

# Технология PON – эффективная сеть доступа



**Андрей ЛЕОНОВ,**  
к. ф.-м. н., «Тералинк»



**Вадим КОНЫШЕВ,**  
к. ф.-м. н., «Тералинк»

«Революция экранов» ведет к повышению спроса на цифровое видео из сети доступа. Население активно заменяет свои старые ЭЛТ-телевизоры на современные ЖК-экраны и плазменные панели, готовые к отображению HDTV-контента<sup>1</sup>. Одним из основных каналов доставки HD-видео населению становятся широкополосные проводные сети доступа. Сеть, которая предназначена для распределения каналов и контента HDTV, должна отвечать жестким требованиям по полосе пропускания и гарантированному времени доставки пакетов. По сравнению с передачей HD-видео, доступ в Интернет и услуги телефонии являются задачами более низкого порядка сложности. Поэтому, если цифровая интерактивная сеть доступа способна без задержек доставлять HD-контент, можно смело утверждать, что она является сетью Triple Play.

**В** развитых странах, ориентированных на широкополосный проводной доступ (США, страны Азиатско-Тихоокеанского региона, Европа), в сетях для населения предполагается скорость абонентских каналов 25 – 50 Мбит/с

от оператора к абоненту и более 10 Мбит/с от абонента к оператору. Такие скорости, при массовом охвате населения, способны обеспечить только оптоволоконные технологии доступа (FTTx). В сетях FTTx применяются технологии Metro Ethernet (коммутаторы, медиаконвертеры) и PON:

- FTTHome – волокно до дома/квартиры/коттеджа;
- FTTPremises – волокно до частного дома;
- FTTBuilding – волокно до многоквартирного жилого дома, таунхауса;
- FTTCurb – волокно до распределительного шкафа (подъезда, лестничной клетки, группы домов).

концентрации абонентского трафика с множественным подключением абонентов к одному волокну. Система PON позволяет существенно снизить число оптических портов в узле доступа оператора и использовать кабельную систему с оптическими кабелями малой жильности. В то же время технология PON дает возможность мультисервисного абонентского подключения (Triple Play и даже Quadro Play<sup>2</sup>) с гарантией качества сервисов. Принципиальная схема сети PON показана на рис. 1.

В мире разработаны различные стандарты для сетей PON:

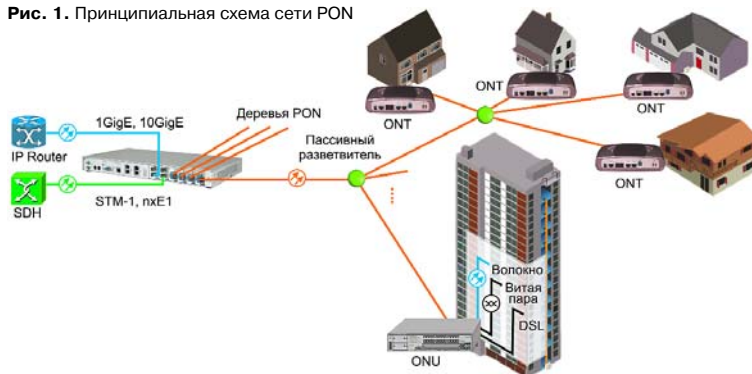
- EPON, он же GEPON, он же Ethernet PON;
- BPON – широкополосный (Broadband) PON на основе протокола ATM
- GPON – мультигигабитный PON на основе протокола GFP (не путать с GEPON!).

Основные характеристики стандартов PON приведены в таблице.

## Технология PON

Сеть PON – это пассивная оптическая сеть, которая использует пассивные оптические разветвители (сплиттеры) и оптические волновые мультиплексоры для

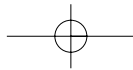
Рис. 1. Принципиальная схема сети PON

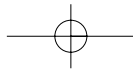


<sup>1</sup> HD Ready, HDTV 720p, Full HD, HDTV 1080p

<sup>2</sup> Quadro Play – видео, телефония, данные + аналоговое ТВ, аналогичное кабельному ТВ.

