



Современное положение дел в сетях: доступность оборудования 10GBASET и перспективы медных сред передачи

В нашей жизни нужно уметь ждать, но слишком продолжительное ожидание тоже вредно. За примерами далеко ходить не надо – взять хотя бы сетевое оборудование 10GBASE-T. Стандарт на приложения 10GBASE-T¹ был опубликован без малого шесть лет назад, но по сию пору разговоры о массовых продажах такого активного оборудования остаются разговорами. Из-за этого, кстати, распространилось совершенно ложное представление о том, что 10GBASE-T – потолок возможностей для среды передачи на основе медной витой пары и соответствующего сетевого оборудования. Дескать, выше этой планки все равно не прыгнуть...

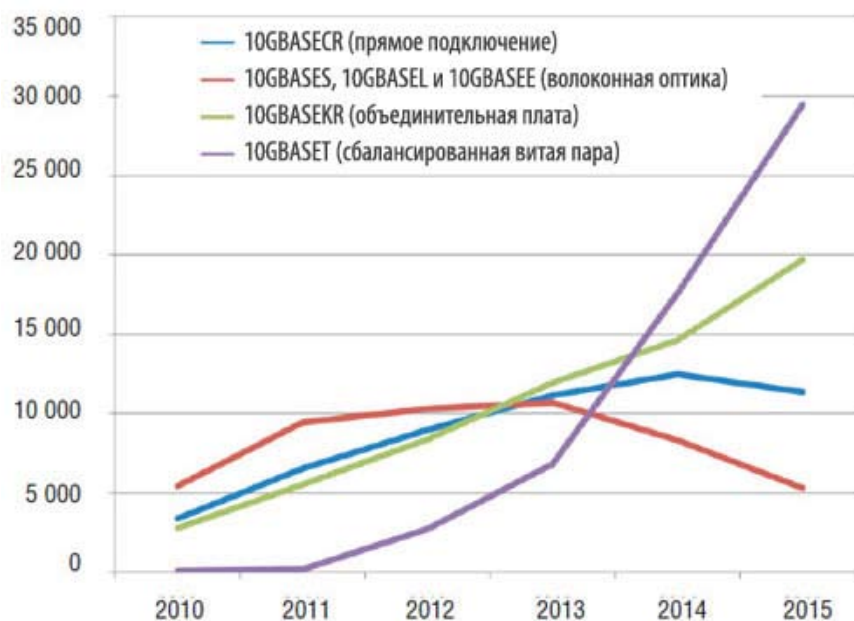
На самом деле столь продолжительное ожидание объясняется общемировым экономическим спадом. Стремление к экономии привело к тому, что технологию стали дорабатывать ради повышения энергоэффективности, и изменения были столь значительны, что решить все технические вопросы и достичь желаемого значения параметров удалось только в 2012 году. Зато теперь к внедрению решений 10GBASE-T препятствий нет.

В брошюре, предлагаемой вашему вниманию, развенчиваются многие мифы, касающиеся технологии 10GBASE-T и вопросов дальнейшего применения медной витой пары для приложений Ethernet.

Активное сетевое оборудование 10GBASET уже доступно, и скорости, с которыми оно внедряется на объектах, постоянно растут.

Поначалу процесс тормозился, поскольку оборудование требовало слишком много энергии. Однако теперь приложения 10GBASET обслуживаются новыми чипами, передающими поток битов (имеется в виду протокол физического уровня, также обозначаемый «PHY»). В них используется новая технология литографии (точнее говоря, нанолитографии, поскольку размер объектов составляет порядка 40 нм), которая позволяет существенно снизить потребление энергии, уменьшить размеры чипов, удешевить производственные процессы. Благодаря этому в 2012 году ожидается существенный скачок в признании и распространении технологий 10GBASET. По разным оценкам, всего за год появится как минимум 20 новых платформ (сетевые коммутаторы, сервера, сетевые карты) со встроенной поддержкой 10GBASET за счет использования новых устройств физического уровня PHY, и перед ними больше не будет препятствий к широкому распространению на рынке. Аналитики из The Linley Group² недавно опубликовали отчет о маркетинговом исследовании, в котором прогнозируют суммарные продажи в 2012 году 2.7 миллионов портов 10GBASET PHY. Скачок в сравнении с 2011 годом весьма резкий – тогда было продано лишь 182 тысячи портов. Тенденции, отображенные на Рисунке 1, соответствуют прогнозам The Linley Group для разных типов приложений Ethernet 10 Гбит/с на ближайшие годы. Обратите внимание: предполагается, что в 2014 году приложения 10GBASET займут доминирующее положение на рынке. Рост популярности приложений, показанный на Рисунке 1, хорошо соотносится с накопленной статистикой по распространению предыдущих приложений Ethernet. Оптические сетевые интерфейсы развиваются раньше медных, однако вскоре медь догоняет оптику и многократно превышает оптические среды по количеству установленных портов.

