



Леонид Дубов

# «Электросеть»

## Технология HomePlug AV в решениях от компании ZyXEL

Стандарт HomePlug AV, описывающий технологию передачи данных по электропроводке, был ратифицирован еще в сентябре 2005 года, но первые адаптеры, реализующие эту технологию, появились на нашем рынке только в прошлом году. Мы решили проанализировать возможности устройств данного класса на примере оборудования компании ZyXEL.

Стандарт HomePlug AV позволяет передавать данные по бытовой электропроводке. Уже из самого названия ясно, что предназначается он для построения домашних сетей, а аббревиатура AV (Audio/Video) намекает на то, что данная технология позволяет передавать по электропроводке аудиовидеосигнал.

Изначально этот стандарт разрабатывался ассоциацией производителей электротехники HomePlug Power Alliance и позиционировался в качестве конкурента сетей Wi-Fi, которые, по мнению ассоциации, не подходят для передачи тяжелого медиаконтента. Стандарт же HomePlug AV обеспечивает теоретическую скорость передачи до 200 Мбит/с, что соответствует полnodуплексному Ethernet на скорости 100 Мбит/с. Причем ес-

ли у Ethernet каналы приема и передачи независимы, то у HomePlug AV вся пропускная способность используется в любом направлении.

Здесь следует уточнить, что 200 Мбит/с не является пределом для данной технологии. Европейская компания Comtrend производит адаптеры, работающие на скорости 400 Мбит/с.

HomePlug AV обеспечивает поддержку качества обслуживания QoS (Quality of Service) для непрерывной передачи потоков видео и аудио, а также 128-разрядное шифрование данных по алгоритму AES. Отметим и еще один интересный момент, на который мало кто обращает внимание: стандарт HomePlug AV позволяет передавать данные не только по электропроводке, но также по коаксиальному и телефонному кабелям.

### Кадровая модуляция

Физический уровень протокола технологии HomePlug AV использует кадровую OFDM-модуляцию. Проще говоря, синусоида переменного тока модулируется высокочастотным сигналом в виде кадров. Полоса пропускания 1,8–30 МГц разделена на 1155 несущих частот с шагом 24,4 кГц. При этом каждая несущая частота модулируется по амплитуде и фазе и может нести от одного до десяти информационных бит. Кадры следуют с половиной частоты сети переменного тока. То есть для сетей электрического тока 50 и 60 Гц частота меняется соответственно, но также меняется и длина кадра, благодаря чему производительность сети остается прежней.

Собственно, сам кадр состоит из трех зон и предваряется

специальным маркером. В первой зоне передаются идентификаторы сетей, а значит, пропускная способность будет делиться между всеми логическими сетями, работающими в одной физической среде. Вторая зона представляет собой поле данных. Третья зона – это неиспользуемый защитный интервал.

Спрашивается, зачем мы вдаемся в эти технические подробности и какое отношение они имеют к практическому использованию HomePlug AV? Все дело в том, что физический уровень имеет самое непосредственное отношение к производительности домашней сети: заявленные 200 Мбит/с – это, конечно же, скорость физического канала, отсюда надо вычитать служебную информацию самой технологии, и у вас останется лишь 150 Мбит/с. Но и это не все. Частотный диапазон используется не полностью – в нем имеется 10 пропусков, соответствующих коротковолновым диапазонам любительского радиовещания. Их использование в Соединенных Штатах жестко регламентировано, поэтому Intellon, производящая микросхемы для адаптеров ZyXEL, делает эти пропуски. Теоретически используемый частотный диапазон должен меняться в зависимости от страны, но на практике этого не происходит. Таким образом, от

1155 несущих частот в теории на практике остается лишь 917. В результате этого пропускная способность канала составляет 158 Мбит/с, а скорость информационного обмена не превышает 118,5 Мбит/с.

Как видим, заявленная скорость передачи данных (200 Мбит/с) по технологии HomePlug AV далека не только от реальной, но и от теоретически возможной, если даже мы оставим в стороне практику и будем исходить из технического анализа стандарта.

