

## HPNA - широкополосная технология для советской лапши.

Александр Сериков

Ключевые слова - HPNA, коллективный доступ, телефон, сеть, Ethernet, Интернет.

### Искусство - в массы ...

Люди, занятые в самых разных областях экономики все чаще испытывают необходимость доступа в Интернет. Сеть им нужна для работы, развлечений, а для некоторых присутствие в ней уже стало "стилем жизни". Психологи уже отмечают повышенное беспокойство некоторых наших сограждан, лишенных доступа к Интернет продолжительное время.

Потребность в доступе в Интернет россияне, в зависимости от обстоятельств и финансовой возможности, решают разными путями. Самым распространенным способом можно считать доступ с рабочего места. Его недостаток очевиден. Компании научились учитывать трафик и руководители стали все чаще требовать от системных администраторов отчета - кто, куда и когда залез в Сети. Выход представляется двояко. Либо пользоваться услугами Интернет-кафе, либо иметь доступ на собственной жилплощади. Интернет-кафе - это дорого и далеко не везде есть.

Остается подключить домашний компьютер к Интернет. Здесь опять же возможно два варианта. Первый, так называемый Dial up - доступ, который для простого пользователя, кроме технических и финансовых неудобств, характеризуется большим расходом нервной энергии. Кто хоть раз пытался зайти в Сеть по аналоговому модему, знает сколько времени необходимо на загрузку не самой "навороченной" странички (скорость аналогового модема теоретически не может превышать 56К, в реальности, редко превышает 28К), необходимость постоянного ручного "дозвона" и его срывы и постоянную войну с домашними за занятым телефоном, тот меня поймет. Добавьте сюда введение повременной оплаты за местную телефонную связь (куда входит доступ по Dial up), то становится понятно, что такой доступ можно себе позволить только за неимением лучшего.

При названии второго способа - "выделенная линия" - у тех, кто хоть что то в доступе понимает, начинают блестеть глаза. Получить дома такой способ подключения, до настоящего времени, является уделом избранных. Если обратиться к опыту Москвы, самому "обинтернетченному" региону России, то там подать "выделенную линию" в дом, по самому дешевому варианту можно с помощью построения "домашней сети" по технологии 10BaseT - "тонкий" Ethernet. Стоимость подключения вполне доступна среднему москвичу. Но далеко не везде есть возможность подобного подключения. Кроме того, проблемы - куда поставить сетевое оборудование в подъезде, как многократно "пройти" вертикальные стояки, которые для "витой пары" совсем не предназначены, "бытовой вандализм" ... Кроме того, возможно подключение по ADSL, радио, сетям кабельного телевидения, спутниковому ТВ. Но массовость данные технологии в России на рынке "домашнего Интернет", в обозримом будущем, не получат из-за их высокой стоимости.

### ... - деньги в кассы!

Несколько лет назад, на западе, ведущие производители телекоммуникационного оборудования, задумались - как можно передавать данные в жилом здании, с приемлемыми для массового потребителя, затратами. Было ясно, что они уменьшаться, если максимально использовать ту инфраструктуру, которая уже есть. А в практически каждом жилом здании есть телефонная проводка, выполненная на кабеле, типа "лапша" (в России он носит название ТРП). Но! Качество этой проводки, практически всегда, находится на самом низком уровне (для аналоговой телефонии больше и не надо), топология такой разводки имеет произвольный (или заранее не известный) характер и, более того, она постоянно бесконтрольно изменяется. Ведь обычное подключение жильцом параллельного телефона, добавляет новую "ветвь", простое снятие телефонной трубки изменяет электрические параметры и т. д. Но какие выгоды можно было получить, если бы удалось научиться передавать данные в цифровом формате, по телефонным линиям.

В результате, в 1996 году был образован альянс, получивший название Home Phoneline Networking Alliance и в 1998 году появился стандарт передачи данных по телефонным линиям, названный HPNA.

Первый версией стандарта является HPNA 1.0, позволяющий передавать данные со скоростью 1 Мбит/сек. Эта версия завоевала популярность и в конце 2000 года была выпущена новая версия, HPNA 2.0, обеспечивающая возможность работы со скоростями 10 Мбит/с при дальности свыше 350м.