ИНФОРМУНИКАЦИИ





## Таблица. Основные характеристики стандартов PON

Стандарт	Количество абонентских устройств в сегменте PON	Максимальное расстояние от OLT до абонента, км	Типовая общая скорость в сегменте PON, нисх./восх.	Гарантия полосы для абонента	Отсутствие задержек при доставке пакетов	Перспективы развития технологии
BPON	32	20	622 / 155 Мбит/с 622 / 622 Мбит/с	+	+	-
EPON GEPON	32 / 64	10 / 20	1 / 1 Гбит/с	-	-	10 GPON
GPON	32 / 64	10 / 20	2,5 / 1,25 Гбит/с	+	+	λ – super PON

В мире наиболее распространены технологии EPON (GEPON) и GPON. В странах Азиатско-Тихоокеанского региона (Япония, Китай, Корея и др.) развивают EPON, при этом Triple Play услуги выглядят как «данные по IP», «видео по IP», «голос по IP». США делают ставку на GPON. Остается спорным вопрос, пойдет ли основной трафик к абоненту от оператора или от других абонентов (peer-to-peer, P2P). Оборудование GPON более качественно доставляет видео и голос, чем EPON, и имеет почти втрое большую полосу нисходящего трафика, что позволяет увеличить концентрацию абонентов на одно волокно до 64. Однако из-за меньшего объема производства

цены на оборудование GPON пока значительно выше, чем цены на EPON.

Основная тенденция в конструкции оборудования, как для американского, так и для азиатского рынков, – повышение плотности абонентов на один центральный узел (OLT). Большинство OLT имеют модульную архитектуру и в полной загрузке обеспечивают подключение свыше 1 тыс. абонентских устройств (ONT, ONU<sup>3</sup>). Некоторые производители предлагают OLT на 3 тыс. и более ONT/ONU. Для подключения в транспортную сеть (uplink), как правило, используются интерфейсы 1 GigE и 10 GigE. Для обеспечения абонентам телефонных каналов многие произ-

водители комбинируют OLT с концентратором телефонных линий, что позволяет подключать OLT непосредственно в традиционную телефонную транспортную сеть (SDH) по каналам E1 с протоколом V5.2. Многие OLT имеют возможность установки волновых фильтров для ввода аналогового сигнала кабельного ТВ на длине волны 1550 нм. Практически во всех реализациях OLT оптический усилитель для КТВ-сигнала выполнен в виде отдельного устройства. У некоторых производителей в состав OLT входит коммутатор 2/3 уровней.

Абонентские устройства ONT выпускаются с различными комбинациями портов. Обычно это

<sup>3</sup> ONT – Optical Network Terminal – абонентское устройство PON персонального пользования. ONU – Optical Network Unit – терминальное устройство PON коллективного пользования, концентратор «медных» портов (Ethernet, DSL, FXS) внутридомовой разводки.

**LISA** Leading Interconnect Systems Approach

решение **СПОСОБНОЕ РАСТИ**  
вместе с вашей сетью

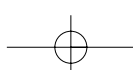
Система USA обладает гибкой, модульной структурой и дает пользователю возможность:

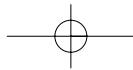
- наращивать плотность подключений именно тогда, когда это действительно необходимо;
- распределить на больший промежуток времени затраты на развитие сети и эффективно управлять бюджетом проекта;
- организовать хранение, удобное подключение и надежную защиту оптических волокон в сочетании с быстрым монтажом и простым обслуживанием.

**HUBER+SUHNER**  
Московское представительство  
Тел: (495) 775 66 53  
Факс: (495) 775 66 54  
www.hubersuhner.com/lisa



**HUBER+SUHNER - Excellence in Connectivity Solutions**





## ТЕМА НОМЕРА

# «Последняя миля» по проводам». Обзор отечественного рынка проводного широкополосного доступа



**Рис. 2.** Типичное оборудование GPON/EPON – центральный узел OLT, абонентское устройство ONT для установки в помещении, абонентское устройство ONT для внешней установки



2 – 4 порта Ethernet, 2 телефонных порта (FXS), аналоговый коаксиальный порт КТВ (такие ONT имеют встроенный триплексор<sup>4</sup> и преобразователь оптического КТВ-сигнала в электрический). Выпускаются ONT для установки в помещении и ONT для внешней установки на стену дома. Конструкция ONT для внешней установки такова, что оператор может обслуживать их без присутствия абонента. Батарея резервного питания в любом случае находится в помещении и обслуживается абонентом (замена раз в 3 – 5 лет).

