

УДК 004

**АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГИЙ  
АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА****Власов Н.Ю., Воропаева В.Я.***Донецкий национальный технический университет**Кафедра «Автоматики и телекоммуникаций»***Аннотация**

**Власов Н.Ю., Воропаева В.Я. Анализ параметров и характеристик технологий абонентского доступа.** Украинский рынок телекоммуникационных услуг стремительно развивается. Но этому развитию препятствуют две проблемы. С одной стороны это низкая платежеспособность потребителя, а с другой - высокая стоимость услуги оператора. Услуга тем дешевле, чем больше пользователей на нее. А увеличить число абонентов можно лишь серьезным снижением стоимости. Важнейшую роль в этом процессе играет выбор среды распространения сигнала именно для организации "последней мили". При построении сети выбор той или иной технологии абонентского доступа играет решающую роль при установлении тарифов, так как расходы на организацию "последней мили" пропорциональны числу пользователей и в наибольшей степени влияют на стоимость услуг.

**Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами.**

Телекоммуникации будущего базируются на предоставлении каждому пользователю возможности высокоскоростной передачи данных. Существует большое количество технологий абонентского доступа, позволяющих предоставить данную услугу. Наличие нескольких технологий, позволяющих решить проблему «последней мили», вовсе не означает, что существует широкий выбор равноценных вариантов, из которых можно выбрать самый лучший. Возникает проблема выбора оптимального решения «последней мили», которое будет удовлетворять запросы потребителя по качеству и стоимости предоставления услуг.

**Анализ последних исследований и выделение не решенных ранее частей общей проблемы.**

Вопрос выбора решения проблемы «последней мили» рассматривается в работах Орлова С. [1], Гольшко А.В. [2,3], Уютова В. [4], Барабаш П. [5] и др. В этих работах технологии абонентского доступа анализируются по группам (LAN, DSL, КТВ, OAN, СКД). Такой анализ дает возможность выбрать оптимальную технологию только внутри одной группы, которая анализируется. Но ведь часто для одного и того же объекта проектирования существует несколько аналогичных решений, принадлежащих к разным типам абонентского доступа.

**Целью** статьи является проведение анализа и сравнения технологий абонентского доступа, относящихся к разным типам.

В настоящее время в связи с падением платежеспособности наблюдается уменьшение числа крупных клиентов. Между операторами идет борьба за предоставление услуг среднему и малому бизнесу, в том числе и квартирным абонентам. Завлечь новых пользователей можно лишь с помощью выгодных предложений, таких как низкие тарифы и высокая скорость. И того, и другого можно достичь правильно выбрав оптимальную технологию абонентского доступа. Так как основную массу клиентов составляют именно квартирные пользователи, хотелось бы проанализировать технологии доступа, которые подходят для этой группы абонентов.

Для решения проблемы «последней мили» квартирных абонентов существует достаточно видов технологий доступа, таких как: Ethernet, PLC, HomePNA, Wi-Fi, FTTH, xDSL, KTV.

PLC (Power Line Communication) – относительно новая технология, которая только начинает развиваться в нашей стране. Данная технология базируется на использовании внутридомовых и внутриквартирных электросетей для высокоскоростного информационного обмена. Так как проводка в большинстве домов старая и выполненная алюминием, PLC применяется очень редко.

Варианты доступа FTTH и FTTB также пока не получили широкого распространения. Связано это в основном с тем, что их реализация требует от оператора значительно больших инвестиций, чем построение, например, DSL-инфраструктуры, поскольку для предоставления абоненту высокоскоростного канала (до нескольких Гбит/с) необходимо во много раз увеличить пропускную способность опорных сетей, протянуть оптоволокно до абонента, разработать немало новых приложений и, самое главное, убедить абонента заплатить за это деньги. Поэтому многие операторы до сих пор стараются использовать имеющуюся медно-кабельную инфраструктуру.

Прокладка сети KTV, весьма дорогой процесс, поэтому говорить об относительно недорогом, доступном массовому потребителю доступе в Интернет можно в тех случаях, когда подобная сеть уже проложена в данном районе и здание подключено к ней.

Сейчас во многих квартирах все чаще встречается два, а то и три компьютера, которые так же необходимо объединить в домашнюю сеть. По этой причине выберем три наиболее подходящие технологии абонентского доступа: Ethernet, HomePNA, Wi-Fi. Проведем анализ и сравнение параметров и характеристик этих технологий.

