



# Использование преимуществ компактных PXIe-платформ для мобильных приложений тестирования и измерений

Андрей Головастов

В статье рассматриваются различия между традиционным и модульным приборным оборудованием, обсуждаются преимущества и особенности каждого из них. Классическая PXI-платформа обеспечивает модульный подход к построению систем измерения, тестирования и сбора данных. Однако присущие PXI-оборудованию преимущества гибкости, экономической эффективности, скорости измерения и точной синхронизации иногда трудно перенести за пределы лаборатории из-за недостаточной портативности. Новое шасси PXES-2314T от компании ADLINK устраняет этот недостаток и открывает уникальную нишу компактных, мобильных инструментальных систем, позволяющих проводить высокоточные измерения и тесты в самых различных условиях.

## PXI – СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Платформа PXI – это прогрессивный стандарт контрольно-измерительного оборудования, который использует соответствующие шасси и модули. Готовый PXI-модуль практически любого OEM-производителя может быть легко установлен в соответствующее шасси и сразу подключён к работе.

Шина PCI Express (PCIe), обеспечивающая каждому устройству прямой доступ к шине с помощью последовательного интерфейса, пришла на замену устаревшей параллельной топологии шины PCI. Информация в слот и из слота отправляется и принимается через сгруппированные линии данных, которые могут варьироваться от x2 до x32.

Таким образом, выделенная полоса пропускания 4 ГБ/с может быть достигнута с помощью одного слота PCIe x16 или группы из 16 линий PCIe. В современных PXI Express (PXIe) системах в объединительной панели используется шина PCIe, расширенная дополнительными сигналами тактирования и межслотовой синхронизации, что обеспечивает гибкость и возмож-

ность высокоскоростного тестирования. Системный контроллер PXIe построен на основе передовых процессорных технологий и, как правило, работает под управлением ОС Windows. Периферийные PXIe-модули, устанавливаемые в шасси, обеспечивают необходимый функционал для решения конкретной тестовой/измерительной задачи.

## Традиционные приборы и модульное контрольно-измерительное оборудование

Традиционное измерительное и тестовое оборудование обеспечивает интуитивно понятный интерфейс взаимодействия с панелью управления и индивидуальный просмотр визуальной информации. По своей природе этот

Традиционные приборы	Модульное оборудование
<b>Плюсы</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интуитивное управление</li> <li>• Портативность / Компактность</li> <li>• Экономичность для однократного решения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Гибкость тестовых и измерительных функций</li> <li>• Автоматизация процесса тестирования</li> <li>• Централизованная архитектура</li> <li>• Высокая интеграция функций</li> <li>• Высокая пропускная способность</li> </ul>
<b>Минусы</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Единственная функция, ручные операции</li> <li>• Сложность встраивания в тест</li> <li>• Ограниченный функционал</li> <li>• Невозможность расширения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Необходимость программирования</li> <li>• Относительно высокая цена</li> </ul>

Рис. 1. Плюсы и минусы традиционного оборудования по сравнению с модульным

Развёрнутая информация к рис. 1

Применение	Модули PXI/PXIe	Количество
Исследования/разработки/эксперименты Общие задачи Тесты и измерения	Мультиметр Генератор произвольных сигналов Генератор Осциллограф	3–4 шт.
Светодиоды, моторы, полупроводники, тесты качества/функциональные тесты	Программируемый источник питания Модуль высокоскоростного дискретного ввода-вывода	1–2 шт.
Аудиотесты	DSA Модуль дискретного ввода-вывода	1–2 шт.
Испытания источников питания	Дигитайзер Модуль дискретного ввода-вывода	1–2 шт.
Вибротестирование	DSA	1–2 шт.
Испытания на частичный разряд	Дигитайзер	1–2 шт.

тип оборудования является автономным. Тем не менее для проведения различных измерений и тестирования необходимо использование множества различных устройств. По этой причине инженеру для организации стендовой установки, как правило, требуются несколько источников питания, генераторов сигналов, векторных анализаторов, осциллографов, мультиметров и других самых различных приборов.

Автоматизированные системы тестирования, напротив, преимущественно используют модульные инструменты, где одно и то же оборудование можно использовать для выполнения нескольких тестов без ручного вмешательства по переналадке и сложных перенастроек (см. рис. 1).

