

# AXIe + PXI



Новые модульные приборы и первые шасси в стандартах AXIe-1 и PXIe российской разработки и производства.

Комбинированные тестовые системы AXIe+PXIe - новый тренд или временное явление?



## AXIe-1 и PXIe



Начнем с того, что в 2018-2019 годах появились первые российские шасси (крейты) в стандарте AXIe-1 (магистрала PCIe Gen3+LAN) и целая группа высокоскоростных модульных приборов в стандарте AXIe-1. Также в 2019 и 2020 годах наконец появились новые PXIe приборы, шасси (крейты) и контроллеры в стандарте PXIe российской разработки и производства, наконец нарушив монополию американских компаний на данный продукт. Оговоримся сразу, что речь идет о решениях в стандарте PXIe и не касается старого PXI. **Сразу же предполагаю Ваш вопрос- почему только в новом PXIe?** Ведь в старом PXI тоже много приборов и действующих систем.

Объясняю. Наш отказ от старого PXI обусловлен тем, что начиная с 2006 года (появление PXIe) ведущие производители модульных приборов в стандарте PXI перевели подавляющее большинство новых разработок в версию PXIe и прекратили разработки в старом PXI. Эта мера была очень своевременной и оправданной. Она дала стандарту PXI вторую жизнь и новый расцвет благодаря замене устаревшей магистрали PCI на высокоскоростную последовательную магистраль PCIe. Поэтому в настоящее время практически все модульные приборы в старом PXI имеют почтенный возраст, разработаны 14-20 лет назад, и явно устарели. Производителям старых PXI приборов необходимо их поддерживать ради своих потребителей, и они поэтому выпускают гибридные шасси, в которых можно эксплуатировать как PXI, так и PXIe приборы. Это безусловно мера вынужденная и не дешевая, но оправданная, потому что постепенно старые PXI приборы исчезают, плавно уступая место приборам и системам на основе магистрали PXIe. Российских производителей этот процесс практически не коснулся, потому что они никогда не производили системных модулей, встроенных компьютеров и PXI шасси. Единицы российских измерительных модулей в старом PXI погоды на рынке не сделали, потому что системы на их основе все равно использовали импортные шасси и системные модули. Так уж получилось, что этот виток развития модульных PXI приборов прошел мимо России и если уж теперь начинать свои разработки и производство, то по-моему мнению надо создавать все новые приборы и шасси в современной версии PXIe. **Поэтому мы и выбрали PXIe в своих новых разработках, не оглядываясь на старый PXI.** Его выбор обусловлен несколькими причинами:

**1. PXIe идеально подходит на роль мезонинного модуля для AXIe-1 систем.** Проблема мезонинных модулей и интерфейса связи мезонинного модуля с модулем носителем всегда была и все подобные интерфейсы были проприетарными и соответственно мезонинные модули могли работать только со своими носителями. PXIe оказался тем единственным случаем, когда мезонинный модуль для AXIe полностью совпал со стандартным PXIe.

**2. PXIe имеет высокоскоростную магистраль PCIe Gen 3 (такую же как и в AXIe-1)** которая обеспечивает большинство имеющихся приложений по скоростям работы и сама по себе является самым широко представленным мировым открытым стандартом, не зависящим от одного производителя.

**3. Для некоторых высокоскоростных приложений** таких как контроллеры магистралей SpaceWire, SpaceFibre, Fibre Channel, Serial Rapid IO и др. **сочетание небольшого типоразмера PXIe и высокоскоростной магистрали дает лучший результат** по критериям стоимость -эффективность.

**4. В отличие магистрали от microTCA** которая тоже рассматривалась на роль мезонинного модуля и больше подходила по геометрическим размерам (4 мезонина на модуль, а не два как в PXIe) **PXIe уже в стандарте имеет требования к командным магистралям и синхронизации**, что критически важно при построении автоматизированных измерительных систем. Для чисто телекоммуникационной microTCA все это нетрудно создать самому, но невозможно узаконить на международном уровне. Поэтому microTCA адаптированная к измерительным задачам также стала бы проприетарной магистралью. Кроме того в **PXIe уже существует и серийно производится огромное количество модулей** которые можно легко использовать в качестве мезонинных в AXIe системах.

