких технологий. Кроме того, было особо отмечено, что VXI контроллеры на базе Pentium M Centrino серийно выпускаются только в России и больше пока нигде в мире. Это, безусловно, серьезный прорыв в области высоких технологий при построении современных измерительных систем.



Рис 3. Руководитель федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Элькин Г.И. на стенде «Информтест»

Также большой интерес данные приборы вызвали у представителей индийских, китайских, немецких фирм и представителей Евросоюза. Успешная презентация новых российских VХI приборов и большой интерес к ним позволяет надеяться на последующий экспорт этих приборов в Индию, Китай и страны Евросоюза и особенно в Германию.



Рис 4. Представители индийской фирмы на стенде «Информтест»



Рис 5. Бургомистр г. Ганновера на стенде «Информтест»

Подводя итоги данной статьи, следует отметить, что за последние три года российские производители вошли в элитный клуб мировых производителей VXI приборов и систем (VXI Consortium) и получили международное признание. Более того, сегодня именно в России производятся самые производительные в мире встроенные VXI контроллеры и самые быстрые VXI интерфейсы. Номенклатура VXI приборов ежегодно расширяется при общем снижении цены, и теперь можно реально строить современные высокопроизводительные измерительные VXI системы целиком из российских компонентов, получая высокое качество за вполне умеренную цену. Так как в данной статье рассмотрены только основные моменты связанные со стоимостью современных модульных измерительных систем, то более полную информацию по данному вопросу можно получить у автора статьи.

Зайченко С.Н. тел. (095) 799-66-73.