### **ADLINK – лидер в области модульного измерительного оборудования**

Компания ADLINK Technology является спонсором PXI System Alliance, занимающегося разработкой технологий и спецификаций тестирования и измерений. Первая многофункциональная PXI-плата ввода данных, PXI-2010, была выпущена ADLINK в 2001 году. В течение двух десятилетий, прошедших с тех пор, компания продолжала развивать и поставлять на рынок широкий спектр PXI/PXIe-контроллеров, шасси и периферийных модулей. В настоящее время ADLINK является ведущим производителем измерительного оборудования. В компании понимают, насколько важны испытания для разработки новых продуктов и какие функции могут повысить эффективность производства, надёжность и качество.

### **Проблемы, присущие недостаточной гибкости оборудования и переносимости тестирования**

Технологические достижения позволили сделать электронные устройства более компактными, а также сократили время их выхода на рынок и жизненный цикл продукта. Современное измерительное оборудование должно быть более быстроедействующим и точным, для того чтобы компании, занимающиеся производством, могли удовлетворять постоянно растущий спрос и соответствовать жёсткому графику выпуска продукции.

Гибкость и портативность PXI-оборудования позволяет этому формату

заполнять уникальные ниши сферы тестирования, позволяет выполнять высокоточные тесты и оперативный контроль качества производственной среды без ущерба для функциональных возможностей и производительности. Эти качества имеют решающее значение для производства электроники на современном уровне. Здесь показателен пример компании Apple Watch, реализовавшей по всему миру более сотни миллионов единиц своих продуктов. На её предприятиях используется около 900 различных компонентов, включающих двадцать модификаций процессоров, память, элементы сенсорного управления, радиомодули и источники питания. Продукты такого рода требуют автоматизации контроля и точных измерений на каждом этапе производственного цикла для гарантии высокого качества. Типовые методики испытаний, используемые на технологических линиях, включают в себя множество оборудования. Однако с запуском в производство очередной новинки всё оно, как правило, заменяется. Динамическая среда тестирования ограничивает возможности автоматизации тестов, поэтому, чтобы развернуть на новом оборудовании требуемые тесты и измерения, необходимо сначала обучить персонал. Сам этот факт увеличивает время тестирования, стоимость эксплуатации и вероятность человеческих ошибок при адаптации новой системы тестирования, что, в конечном итоге, отрицательно влияет на производительность.

Эту же проблему можно увидеть и в исследовательских тестах при испытаниях устройств, созданных в рамках НИОКР. Классические испытательные стенды часто требуют сочетания нескольких стоечных модулей и устаревших, относительно громоздких систем (см. табл. 1). Например, для измерения характеристик усилителя мощности требуется не только сам усилитель мощ-

ности, но и фильтр высоких порядков, а также устройства для управления/контроля мощности, преобразования аналоговых и цифровых сигналов. Другими словами, базовый набор, состоящий из блока питания и мультиметра, совершенно не подходит для тестирования современных усилителей мощности. Это связано с тем, что за последние несколько десятилетий резко возросла сложность передачи сигнала по электрическим цепям, а современные электронные устройства имеют множество дополнительных функций и используют более скоростные каналы и сложные схемы модуляции.

У традиционных приборов есть и ещё одна проблема, которая часто возникает со временем, — линейка продуктов в конце концов может быть снята с производства. В этом случае информация о поставщиках часто теряется, сопровождение и поддержка, включая программное обеспечение, становятся невозможными, и это серьёзно ограничивает возможности ремонта и обновления оборудования. Помимо этого, прикладное ПО и узкоспециализированное портативное оборудование, предназначенное для проверки конкретных параметров, достаточное для большинства задач, оказывается недостаточным для устранения неполадок, практических демонстраций и обучения.

### **Широкий диапазон задач PXES-2314T, от автоматизации тестов при массовом производстве до сложных специализированных испытаний НИОКР**

Разработанная и запущенная ADLINK новая платформа PXES-2314T позволяет обойти вышеизложенные проблемы за счёт возможности на данной платформе комбинировать новые и старые периферийные модули, продол-

