

No New Wires

МУЛЬТИМЕДИЯ ИЗ РОЗЕТКИ

СЕРГЕЙ ЛЕОНОВ

«Интернет из розетки» мы упоминали уже не раз, а Евгений Козловский даже как-то описывал свой опыт работы с этими устройствами. Но время идет, технологии меняются, и скорость передачи информации по электропроводке неуклонно растет. На последней выставке CeBIT все производители «Интернета из розетки» демонстрировали устройства с заявленной скоростью 200 Мбит/с, что на словах соответствует проводному 100-мегабитному Интернету в дуплексе и даже лучше, потому как в проводном Ethernet входящий и исходящий каналы независимы (каждый имеет лимит скорости 100 Мбит/с), а для «розеточной» связи цифра в 200 Мбит/с декларируется как суммарная для входящего и исходящего потоков (при отсутствии трафика в одном из направлений все 200 Мбит/с пропускной способности теоретически могут использоваться потоком другого направления). Посмотрим, насколько эти заявления близки к реальности.

Cегодня в наших тестах принимают участие сразу три устройства стандарта HomePlug AV — ZyXEL PLA-400 (мост HomePlug AV — Ethernet, один порт [1]), ZyXEL PLA-470 (маршрутизатор с адаптером HomePlug AV, четыре Ethernet-порта [2]) и ZyXEL NBG-318s (маршрутизатор с адаптером HomePlug AV и адаптером WiFi, четыре Ethernet-порта [3]). HomePlug AV — уже третья версия устройств стандарта HomePlug (после 1.0 и Turbo). Аббревиатура AV указывает на мультимедийную ориентацию — передачу по электрическим проводам ау-

траиваемых моделей собран на отдельной «дочерней» плате, платы эти разные, хотя схемотехника, касающаяся работы с электропроводкой, одинакова.

Установка адаптеров-мостов проста до безобразия — включить в Ethernet и в электрическую розетку (шнур с двухпроводной вилкой прилагается), и, собственно, все. Это если стоят заводские установки и не изменялось имя сети (имеется в виду не имя рабочей группы или домена, а буквенно-цифровой идентификатор группы устройств HomePlug, позволяющий создавать на одном физическом сег-

менте). Проще говоря, сетевая синусоида модулируется высокочастотным сигналом в виде кадров-пакетов. В выделенной полосе (1,8–30 МГц) располагаются 1155 несущих частот с шагом 24,4 кГц [5]. Каждая из них модулируется по амплитуде и фазе и может нести от одного до десяти информационных бит (соответственно получается модуляция от BPSK до 1024 QAM). Кадры повторяются с привязкой к синусоиде электросети, один на каждые два периода (таким образом, для 50 и 60 Гц частота кадров разная, но она компенсируется разной же их дли-



дио/видеоконтента в реальном времени, причем не только для стандартного ТВ, но и для HD. Функции маршрутизации и WiFi нас в данном обзоре не особо интересуют — есть, и хорошо. Хотя нужно отметить способность NBG-318s использовать «электрический» порт как WAN-интерфейс, то есть работать в качестве клиента, если в вашем доме действует провайдер, раздающий Интернет по электрической сети именно в этом стандарте. Что же касается входящих во все три устройства адаптеров HomePlug AV, то они построены на одной и той же базе, а именно — на чипсете производства компании InTellon (чей слоган я и вынес в заголовок) INT6000 (www.intellon.com/pdfs/INT6000_Product_Brief.pdf, [4]). Несмотря на то что адаптер у всех рассма-

тывается несколько логических подсетей). Имя это можно настроить через прилагаемую утилиту (она видит устройства, подключенные как по Ethernet, так и по электросети, но для последних запрашивает пароль, напечатанный снизу на этикетке). Для маршрутизаторов настроек больше, но они доступны пока лишь через веб-интерфейс и касаются функций, не связанных с HomePlug (обещано, что в будущем утилита научится настраивать не только «розеточный» интерфейс, но и все остальное).