Терминальные устройства ONU, как правило, имеют модульную конструкцию и позволяют подключать 12 – 24 абонента по витой паре (Ethernet 100 BaseTX), телефонным проводам (DSL), оптическому волокну. Выбор типа внутридомовой разводки определяется тем, имеет ли оператор доступ к существующей телефонной разводке (если да, то можно использовать DSL), а также характерными расстояниями от ONU до абонентов (если меньше 100 м, то можно использовать медь, если больше – оптику).

Некоторые модификации ONU предназначены для установки вне помещений.

Менее распространены компактные OLT малой плотности, рассчитанные на подключение 64, 128, 256 абонентских устройств ONT/ONU. Такие OLT могут быть интересны для российского рынка в силу небольшой плотности абонентов во многих проектах подключения элитного жилья и коттеджных поселков.

Типичное оборудование GPON/EPON представлено на рис. 2; компактный центральный узел GPON малой плотности – на рис. 3.

Сети PON позволяют развивать спектр новых услуг, ориентированных на видео. Вполне вероятно, что услуга Triple Play в будущем будет пониматься не как «данные, телефония, ТВ», а как Triple Video – видеоданные (сайты с видеоконтентом, дистанционное видеонаблюдение через Интернет, интернет-магазины с представлением продукции на видео, видеообучение, телемедицина), видеотелефония и интерактивное цифровое ТВ. При этом телевидение может разделяться на собственно вещание в реальном времени (новости,

ток-шоу в реальном времени, спортивные репортажи) и скользящую программу передач с возможностью просмотра интересующей передачи в удобное время. Интерактивность позволит абоненту заказывать интересующие его видеопродукты, за дополнительную плату отказаться от рекламы и т. д.

Технология GPON способствует эволюции телевидения от широковещательного (multicast) до персонального (unicast, Video-on-Demand) с качеством HDTV практически для всех абонентов. Видеоканал в HDTV качестве занимает до 20 Мбит/с, то есть 1,2 Гбит/с для 64 абонентов в сегменте PON, что вдвое меньше ширины нисходящего канала в GPON (2,5 Гбит/с).

## Российская специфика

Рынки для PON в России следующие:

- волокно до коттеджа (GPON, EPON);
- волокно до «бизнеса» (традиционный рынок BPON);
- волокно до многоквартирного дома (GPON, EPON);
- волокно до квартиры (GPON, EPON).

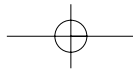
Наиболее перспективной технологией, по нашему мнению, является GPON. Однако в массовом объеме оборудование GPON сегодня не производится, и, соответственно, на него пока сохраняются высокие цены. В ближайшие годы, по мере масштабного внедрения GPON на американском континенте, ожидается снижение цен на GPON в несколько раз по сравнению с текущим уровнем.

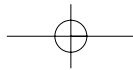
Сегмент коттеджного рынка – это элитные коттеджные поселки и поселки программы «доступное жилье». Элитные коттеджные поселки, как правило, содержат до 300 домов. Для них желательно



**Рис. 3.** Компактный центральный узел GPON малой плотности (4 сегмента PON)

<sup>4</sup> Триплексор – волновой мультиплексор, осуществляющий ввод излучения на третьей длине волны на стороне OLT и вывод его на стороне ONT/ONU для сигнала КТВ на длине волны 1550 нм.





иметь оборудование PON с OLT малой плотности, кроме случаев, когда оператор создает узел доступа сразу на несколько поселков. Поселки программы «доступное жилье» на десятки тысяч домов – рынок для типового GPON-оборудования.