Рисунок 1. Прогнозируемое распространение приложений Ethernet 10 Гбит/с



Технология 10GBASET и медная сбалансированная витая пара предлагают уникальные преимущества в сравнении с другими вариантами 10-гигабитного Ethernet.

Благодаря тому, что новые поколения чипов и устройств PHY 40 нм позволили удешевить производство и улучшить положение с энергопотреблением и отводом тепла (а в 2013 ожидается дальнейший прогресс и выход на рынок еще более экономичных устройств 28 нм), проектировщики и владельцы центров обработки данных могут грамотно вложить свои средства и воспользоваться всеми преимуществами технологии 10GBASET:

- способностью совместно работать с предыдущими поколениями Ethernet, использующими не такую высокую скорость – функция авто-согласования это допускает
- простотой монтажа кабельных систем на основе медной сбалансированной витой пары – используются привычные компоненты и коннекторные интерфейсы
- гибкостью структурированных кабельных систем и традиционной топологией с расстояниями до 100 м и максимум 4-мя коннекторами в канале – что поддерживает возможность вносить в систему изменения и дополнения, как в локальных сетях, так и в среде центров обработки данных
- способностью поддерживать подачу питания по Ethernet (приложения PoE и PoE Plus)

Взаимная совместимость с прежним оборудованием Ethernet и использование функции авто-согласования чрезвычайно важны, поскольку позволяют при необходимости расширять существующие центры обработки данных и делать это постепенно, поэтапно. В оптических системах Ethernet, не обладающих функцией авто-согласования, или в системах SFP+, использующих прямое подключение, для расширения пришлось бы затевать радикальное обновление и менять все сервера и сетевые коммутаторы на новые 10-гигабитные модели. В отличие от таких систем, сетевое оборудование 10GBASE-T поддерживает и передачу на скорости 10 Гбит/с для обмена информацией с новыми серверами, и 1 Гбит/с



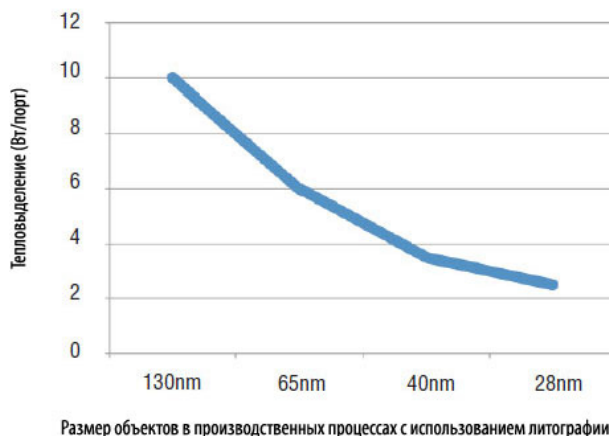
(и даже медленнее) для связи с оборудованием предыдущих поколений. В этом случае центры обработки данных постепенно готовятся к переходу на более высокие скорости, устанавливая более производительные сетевые коммутаторы до того, как начнется замена серверов. Сетевой коммутатор 10GBASET одинаково успешно работает и с серверами 1 Гбит/с, и с оборудованием 100 Мбит/с, и позволяет в любой момент ввести в сеть новые 10-гигабитные сервера, как только это будет необходимо.