ТЕОРИЯ

На физическом уровне технология HomePlug AV использует кадровую OFDM-модуляцию (ортогональное мультиплексирование с частотным разделе-

тельностью и на пропускную способность не влияет). Если посмотреть на осциллограмму сетевой синусоиды, то по первому взгляду мы не увидим ровно ничего [6] — обычная кривая, немного искаженная на вершинах реактивной нагрузкой. Чтобы разглядеть модулированный кадр, нам придется растянуть изображение примерно в сорок раз, как по горизонтали, так и по вертикали, а также поймать нужный момент времени [7]. Собственно кадр предваряется маркером и состоит из трех зон: в первой последовательно передаются идентификаторы сетей (таковых может быть несколько в одном физическом канале), вторая — это общая зона для передачи информации (если сетей несколько, зона распределяется



между ними в соответствии с запросами QoS и неиспользованного защитного интервала. Отсюда следует важная особенность: несколько сетей, работающих в одном физическом канале, делят его пропускную способность между собой, а суммарная скорость не может превышать скорости единственной сети.

Но это уж совсем голая теория — сферический конь в вакууме, а на практике дело обстоит немного не так. Во-первых, приводимые 200 Мбит/с — это скорость физического канала, не учитывающая служебную информацию самого HomePlug AV (издержки на заголовки пакетов, избыточность для коррекции ошибок и шифрование AES 128 бит). Информационная же скорость канала составляет 150 Мбит/с, причем без учета издержек на протоколы верхнего уровня — IP, TCP/UDP и прочие. Во-вторых, указанный частотный диапазон используется не полностью. Если мы посмотрим на спектр кадра [8], то увидим на нем во-

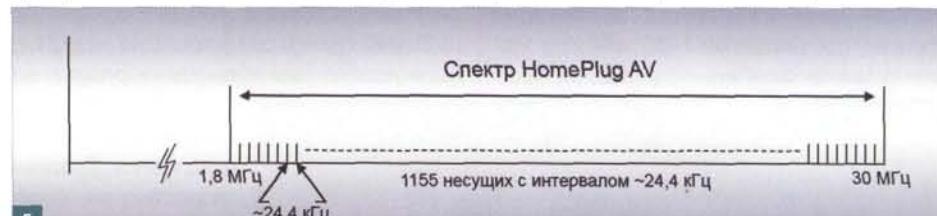
семь пропусков — восемь неиспользованных интервалов. Если к тому же измерим начальную и конечную частоты пакета, то получим значения, отличающиеся от теоретических, а именно — 2 и 28 МГц. Итого получается десять неиспользованных частотных интервалов. Это не что иное, как коротковолновые радиолюбительские диапазоны — в той же Америке за их

использование не по назначению можно легко угодить под суд. Теоретически частотный план (разрешенные и запрещенные для использования частоты) должен настраиваться под конкретную страну программным способом, но в данном

же каналу американский частотный план оставляет всего 118,5 Мбит/с. Таким образом, мы получили не сферического, а реального коня с «чистой» (без учета сетевых протоколов) пропускной способностью около 120 Мбит/с. Но — по-прежнему в вакууме, посему перейдем к сухой реальности.

ПРАКТИКА

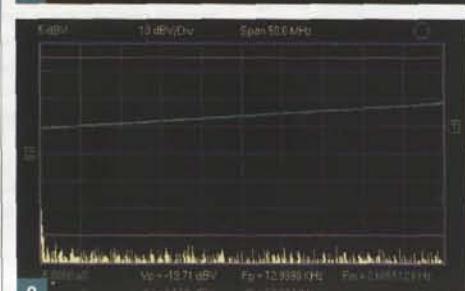
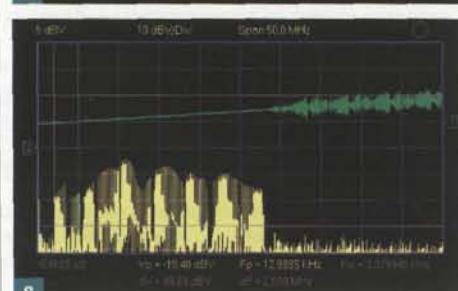
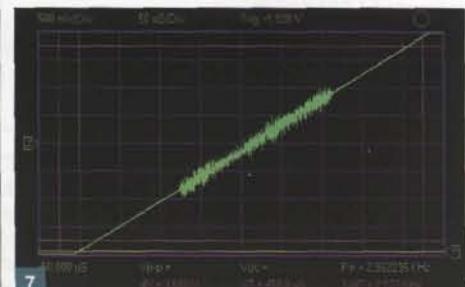
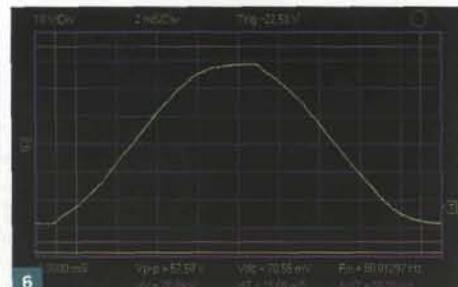
Суровая реальность состоит в том, что спектр нашего диапазона далеко не так чист, как хотелось бы [9]. Связано это с работой всевозможных импульсных преобразователей, тиристорных регуляторов и прочей электроники (особенно безымянной китайской, где не стесняются экономить на конденсаторах фильтров). Наличие этих помех приводит к тому, что при работе с максимальной модуляцией 1024 QAM возникает слишком много ошибок, и контроллер вынужден переходить на более устойчивую, но и более медленную модуляцию (так же, как сбрасывает скорость в ли-