Ethernet — это асинхронный, основанный на использовании кадров протокол, разработанный для обеспечения связи между более чем двумя устройствами через разделяемую среду передачи. Широкое распространение сетей Ethernet при организации LAN, в первую очередь, связано с низкой стоимостью, легкостью управления и простотой используемого оборудования. Разрабатывавшаяся в конце 70-х гг. прошлого столетия исключительно для передачи данных технология Ethernet обеспечивает сейчас поддержку широкого набора услуг, включая передачу речи и видео с требуемым качеством обслуживания QoS (IEEE 802.1p), а также организацию VLAN (IEEE 802.1Q). Различные версии этого стандарта поддерживают множество возможных скоростей и типов сред передачи. Ниже приводятся самые популярные сегодня физические интерфейсы Ethernet:

- 10Base-T — 10-Мбит/с система на основе витопарного кабеля категории 3, 4 или 5;
- 100Base-TX — 100-Мбит/с система на основе витопарного кабеля категории 5;
- 1000Base-SX — 1000-Мбит/с система на основе 850-нм многомодового оптического кабеля;
- 1000Base-LX — 1000-Мбит/с система на основе 1300-нм одномодового или многомодового оптического кабеля.

Для наших сравнений и анализа выберем Ethernet 10Base-T.

Сеть по телефонной проводке базируется на стандарте HomePNA 2.0, разработанном Home Phoneline Networking Alliance, и обеспечивает пропускную способность примерно 10 Мбит/с по медной проводке, уже имеющейся у вас дома. Стандарт не мешает работе телефонных линий и дополнительных сервисов, типа АОН, DSL и т.д. То есть вы сможете пользоваться телефоном (и даже аналоговым модемом) как обычно, на работу сети это не повлияет. В теории, HomePNA 2.0 работает на тех же принципах, что и IEEE 802.3 Ethernet, то есть передача осуществляется по существующей медной паре (телефонной линии), способ доступа к среде передачи – конкуренция, соответственно, здесь также происходит автоматическое обнаружение коллизий. Однако стандарты PNA отличаются большей устойчивостью к внешним помехам и к затуханию сигнала в кабеле, который далеко не идеален для высокоскоростной передачи данных. Технически, HomePNA 2.0 работает на

переменной сигнальной скорости 2 Мбод или 4 Мбод и использует вариативную амплитудную модуляцию 4-256 QAM (Quadrature Amplitude Modulation). Проще говоря, сеть может работать на любой скорости от 4 Мбит/с до 32 Мбит/с. При обычных условиях сеть HomePNA 2.0 работает на скорости примерно 16 Мбит/с. Одна из самых интересных особенностей "шинной" топологии HomePNA 2.0 заключается в очень простой организации сети с помощью прямого соединения нескольких телефонных сегментов друг с другом (то же самое происходит при подключении нескольких телефонных аппаратов к линии). Таким образом, вам не нужен концентратор. Вы также можете организовывать каскадное соединение компьютеров параллельно к одной телефонной розетке. Еще раз отметим: сеть HomePNA 2.0 работает независимо от установленного телефонного оборудования (и не мешая ему).

Рассмотрим стандарт IEEE 802.11b, который часто называют WiFi. Он был разработан IEEE, обеспечивает максимальную теоретическую скорость передачи 11 Мбит/с, что сравнимо с 10 BaseT Ethernet, но в отличие от кабельных стандартов, сети IEEE 802.11b портативны, незаметны и мобильны. IEEE 802.11b использует широкополосную передачу со скачкообразной перестройкой частоты (Frequency hopping DSS Spectrum). При этом многие производители обещают работу сети на расстояние более 100 м. Следует отметить, что такие обещания работают, как правило, только при условии прямой видимости, что, согласитесь, редко выполняется в домашней сети. Препятствия типа стен, пола, металлических панелей, труб и т.д. сильно снижают расстояние. При низкой силе сигнала адаптер 802.11b будет автоматически понижать скорость связи для обеспечения надежности соединения. Альтернативные скорости включают 5 Мбит/с, 2 Мбит/с и 1 Мбит/с. Для увеличения дальности возможно применение усиливающих антенн. При точной ориентации антенны возможна работа IEEE 802.11b на расстоянии более 10 км.

Безопасность – одна из главных проблем беспроводных сетей. Стандарт IEEE 802.11b предусматривает несколько встроенных уровней шифрования. Используется схема шифрования WEP (Wired Equivalent Privacy), как 40/64 бит, так и 128 бит.