Традиционный сегмент для PON в России – волокно до бизнеса. Возможность подключения десятков абонентов к одному волокну позволяет оператору экономить на кабельной системе в условиях неопределенности появления новых абонентов. Лучшим решением для этого рынка является симметричный BPON (622/622 Мбит/с). Как показывает практика, ограничение полосы пропускания 622 Мбит/с не существенно. Протокол ATM, реализованный в стандарте BPON, позволяет качественно транспортировать потоки E1, необходимые бизнесу, и гарантировать полосу пропускания для Ethernet-соединений. Производители предлагают широкий спектр абонентских устройств BPON со всеми необходимыми бизнесу интерфейсами. OLT обеспечивает подключение к любым транспортным сетям – SDH, ATM, Gigabit Ethernet, имеет низкую плотность абонентов по сравнению с типовым GPON и EPON оборудованием, что экономически эффективно для разряженного бизнес-сегмента. Технологии EPON и GPON, ориентированные на масштабное подключение населения, вряд ли составят конкуренцию BPON в бизнес-сегменте рынка.

Наиболее обширный и динамично развивающийся сегмент рынка в России – оптические сети, охватывающие многоквартирные жилые дома. В 2007 г. начался бум строительства сетей FTTB бум строительства сетей FTTB практически каждый многоквартирный дом, даже в малых городах, будет подключен по оптическому волокну к сети хотя бы одного оператора. Причины

взрывного по своему характеру процесса строительства сетей FTTB – значительное снижение цены на воздушные кабельные системы и на оборудование Metro Ethernet с гигабитными оптическими аплинками, повышение спроса на широкую полосу со стороны населения.

Сегодня в подавляющем большинстве сетей FTTB устанавливается оборудование Metro Ethernet. Сеть обычно имеет кольцевую топологию, с сегментами, которые охватывают около десятка домов. Участок от домового узла до квартиры абонента прокладывается с помощью медной витой пары. По такой схеме сейчас ведется строительство большинства сетей, причина чему – желание минимизировать начальные инвестиции. Факторы, которые будут действовать в процессе эксплуатации, часто не принимаются во внимание, возможно, вследствие того, что к тому времени построенная сеть будет принадлежать уже другому владельцу. Практика эксплуатации подобного рода сетей выявляет серьезные проблемы. Недостатки – ограничение дальности подключения по витой паре внутри дома (до 100 м) и необходимость устанавливать активное оборудование на чердаках и в подвалах домов. Оборудование, располагающееся в домовых узлах, выходит из строя, подвергается актам вандализма и кражам. Электропитание в помещении домового узла зачастую низкого



## Надежный стандарт корпоративной ИТ-инфраструктуры офисов и предприятий

### АйТи-СКС обеспечивает:

- Защиту инвестиций в ИТ-инфраструктуру
- Сокращение капитальных затрат и эксплуатационных расходов
- Эффективную работу ИТ-инфраструктуры офиса и центров обработки данных
- Надежную работу кабельных сетей на промышленных предприятиях



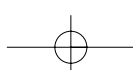
- 10 лет лидерства на отечественном рынке СКС, свыше 1 млн. установленных портов
- специализированные решения: Гига-Система, Мини, Видео, Оптибокс, АйТи-СКС HD
- расширенный базовый состав системы: силовая система, монтажное и диагностическое оборудование
- сеть сертифицированных партнеров-инсталляторов по России и СНГ, собственное производство в России техническая поддержка и уникальная система подготовки специалистов в 18 регионах России и СНГ

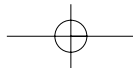
### Структура и логика в основе решений

**АйТи** Компания АйТи 117218, Москва, а/я 116, ул. Кржижановского, д. 21, корп. 2  
Тел.: (495) 974 7979, 974 7980, 127 9010, 127 9012 Факс: (495) 974 7990, 129 1275  
e-mail: info@it.ru www.it-scs.ru, www.it.ru