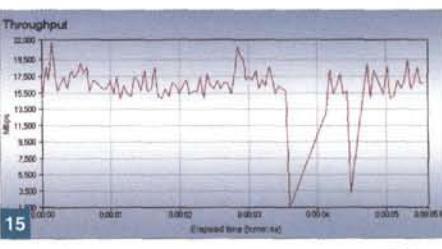
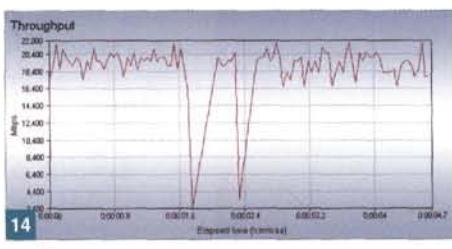
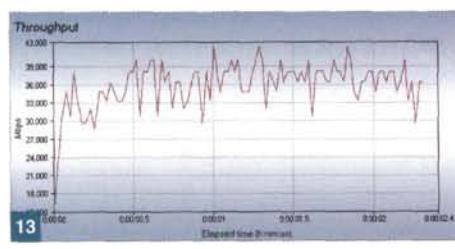
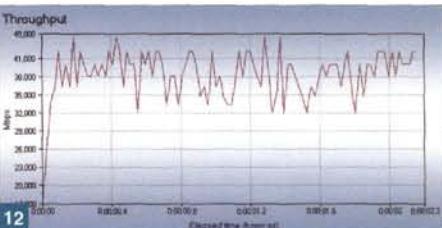
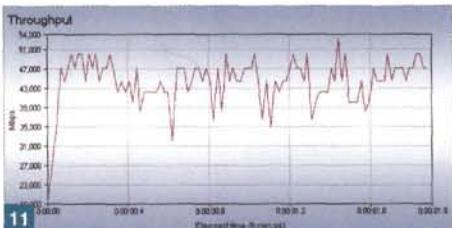
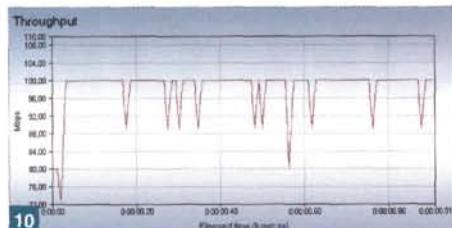


случае можно видеть американское распределение (представители ZyXEL ссылаются на то, что Intellon поставляет во все страны чипы, настроенные под Америку как под наибольший общий знаменатель). В результате от теоретических 1155 несущих у нас остается всего 917, а от теоретических 200 Мбит/с пропускной способности физического канала — примерно 158 Мбит/с. Информационному

аналоговый modem), вплоть до двоичной BPSK (для каждой из несущих тип модуляции определяется независимо). В Интернете можно найти результаты тестов, где HomePlug AV показывает пропускную способность в 80, а то и в 120 Мбит/с, но моя реальность оказалась несколько иной.

Все тесты проводились в обычном панельном доме на штатной электропроводке, выполненной в стенных каналах алюминиевым проводом (в некоторых случаях добавлялся фрагмент медного провода в виде удлинителя, не содержащего никаких фильтрующих цепей). Определить точную длину линии между устройствами не представлялось возможным в связи с отсутствием информации о квартирной разводке. Бытовые электроприборы и прочие типичные потребители не отключались, имитируя реальные условия эксплуатации, за исключением отдельных устройств, вызывающих особо сильные помехи (о чем читайте ниже). Для проверки реальной скорости обмена был выбран скрипт передачи больших файлов по протоколу TCP/IP в одном направлении (для протокола UDP результаты будут несколько выше за счет отсутствия обратного тра-





фика). На компьютерах, используемых в качестве точек обмена, функционировал типовой набор резидентных программ. Поскольку стандарт HomePlug AV подразумевает передачу потокового мультимедийного контента, интерес представляет не только голая цифра средней скорости, но и ее динамика. Соответственно, я не стал строить сводные столбиковые диаграммы, а оставил фрагменты графиков скорости, где хорошо видны колебания последней.