**5. PXIe модули являются приборами сами по себе и позволяют строить отдельные системы** в комбинации с импортными модулями вначале, а затем и по мере увеличения номенклатуры российских модулей и без иностранных приборов.

# НОВЫЕ ПРИБОРЫ И ШАССИ

Давайте оценим, что мы уже имеем по PXIe к середине 2020 года. Пока немного, но движение пошло. В 2019 года появился первый серийный модуль-носитель мезонинов в стандарте AXIe-1 разработанный холдингом «Информтест». Мезонинами стали 2 любых модуля в стандарте PXIe. Данный носитель (рис.1) поддерживает только PXIe модули и позволяет сделать PXIe модули частью AXIe системы. Благодаря данному носителю, применение PXIe в составе AXIe системы не требует PXIe шасси и контроллера, что существенно удешевляет такое решение. Такая комбинация также очень удобна для тех случаев, когда среди AXIe модулей нет необходимого для конкретной системы или имеющийся очень дорог. Носитель мезонинов НМ-AXIe прошел успешные испытания с PXIe модулями National Instruments и Keysight в качестве мезонинных модулей. НМ-AXIe поддерживает PCIe Gen-3 и ниже, что обеспечивает работу с самыми высокоскоростными приложениями и что принципиально важно не требует собственного программного обеспечения высокого уровня. Ранее уже предпринималась попытка создать аналогичный модуль со стороны Keysight (рис.1) однако по неизвестным причинам такой носитель не пошел в серию.



Рис.1 HMPXI AXIE-1 Носитель модулей PXIe и Keysight носитель PXI для AXIe

Всем известно, что шасси (крейт) с контроллером является ключевым критическим элементом PXIe системы. В начале 2020 года появилось первое PXIe шасси разработки холдинга «Информтест» (рис.2)



Рис.2 Первое российское шасси CH-14 PXIe-PC в стандарте PXIe

CH-14PXIe со встроенным контроллером, который поддерживает PCIe Gen3. Это первое PXIe шасси разработанное и изготовленное в РФ (рис.2).

Об этом продукте следует рассказать отдельно. Шасси поддерживает 14 рабочих слотов для установки модулей PXIe. Модули могут быть любого производителя. **Системный модуль-контроллер интегрирован в кросспанель шасси и имеет встроенный модуль синхронизации, матрицу триггерных событий, два порта PXIe Gen3.** Один порт служит для связи с внешним компьютером по кабельному PCIe- UpLink, второй порт служит для подключения следующего шасси PXIe или AXIe - DownLink. Также имеются входы для триггерных событий и внешней синхронизации. Встроенный контроллер поддерживает версию PCIe Gen3 по 8 линиям, что позволяет передавать информацию в компьютер со скоростью до 64 Гбит/сек., что обеспечивает выполнение практически любых существующих сегодня приложений. Особенно стоит отметить, что для связи шасси с компьютером используется стандартная магистраль PCIe и потребитель может использовать PCIe карты разных производителей. Такой подход в свое время был выбран фирмой Keysight в отличие от подхода National Instruments которая создала собственную магистраль MXI для связи PXIe шасси с компьютером. MXI хоть и очень похожа на PCIe, но для совместимости их шасси компьютером Вам придется покупать их карты MXI, что безусловно ограничивает свободу потребителей при создании своих систем. Максимальная мощность на слот составляет до 70 Вт. Кроме того, для конфигурирования и управления матрицей триггерных событий шасси имеет отдельный LAN порт аналогично стандарту AXIe. **Если оценивать возможности данного шасси с импортными одноклассниками, то его можно смело отнести к классу High Performance, high power intelligence chassis.** Детальные технические характеристики Вы можете изучить на сайте [www.informtest.ru](http://www.informtest.ru).

Создавая первое PXIe шасси, разработчики «Информтест» исходно заложили в него возможность интегрироваться с AXIe шасси в рамках одной системы. Это важное достоинство, которое позволяет строить комбинированные системы совмещающие в себе AXIe и PXIe шасси с модулями. Так как стандарты AXIe и PXIe используют одну и ту же магистраль PCIe, а AXIe не зря называют большим братом PXIe, интегрирование их в одну систему представляется логичным шагом. Экономически это также выгодно, потому что в дополнение к приборам высшего класса в AXIe отсутствующим в PXIe можно легко добавлять существующие PXIe приборы экономя деньги и время при создании тестовых систем (ATS).