### Сеть в сети

Технологию HomePlug AV мы протестировали с помощью адаптера PLA400 EE от компании ZyXEL. Фактически это устройство является мостом Ethernet – PowerLine. Адаптер представляет собой небольшую коробку с одним портом RJ-45, разъемом питания и тремя светодиодами – питание, сеть Ethernet, сеть PowerLine. Кабель питания и кабель передачи данных соединены в один шнур с двухпроводной вилкой. Адаптеры и другая техника ZyXEL из этой линейки созданы на чипе INT6000 производства компании Intellon, которая является одной из главных движущих сил HomePlug Power Alliance.

Установка и настройка адаптеров не представляет никакой сложности, если только не изменялись заводские установки. С одной стороны адаптеры подключаются к свободному Ethernet-порту компьютеров, а с другой – включаются в розетку. Никаких дополнительных действий от вас не требуется – сеть сразу же готова к работе, что наверняка оценят неиску-

шенные в сетевых премудростях пользователи. Адаптеры от компании ZyXEL будут приветливо помигивать индикаторами, демонстрируя, что все работает. Проверим доступность второго компьютера.

```
ping 192.168.1.1
Обмен пакетами с 192.168.1.1 по 32 байт
данных:
```

```
  Ответ от 192.168.1.1: число байт=32
  время=7мс TTL=128
```

```
  Ответ от 192.168.1.1: число байт=32
  время=3мс TTL=128
```

```
  Ответ от 192.168.1.1: число байт=32
  время=3мс TTL=128
```

```
  Ответ от 192.168.1.1: число байт=32
  время=3мс TTL=128
```

```
Статистика Ping для 192.168.1.1:
```

```
Пакетов: отправлено = 4, получено =
4, потеряно = 0 (0% потерь)
```

```
Приблизительное время приема-
передачи в мс:
```

```
Минимальное = 3, Максимальное = 7,
Среднее = 4
```

Итак, пинг проходит – необычная электросеть работает. Однако обратите внимание на достаточно высокое время отклика второго компьютера. Чтобы объяснить его, следует описать наш тестовый полигон. Собственно говоря, он представлял собой обычную квартиру в типичном московском панельном доме, ровеснике многих читателей. Мы решили, что бессмысленно было бы тестировать технологию, предназначенную для домашнего использования, в рамках современного офиса, стоящего в центре столицы.

Проводка панельной башни – большей частью алюминиевая, с появившимися после ремонта медными вставками. В квартире имеется стандартный набор электротехники, типичный для человека, читающего компьютерный журнал, да и



На задней панели адаптера ZyXEL PLA400 EE располагаются Ethernet- и HomePlug AV-порты, а также кнопки Reset и Encrypt

для любого другого пользователя ПК, решившегося применить дома такую новинку: настольная лампа с лампой дневного света, блоки питания различной электроники, принтер – все было включено. Набор, конечно же, не самый удобный с точки зрения наведения помех в электросети, но мы ведь и не собирались создавать тепличные условия. С другой стороны, специально менять набор техники для ухудшения работы электросети мы также посчитали нецелесообразным – в самом деле, вряд ли кто-то будет приносить домой и включать сварочный аппарат.

В ходе тестовых испытаний нами измерялась скорость передачи данных по протоколу TCP. Передача длилась 30 с – никаких специальных настроек MTU, размера буфера и тому подобных опций нами не производилось. TCP выбран был потому, что это все-таки основной протокол, используемый в локальных сетях. Конечно, для UDP скорость была бы выше (за счет отсутствия обратного тра-

фика), но незначительно. Временной интервал в 30 с – вполне достаточный для окончания всех переходных процессов и не сильно утомительный для ожидания.

Итак, опыт первый. Адаптеры PLA400 EE были включены в соседние розетки удлинителя, который подключался к стенной розетке.

Пока скорость не радует (рис. 1) – помех в сети, вероятно, многовато. Очевидно, чтобы повысить пропускную способность, следует устранить источники помех. Выключаем лампу и некоторые блоки питания – как ни странно, заметного роста скорости передачи не происходит, и мы имеем чуть больше 20 Мбит/с. С другой стороны, добавление помех (включаем сеть Wi-Fi и Bluetooth) точно так же никакого влияния на скорость не оказывает – свои 20 Мбит/с «электросеть» держит отлично.

Но условия теста все равно пока еще остаются несколько тепличными, ведь адаптеры включены совсем рядом.