Для контроля правильности настройки тестовых программ и скрипта была измерена пропускная способность локальной стомегабитной сети на витой паре. Результат — честные 100 Мбит/с [10] с некоторыми провалами (минимум — 80 Мбит/с, момент старта не рассматриваем), связанными, видимо, с тем, что тестовое ПО работало с обычным приоритетом в реальных условиях.

Первым делом оба устройства HomePlug были подключены в соседние розетки на одном удлинителе. — минимальная длина соединения. Средняя скорость при таком включении оказалась не так уж и велика — 46 Мбит/с [11]. Наблюдаются выбросы до 53 Мбит/с и провалы до 32 Мбит/с.

Теперь вариант, более приближенный к реальности, — устройства расположены в разных комнатах. Средняя скорость упала до 39 Мбит/с, а разброс пиковых зна-

чений находился в интервале от 32 до 45 Мбит/с [12].

Самый тяжелый случай — отдельная розетка, соединенная с квартирной проводкой не напрямую, а в подъездном электрощите, причем через два защитных автоматических выключателя. В этих условиях средняя скорость составила 36 Мбит/с [13] с разбросом от 30 до 43 Мбит/с.

Попытки установить связь с розетками в нескольких соседних квартирах одного подъезда как на этом же, так и на других этажах закончились фиаско — связи нет в принципе, то есть даже не загорается индикатор Link на корпусе адаптера. Разумеется, разные квартиры подключаются к разным фазам трехфазной подъездной проводки, и, возможно, обзвонив я всех соседей, мне удалось бы найти удачное место. Но рассчитывать на гарантированное соединение между двумя случайными квартирами в обычном московском доме, увы, не приходится (представители ZyXEL отметили, что этого никто и не обещал). Здесь будет не лишним отметить, что появившиеся в последние пару лет провайдеры, предоставляющие доступ в Интернет по электропроводке (например, «Спарт», www.spark-com.ru), используют не только другой стандарт



Альтернатива

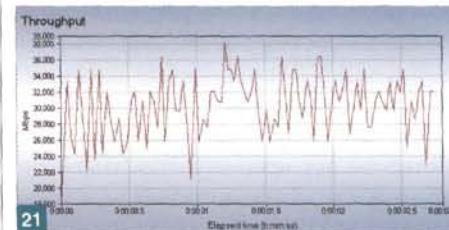
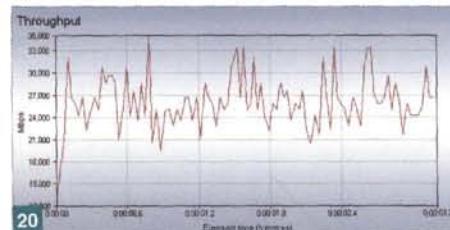
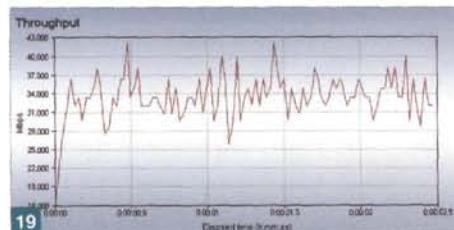
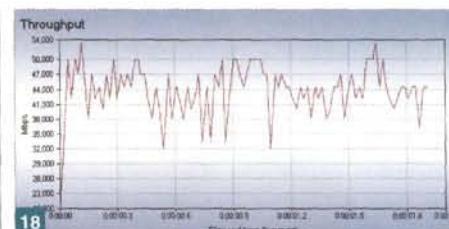
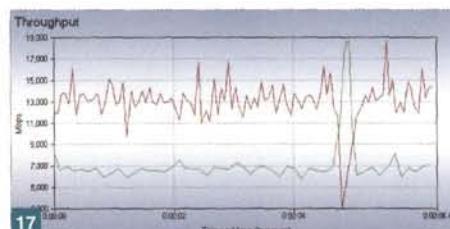
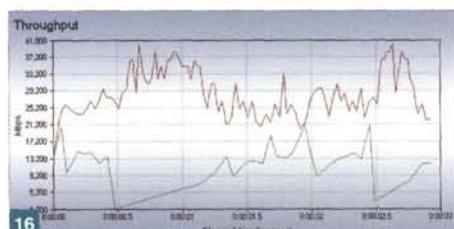
Концепция «умного дома» возродила интерес к идеи, возникшей еще в 30-е годы XX века — использовать линии электропередач для передачи информации. Полноценному развитию этой технологии в то время помешали небольшая скорость передачи данных по электропроводам и низкая помехозащищенность сигнала. На наше счастье технический прогресс не стоит на месте, и появление более сложных способов модуляции сигнала позволило дать новый толчок развитию технологии PowerLine Communications (PLC) и возникновению технологии и стандарта HomePlug. Именно перспективы развития HomePlug позволяют говорить о возможности реализации идеи «умного дома», где вся бытовая техника будет связана в единую сеть с возможностью централизованного управления.