Технология HPNA 1.0 (1 Мбит/с) использует метод IEEE 802.3 CSMA/CD (Ethernet) доступа к среде передачи. Полоса пропускания сигнала расположена в пределах от 5,5 МГц до 9,5 МГц, что позволяет не влиять

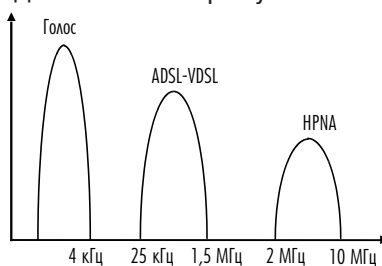


Рис. 1. Частотные диапазоны технологий, активно использующих «лапшу»

на работу ADSL и VDSL - устройств и телефонов. В HPNA применяется многократная кодировка одиночного битового импульса. Внутри каждого сетевого интерфейса цепь приемника адаптируется к различным уровням помех, которые могут возникнуть в линии. В дополнение к этому, передающая цепь может варьировать уровень сигнала. Принимающая и передающая цепи постоянно контролируют условия прохождения сигнала и подстраивают свои параметры под эти условия. Именно эта адаптивность позволила существенно снизить требования к среде передачи. По сути, технология HPNA - это мегабитный Ethernet, работающий по телефонным проводам. Это позволяет использовать большое число Ethernet - совместимых программ, драйверов, приложений и оборудования.

Технология HPNA предусматривает использование той же модели драйвера Windows NDIS, который используется существующими картами Ethernet. Работа по принципу Plug-and-Play, поддерживаемая операционными системами Microsoft Windows 95/98/2000, полностью освобождает пользователя от необходимости заниматься сложными настройками программного обеспечения.

Большинство существующих абонентских телефонных линий позволяет достичь скорости передачи данных до 100 Мбит/с, при использовании для этого частотного диапазона 2 - 30 МГц. Благодаря использованию новой спектрально эффективной технологии модуляции в HPNA 2.0 обеспечена скорость передачи данных 10 Мбит/с. При этом не только выполняется совместимость оборудования с HPNA 1.0, но и осталась возможность увеличения в будущем скорости передачи до 100 Мбит/с. Новая технология позволяет динамически адаптировать скорость передачи данных и обеспечивает немедленную подстройку в зависимости от изменения электрических характеристик коммуникационного канала.

Обязательным условием подключения жилого дома к Интернет является условие качественной работы телефона в квартире при одновременной работе в сети. В технологии HPNA данная задача решена методом частотного мультиплексирования - FDM (Frequency Division Multiplexing). При этом каждому сервису присваивается свой частотный диапазон и, в силу принципа наложения полей, они функционируют "не замечая" друг друга (рис 1).

### С лапшой по жизни

В нашей стране интерес к этой технологии только только начинает расти. Так весной этого года был образован другой альянс "РУССКИЙ HPNA", в который, кроме СвязьКомплекта вошли производитель HPNA 2.0 - тайваньская компания D-Link и московский интернет-провайдер 2КОМ. Перед альянсом стояла задача опробовать эту технологию и разработать варианты ее применения в российских условиях. Краткие результаты первого этапа работы излагаются ниже.

Прежде чем начать свой рассказ о приложениях, поделимся результатами испытаний самой технологии. Были всесторонне протестированы сетевые адаптеры HPNA 2.0, производства компании D-Link и сетевые адаптеры HPNA 1.0, производства компании City-Netek.

На первом этапе ставилась задача проверить работоспособность технологии стандарта HPNA 2.0 по телефонной "лапше" и установление максимальной дальности по топологии "точка - точка".

Были установлены "линки" между двумя машинами, в которых стояли сетевые адаптеры DHN - 520, производства D-Link. Расстояние между машинами постепенно наращивалось причем соединение между кусками кабеля осуществлялось методом "скрутка".

Между машинами каждый раз передавался тестовый файл, объемом 205 Мбайт и замерялось время передачи. Средой передачи был выбран телефонный кабель ТРП-0,4, с диаметром жилы 0,4 мм. В результате опытов были получены следующие результаты. Передавать данные по телефонной "лапше" по технологии HPNA возможно, причем максимальная дальность превышает 1000 метров. На расстоянии 1000 метров, наблюдается

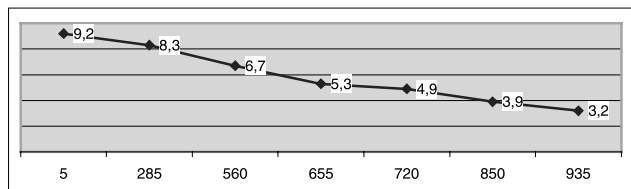


Рис.2 Дальнобойный HPNA. Зависимость скорости передачи сигнала от длины проводника.

