

БЕСПРОВОДНАЯ АРХИТЕКТУРА АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫХ СИСТЕМ С ИНТЕРФЕЙСОМ USB.

Д.А.Лапшин, А.Н.Глушко.
ООО «ForTechLab», Троицк МО

В статье изложены методы построения акустико-эмиссионных систем на основе устройств с интерфейсом USB. На примере измерительных модулей системы «РАНИС» (изготовитель – ООО «ForTechLab», www.e-mission.ru) показано, как можно использовать современные средства беспроводной связи для построения многоуровневых систем с распределенной системой измерений. Приведены примеры технических решений для реализации широких возможностей таких систем.

1. ВВЕДЕНИЕ.

Беспроводная связь всегда вызывала большой интерес у специалистов-практиков, использующих акустико-эмиссионный метод неразрушающего контроля[1] в промышленности, благодаря возможности уменьшить длину соединительных кабелей и тем самым облегчить свою работу.

Развертывание многоканальной акустико-эмиссионной системы требует в общем случае большого количества длинных кабелей для связи датчика и предусилителя с прибором. Общая протяженность кабелей в многоканальной системе может достигать нескольких километров, а вес - нескольких десятков килограмм. Длинный кабель может служить источником паразитных наводок и его легко повредить. Прокладка кабеля и его последующее сматывание после окончания работ требует много времени и в ряде случаев довольно трудоемко, особенно на высотных объектах. Поэтому перспектива избавления от длинных кабелей за счет использования беспроводной связи между источником сигнала и прибором всегда интересовала специалистов.

Последние два десятилетия характеризуются быстрым развитием беспроводных систем связи, в первую очередь, за счет развития мобильной телефонной связи и интернета. В этой статье мы покажем, как можно использовать современные средства беспроводной связи для построения акустико-эмиссионных систем нового поколения на примере системы «РАНИС» с интерфейсом USB.

2. ИНТЕРФЕЙС USB.

Английская аббревиатура USB расшифровывается как universal serial bus (универсальная последовательная шина). Она служит для передачи данных между периферийными устройствами и управляющим контроллером. Обычно контроллер располагается на материнской плате персонального компьютера (ПК).

При разработке стандарта USB преследовалась цель заменить существующие на тот момент интерфейсы (в первую очередь, LPT и COM) ПК для связи с периферийными устройствами. К этим устройствам можно отнести принтеры, мышь, клавиатуру, цифровые камеры, флэш-накопители, внешние диски и многое другое. С уверенностью сказать, что стандарт USB оказался успешным: в мире продано более 6 миллиардов устройств с данным типом интерфейса.

Разработка интерфейса USB началась в 1994 г. с участием 7 крупнейших компаний: Intel, Microsoft, Compaq, DEC, NEC, Nortel. В январе 1996 г. опубликована спецификация USB 1.0. В сентябре 1998 г. появилась исправленная версия USB 1.1, которая получила

широкое распространение. Максимальная скорость передачи данных в этой версии составляет 12 Мбит\сек.

Спецификация USB 2.0 появилась в апреле 2000 г. Эта версия обеспечивает скорость передачи данных до 480 Мбит\сек. В настоящее время большинство устройств работает в рамках этого стандарта.

Наконец, появилась спецификация USB 3.0. Спецификация опубликована в ноябре 2008г. Эта версия предполагает скорость до 5 Гбит\сек. Внедрение нового стандарта уже началось. Можно ожидать широкого распространения устройств с USB 3.0 после 2011 г. Все новые спецификации поддерживают предыдущие версии стандарта.

Преимущества USB хорошо известны. Тип устройства автоматически определяется при подключении устройства к компьютеру, после чего автоматически происходит загрузка необходимого драйвера без участия пользователя. Высокая скорость передачи данных позволяет использовать интерфейс для широкого класса устройств. Кабель USB имеет надежные разъемы и легко подсоединяется к ответному разъему. Процесс передачи данных по шине USB спроектирован таким образом, что практически исключает потери данных при их передаче. Все эти качества обеспечили широкое распространение стандарта по всему миру.

3. БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ USB.