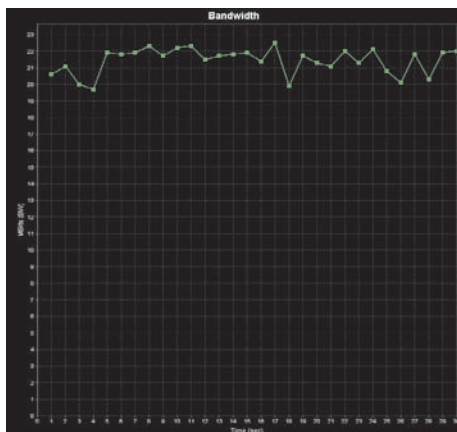


Рис. 1. Посмотрите на график: скорость чуть больше 20 Мбит/с, без резких скачков и провалов, среднее значение скорости – 21,4 Мбит/с

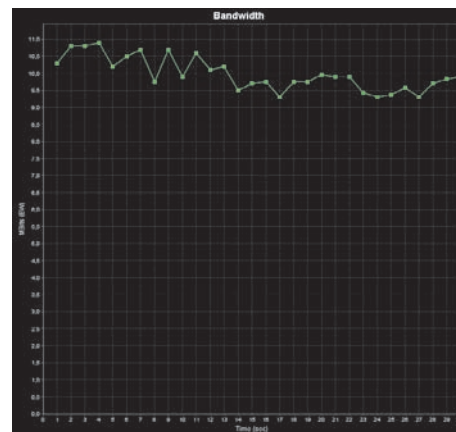


Рис. 2. Средняя скорость падает в среднем до 10 Мбит/с, да и график изменения скорости, как видим, не очень ровный

Попробуем теперь подключить их в разных комнатах. В этом случае условия оказываются принципиально иными, поскольку одному из адаптеров достается обыкновенная стенная розетка, а второму приходится довольствоваться розеткой в сетевом фильтре, вдобавок с парочкой соседей. То, что включать адаптеры в сетевой фильтр не следует, написано даже в инструкции – на первой же странице большими буквами, но что поделаешь, «чистых розеток» на всех не напасешься. В изменившейся ситуации результаты работы адаптеров заметно поплыли (рис. 2).

Вы еще помните времена 10-BASE T? Мысль о том, что можно смотреть кино по сети в ту эпоху никому в голову не приходила. Правда, признаем по совести, и кодеки в те времена были совсем другие.

Конечно, созданные нами условия были не совсем справедливы для нормальной работы электропроводки, так что мы внесли необходимые коррективы: протянули удлинитель через всю комнату. Понятно, что при таком раскладе теряется вся прелесть технологии: вместо No More Wires мы получили Another Wire. Зато и результат был ожидаем и легко предсказуем – стабильные 20 Мбит/с.

Все измерения, как вы уже заметили, были сделаны нами при передаче в одну сторону – это типичная ситуация для трансляции потокового видео. Но как поведет себя такая электросеть при интенсивном трафике в обе стороны? Это уже будет ситуация, типичная при использовании пиринговых сетей (рис. 3).

В сумме получается больше 30 Мбит/с, поэтому заявления о том, что при передаче в одну сторону используется вся пропускная способность, видимо, далеки от реальности. Выросли и колебания скорости, особенно ответного трафика.

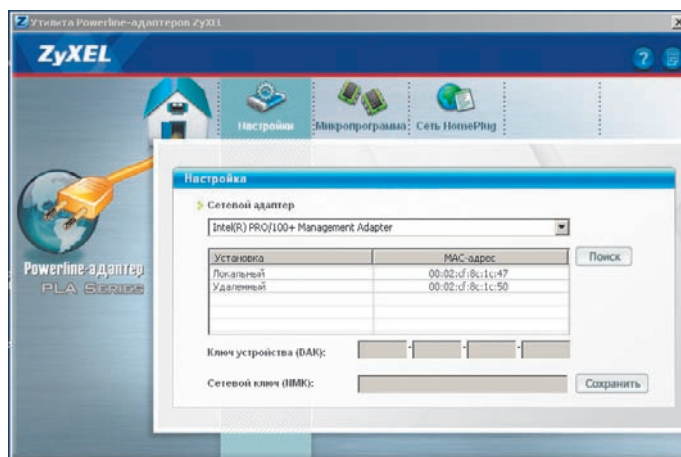
Для сравнения попробуем измерить в тех же условиях скорость работы обычного Ethernet и беспроводной сети Wi-Fi 802.11g (рис. 4).

