

FTTH для небольших операторов

С. Попов, к.т.н.

DOI: 10.22184/2070-8963.2018.70.1.54.60

Тенденция роста фиксированных подключений ШПД по волоконной оптике неумолима. Если крупные российские операторы связи выбирают в качестве ключевой технологии доступа GPON, но для средних и малых, задумывающихся о будущем, оптимальным направлением дальнейшего развития может быть использование сетевой архитектуры P2P FTTH - так называемая активная оптика.

Архитектурой абонентского доступа FTTH (оптическое волокно (ОВ) до дома/квартиры (Home) абонента) сегодня никого не удивишь. Подчеркнем, что в последнее время некоторые операторы связи ошибочно (или в маркетинговых целях?) называют так и свои сети, в которых оптический кабель терминируется в подъездном активном шкафу, а разводка по квартирам осуществляется медножильным кабелем. Но для такой сетевой архитектуры давно установлен термин FTTB (ОВ до здания (Building)). В данной статье речь идет именно о FTTH, т.е. об оптике до абонентского терминала.

В России на основе FTTH подавляющая в количественном отношении доля инсталляций осуществлена на основе технологий пассивных оптических сетей (PON), в первую очередь GPON (стандартизована как МСЭ-Т G.984.x). О ней в последние годы в телекоммуникационной, да и общей прессе не писал разве что самый ленивый.

Львиная доля абонентских подключений по GPON приходится на двух крупнейших операторов связи - "Ростелеком" и "Московскую городскую телефонную сеть" (дочернее предприятие МТС). Если "Ростелеком" первым начал массовое внедрение GPON (старт произошел в Северо-Западном макрорегиональном филиале) и продолжает распространять такие сети по многоэтажной застройке практически по всей стране, то столичный оператор уже к 2017 году обеспечил возможность подключения по данной технологии почти 100% квартир на своей "исторической" лицензионной территории - в "старой" Москве и продолжает

внедрять GPON в ближнем Подмоскowie. Добавим, по тому же пути пошел и "Белтелеком", государственный оператор фиксированной связи нашей западной соседки - Республики Беларусь.

По данным аналитиков J'son & Partners Consulting, опубликованным в марте 2017 года, к концу 2016 года число частных пользователей фиксированного ШПД в России составило 30,8 млн. Компания TMT Consulting уже подвела итоги 2017 года, оценив количество частных ШПД-абонентов в 32,5 млн. Аналитики iKS-Consulting насчитали за тот же год 32,7 млн таких домохозяйств.

При этом по показателю проникновения фиксированного подключения к интернету Россия согласно "Индексу готовности к сетевому обществу" (Networked Readiness Index), опубликованном 6 июля 2016 года на сайте Всемирного экономического форума (проходит ежегодно в Давосе), Россия занимала 49-е место (с показателем 17,5), уступая, в частности, таким далеко не самым развитым странам, как Ливан, Болгария, Азербайджан, Румыния. Наилучший показатель (42,5) - у Швейцарии, а из стран постсоветского пространства наиболее высоко в рейтинге расположилась Эстония (28,9).

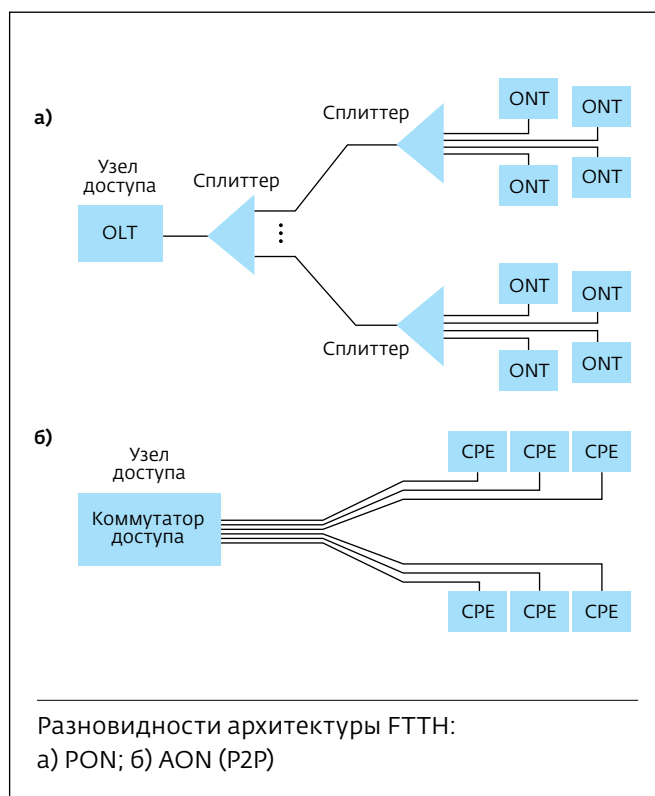
Компания J'son & Partners подсчитала долю, которую составляют в России ШПД-подключения по FTTH: по итогам 2016 года примерно 10%. iKS-Consulting по результатам 2017 года оценивает эту долю в 12,7%. Таким образом, потенциал для строительства в нашей стране наиболее перспективных