Изначально интерфейс разрабатывался для проводного способа соединения. Широкое распространение беспроводных технологий не могло пройти мимо USB.

В настоящее время беспроводную технику передачи данных USB можно разделить на две группы. Первая группа использует стандарт Certified Wireless USB и обеспечивает связь на расстоянии до 10 метров при скорости передачи данных до 480 Мбит/сек. Другая группа использует стандарт Wi-Fi и может обеспечивать связь на расстояниях в сотни метров и более при скоростях до 150 Мбит/сек с перспективой ускорения до 600 Мбит/сек.

Спецификации Certified Wireless USB были опубликованы в мае 2005 г. Как и при разработке проводного USB инициативная группа состояла из нескольких крупных компаний: Agere Systems (сейчас слилась с LSI Corporation), Hewlett-Packard, Intel, Microsoft, NEC, Philips и Samsung. Эта линия развития использует радио-платформу сверхширокополосной связи UWB (ultrawideband) на основе разработки альянса WiMedia. Одно из основных преимуществ технологии UWB заключается в том, что она не создает помех для других беспроводных технологий, используемых в настоящее время, таких как Wi-Fi, WiMAX и сотовой связи. Благодаря использованию сверхширокополосной модуляции с низкой спектральной плотностью, сигнал как бы "размазывается" по широкому спектру частот. Отсюда вытекают два полезных практических следствия: отсутствие влияния на работу других средств связи и сверхмалое энергопотребление. Основное назначение стандарта – обеспечить беспроводную связь на небольших расстояниях до 10 м, причем прямая видимость не обязательна. Используется полоса частот от 3.1 до 10.6 ГГц при скорости передачи данных от 480 Мбит\сек на расстоянии до 3 м и 110 Мбит\сек на расстоянии до 10 м. Первые работающие USB-устройства появились в середине 2007 г. Устройств со встроенным беспроводным USB пока немного. Однако беспроводные хабы по этой технологии, позволяющие подключать устройства с проводным USB, уже доступны.

На рисунке 1 представлены изделия фирмы IOGEAR: беспроводный хаб и адаптер (GUWH204KIT). Адаптер подключается к обычному компьютерному порту USB и обеспечивает связь с хабом по радио-каналу. В результате компьютер может общаться с устройствами, находящимися в пределах 10 м от компьютера. Устройство поддерживает скорости передачи данных в соответствии со спецификацией USB 2.0.

Рис.1.



Устройства на основе стандарта Wi-Fi позволяют передавать сигнал на существенно большее расстояние. Сравнительные характеристики нескольких беспроводных систем сведены в таблицу 1. Характеристики стандарта Bluetooth включены в таблицу для сравнения, поскольку этот стандарт получил широкое распространение в различных мобильных устройствах.

Табл.1.

Спецификация	Certified Wireless USB	Wi-Fi (IEEE 802.11n)	Wi-Fi (IEEE 802.11g)	Bluetooth 4.0
Рабочие частоты	3.1 ГГц–10.6 ГГц	2.4 GHz/5 GHz,	2.4ГГц	2.4ГГц
Скорость	53 - 480 Мбит\сек	Макс. 600 Мбит\сек, 150Мбит\сек (у продаваемых устройств)	54Мбит\сек	1Мб\сек
Расстояние	10 м	70м 250м	30м (в помещении) 90м(на открытом воздухе)	До 100м
Стандарт	Май 2005	Сентябрь 2009	Июнь 2003	Декабрь 2009

Wi-Fi продолжает развиваться, поэтому в таблицу включены две последние версии стандарта.