Как видим, Ethernet не подкачал, что называется, почувствуйте разницу: почти 90 Мбит/с и практически ровный график. С Wi-Fi, конечно, дело идет похуже: около 14 Мбит/с в режиме «точка-точка» и 10,5 Мбит/с (хотя и гораздо более ровный график) при работе через точку доступа.

### Утилита настройки

Нам осталось ответить на вопрос: а что собой представляет утилита настройки PLA400? Здесь стоит коснуться одной из особенностей технологии, а точнее, среды передачи данных. Электропроводка – это, разумеется, замкнутая среда, в отличие от беспроводных сетей, но и она все-таки не является полностью изолированной от мира. Точек подключения имеется предостаточно, и увеличить их число совсем несложно – из-за этого остро встают вопросы безопасности. Именно поэтому в стандарт были заложены процедуры аутентификации адаптеров и шифрования трафика.

Утилита настройки адаптеров позволяет соответствующим образом конфигурировать оборудование для создания нескольких логических сетей в одной физической. Каж-



Утилита настройки адаптера ZyXEL PLA400 EE предельно проста, что ясно из приведенного здесь скриншота

дый адаптер имеет два параметра: ключ доступа к устройству (DAK) и сетевой ключ (NMK). Ключ DAK необходим для настройки удаленных адаптеров – он является уникальным кодом данного устройства. Сетевой ключ NMK задает название логической сети, в которую входят все адаптеры с указанными ключами доступа, он же используется для получения ключей шифрования. Несмотря на то что применяется достаточно надежный алгоритм AES-128, производитель рекомендует пользователям создавать длинные буквенно-цифровые сетевые ключи.

Единственная тонкость: сначала вам необходимо настроить удаленные адаптеры, а потом уже – локальный. Использование шифрования немного снижает пропускную способность сети, в нашем случае – примерно на 5%. Кроме того, утилита умеет обновлять прошивку адаптера, правда, только локального. Еще она может

измерять скорость соединения, хотя постоянно ошибается, причем существенно.

### Вывод

Итак, что мы имеем в сухом остатке? Технология, безусловно, «живая», работоспособная и, что немаловажно, простая в настройке. Для заявленных применений (организация SOHO-сетей и передача потокового видео) она прекрасно подходит. HomePlug AV превосходит Wi-Fi (стандарта IEEE 802.11g) по скорости, защищенности и простоте подключения, но все-таки не дотягивает даже до 100-мегабитного Ethernet. А ведь еще имеется Gigabit Ethernet, Wi-Fi 802.11n, WiMAX – конкурентов, как видим, хватает. Тем не менее шансы на дальнейшее развитие технологии HomePlug AV есть, и достаточно неплохие, но только при том условии, что производители немного снизят цены. (ds)

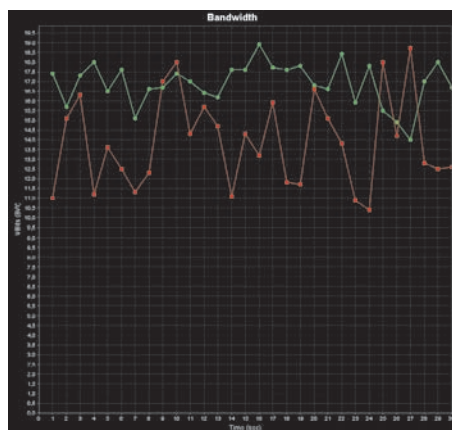


Рис. 3. Средняя скорость передачи данных при интенсивном трафике в обе стороны составляет 16,4 и 13,9 Мбит/с

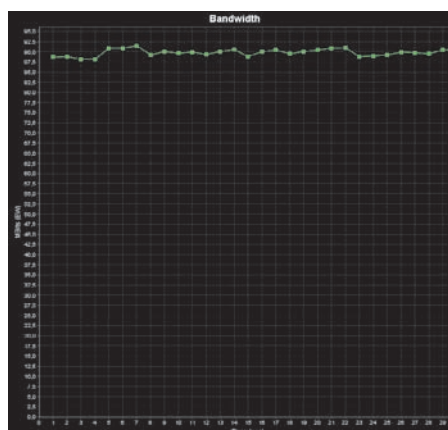


Рис. 4. Скорость работы обычного Ethernet не вызывает никаких вопросов – 90 Мбит/с и практически ровный график