Когда сегодня говорят о технологии HomePlug, то рассматривают, чаще всего, только узкий спектр ее применения — подключение к сети Интернет.

Компания «ВОКС Телеком», официальный представитель немецкого производителя адаптеров серии QLAN, выпускаемых под торговой маркой LTC-media, предлагает использовать технологию и продукты на ее основе для организации мультимедийных домашних сетей.

Оборудование LTC — это линейка устройств, в которых наиболее качественно реализована идея передачи данных по электропроводам. Адаптеры LTC QLAN не только дают возможность подключиться к сети Интернет, обеспечивая при этом достаточно высокую скорость (от 85 до 200 Мбит/с), но и позволяют связать персональный компьютер с любыми передающими и принимающими устройствами в других помещениях, включая принтеры, камеры и MP3-проигрыватели. С помощью адаптеров можно передавать видео и аудио сигналы, VoIP по электропроводам, связать, например, DVD-плеер в одной комнате и телевизионный монитор в другой комнате.

Иными словами, с помощью адаптеров LTC можно создать своеобразную домашнюю локальную сеть передачи мультимедийной информации с целью объединения различных устройств в доме в единое мультимедийное пространство, используя существующую электрическую проводку.



(BPL на основе чипа DS2), но и несколько иную технологию соединения с электропроводкой — адаптер провайдера подключается через трансформаторы на все три фазы в подъездном стояке, а не на одну, как в данном случае, благодаря чему становится возможной связь со всеми квартирами.

Для сравнения были замерены скорости WiFi-соединения (802.11g) в той же квартире (адаптер рапортовал об установке связи на скорости 54 Мбит/с, уровень сигнала

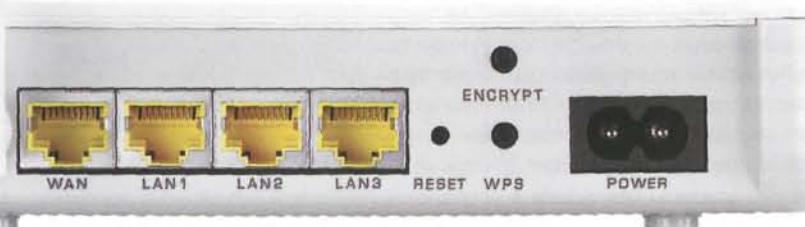
зафиксировано при работе адаптеров в разных комнатах — 19 Мбит/с в среднем [14], с разбросом от 22 до нечастых, но серьезных провалов до 2,4 Мбит/с. При расположении же в одной комнате скорость стабильно держалась на среднем уровне не выше 17 Мбит/с [15] примерно с тем же разбросом (списать это на глюки WiFi-адаптеров не могу — использовались два разных). Зато WiFi легко пробивается в соседнюю квартиру (возможно, сигнал отражается от стоящих напротив зданий); правда, сообщаемая адаптерами скорость установки соединения при этом падает до 24 Мбит/с. Разброс же реальной средней скорости в таком варианте оказался слишком велик

ное совпадение практики с теорией [16] — общая скорость делится между потоками, а провалы в одном зеркально отображаются увеличением скорости в другом. Для WiFi, кстати, картина выглядит аналогично [17].