Мне могут задать вопрос, а зачем вообще комбинировать в рамках системы решения в разных стандартах? Может проще делать все в одном стандарте в AXIe или PXIe? Большинству потребителей кажется, что оба стандарта вполне самостоятельны и каждый уверенно занимает свою нишу. **PXIe – это массовые системы широкого назначения, а AXIe это специализированные модульные системы высшего класса и возможностей.** Этот вопрос стоит разобрать подробнее. У каждого стандарта есть свои слабые и сильные стороны и оптимальная область приложений, в которой стандарт максимально эффективен. Есть такие области у PXIe и AXIe.

Для PXIe это область мобильных систем, область модульных приборов среднего класса, потоковые системы сбора информации с датчиков (DSA), имитаторов стандартных магистралей обмена (mil-1553B, Arinc-429, Arinc-717, SpaceWire и др.) и многие другие. Компактность PXIe обусловлена размерами модуля 100x160x20 мм и поэтому, те технические решения, которые можно уложить в такие размеры будут оптимальны при реализации на PXIe. Учитывая тот факт что PXIe появился намного раньше чем AXIe мы можем оценить некоторые технические решения в PXIe и сравнить их с аналогичными решениями в AXIe. В PXIe делают очень сложные приборы, которые иногда занимают по 5-7 слотов в крейте и по ним видно, что остро чувствуется недостаток размеров модулей PXIe и их малая предельная мощность на слот. Видно что такие приборы лучше бы реализовывать в AXIe. Аналогичная проблема у PXIe с широко распространенными релейными коммутаторами, которые также требуют больших размеров и большой мощности на слот. Это пример когда стандарт PXIe вышел за пределы своего оптимального применения. Примеры на рис.3



**Рис.3** Коммутаторы СВЧ, сложные приборы в AXIe и PXIe.

Когда дело касается коммутаторов, то в пользу AXIe говорит еще тот факт, что кроме PCIe в нем еще имеется магистраль LAN которая идеально подходит для всех видов коммутаторов и полностью их совмещает с решениями в стандарте LXI. Также в 2014 году появилась версия AXIe-0 рассчитанная именно на те приложения, когда не нужна скорость. AXIe-0 не имеет PCIe, а имеет только LAN магистраль. Ее наличие позволяет модулям выполненным в AXIe-0 прекрасно работать в крейтах AXIe-1 (PCIe+LAN) в любой комбинации с AXIe-0 модулями. Главное достоинство AXIe-0 низкая цена модулей.



**Рис.4** Высоковольтный матричный коммутатор аналоговых сигналов AXIe-0 (300 выходных линий).

Когда речь идет о сложных приборах требующих больших размеров модуля, большой мощности, использования мезонинных модулей то преимущество у AXIe.

**Можно ли любые приборы в PXIe реализовать в AXIe?** Ответ да можно, но иногда при такой реализации плата AXIe будет пустой. **Можно ли приборы в AXIe перевести в PXIe.** Во многих случаях можно, но модуль PXIe займет несколько слотов (до 7) и будет дороже чем аналог в AXIe. В большинстве случаев версия в PXIe проиграет AXIe по количеству каналов. В некоторых случаях перевести модуль из PXIe в AXIe невозможно в принципе, как например с оптическими интерфейсами ODI которые существуют только в AXIe. Поэтому в целом получается, что достоинства PXIe из-за малых размеров модуля превращаются в его недостатки для многих технических решений, а достоинства AXIe из-за больших размеров его модуля также превращаются в недостатки для некоторых технических решений. Собственно, AXIe и придумали для того, чтобы уйти от недостатков PXIe. **Отсюда логичным вариантом получения оптимальных систем будет объединение в рамках одной системы AXIe и PXIe решений.** Объединяя их вместе, мы можем соединить в рамках одной системы достоинства обоих стандартов и уйти от их недостатков.