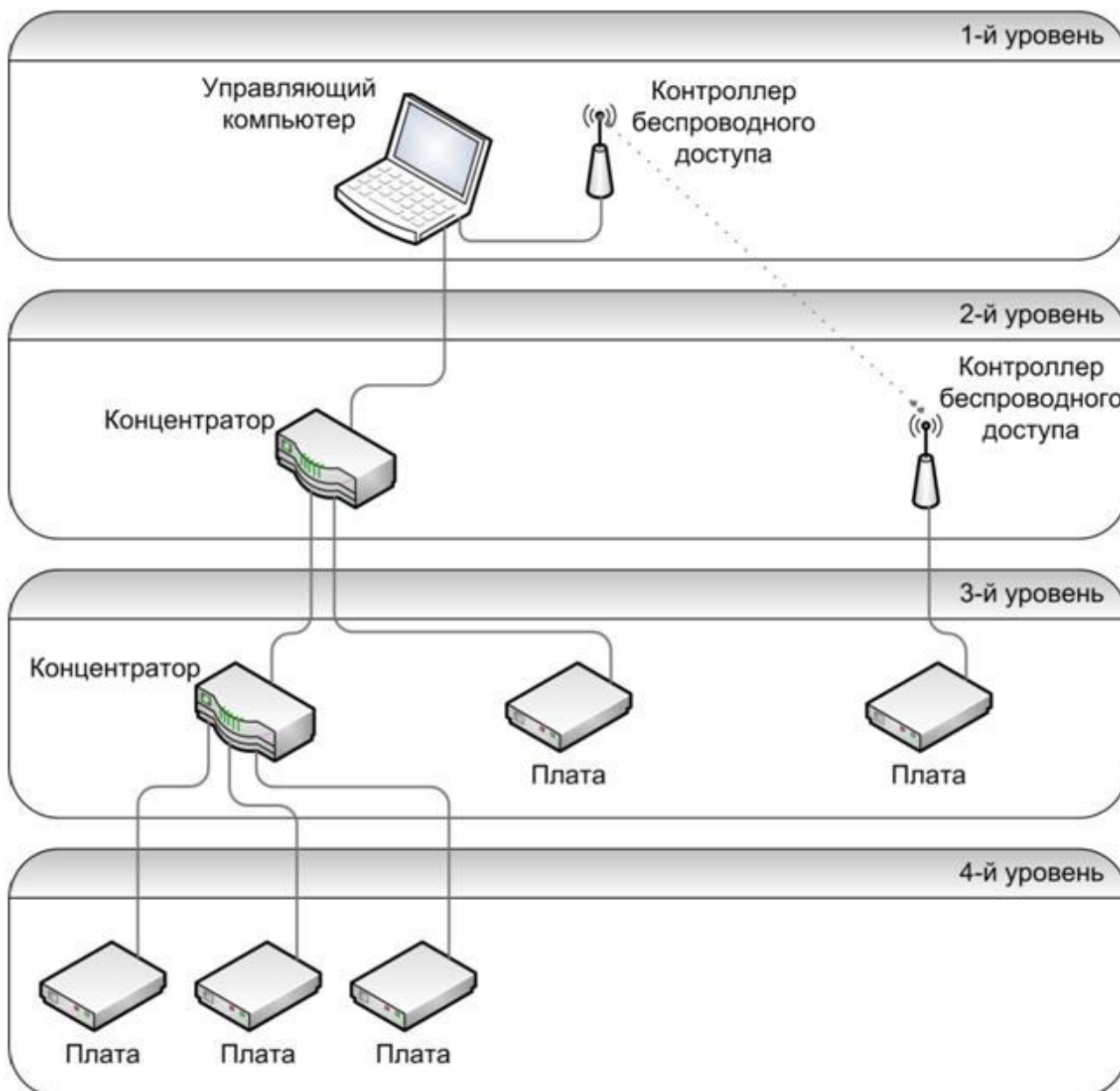
Из таблицы видно, что стандарты Wi-Fi и Certified Wireless USB выигрывают у Bluetooth по скорости передачи данных. Последняя версия стандарта Wi-Fi способна обеспечить связь на больших расстояниях, при этом немного уступает по скорости передачи данных на этот момент. Указанные в таблице цифры для дальности связи носят приблизительный характер. Подробнее вопрос о дальности связи в стандарте Wi-Fi будет обсуждаться в разделе «Техника передачи данных на большие расстояния».

4. МНОГОУРОВНЕВАЯ АРХИТЕКТУРА АКУСТИКО-ЭМИССИОННОЙ СИСТЕМЫ «РАНИС».