Подытожим теоретический анализ параметров и характеристик трех наиболее подходящих для квартирных абонентов технологий доступа в виде таблицы:

Таблица 1.1 Параметры и характеристики технологий доступа

Название	Стандарт	Скорость передачи	Длина линии	Среда передачи	Метод доступа	Необходимость прокладки линии
Ethernet	10Base-T.	10 Мбит/с	100 м	UTP k3,5	CSMA/CD	+
HomePNA	2.0	4-32 Мбит/с	100 -300 м	телефонная проводка	CSMA/CD	-
Wi-Fi	IEEE 802.11b	11 Мбит/с	10 - 300 м	воздух	CSMA/CD	-

По данным тестирований [7] построим диаграммы и сделаем выводы.

Тесты производились с помощью NetIQ Qcheck. Эта программа позволяет получить статистику на соединении точка-точка, включая пропускную способность и задержки при использовании протоколов TCP и UDP. Мы сравним как теоретическую, так и реальную пропускную способность. Тестирование проводилось как для обычных условий, так и для идеальных. Обратим внимание на полученные результаты для обычных условий, так как идеальные условия практически не встречаются в жизни. Для беспроводного теста мы использовали широко известную карту Lucent Orinoco на PCMCIA, совместно с точкой доступа 2wire. Для тестирования HomePNA 2.0 применялась PCMCIA карта Linksys в

комбинации с Linksys PCI адаптером. Результаты тестирования получены при связи через сеть HomePNA 2.0, при этом адаптеры были расположены в разных комнатах. Всего в квартире находилось 4 телефона и 640 кбит/с DSL соединение, которое было активным на момент выполнения тестов. Важно заметить, что DSL и HomePNA не мешают друг другу, поскольку они работают на разных частотах, следовательно, на одной телефонной линии может сосуществовать как DSL, так и HomePNA. Пользователям DSL важно знать, что фильтры, защищающие голосовую связь от DSL помех, будут блокировать сетевой трафик HomePNA. Поэтому следует убрать все фильтры из HomePNA сети и установить их на выходном контакте HomePNA устройства. Что касается Wi-Fi, тесты проводились с тщательно измеренным 20 дБ отношением сигнал/шум на удаленной станции, в соответствии с программой Lucent Link Diagnostic. Такое отношение считается минимальным, однако его все еще достаточно для передачи данных со скоростью 11 Мбит/с.

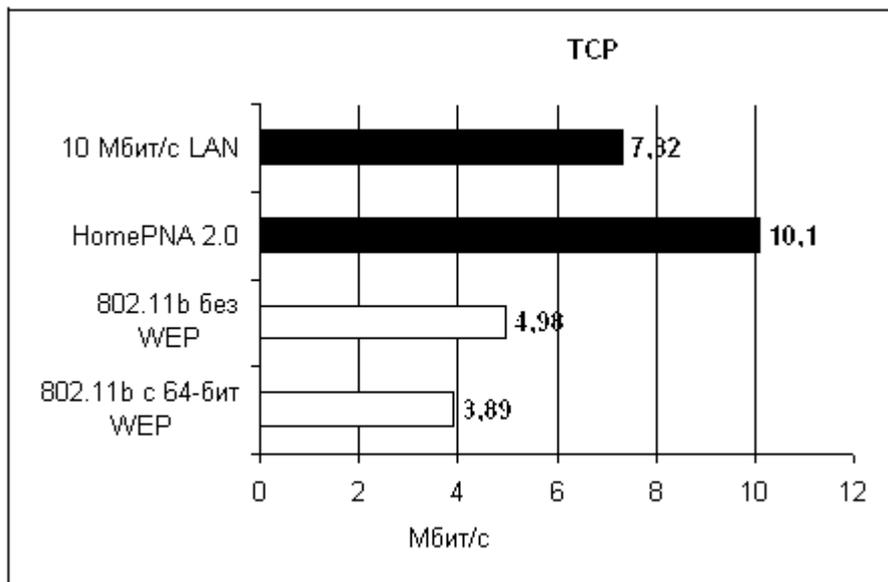


Рисунок 1 Тестирование при нормальных условиях (протокол TCP).