**Региональные офисы:**  
Волгоград: (8442) 26 5179 Екатеринбург: (343) 378 3340 Иркутск: (3952) 28 3363 Казань: (843) 525 4060  
Краснодар: (861) 255 0088 Красноярск: (3912) 74 4444 Н. Новгород: (8312) 61 9184 Новосибирск: (383) 335 6703  
Омск: (3812) 23 3786 Пермь: (342) 248 6585 Ростов-на-Дону: (863) 227 3102 Самара: (846) 277 9191  
Санкт-Петербург: (812) 326 4588 Тюмень: (3452) 39 9160 Уфа: (347) 225 3853 Челябинск: (351) 266 4639  
Алматы: (3272) 50 8034

Реклама





## ТЕМА НОМЕРА

# «Последняя миля» по проводам». Обзор отечественного рынка проводного широкополосного доступа

качества. В медной проводке во время гроз наводятся большие токи, что вызывает выгорание портов. Коммутаторы, как правило, только условно можно считать оборудованием операторского класса, в большинстве случаев это недорогие устройства азиатского производства.

В связи с этим операторы, желающие построить сеть операторского класса, все чаще обращают внимание на технологию PON. Операторский класс подразумевает более высокие затраты при строительстве, что компенсируется сокращением ежедневных операционных расходов на поддержание сети в работоспособном состоянии.

Технология PON свободна от многих недостатков Metro Ethernet и позволяет строить оптические сети до подъезда (FTTC) и даже до квартиры (FTTH). На первый взгляд, PON значительно дороже Metro Ethernet, однако с учетом операционных затрат PON более эффективен в среднесрочном периоде (3 – 5 лет). В сегменте FTTC/FTTH наиболее экономичным является EPON, наиболее перспективным – GPON. Волокно до квартиры пока кажется фантазией, но с развитием технологий (микротрубчатые кабели, пневмопрокладка во-

локна) внутридомовая прокладка оптики неизбежно станет более экономичной, чем монтаж витых пар, как это уже случилось с прокладкой кабеля между домами. Сегодня, например, монтаж тонкого мономодульного подвесного оптического кабеля значительно дешевле, чем монтаж коаксиального кабеля между зданиями. В ближайшие год-два ожидается также значительное снижение стоимости абонентских устройств ONT до уровня стоимости хороших ADSL-модемов. Все это заставляет многих операторов уже сегодня присматриваться к решениям на базе EPON и GPON для многоквартирных домов.

В заключение несколько слов об оптических кабельных системах. Мономодульные оптические кабели для воздушной прокладки имеют размеры менее чем 5x10 мм, жильность до 48 волокон. Их цена меньше, чем стоимость коаксиального кабеля. Пролеты между местами крепления могут составлять до 250 м. Микротрубчатая канализация – это кабели из трубок 5 или 3 мм для последующей вдвухи оптических волокон. Трубки маршрутизируются внутри здания до квартиры или по поселку до коттеджа. Затем в них вдуваются пучки оптических волокон тол-

щиной около 1 мм, содержащие 1 – 12 волокон. Микротрубчатый кабель с 19 – 24 трубками может быть протянут вдоль стояка в многоквартирном доме или проложен в грунт вдоль улицы в коттеджном поселке с безколдезными отводами к домам.

В ближайшие годы оптические микрокабельные технологии значительно обойдут прочие проводные среды (витую пару, коаксиальный кабель) по экономичности, эффективности и скорости строительства. Медь уже прожила свой век (точнее, 150 лет), оптика имеет долгосрочное перспективное будущее. Строительство оптической кабельной инфраструктуры позволяет операторам существенно увеличить стоимость и инвестиционную привлекательность своей компании. Несмотря на то что сегодня российские операторы в массовом порядке ориентируются на дешевый Metro Ethernet, реальный опыт эксплуатации таких сетей в сочетании со снижением цен на американский GPON и азиатский EPON неизбежно будет смещать их интерес в сторону технологии PON.

Авторы выражают благодарность за подготовку статьи Евгению Гаскевичу, Рустаму Убайдуллаеву и Марине Котеговой. ■