При традиционной архитектуре акустико-эмиссионной системы одноканальные или многоканальные платы объединяются через общую параллельную шину. Шина может быть как стандартной компьютерной, например PCI, PCI-express, так и собственной разработки. Шина работает под управлением контроллера, который выполняет арбитраж между платами, сбор данных, упаковку в выходной буфер и передачу данных в процессор компьютера, где с помощью специализированного ПО выполняется окончательный анализ и представление данных в удобном для пользователя виде. Передача данных выполняется через компьютерную шину, либо с помощью отдельного интерфейса между прибором и компьютером. В качестве интерфейса может быть использован стандарт USB, ETHERNET, FIREFIRE и другие.

Нами предлагается другой тип архитектуры на основе интерфейса USB и концентраторов USB, которые заменяют традиционную параллельную шину.

Рис.2.



Акустико-эмиссионные системы РАНИС используют многоуровневую топологию типа «звезда» (рис.2). Отдельная 4-канальная плата с интерфейсом USB является базовым элементом системы и представляет собой законченный автономный прибор для регистрации и анализа акустико-эмиссионных сигналов. К входным каналам каждой платы подключаются акустико-эмиссионные датчики (на рисунке не показаны).

Роль параллельной шины здесь выполняют концентраторы, которые позволяют объединить поток данных от нескольких плат в единый поток через последовательную шину. Все части системы соединяются с помощью стандартных кабелей USB. Потoki данных от нескольких концентраторов также, в свою очередь, могут быть объединены с помощью концентратора следующего уровня. Передача данных от концентратора к компьютеру может осуществляться как по кабелю, так и беспроводным способом. Подчеркнем, что допускается одновременное использование проводной и беспроводной связи внутри единой системы при использовании стандартных плат системы «РАНИС».

Для синхронной работы всех плат в системе у каждой из плат есть синхронизирующие вход и выход. Синхронизация плат системы «РАНИС» возможна как проводным, так и беспроводным методом. При проводном методе соединения платы соединяются между собой по цепочке, позволяя построить протяженную распределенную систему акустико-эмиссионного контроля. Межплатная синхронизация выполняется при необходимости развертывания сетки регистрации сигналов, состоящей из более чем 4-х датчиков. Возможна частичная синхронизация внутри компактных групп датчиков при ее отсутствии между группами, что обеспечивает дополнительную гибкость системе измерений.

Предложенная топология акустико-эмиссионной системы имеет ряд экономических и технических преимуществ:

1. На основе единой базовой платы можно построить как проводную, так и беспроводную систему.
2. Объединение отдельных систем в единый комплекс производится «безотверточным» способом – с помощью кабелей и концентраторов.
3. Возможно использование отдельных малоканальных АЭ-систем для одновременного контроля небольших объектов, расположенных на значительном удалении друг от друга.
4. Возможно оперативное объединение отдельных малоканальных АЭ-систем в единый комплекс для тестирования крупного объекта.

Преимущества беспроводной связи также довольно очевидны:

- 1) Отпадает необходимость монтажа соединительных кабелей.
- 2) Уменьшается количество соединительных контактов, что повышает надежность системы.
- 3) В случае тестирования опасных объектов (в принципе, каждый объект, который нагружается пневматическим способом, можно считать опасным) можно расположить регистрирующий блок системы в непосредственной близости от контролируемого объекта, в то время как управляющий компьютер может находиться на значительном удалении от контролируемого объекта, благодаря чему обеспечивается безопасность оператора.
- 4) Установка регистрирующего блока системы в непосредственной близости от контролируемого объекта позволяет значительно уменьшить длину кабелей, соединяющих регистрирующий блок и преусилители системы, что положительно скажется как на массогабаритных характеристиках системы, так и на скорости подготовки системы к началу контроля объекта.

5. ТЕХНИКА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ.

В этом разделе мы расскажем о технических решениях, которые могут быть использованы при построении акустико-эмиссионных систем на основе архитектуры USB.