падение скорости передачи, примерно втрое (стандарт оговаривает, напомним, 350 метров). Данных о невозможности передачи на расстоянии более 1050 метров не получено (см рис 2).

На втором этапе, тестировались различные среды передачи. Был собран стенд, состоящий из трех компьютеров, в которые были установлены сетевые карты DHN - 520. Компьютеры были соединены в локальную сеть, топологией сети была выбрана звезда. Нагрузка на сеть и измерения параметров сети производились с помощью анализатора протоколов. Были последовательно использованы телефонный кабель ТРП, витая пара UTP категории 5, коаксиальный кабель RG-58 и кабель ГРТС. Было установлено, что передача данных возможна с использованием всех вышеперечисленных сред со сходными параметрами.

На третьем этапе выяснялась максимально возможная скорость передачи по HPNA. Использовался вышеописанный стенд и максимальная скорость, которую удалось зафиксировать 9,6 Мбит/сек. Кроме того, это скорость была последовательно достигнута с использованием всех перечисленных выше сред передачи.

На четвертом этапе, проверялись возможные топологии работы протокола HPNA и совместимость версий HPNA 1.0 и 2.0. С использованием 7 карточек HPNA 2.0 и 3 карточек HPNA 1.0 были последовательно построены конфигурации сети "звезда", "шина", "дерево", их комбинации. В каждом случае использовались карточки разных стандартов. Было установлено, что при всех конфигурациях, данными могут одновременно обмениваться любые две пары компьютеров и полная совместимость стандартов.

На пятом этапе проверялась устойчивость технологии HPNA к нестандартным ситуациям. С использованием лабораторного стенда на витой паре, последовательно производился обрыв одного кабеля пары и замыкания кабеля на кабель. Установлено, что данные мероприятия приводят к снижению пропускной способности с 9,6 Мбит/сек до до 3,5 Мбит/сек но полного отказа работы оборудования выявлено не было. Аналогичный опыт был произведен с использованием "лапши", при этом из телефонного кабеля вырезался 15-ти сантиметровый кусок одной из двух жил. При этом контакт не прерывался и наблюдалось падение скорости в 2,5 раза.



Рис.3. Карточки от D-Link - дальнобойный Ethernet, то есть HPNA по лапше. Фотка у Асмакова.

### Общие выводы:

Установлено, что по протоколу HPNA 2.0 возможно передавать данные на расстояние, свыше 1 км по телефонному проводу, что в 3 раза превышает расстояние, оговоренное стандартом, возможно использование различных сред передачи, причем выбор той или иной не влияет на скорость, максимальная скорость работы близка к заявленной стандартом. HPNA поддерживает произвольную топологию и стандарты первой и второй версии полностью совместимы. Технология HPNA обладает весомым запасом устойчивости к нестандартным ситуациям, типа различных повреждений кабеля. Фактически, данные могут передаваться по одной проволоке.

## Мы учим летать самолеты!

На основании вышесказанного приведем четыре прикладных метода применения данной технологии. Жизнь - штука, как известно, удивительная и непредсказуемая. Как следствие - два из них - это "классическое применение" HPNA, под которые эта технология, собственно и придумывалась. А вторые два - это наше российское "ноу-хау". Но что самое интересное, есть основания полагать, что на Западе до такого не додумались. Итак ...

### Классика №1

Часто в квартирах жилых домов телефонные розетки находятся в каждой комнате, включая кухню, прихожую и т. д. и в них подключены параллельные телефонные аппараты. Этой "инфраструктуры" вполне достаточно для **построения высокоскоростной одноранговой сети в пределах квартиры** без использования коммутаторов и концентраторов или специального оборудования Ethernet, а так же прокладки какой либо дополнительной проводки.

Достаточно вставить в компьютер сетевой адаптер HPNA (внешне он очень похож на обычную сетевую карточку Ethernet) и подключить его в телефонную розетку. Аналогичным образом, в любую другую телефонную розетку в квартире можно включить другой компьютер. Таким образом, появляется возможность задействования имеющийся в доме телефонной проводки для совместного использования разными компьютерами файлов, принтеров, модемов, жесткого диска или дисководов CD-ROM, оставляя при этом возможность эксплуатации традиционной телефонной связи. Просто телефонные аппараты, которые раньше были включены непосредственно в телефонные розетки, в данном случае подключаются в сетевой адаптер HPNA. Таким образом, возможно построение одноранговой сети из 25 компьютеров (стандарт HPNA 1.0) или 32 (стандарт HPNA 2.0).