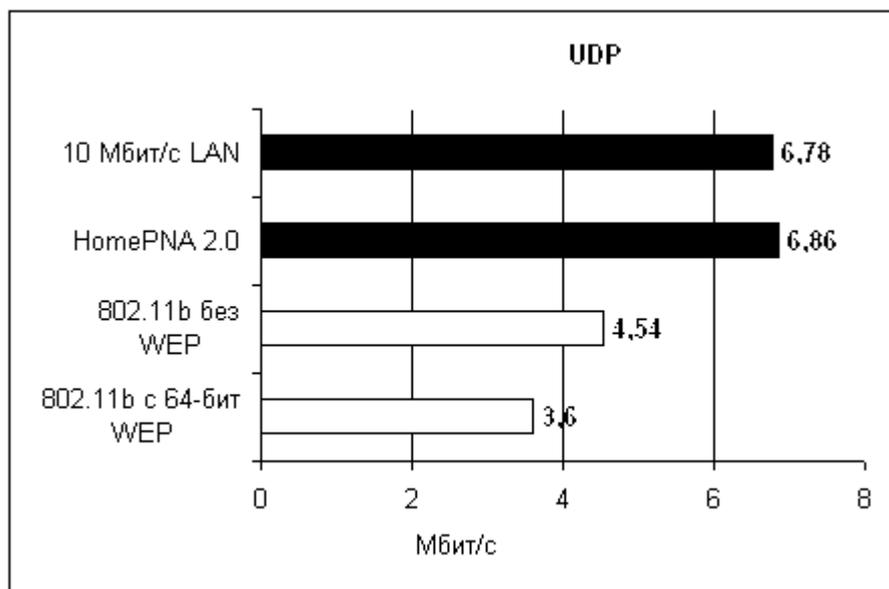


Рисунок 2 Тестирование при нормальных условиях (протокол UDP).

Как видим, результат тестирования проводных технологий лучше, чем беспроводных, так как на работу последних влияют многие параметры, включая расстояние от передатчика, электронные помехи и физические препятствия. Даже передвижение по комнате человека может изменять силу сигнала. Что касается масштабируемости сети, то при каждом повторном тестировании добавляли по одному компьютеру. Во время тестирования каждый дополнительный компьютер передавал данные на другой интерфейс в той же сети, что увеличивало требования к пропускной способности примерно в два раза. Важно отметить, что масштабируемость зависит от топологии. HomePNA 2.0 масштабируется прямо пропорционально количеству узлов в сети. С двумя узлами скорость достигает 10 Мбит/с, при добавлении третьего – скорость падает до 5 Мбит/с. С добавлением четвертого – падает до 3,3 Мбит/с. То есть мы наблюдаем вполне нормальную масштабируемость, которая позволяет подключить порядочное число узлов без значительного падения производительности. Сеть 802.11b сложнее анализировать, потому что точка доступа явно отдает преимущество данным, поступающим из сегмента Ethernet на беспроводный сегмент. Скорость передачи данных от одного беспроводного компьютера к другому значительно снижается при одновременной работе. Это можно рассматривать и как плюс, и как минус, но, скорее всего, такая особенность связана с конкретным мостом, который мы использовали.

**Выводы.** По результатам тестирования оптимальной технологией абонентского доступа для квартирных абонентов является HomePNA 2.0. Она обеспечивает большую скорость, стабильное масштабирование и небольшое ухудшение при увеличении расстояния. Однако у беспроводной связи существуют очевидные преимущества. Во-первых, она позволяет получать доступ к сети из любой точки внутри и снаружи дома или квартиры, независимо от наличия телефонного гнезда. Также появляется возможность свободно передвигаться по дому с ноутбуком, не заботясь о проводах. Безопасность – довольно острый вопрос в трех системах. Беспроводные сети наиболее подвержены опасности вторжения, поскольку домашние пользователи обычно редко скрупулезно изучают свои системы и включают встроенное WEP шифрование. Но даже 64-битное шифрование не остановит опытного хакера.

### Список литературы.

1. Орлов С. Ethernet в сетях доступа// LAN. Журнал сетевых решений. 2004. № 1.
2. Парфенов Ю.А., Мирошников Д.Г. "Последняя миля" на медных кабелях. – М.: Эко-Тренз, 2001.
3. Блушке А. "Родословная" xDSL, или Попытка классификации технологии xDSL для "последней мили" // Технологии и средства связи. 2000. № 1.
4. Барабаш П.А., Воробьев С.П., Махровский О.В., Шибанов В.С. Мультисервисные сети кабельного телевидения. – СПб.: Наука, 2000.
5. Барабаш П.А., Воробьев С.П., Махровский О.В., Шибанов В.С. Мультисервисные сети кабельного телевидения. 2-е издание. – СПб.: Наука, 2004.
6. Котиков И.М. Классификация и сравнительный анализ технологий проводного доступа // Технологии и средства связи. Специальный выпуск "Системы абонентского доступа", 2004.
7. Чеканов Д. «Ethernet vs HomePNA vs IEEE 802.11b», журнал Daily Digital Digest, 2009 год.