Еще одним важным фактором в признании и распространении приложений 10GBASET станет внедрение чипов LOM (LAN on Motherboard), использующих специальную технологию, когда сетевой интерфейс встраивается непосредственно в материнскую плату. Технология должна быть представлена, начиная с середины 2012 года. Такие устройства позволят не только производителям коммутаторов, но и производителям серверов воспользоваться всеми преимуществами функции авто-согласования. Влияние подобного изменения очень велико, ведь впервые в истории сервера будут поступать с преконфигурированными настройками Ethernet на 100 Мбит/с, 1 или 10 Гбит/с, выбираемыми автоматически в зависимости от возможностей сетевого оборудования на другом конце. Владельцы систем и управляющие в центрах обработки данных заинтересованы в том, чтобы инфраструктура была готова к установке таких серверов, и именно сетевые коммутаторы 10GBASET позволяют добиться этого, гарантируя впоследствии максимальную эффективность работы подключенного 10-гигабитного оборудования.

Энергопотребление оборудования 10GBASET PHY приведено в приемлемые рамки.

Тепловыделение в устройствах 10GBASET было детально изучено; его удалось существенно уменьшить с той поры, когда технология была впервые описана в стандарте IEEE 802.3 в 2006 году. Первые устройства PHY изготавливались на производствах при помощи литографических методов, предусматривающих размеры объектов порядка 130 нм. Тепловыделение при этом составляло около 10 Вт на каждый порт. Для сравнения, нанолитография 40 нм позволила добиться того, что каждый порт выделяет менее 4 Вт тепла. Предполагается, что устройства 28 нм, ожидаемые в 2013 году, будут выделять тепловую энергию не более 2.5 Вт на порт, и это весьма впечатляющее достижение. Рисунок 2 отображает подобные тенденции:

Рисунок 2. Тепловыделение портов 10GBASET



Дальнейшее снижение тепловыделение в устройствах 10GBASET может произойти за счет двух специально разработанных протоколов.

В дополнение к усовершенствованиям, которые стали возможны благодаря развитию полупроводниковой схемотехники, системы BASET в целом и системы 10GBASET в частности могут применять специальные алгоритмы, основанные на стандартах и разработанные для того, чтобы «проредить» сетевой трафик и за счет этого добиться дальнейшего снижения тепловыделения. Можно значительно увеличить эффективность работы сетевого оборудования, если иначе управлять им во время простоя, причем продолжительность такого режима ожидания может быть как большой, так и очень маленькой.

Для этого специалисты из объединения Advanced Manageability Alliance предложили новый сетевой стандарт WakeonLAN (WoL). Он подразумевает, что сетевое оборудование (например, сервер) может находиться в «спящем» режиме, пока не получит по сети специальный «пробуждающий» сигнал, так называемый «волшебный пакет». В спящем режиме сетевая карта сервера или другого устройства потребляет очень мало энергии и, соответственно, тепловыделение невелико. Но при этом устройство не выключено полностью и в любой момент готово «проснуться» по сигналу «волшебного пакета». Как только такой пакет получен, сервер переходит в штатный рабочий режим. На «пробуждение» устройству WoL обычно требуется несколько десятков секунд, поэтому наибольшая экономия энергии достигается при длительном простое, и стратегия управления питанием должна это учитывать. Такой режим выгоден по ночам и в другие продолжительные периоды, когда активности нет. Даже в самых интенсивно используемых центрах обработки данных всегда есть периоды, когда требуется задействовать лишь часть вычислительных мощностей – это естественное следствие построения ЦОД с запасом, рассчитанным на удовлетворение пиковых нагрузок, скачков в зависимости от времени суток, дня недели и времени года. Это логично, ведь потребности пользователей в принципе невозможно сделать однородными и подчинить какому-то жесткому расписанию. Технология WoL позволяет добиться потрясающей экономии именно за счет неоднородности нагрузок. Даже если начать переводить в спящий режим всего один сервер, для рабочего режима которого характерно тепловыделение в 500 Вт, удастся сэкономить гораздо больше, чем можно получить за счет замены сотен трансиверов на более экономичные варианты. При этом нужно помнить, что системы 10 Гбит/с, реализованные по волоконной оптике или за счет прямого подключения SFP+, на сегодняшний день

не могут поддерживать стандарт WoL и потому в любой момент времени потребляют максимальную мощность, а значит, выделяют максимальные количества тепла. Метод WoL применим только в системах 10GBASET, и в них он позволяет добиться существенного снижения энергопотребления в ЦОД.