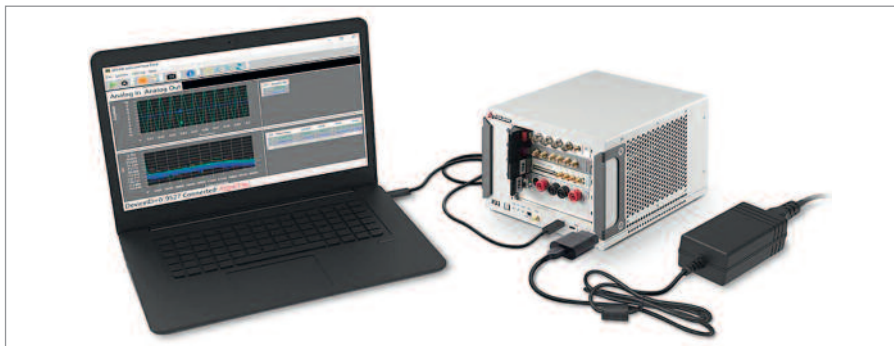


Рис. 2. PXES-2314T, адаптер питания, ноутбук и кабель Thunderbolt

жая выполнять задачи по измерению через знакомый программно-аппаратный интерфейс. Так, например, два из четырёх гибридных PXIe-слотов поддерживают периферийные модули PXIe на основе шины PCI Express Gen3, а также все слоты обратно совместимы с PXI и CompactPCI, что даёт возможность использовать существующие измерительные модули, исключая необходимость их дорогостоящей замены. PXES-2314T предлагает надёжное решение, состоящее из самого шасси, портативного ПК, кабеля Thunderbolt™ 3 (ТВ3) и адаптера сетевого питания (рис. 2).

Преимущества использования PXES-2314T включают в себя:

- экономию времени при настройке испытательной базы и измерительной системы;
- экономию рабочего места и особенно на производственных площадках;
- быстрое соединение посредством ТВ3 и исключение сложностей привязки, присущих PXI.

Вместо сложной конфигурации с пользовательскими платами расширения PXES-2314T использует многофункциональный интерфейс ТВ3, что позволяет передавать по кабелю данные со скоростью до 40 Гбит/с, вдвое превышающую стандартную пропускную способность USB Type-C. Соединение ТВ3, впервые представленное Intel в 2015 году, предоставляет для мобильных вычислительных платформ возможности надёжной потоковой передачи видео с разрешением 4K с поддержкой двух независимых дисплеев, функции док-станции и быстрой зарядки по одному кабелю.

4-слотовая PXIe-платформа, выполненная в соответствии со спецификацией PXI-5, PXI Express hardware specification Rev.1.0, имеет 4 линии PCI Express Gen3, благодаря чему могут быть реализованы двунаправленная, двухпротокольная связь с периферийными устройствами (смартфонами, ПК, планшетами и т.д.) для передачи данных с малой

задержкой. Помимо скоростного соединения ТВ3, PXES-2314T сочетает это с высокоскоростными интерфейсами PCIe Gen2/3 и 4-гибридными слотами PXIe, обеспечивающими скорость передачи данных до 8 Гбит/с.

Преимущества PXIe-шасси усиливаются благодаря небольшим размерам (207,9×148,4×220,5 мм) и весу 3,6 кг, при желании систему можно поднять и переносить одной рукой (рис. 3).

Подводим итог: в дизайне PXES-2314T используется проверенное и надёжное PXI-шасси, способное объединить в одном компактном конструктиве множество функций, таких как анализ спектра, генерация сигналов, измерение затухания и потерь электроэнергии. Весь комплекс заводских тестов может быть выполнен с помощью PXES-2314T без необходимости в громоздком испытательном оборудовании, также возможно интегрировать уже работающее тестовое оборудование, быстро настроить его и исключить ранее выявленные отказы. Инженеры-исследователи смогут выполнять многочисленные измерения и в испытательной лаборатории, и даже за своим офисным столом.

### КОМПАКТНОЕ PXI EXPRESS ШАССИ

Ещё одним малогабаритным устройством, позволяющим автономно решать сложные задачи испытаний и тестирования, является 6-слотовое гибридное шасси PXES-2301 высотой 3U (рис. 4). PXES-2301 поддерживает установку системного контроллера в соответствующий слот, а также инструментальных модулей CompactPCI, PXI, CompactPCI Express и PXI Express в любой из пяти периферийных слотов. Шасси предназначено для промышленного применения, имеет собственный источник питания 320 Вт, эффективную систему охлаждения, высокую механическую прочность, портативность и гибкость



Рис. 3. Мобильное шасси PXES-2314T

при встраивании в стоечное оборудование. Пропускная способность системы до 8 Гб/с (4 канала, PCIe x4 Gen2) и до 2 Гб/с (PCIe x4 Gen2) всех периферийных слотов. Компактная и лёгкая конструкция «половинных» габаритов допускает установку в шкафу на одном уровне сразу двух шасси, которые весят по 5,85 кг и для удобства переноски оснащаются ручкой. Для управления и системного мониторинга служит смарт-



Рис. 4. Гибридное 6-слотовое шасси PXES-2301



Рис. 5. Системный контроллер PXI-3982



Рис. 6. Системный контроллер PXIe-3988



утилиты ChassisWatch ADLINK, предоставляющая пользователю полную информацию о состоянии шасси, включая скорость вентилятора, величину напряжений и внутренней температуры.