на сегодняшний день волоконно-оптических сетей доступа остается весьма большим.

Тут необходимо заметить, что сети "волокно до дома" могут строиться как по технологиям семейства PON, так и на основе так называемой активной оптики (AON). Если в пассивной оптической сети для распределения сигнала по абонентам задействуются пассивные компоненты (оптические разветвители/сплиттеры), то в AON – активные сетевые устройства (коммутаторы, маршрутизаторы, мультиплексоры), в результате чего трафик, исходящий из оборудования, расположенного в точке присутствия оператора (POP), попадает по отдельному волокну непосредственно тому пользователю, которому он адресован. AON известна также как P2P FTTH, dual-rate FTTH, или просто выделенная волоконно-оптическая линия. Наибольшее распространение в активных оптических сетях получил протокол Ethernet, поэтому их часто называют Ethernet over Fiber или Ethernet FTTH.

Не вызывает сомнений, что пассивные оптические сети имеют преимущество перед AON по эффективности, что обусловило их доминирование в нашей стране в количественном отношении. Благодаря тому, что каждое ОВ кабеля в такой сети может обслуживать одновременно до 32 пользователей (реже – до 64), по расходам на передатчики (OLT) и линейные сооружения (кабель, кроссовое оборудование) такие системы более экономичны. Однако не будем упускать из вида, что на практике при развертывании услуг для частных абонентов оператору крайне трудно достичь 100%-ной подписки. Даже в Москве по статистике, обнародованной МГТС 13 июля 2017 года, доступ по GPON использовали примерно 1,6 млн семей, что говорит о коэффициенте задействования сети порядка 38% (на ноябрь 2015 года столичный оператор оценивал его как "почти треть"). По разным данным, этот показатель обычно не превышает 30%. Это означает, что в реальной жизни структура сети PON используется не слишком оптимально, а стоимость стационарного оборудования (OLT) в пересчете на абонента возрастает. К этому надо добавить, что оператору необходимо обеспечивать абонентов терминалами ONT, которые обычно при равных характеристиках дороже, чем CPE для P2P FTTH.

Как и любая технология, GPON не лишена недостатков, ряд из которых является следствием ее достоинств. Специалисты отмечают, что одной стороны, общая полоса пропускания в дереве волоконных линий сети делится между большим числом абонентов, что позволяет оператору уменьшить капитальные расходы за счет снижения затрат на каждого. С другой стороны, используемый ныне преимущественно вариант GPON обеспечивает общую пропускную способность нисходящего потока, равную 2,5 Гбит/с (в восходящем



потоке – 1,25 Гбит/с), что может не соответствовать росту требований абонентов в долгосрочной перспективе, например при появлении существенного спроса на прием ТВ ультравысокой четкости (UHD). Кроме того, уже сегодня некоторую часть полосы пропускания необходимо резервировать для потоковых услуг (скажем, IP-телевидения), что приводит к уменьшению разделяемого "пирога" скорости доступа. При этом ресурс пропускной способности применяемых сегодня на сетях связи общего пользования одномодовых ОВ на много порядков превышает приведенные цифры.

Рано или поздно наступит момент, когда необходимо будет обновить сеть GPON технологией, обеспечивающей большую полосу пропускания. Сегодня на рынке уже есть решения, дающие в нисходящем потоке скорость 10 Гбит/с. Например, МГТС объявила о пилотных проектах по внедрению GPON следующего поколения.

Возможны по меньшей мере два способа апгрейда GPON:

- Вывести из обслуживания оптическое дерево целиком, заменить все абонентские терминалы (ONT), а затем вернуть в сервис всю структуру. Однако, поскольку ONT обычно расположены в квартире абонента, доступ в которую для оператора затруднен, такой процесс может оказаться весьма трудоемким.
- Перейти на технологию уплотнения с разделением по длине волны (WDM-PON), чтобы реализовать

передачу трафика каждому абоненту на индивидуальной длине волны. Поскольку используемые абонентами в настоящее время ONT не поддерживают избирательность по длине волны, для этого необходимо перед началом миграции установить на всех терминалах фильтры длины волны.