Стандарт WoL создавался в расчете на длительные периоды простоя. Для того же, чтобы учесть кратковременные скачки в уровне использования, характерные для сетевого трафика, разработана другая технология – EEE, Energy Efficient Ethernet³. Обычный трафик Ethernet всегда содержит большое количество относительно коротких пауз; их продолжительность может варьироваться от тысячных до миллионных долей секунды. Раньше паузы заполнялись «холостой» информацией, сигналами, не несущими никакой смысловой нагрузки. Единственная польза от них состоит в том, что они самим фактом своего существования позволяют поддерживать синхронизацию между трансиверами. Алгоритм EEE заменяет эти «холостые» сигналы на режим простоя с низким энергопотреблением – режим Low Power Idle, LPI. В этом режиме тепловыделение оборудования очень невелико.

Чтобы режим LPI можно было использовать во время кратких пауз в передаче сетевой информации, нужны новые типы сигнализации, предусматривающие отправку по линии не только целевых сигналов, но и управляющих команд к станции и от нее. Когда оборудование находится в режиме LPI, для поддержания параметров приемника используется сигнал обновления – он влияет на блокировку, коэффициенты корректора и подавителя, силу тока. Чрезвычайно важно, чтобы переход из режима LPI в активный занимал мало времени. Обычно продолжительность перехода из активного состояния в режим с низким энергопотреблением и обратно укладывается в три микросекунды, а значит, использование стандарта EEE очень незначительно влияет на задержки в сети – латентность почти не меняется. В результате экономия энергии на трансивере, использующем алгоритм EEE, может составлять от 50% до 90% в зависимости от объемов передаваемых данных. К примеру, трансивер 10GBASET, изготовленный по технологии литографии 28 нм, в активном режиме имеет тепловыделение порядка 1.5 Вт на порт (длина сегмента 30 м), а при использовании EEE эта величина уменьшается до 750 мВт – это данные для среднестатистического сетевого трафика. Более того, ожидается, что применение в коммутаторах и контроллерах Ethernet оптимизации EEE на си-

стемном уровне позволит добиться еще большей экономии, чем оптимизация EEE только в трансиверах, поскольку это влияет на энергопотребление сетевого коммутатора или сервера как целого – не забывайте, что суммарное энергопотребление в расчете на порт более чем вдвое превышает потребление, рассчитанное только через трансиверы, даже если взять их предыдущее поколение.

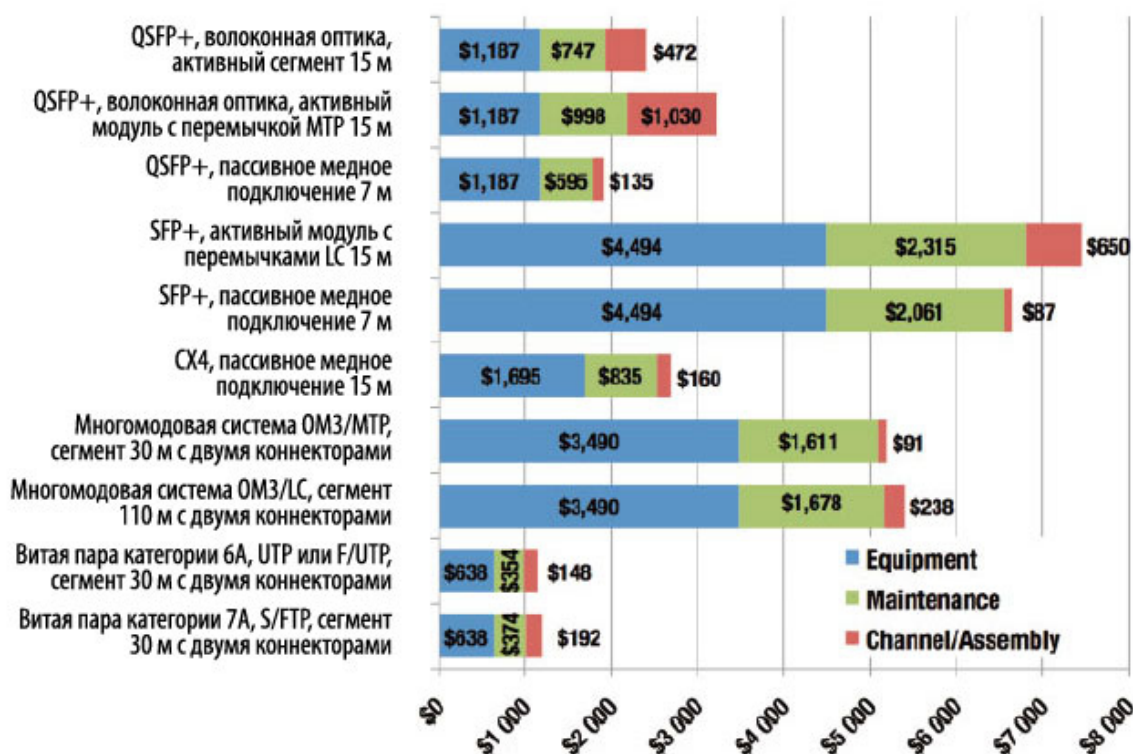
Режим Short Reach для коротких расстояний – это еще один способ добиться уменьшения тепловыделения в устройствах 10GBASET.