Кроме того, это решение оказалось вполне востребованным в офисных зданиях, где построение традиционной структурированной кабельной системы оказывается нежелательным. Например в домах старинной архитектуры (лепные потолки, отсутствие кабельных каналов и т. д.).

### Классика №2

Это решение **ориентировано на использование существующих телефонных линий в жилом здании или офисе для подключения к широкополосному Интернет**. В данном случае используется коммутатор, который имеет несколько портов HPNA и WAN порт для подключения к сети передачи данных (рис. 4). Коммутатор устанавливается вблизи телефонного кросса здания, подсоединяясь параллельно к телефонным линиям без частотных разделителей. Не требуются разделители и на стороне абонента. В этом случае телефонные розетки в квартире абонента становятся одновременно и сетевым портом. При этом каждому абоненту выделяется порт коммутатора, то есть происходит организация сети по топологии "звезда". При этом применяется только оборудование стандарта HPNA 1.0, так как обеспечивать на абонентском шлейфе 10 Мбит/сек (HPNA 2.0) для доступа в Интернет бессмысленно (все равно скорость упадет на уровне промежуточного провайдера) и в данном решении важна масштабируемость портов коммутаторов (от 8 до 24), возможность набора в стек, поддержка VLAN и встроенные SNMP-агенты. В свою очередь, порт WAN подключается к сети передачи данных оператора любым способом (выделенная линия, xDSL, оптика, радио).

Привлекательность данного решения очевидна. Отсутствует необходимость в организации альтернативной телефонной проводки и простота подключения новых абонентов. Как следствие - низкая стоимость подключения. Кроме того, помех традиционной телефонии данный способ подключения Интернет не оказывает.

Но! Мы находимся в России. А в части зданий у нас такое решение реализовать сложно. Это связано как с техническими, так и с политическими факторами. Особенности российской телефонной разводки такова, что чаще всего, в жилом доме отсутствует одна точка входа телефонии в здание (вход двадцатипарных кабелей в каждый подъезд дома), а так же кроссовая комната (кросс вынесен между зданием и телефонной станцией). Кроме того, абонентские шлейфы находятся в собственности оператора местной телефонной связи (который, как правило, монополист). А он просто не подпускает к ним никого.

На западе эта технология для жилых домов создавалась под следующую бизнес-модель: хозяин здания (арендодатель) подводит широкий канал в каждую квартиру, договаривается с провайдером и повышает ценность сдаваемого жилья. А у нас, практически нет хозяев зданий в жилом секторе. Договариваться-то нескем!

Вышеперечисленные факторы приводят к пониманию, что в части жилых зданий без альтернативной проводки для доступа в Интернет не обойтись. И возникло решение на базе технологии HPNA 2.0, которые образно назовем андерграуд. Итак ...

### Андерграунд №3

В том случае, когда задействовать существующую телефонную проводку для широкополосного подключения нежелательно и приходится прокладывать альтернативную проводку, технология HPNA позволяет создать эффективное и недорогое решение, основанное на том, что она поддерживает технологию "шина".

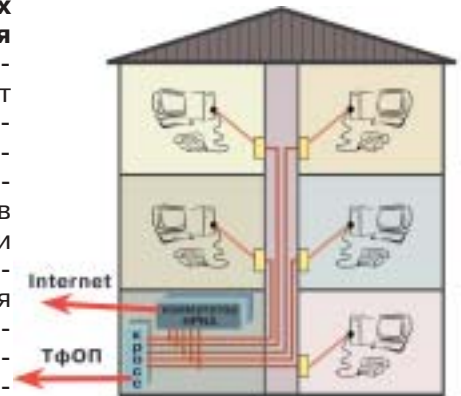


Рис.4 Классическое применение технологии HPNA.

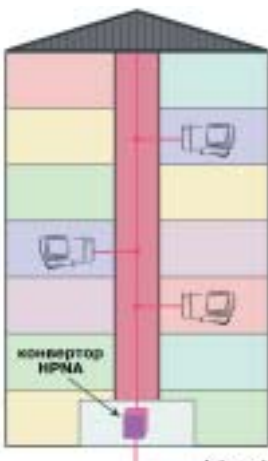


Рис.5. Не перевелись еще Кулибины на Руси: HPNA русского разлива

В подъезде жилого дома по вертикальным кабельным пространствам пробрасывается кабель с последнего этажа на первый (рис. 5). При появлении желающего подключиться к домашней сети, просто делается горизонтальный отвод от вертикального стояка к квартире абонента. Такой сегмент может быть подключен к порту коммутатора или конвертору HPNA/Ethernet. Последние, в свою очередь, подключаются к сети передачи данных.