Обслуживание сетей PON также сопряжено с определенными трудностями. Сплиттеры не могут передавать информацию о неисправностях в центр управления сетью. Поэтому с помощью обычного оптического временного рефлектометра (OTDR) очень сложно обнаружить какую-либо неисправность волоконной линии между сплиттером и точкой терминирования оптической сети (ONT). Это усложняет поиск и устранение неисправностей в сетях PON и повышает затраты на их эксплуатацию.

Специалисты "НТЦ Энергия" в статье на сайте компании отмечают еще один специфический аспект эксплуатации сети PON: "При повреждении ONT он может передавать в дерево оптоволоконных линий постоянный световой сигнал, что приводит к нарушению связи для всех абонентов этой пассивной оптической сети, причем найти поврежденное устройство

очень трудно. Даже если удастся в некоторой степени предотвратить такое повреждение с помощью какой-либо схемы защиты, эта проблема может возникнуть вследствие действий злоумышленника, который в состоянии прервать работу всей системы связи в дереве, просто передав в него непрерывный световой сигнал".

В чем все технологии PON уступают решениям P2P FTTH однозначно, это дальность связи. Объяснение тому простое: при каждом разветвлении в соотношении 1:2 энергетический потенциал оптической линии падает на 3,4 дБ.

Если упомянутые выше недостатки пассивных сетей имеют, так сказать, общий характер, то один минус технологии GPON, практически нечувствительный сегодня для больших операторов, имеет немалое значение для их меньших по числу абонентской базы коллег. Специфика стандартизации данной технологии такова, что без дополнительных усилий, как правило, можно рассчитывать на идеальную совместимость OLT и ONT только одного и того же изготовителя. Сопряжение стационарной и абонентской техники разных вендоров также возможно, но

KEENETIC GIGA: ИНТЕРНЕТ-ЦЕНТР С ОПТИЧЕСКИМ ПРИЦЕЛОМ

Линейку маршрутизаторов четвертого поколения компании Keenetic в начале 2018 года пополнила модель Giga KN-1010. Формально, языком производителя, это гигабитный интернет-центр с двумя диапазонами Wi-Fi и формулой AC1300, пятипортовым управляемым коммутатором Gigabit Ethernet, двухъядерным процессором MediaTek MT7621A 880 МГц, портами SFP, USB 3.0 и 2.0. Подобно всем старшим моделям Keenetic последних лет, он может подключаться к интернету сразу несколькими способами: по выделенной медной линии Ethernet, через USB-модемы 3G/4G/LTE, по медной же телефонной линии через фирменный USB-модем Keenetic Plus DSL, а также через публичный или частный хот-спот Wi-Fi в режиме Wireless ISP.

Готовность подключения к оптическому терминалу/медиаконвертеру или DSL-модему с портом Ethernet здесь сама собой разумеется, как у практически любого современного Wi-Fi-роутера. Мы обращаем

внимание на модель Keenetic Giga KN-1010 потому, что от предшественников того же производителя и многих аналогов ее отличает дополнительная возможность подключения по оптическому волокну через модуль SFP Gigabit Ethernet.

Технически в этом маршрутизаторе реализован комбинированный порт Gigabit Ethernet RJ-45 / SFP, который объединяет разъем RJ-45 для медного кабеля Ethernet и порт для модулей SFP. Одновременно возможно использовать только один тип подключения: если установлен модуль SFP, то разъем RJ-45 работать не будет, и наоборот. В зависимости от модели подключенного SFP-трансивера поддерживаются скорости передачи данных 100 Мбит/с или 1 Гбит/с (до 2 Гбит/с в дуплексе, причем это также предел скорости маршрутизации интернет-центра). Комбинированный порт может быть настроен как LAN, и с помощью Keenetic Giga можно соединить по оптике две сети (для этого нужно назначить комбинированный порт

требует достаточно трудоемкой работы по обеспечению совместимости, что убедительно показал опыт проектов и "Ростелекома", и МГТС. Привлечение вендора необходимо также для создания системы управления устройствами на стороне абонента. Но то, что вполне могут позволить себе столь мощные компании с их скидками у вендоров, будет слишком затратно для менее крупных операторов.