Устройства 10GBASET PHY обладают еще одной функцией, которая поможет существенно снизить выделение тепла – это способность автоматически определять длину канала между парными трансиверами. Если канал короче ста метров, трансиверы 10GBASET могут уменьшать тепловыделение, по-прежнему обеспечивая приемлемый уровень битовых ошибок (BER), в полном соответствии с требованиями стандарта. Так называемый режим Short Reach позволяет воспользоваться тем, что отношение сигнал/шум в коротких каналах выше, чем в длинных, поскольку затухание меньше. Это позволяет тратить меньше мощности на передачу сигналов, а значит, и тепловыделение будет ниже, и разница весьма существенна. Например, сигнал на входе в приемник после 10-метрового канала будет гораздо сильнее, чем после 100-метрового, а значит, его мощность можно понизить без сколько-нибудь значимого возрастания количества битовых ошибок. Распространено ошибочное мнение, что режим Short Reach включается только на рубеже 30 метров и жестко привязан к длине канала. На самом деле этот режим гибко подстраивается под расстояние; соответственно, и тепловыделение меняется так же гибко, в зависимости от длины.

В режиме Short Reach уменьшается не только мощность передаваемого сигнала, но и количество фильтров, необходимых для экранирования и коррекции частотной характеристики – соответствующие внутренние схемы в устройстве можно отключать. К примеру, трансивер, подключенный к каналу длиной 100 м, выделяет 3.5 Вт тепла, в то время как в 30-метровом канале эта величина уменьшится до 2.5 Вт, а в 10-метровом составит менее 2 Вт. Большинство новых центров обработки данных используют расстояния заведомо меньше, чем 100 м, а значит, применение этой возможности даст им существенную выгоду.

Технология 10GBASET – наиболее эффективная из всех вариантов приложений 10-гигабитного Ethernet.

Расстояние доступа, энергопотребление и обратная совместимость по-прежнему важны и влияют на выбор среды передачи, однако большинство проектировщиков отмечают, что решающее влияние на принимаемое решение оказывает цена. Технология 10GBASET предлагает самые выгодные и гибкие в ценовом отношении решения и приложения 10 Гбит/с. На Рисунке 3 показаны затраты на само активное оборудование в расчете на порт (синий цвет), на его годовое обслуживание (зеленый цвет) и на канал в кабельной среде передачи (красный цвет) для различных типов 10-гигабитных приложений и расстояний, характерных для реально существующих центров обработки данных. Как видите, самый экономически привлекательный вариант реализации приложений 10 Гбит/с – сетевое оборудование 10GBASE-T в сочетании со сбалансированной медной витой парой: неэкранированной (UTP) или экранированной (F/UTP) системой категории 6A либо системой категории 7A с индивидуальным экранированием пар (S/FTP). К точно такому же заключению можно прийти и в результате расчетов для каналов и соответствующих подключений активного оборудования в горизонтальной подсистеме, с типичными для нее расстояниями и средами передачи. Именно ценовые преимущества будут способствовать быстрому распространению 10GBASET, начиная с 2012 года.