Еще одним важным аргументом в пользу объединения технологий AXIe и PXIe является чисто экономический фактор. Ведь если одну и ту же систему можно реализовать в каждой из технологий, то это означает что и в AXIe и в PXIe должны быть аналогичные модули, реализующие данную задачу. А это означает что параллельно в обеих технологиях надо иметь повторяющие друг друга по функционалу модули (мультиметры, осциллографы, генераторы, коммутаторы и др.). Для AXIe как более нового

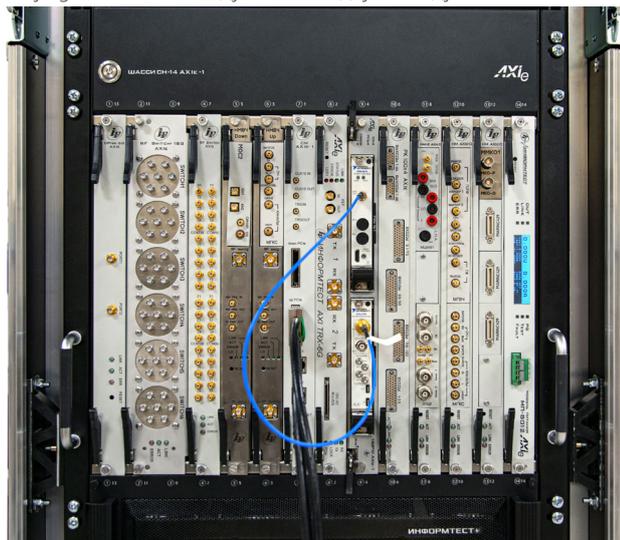
стандарта с меньшей номенклатурой модулей это выливается в новое проектирование и производство аналогов уже имеющихся в PXIe, которое за собой несет большие финансовые затраты и время на создание данных приборов. Так как для большинства систем такие приборы все равно нужны, то проще и дешевле взять в PXIe чем создавать заново.

Поэтому на вопрос объединять или не объединять AXIe и PXIe в рамках одной системы мое мнение однозначно – объединять. Пример объединенной системы рис.5 и рис. 6



**Рис.5** Объединенная система на основе технологий AXIe+PXIe.

- 5-ти слотовое шасси Cobham mA-13xx AXIe (снизу вверх),
- встроенный контроллер Cobham mA-31xx;
- цифровой преобразователь Keysight M9703A-B01;
- двухвекторный приемопередатчик Cobham mA66xx;
- цифровой преобразователь Guzik ADC 6082;
- Keysight носитель модулей PXI (с двумя модулями PXI DAQ



**Рис.6** Объединенная система на основе технологий AXIe+PXIe.

14-ти слотовое шасси CH-14 AXIe-1 (слева направо)

- 2-х портовый анализатор цепей и измерительный приемник DPNA-6G;
- модуль RF Switch-26,5G;
- коммутатор радиочастотных сигналов до 4 ГГц RF SWITCH;
- носитель HMBЧ с цифровым диджитайзером МОС2;
- носитель HMBЧ с векторным генератором сигналов МГКС;
- системный модуль AXIe-1;
- модульный трансивер TRX-6G;
- носитель модулей PXIe HMPXI AXIe-1 (с двумя модулями PXIe National Instruments);
- матричный коммутатор PK100X4;
- носитель мезонинов в стандарте AXIe-0 с мезонинами цифровой мультиметр МЦММ, осциллограф МОСЦ5;
- носитель мезонинов в стандарте AXIe-0 с мезонинами высокочастотного генератора сигналов МГВЧ, векторным генератором сигналов МГКС;
- носитель мезонинов в стандарте AXIe-0 с мезонинами высокочастотного генератора сигналов МГВЧ, векторным генератором сигналов МГКС;
- носитель мезонинов в стандарте AXIe-0 с мезонинами интерфейсов МКИО, ARINC 449 - 3 шт.;
- одноканальный источник питания постоянного тока МП-8012 AXIe-0

По моему мнению появление российских AXIe-1 и PXIe крейтов, модульных приборов и комбинированных систем приведет к существенным изменениям на рынке РФ при построении измерительных систем в открытых стандартах. Это, пока малозаметные изменения, которые в ближайшем будущем могут изменить подходы к архитектуре и принципам построения автоматизированных измерительных систем (Automatic Test systems ATS).

Мне могут задать еще один интересный вопрос. Если выгодно строить объединенные системы AXIe+PXIe, и если это очевидно, то почему их пока нет и ведущие фирмы в модульном приборостроении особенно не торопятся в этом направлении?