Подведем итоги. С передачей потокового мультимедийного контента HomePlug AV теоретически и с ограничениямиправляется. С ограничениями — потому что поток в 17 Мбит/с черезстрочного 1080i по такому соединению проходит почти нормально, не говоря уж про 2,8 Мбит/с среднего потока стандартного DVD (в пиках до 9 Мбит/с), а вот полновесный 1080p с битрейтом до 65 Мбит/с — увы, нет. Тем не менее по сравнению с WiFi, у которого даже для 720p постоянно наблюдаются провалы (и соответствующие замирания картинки, а для широковещательной трансляции — просто выпадения части фильма), HomePlug AV в приличном выигрыше. А теоретически — потому что вокруг нашего коня уже не вакуум, но еще и не реальная загазованная московская атмосфера.

ПОМЕХИ И ПОМЕХИ

В предыдущем разделе я, ради чистоты эксперимента, кое-что из реальности вычел, а именно — самые шумящие



не падал ниже 80%, а других WiFi-сетей, работающих в установленной частотной полосе, поблизости не было). Здесь наблюдалась довольно странная ситуация: максимальное значение скорости было

от измерения к измерению — соединение нестабильно.

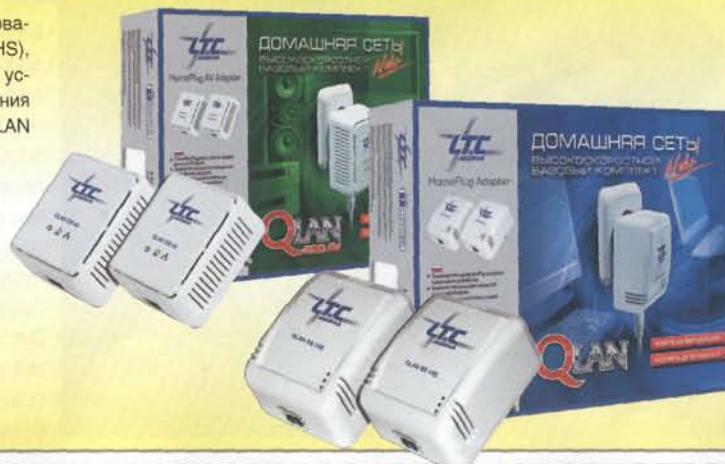
Проверка загрузки канала HomePlug сразу двумя потоками (во встречных направлениях) продемонстрировала пол-

Линейка продуктов LTC представлена на российском рынке как оборудование для создания сетей внутри дома или квартиры (QLAN 200AV, QLAN 85 HS), так и адаптерами переноса данных, позволяющими подключать от 2 до 1000 устройств (QLAN 200AVpro, QLAN 200 AVpro i, QLAN 200 DSpro). Для создания WLAN-сети предусмотрен адаптер со встроенным Wireless-интерфейсом (QLAN Wireless extender).

Среди основных преимуществ адаптеров LTC:

- Простота установки и развертывания сети.
- Отсутствие необходимости в значительных вложениях, как материальных, так и моральных.
- Немецкое качество (оборудование выпускается в Германии).

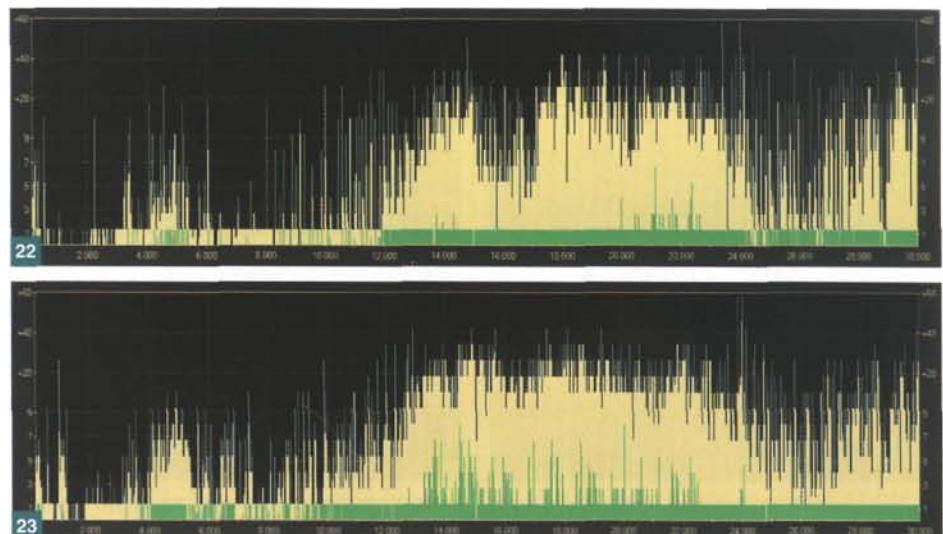
«БОКС Телеком»
www.voxtelecom.ru, info@voxtelecom.ru
Тел.: +7 495 789 9440, Факс: +7 495 789 9441