В кабельной среде медной витой пары растет интерес и к приложениям свыше 10 Гбит/с.

Самый серьезный аргумент в пользу светлого будущего для приложений Ethernet BASE-T – постоянный рост спроса на кабельные системы следующего поколения, заведомо превосходящие сегодняшние потребности. Такие системы созданы для поддержки в среде сбалансированной витой пары приложений, которые придут уже после 10GBASE-T.

Приложения Ethernet, используемые в магистрали и в ядре в центрах обработки данных, всегда со временем распространяются и на горизонтальные подсистемы, и на периферийные участки ЦОД. Поэтому вполне логично предположить, что следующим шагом станет поддержка в среде сбалансированной витой пары приложений 40 Гбит/с – это вытекает из требований IEEE 802.3ba⁴ на объединительные платы, поддерживающие 40-гигабитный Ethernet, и из спецификаций на волоконно-оптические сетевые устройства. Подобные тенденции сегодня подтверждаются тем, что организации по стандартизации (ISO/IEC и TIA) прикладывают колоссальные усилия по продвижению отрасли вперед, по развитию будущих систем Ethernet на основе медных сред и финансированию исследований, связанных с разработкой спецификаций на кабельные системы нового поколения, способные поддерживать 40-гигабитные приложения.

Комитет ISO/IEC не так давно запустил проект по разработке нового стандарта, предварительно озаглавленного как «Руководство ISO/IEC 118019x для сбалансированных кабельных систем, предназначенных для поддержки передачи данных со скоростью не менее 40 Гбит/с». Предполагается, что в стандарте будут предусмотрены две части – он будет описывать возможности как существующих каналов, совместимых с требованиями ISO/IEC 11801, так и каналов с улучшенными характеристиками и большей пропускной способностью. Комитет TIA сейчас работает над проектом под названием «Спецификации на 100-омные кабельные системы нового поколения». Предполагается, что этот документ будет опубликован как приложение 1 к стандарту ANSI/TIA568C.2. Столь масштабные исследовательские работы дополнительно подтверждают интерес и перспективы приложений BASE-T в среде медной сбалансированной витой пары.



Категория 6A / Класс EA,
экранированная витая пара (F/UTP)



Категория 6A / Класс EA,
неэкранированная витая пара UTP



Категория 7A / Класс FA,
индивидуальное экранирование пар
(S/FTP)

Приложения 10GBASE-T стоят того, что их так долго ждали. Хотя медные системы на основе витой пары, способные поддерживать 10-гигабитный Ethernet, доступны уже продолжительное время, появления на рынке активного оборудования 10GBASE-T пришлось довольно долго ждать. Но теперь ожидание закончилось! Сетевое оборудование 10GBASE-T предлагает максимальную гибкость и доступность среди всех вариантов 10-гигабитных систем в медной среде и может служить привлекательной альтернативой 10-гигабитным волоконно-оптическим решениям в тех случаях, когда расстояния укладываются в пределы 100 м. Те центры обработки данных и владельцы локальных сетей, кто предусмотрительно установил себе медные системы, способные поддерживать Ethernet 10 Гбит/с, получают существенную отдачу от своих вложений и смогут сразу воспользоваться функциями авто-согласования и экономии электроэнергии, характерными для технологии 10GBASE-T. Они могут постепенно переходить на сетевые коммутаторы и сервера нового поколения, добиваясь более высокой эффективности, причем начинать переход можно уже в этом году. А вот всем остальным придется крепко задуматься...