Причин наверное много, но некоторые очевидны. National Instruments это неинтересно потому что она не производит приборов и систем в AXIe, концентрируется только на PXIe и его развивает. Аналогично Marvin Test solutions, Teradyne, ADlink. Keysight который выпускает приборы в PXIe и AXIe мог бы это с успехом делать, но пока не имеет коммутаторов, не работает в AXIe-0 и поэтому его системы в AXIe – это сложные нишевые продукты высшего класса недоступные ни в PXIe, ни в каком либо другом стандарте. Однако, судя по прессе и обсуждениям в консорциумах производителей модульных приборов вполне возможно, что первые объединенные (AXIe+PXIe) тестовые измерительные системы нового поколения скоро появятся, потому что по критерию стоимость/эффективность они явно выигрывают у измерительных систем выполненных в одном стандарте.

Многие российские пользователи, прочитав данную статью могут и точно зададут мне вопрос о том каково будущее у старого заслуженного стандарта VXI. Означают ли новые возможности и новые стандарты прекращение работ по VXI и завершение использования этой технологии? По-моему мнению VXI стандарт будет использоваться в создании тестовых систем еще очень долго, плавно уступая место более современным стандартам и его использование прекратиться только тогда, когда будут сняты с производства основные комплектующие из которых изготавливаются VXI-приборы. Существует огромное количество уже созданных и эксплуатируемых измерительных систем с разработанным программным обеспечением, прошедших различные испытания, сертифицированных для авиационной, космической и др. техники и прекрасно выполняющих возложенные на них задачи. Пока живут объекты контроля будут жить и системы, предназначенные для обслуживания этих объектов контроля. А это 10-20 и более лет. В VXI стандарте в РФ имеется самая большая номенклатура модульных приборов, шасси, контроллеров разработанных и производимых в РФ заменить которую пока не представляется возможным. Да и

цена российских VXI приборов и шасси примерно в 2-3 раза дешевле импортных аналогов. Кроме того, на российские VXI приборы производители из РФ дают гарантию 10 лет, которую просто невозможно получить у иностранных производителей. Поэтому потребители VXI приборов и систем могут не опасаться, что завтра VXI исчезнет. Другой вопрос – как быть с модернизацией существующих VXI систем и как добавить к ним новые функции, не заменяя систему целиком? На этот вопрос также существует ответ. Если в существующую систему необходимо добавить медленные AXIe-0 приборы, то это очень просто, потому что они управляются по LAN, а современные VXI крейты с модулями, как правило управляются по контроллеру LAN-VXI. Фактически Вы добавляете в систему еще один крейт с AXIe-0 и нет проблем. Если надо добавить в систему AXIe-1 приборы, то в этом тоже нет проблем, потому что AXIe-1 имеет встроенный интерфейс LAN, аналогичный тому, что есть в AXIe-0 и VXI. Сложнее с PXIe, но и здесь есть выход. Если используется PXIe шасси со встроенным компьютером, то у него есть порт LAN к которому можно подсоединить VXI крейт. Если компьютер внешний, то он также имеет свой LAN для подключения VXI-крейта. Пример соединения VXI системы и AXIe системы показан на рис. 7.

Завершая данную статью, хочу обратиться к российским потребителям измерительных систем и системным интеграторам, создающим измерительные системы различного назначения (ATS). Выбор наиболее современных технологий построения новых измерительных систем во многом может стать залогом их высокой конкурентоспособности и соответственно успеха на рынке. Хочется, чтобы российские потребители и системные интеграторы знали, что в РФ серийно выпускается широкая номенклатура модульных приборов и в различных открытых стандартах (VXI, AXIe-0, AXIe-1 и теперь PXIe) из которых можно выстроить измерительные системы по самой современной технологии. Более того, российские приборы, шасси, контроллеры и др. как правило, существенно дешевле импортных аналогов. Уважаемые российские потребители, когда у Вас возникает проблема выбора из каких приборов и в каком стандарте строить модульную измерительную систему отнеситесь с сомнением к заявлениям дилеров иностранных производителей о том, что только у них есть нужные Вам приборы и что в РФ ничего путного не выпускается. Пригласите для обсуждения российских производителей модульных приборов и систем и примите окончательное решение только после глубокого конкурентного анализа предложений с обеих сторон.



**Рис.7** Пример соединения VXI системы и AXIe системы.

Холдинг "Информтест"  
тел: +7(495)983-10-73  
факс: +7(499)645-56-67  
infctest@infctest.ru  

---

WWW.INFORMTEST.RU