Наибольший интерес представляет вопрос о максимально возможном расстоянии между управляющим компьютером и измерительным блоком. Например, иногда для обеспечения безопасности, оператору необходимо расположиться в защищенном помещении вместе с управляющим компьютером, в то время как измерительный блок можно оставить ближе к исследуемому объекту для минимизации длины кабелей в измерительном тракте. Спецификация USB определяет максимальную длину кабеля – 5 м. При проводном соединении это ограничение преодолевается с помощью удлинителя USB. Фирмой ICRON разработаны удлинители, которые могут использовать для соединения стандартную медную витую пару Cat.5 (например, модель ICRON Ranger 2204, рис.3) или оптоволоконный кабель (модель ICRON USB Ranger 2244), рис.4.

Рис.3. Рис.4.



Схема подключения показана на рис.5. При использовании витой пары дальность соединения достигает 100 м. Использование оптического волокна позволяет увеличить дальность до 10 км.

Рис.5.



USB Ranger 2244 предоставляет собой 4-х портовый хаб (концентратор) со скоростью соединения до 480 Мбит\сек. Устройство использует дуплексный кабель с одномодовым оптическим волокном с соединителем типа LC (рис. 4). При использовании менее дорогого многомодового волокна дальность снижается до 500 м.

Подчеркнем, что использование оптоволоконного удлинителя позволяет строить измерительные системы на протяженных объектах типа трубопроводов с длиной исследуемого участка до 10 км. Обычные акустико-эмиссионные системы с классической архитектурой обычно ограничены величиной около 600 м из-за ограничения на максимальную длину сигнального кабеля.

Задачи беспроводной связи решаются с помощью беспроводных хабов. Частотный диапазон 2400 - 2483,5 МГц, который использует стандарт Wi-Fi, разрешен для использования и не требует лицензирования при условии, что мощность передатчика не превышает 100 мВт.

Фирма ICRON предлагает беспроводный хаб WiRanger (рис.6), который использует стандарт Wi-Fi 802.11g. Дальность передачи достигает 30 м. Поддерживает спецификацию USB 2.0. и обеспечивает пропускную способность до 54 Мбит\сек. Переход на стандарт 802.11g должен увеличить скорость и дальность передачи.

Рис.6.



На рис.7 представлена схема использования беспроводного хаба на примере устройств фирмы ICRON.

Рис.7.



Дальность связи зависит от ряда условий. В первую очередь необходимо обеспечить прямую видимость между антеннами взаимодействующих устройств.

Дальность связи в таблице 1 указана для мощностей передатчика ниже 100 мВт. Увеличение мощности передатчика увеличивает дальность передачи. В качестве примера можно упомянуть проект развития дальнедействующей связи типа «точка-к-точке» для развивающихся стран, который реализуется в Калифорнийском Университете в Беркли. Действующие сети, созданные в рамках этого проекта, имеют дальность связи до 30 км. Эти дальности достигнуты за счет использования мощных передатчиков и эффективных направленных антенн. Рядом фирм производятся компактные антенные усилители, которые позволяют увеличить мощность передачи до 0.5-2 Вт. Пример такого устройства представлен на рис.8.

Рис.8.



В России для увеличения мощности передатчика Wi-Fi выше 100 мВт требуется специальное разрешение, поэтому удобнее повысить эффективность приема-передачи за счет использования направленной антенны. Использование антенн с усилением до 20 дБ позволяет увеличить дальность связи в несколько раз. Есть сообщения об установлении надежной связи на расстояниях до нескольких километров с использованием компактных параболических антенн.

7. ВЫВОДЫ

Показано, что при использовании измерительных модулей с интерфейсом USB можно построить сложную разветвленную систему, используя стандартное, серийно выпускаемое, USB-оборудование. В случае необходимости, проводной удлинитель USB может обеспечить связь на расстояниях до 10 км. Дальность беспроводной связи зависит от ряда условий и в случае прямой видимости система может работать на расстояниях от 30 м до нескольких км при мощности передатчика до 100 мВт. При использовании измерительных блоков системы РАНИС возможно построение систем с одновременным использованием проводной и беспроводной связи.

Литература:

1. Неразрушающий контроль: Справочник: в 7 т. Под общ. ред. Клюева В.В. Т.7: в 2 кн. Кн.1: Иванов В.И., Власов И.Э. Метод акустической эмиссии. – М.: Машиностроение, 2005. – 829 с.