### Высокопроизводительные системные контроллеры

Значительно расширить функционал и производительность тестирования позволяют новые PXI/PXIe системные контроллеры. С быстрым внедрением технологии PXI Express многие поставщики отказались от производства устройств PXI в пользу PXIe. Однако компания ADLINK, наряду с предложением широкого спектра контроллеров PXIe, продолжает производство линейки PXI-устройств.

Разработка PXI-3982 заполнила пробел, образовавшийся из-за ранее снятых с производства PXI-контроллеров, являясь хорошим решением для клиентов, желающих минимизировать затраты (рис. 5). PXI-3982 выполнен на основе процессора Intel Core i7-6820EQ и памяти DDR4 2133МГц объёмом до 32 Гб. Среди ключевых характеристик системы следует выделить: 2x Gigabit Ethernet (LAN, LXI), интерфейс GPIB, 4x USB 3.0, 2x USB 2.0, DisplayPort.

Другим специально разработанным устройством стандарта PXI Express стал контроллер PXIe-3988 (рис. 6). Этот первый PXIe-контроллер серверного уровня компании ADLINK, построенный на базе мощного 6-ядерного процессора Intel Xeon E-2276ME, 2,8 ГГц, сочетает в себе современный вычислитель и память DDR4 2400 МГц объёмом до 64 Гб. Он способен одновременно выполнять четыре независимые задачи, поддерживает четыре PXIe-канала x4 или два канала x8 с максимальной пропускной способностью до 16 Гб/с по шине PCI Express 3.0. PXIe-3988 обеспечивает гибкость интерфейсов, включающих два DisplayPort, два USB 3.0 для высокоскоростных периферийных устройств, два порта Gigabit Ethernet, один для подключения к локальной сети, а другой для управления приборами LXI, четыре порта USB 2.0 для периферийных устройств и управления USB-приборами, а также разъём Micro-D GPIB для управления гибридными системами тестирования на основе PXI.

Системные интеграторы и производители оборудования в самых разных отраслях, от аэрокосмической до полупроводниковой, смогут использовать PXI-3982 и PXIe-3988 для задач, требующих большого объёма вычислений и сокращения времени работы интен-

сивных приложений, таких как радиочастотные тесты и циклическое моделирование аппаратного обеспечения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Преимущества испытательного оборудования стандарта PXI и широкая гамма производимых модулей предоставляют инженерам широкое поле для творческих решений, повышающих портативность и доступность систем. Разработанная ADLINK новая гибридная 4-слотовая PXIe-платформа PXES-2314T в соче-

тании с современными периферийными модулями и благодаря высокоскоростному интерфейсу TB3 может напрямую взаимодействовать с большинством ноутбуков и ПК, решая проблему портативности контрольно-измерительного оборудования и сокращая затраты на запуск и эксплуатацию. ●

**Автор – сотрудник  
фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: info@prosoft.ru**



Нормирующие преобразователи  
Коммуникационные устройства  
Системы распределённого ввода/вывода

-40...+85°C

## MAQ20

Надёжная система сбора  
и передачи данных



ETHERNET 



Modbus 

- ✓ Низкая стоимость канала
- ✓ Высокая точность измерения – погрешность ±0,035%
- ✓ Съёмная карта формата MicroSD для хранения данных
- ✓ Широкий диапазон напряжения питания 7–34 В пост. тока
- ✓ Компактность – 24 модуля ввода/вывода или 384 канала в стандартном 19" корпусе

**Программное обеспечение от DATAFORTH**

- ReDAQ – индивидуальное конфигурирование каждого канала, отображение параметров в виде графических форм
- IPEmotion – SCADA-система для отображения, управления и записи параметров



**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР**

(495) 234-0636 • INFO@PROSOFT.RU • WWW.PROSOFT.RU