Ссылки на источники:

¹ IEEE 802.3at™, «IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications Amendment 1: Physical Layer and Management Parameters for 10 Gb/s Operation, Type 10GBASE-T», September 2006

² The Linley Group, «A Guide Ethernet Switch and PHY Chips», December 2011

³ IEEE 802.3az™, «IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications Amendment 5: Media Access Control Parameters, Physical Layers, and Management Parameters for Energy Efficient Ethernet», October 2010

⁴ IEEE 802.3ba™, «IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications Amendment 4: Media Access Control Parameters, Physical Layers, and Management Parameters for 40 Gb/s and 100 Gb/s Operation», June 2010

Об авторах:

Рон Кейтс (Ron Cates) – вице-президент по маркетингу и сетевому оборудованию в компании PLX Technology, занимающей лидерские позиции на рынке трансиверов 10GBASE-T. До перехода на работу в компанию PLX Рон занимал пост вице-президента и генерального директора подразделения Mindspeed Technologies, отвечающего за оборудование для глобальных сетей. Этот специалист имеет более чем 30-летний опыт работы в полупроводниковой отрасли, обладает степенями BSEE и MSEE, полученными в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе, и степенью MBA, полученной в Государственном университете Сан-Диего. Адрес электронной почты: rcates@plxtech.com.



Валери Маргуйр (Valerie Maguire) обладает степенью BSEE, полученной в Университете Коннектикута, и занимает должность ведущего инженера по поддержке общемировых продаж в компании Siemon, признанном международном производителе медных и волоконно-оптических кабельных систем с самыми высокими характеристиками. Валери занимает несколько важных постов в комитетах разработчиков стандартов, в том числе комитете TR42 (Telecommunications Cabling Systems Engineering Committee) и рабочей группе IEEE 802.3 (Ethernet Working Group). Кроме того, ее авторству принадлежит более 45 технических статей и опубликованных докладов на инженерные темы; она держатель патента на изобретение, официально зарегистрированное в США, а в 2008 году ей была присуждена престижная награда – премия Гарри Пфистера за особые достижения в телекоммуникационной отрасли. Адрес электронной почты: valerie_maguire@siemon.com.

**О компании Siemon**

Созданная в 1903 году, компания Siemon является лидером отрасли и специализируется на разработке и производстве высококачественных и высокопроизводительных структурированных кабельных решений для телекоммуникационных сетей любой сложности. Штаб-квартира Siemon расположена в штате Коннектикут, США, при этом компания располагает представительствами во всех частях света, имеет производственные комплексы и поддерживает сеть партнеров в разных странах мира. Компания Siemon предлагает полный спектр решений для медных кабельных систем на основе неэкранированной и экранированной витой пары категории 5е, категории 6 (Класса E), дополненной категории 6 – категории 6A (Класса E_A), категорий 7/7A (Классов F/F_A), а также одномодовые и многомодовые волоконно-оптические кабельные системы. Компания имеет свыше 400 патентов на разработки в области структурированных кабельных систем, от коммутационных шнуров до патч-панелей. Лаборатории Siemon Labs вкладывают большие средства в научные исследования и конструкторские разработки, развивают телекоммуникационные стандарты, обращая особое внимание на выполнение долгосрочных обязательств компании перед заказчиками и телекоммуникационной промышленностью в целом.

www.siemon.com

Siemon в Твиттере: <http://twitter.com/siemoncabling/>
Siemon в Facebook: <http://www.siemon.com/go/facebook>
Siemon на YouTube: <http://www.youtube.com/SiemonNetworkCabling>

**О компании PLX**

Корпорация PLX Technology, Inc. (NASDAQ: PLXT) расположена в Калифорнии, США, в городе Саннивейл, и занимает позиции лидирующего глобального поставщика высокоскоростных полупроводниковых устройств, соответствующих требованиям основных телекоммуникационных стандартов, включая PCI Express, Ethernet и USB. Изначально ориентированная на рынок облачных решений в среде центров обработки данных, компания разрабатывает инновационные решения на основе кремниевых микросхем, которые в сочетании со специально оптимизированным программным обеспечением позволяют максимально удовлетворить специфические требования заказчиков и гарантировать взаимную совместимость оборудования и высочайшие характеристики.

www.plxtech.com

PLX в Твиттере: http://twitter.com/PLX_Technology
PLX в сети Facebook: <http://www.facebook.com/plxtech>
PLX на YouTube: <http://www.youtube.com/plxtech>