электроприборы в квартире. Рекордсменом оказалась настольная галогенная лампа с импульсным преобразователем. На втором месте — энергосберегающая люминесцентная лампа (та, что вкручивается вместо обычной), в которую тоже встроен преобразователь. Далее идут несколько мелких люминесцентных трубок, использующихся у меня в качестве местного освещения, и наконец — плавный тиристорный регулятор люстры. Богатый набор импульсных блоков питания для всевозможной компьютерной периферии я просто отключил и не стал брать в расчет — у нормального человека их в таком количестве нет, да и особо шумящих образцов в моей коллекции не оказалось (надо заметить, что адAPTERы от серьезных производителей, такие, например, как ноутбучные блоки питания от Delta, практически не шумят). В реальной обстановке влияние указанных осветительных приборов на пропускную способность весьма заметно. Единственная галогенная лампа снижает среднюю скорость с 46 до 43 Мбит/с даже при включении адAPTERов в соседние розетки [18], а пиковые провалы до 32 Мбит/с появляются гораздо чаще. Все включенные приборы сообща снижают скорость до 38 Мбит/с (представители ZyXEL утверждают, что, невзирая на число источников помех, скорость падает не более чем на 20%, и далее, независимо от их количества, ситуация не ухудшается). При работе в разных комнатах средние скорости соответственно равны 34 и 26 Мбит/с [19,20], а для розетки, подключенной через подъездный щит, при всех указанных лампах получилось 30 Мбит/с с огромными колебаниями и провалами до 21 Мбит/с [21].



24



Есть, однако, у медали и обратная сторона. Сами адAPTERы HomePlug тоже прилично шумят, и под этот удар в первую очередь попадают радиоприемные устройства вещательных коротковолновых диапазонов. Московский коротковолновый спектр и так прилично загажен, но даже на этом фоне работу адAPTERов явно видно [22,23]. Впрочем, необходимость слушать «Голос Америки» на КВ давно отпала, тем более что теперь там ведут пропаганду в основном китайцы.

МЕЛКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ И ПРИДИРКИ

В процессе тестирования у меня появилось несколько мелких замечаний, которые и выскажу здесь скромно. Инсталлятор утилиты настройки адAPTERов требует установить .NET Framework 1.1 независимо от того, установлен он уже или нет (компания сообщила, что в новой версии утилиты эта ошибка устранена). Сама утилита конфигурации развлекает мелкими приколами: внизу есть поле сетевого пароля и кнопка Save; начинаяешь вбивать пароль — кнопка пропадает. Тем не менее тыкаешься в то место, где она должна быть, — и она срабатывает.

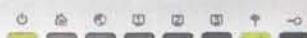
Само устройство весьма прилично греется. На верхней крышки установленное значение составило 43 градуса, а на нижней — все 58. Это означает, что на микросхемах еще градусов на двадцать больше, и не зря в

PLA-400 к ним приклевые радиаторы [24] (в других двух устройствах их почему-то нет, но это пока не серийные образцы).

В ИТОГЕ

В итоге получается как минимум два вывода. Технология HomePlug AV предназначена для соединения устройств в пределах одной квартиры или частного дома, а для ва-

ZyXEL



рианта соединения соседних квартир никаких гарантий работоспособности нет. В пределах одной квартиры HomePlug AV обгоняет WiFi 802.11g, причем в некоторых условиях значительно, но обеспечить канал, аналогичный 100-мегабитному проводному Ethernet как по скорости, так и по стабильности, технология не позволит. Кроме того, если на той же фазе подобные адAPTERы работают в соседних квартирах, вам придется делить пропускную способность с соседями. ■

При тестировании использовалось следующее оборудование и программное обеспечение:

- пакет Ixia IxChariot версия 5.40;
- USB-осциллограф PV-6501 с программным обеспечением версии 1.31;
- сканирующий радиоприемник Icom IC-R20;
- программа HamRadio Deluxe версия 3.4.