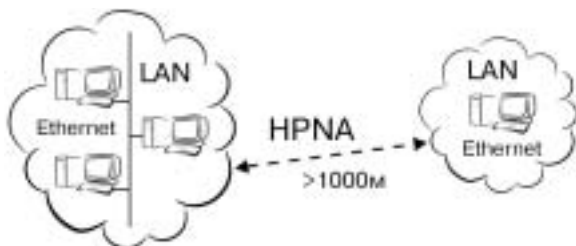
По сравнению с традиционным способом построения домашней сети по Ethernet, данное решение обладает следующими преимуществами:

- ♦ Экономия на проводе и работах (он пробрасывается между этажами один раз)
- ♦ Отсутствует необходимость установки сетевого оборудования
- ♦ За счет малых размеров конвертора HPNA/Ethernet, снижается возможность бытового вандализма (его можно просто забетонировать в стену или укрыть в другом недоступном месте)

Недостаток такого способа традиционен для любой "шины". Таким методом возможно подключение до 32 абонентов, но в этом случае полоса пропускания будет делиться между всеми, поэтому без применения HPNA 2.0 (10 Мбит/с) и ограничения числа абонентов до разумного предела сложно рассчитывать на высокую скорость передачи. Количество абонентов, которые разумно "вешать" на "шину" зависит от способа доступа в Интернет первичного провайдера, но, как правило колеблется в пределах 15-25 пользователей.

#### Андерграунд №4

Когда стоит задача соединения нескольких сегментов сети Ethernet, расположенных на расстоянии от 300 метров до нескольких километров, в подавляющем большинстве случаев, используются либо различные xDSL - решения, либо оптика. Но оба подхода обладают одним недостатком - высокой стоимостью контакта. HPNA технология позволяет решить эту задачу с затратами, отличающимися на порядок.



*Дешевое решение для соединения двух локальных сетей*

Производители оборудования HPNA 2.0 гарантируют, что на дальности соединения 350 метров скорость передачи данных будет 10 Мбит/сек. Опыты показали, что передача данных возможна и на расстоянии свыше 1 километра. Правда наблюдается снижение скорости, примерно, в три раза. Поэтому просматривается следующее применение данной технологии - дешевое решение для соединения двух локальных сетей Ethernet, расположенных недалеко друг от друга и имеющих любую прямую провод между собой (рис 6).

Данная реализация соединения возможна двумя способами. В первом случае, к выходу сетевого устройства Ethernet подключается конвертор HPNA/Ethernet и происходит передача данных на расстояние, свыше 1000 метров по технологии HPNA. На другом конце линии передачи просто стоит такой же конвертор, преобразующий технологию HPNA обратно в Ethernet. Такой способ соединения несколько дороже, но обладает тем достоинством, что работоспособность канала передачи не зависит от качества работы конкретной машины (компьютер дал сбой, выключен и т. д.).

Во втором случае, необходимость применения конвертора HPNA/Ethernet отпадает. Необходимы две сетевые карточки HPNA, две сетевые карточки Ethernet и два компьютера с любой операционной системой семейства Windows (лучше Windows NT 4.0 или 2000). В свободные слоты компьютеров вставляются параллельно карточки HPNA и Ethernet и из компьютера формируется, таким образом, роутер. В HPNA карточку подсоединяется канал передачи, в Ethernet-карту - локальная сеть. При этом, сами компьютеры, используемые в качестве роутеров, возможно использовать для клиентских приложений. Недостаток такого способа подключения состоит в том, что передача данных возможна только при включенных и настроенных роутерах.

#### Вместо заключения

Технология передачи данных HPNA показала себя весьма многообещающе. Интерес к ней в России проявлен огромный. Кроме того, инженерная мысль отечественных исследователей не стоит на месте предлагая все новые и новые варианты применения. Как знать, может в ближайшем будущем нам предложат новые схемы, например, исключающие прокладку кабеля или решения для соединения двух сетей через проводку городской телефонной сети. Время покажет. Главное, что наконец-то появилась работающая технология, способная развеять миф о невозможности высокоскоростной передачи данных по двухпроводной линии (лапше) произвольной топологии и при этом со стоимостью широкораспространенного Ethernet.

*Об авторе: Александр Сериков, менеджер проекта компании СвязьКомплект, связаться с ним можно по тел.: (095) 362-7787, или по e-mail: aserikov@skomplekt.com*