Наконец, рассмотрим еще один аргумент в защиту места под солнцем P2P FTTH. Речь идет о так называемом разделении абонентских линий - Local Loop Unbundling (LLU, LLUB). Это применяемое во многих странах к традиционным операторам требование об обязательном предоставлении доступа к абонентским линиям связи альтернативных игроков рынка. Хотя в нашей стране такого обременения пока нет, но оно рекомендовано ВТО и, как показывает история развития российского телекоммуникационного законодательства, весьма вероятно появится и у нас. Как сообщает англоязычная Википедия, такой подход ввели, начиная с 1998 года, уже примерно 80 государств, в основном развитых. Действует данное требование и во всех странах - членах ЕС.

Как считает известный эксперт по сетям FTTH, генеральный директор компании "Тералинк" Евгений Гаскевич, в нашей стране пора начать внедрение другой все шире применяемой в разных концах мира модели телекоммуникационного бизнеса - создание инфраструктурных операторов доступа. Такой подход известен как Open Access Network (OAN) и предусматривает разделение операторов на компании, заняты исключительно обслуживанием инфраструктуры волоконно-оптического доступа, и компании, оказывающие услуги абонентам на базе сетей первых. Эта модель позволяет развивать конкуренцию между операторами при минимально возможных затратах на базовую инфраструктуру. Интересный пример OAN - австралийская государственная компания NBN Co, созданная в 2009 году для проектирования, строительства и эксплуатации общенациональной сети ШПД. Одной из задач компании является предоставление возможности оптического доступа со скоростью 1 Гбит/с для 93% жилых домов и офисов зеленого континента.

Сети PON не совсем удовлетворяют требованиям LLU и OAN, поскольку для подключения группы абонентов

с оптическим SFP-трансивером в сегмент локальной сети с обеих сторон линии).

Ограничений на использование только определенных моделей SFP-модулей производитель не ставит. Могут быть выбраны модули любых изготовителей, отвечающие отраслевому стандарту SFP. Для гарантирования круглосуточной бесперебойной работы SFP-порта Keenetic Giga поддерживает функцию DDMI (Digital Diagnostics Monitoring Information) — цифровой контроль параметров производительности SFP-трансиверов. Она позволяет отслеживать в реальном времени такие параметры, как напряжение, температура модуля, мощность лазера и уровень принимаемого сигнала. Разумеется, сам SFP-модуль должен поддерживать функцию DDMI для полноценного мониторинга.

Не только для самого владельца интернет-центра Giga KN-1010, но и для оператора очень полезным может быть то, какое внимание производитель уделяет обеспечению резервного подключения к интернету через



сети мобильной связи. Сегодня поддерживается свыше 150 моделей USB-модемов 3G и 4G (LTE) сотовых операторов, и этот список постоянно расширяется. При любой проблеме на оптической линии пользователь останется на связи, чтобы обратиться в поддержку своего

имеется только одна линия, которая может быть разделена лишь на логическом, но не на физическом уровне.

В отличие от пассивных сетей решение на основе P2P FTTH может обеспечить практически неограниченную полосу пропускания, что позволяет достичь максимальной гибкости при развертывании услуг в будущем, когда потребность в пропускной способности возрастет. Архитектура Ethernet FTTH позволяет оператору гарантировать каждому абоненту необходимую скорость передачи и создавать в сети профили полосы пропускания индивидуально для каждого пользователя. Каждый частный или корпоративный абонент может в любое время получить симметричную полосу пропускания практически любой необходимой ему ширины. Например, пользователя, подключенного сегодня по технологии Fast Ethernet, можно в следующем месяце перевести на Gigabit Ethernet за счет простого переключения абонентской линии на другой порт коммутатора и замены терминала в помещении абонента. Это изменение никак не повлияет на работу остальных абонентов сети P2P FTTH.

Гибкость AON проявляется и в том, что линейные карты Ethernet можно добавлять по мере появления

новых абонентов. При использовании архитектуры PON, напротив, подключение первого же абонента к оптическому дереву требует наличия более дорогого порта OLT.

Не менее важным в ряде случаев плюсом активной оптики в сравнении с PON является возможность обеспечения значительно большей дальности связи. Путем выбора соответствующего SFP-трансивера можно подключить абонентов на расстоянии 100 км и более.

Несмотря на существенное превалирование по числу портов GPON в нашей стране прижилась и архитектура P2P FTTH. Так, большой опыт строительства сетей P2P FTTH в России имеет компания "ИскраУралТЕЛ" (Екатеринбург), входящая в международную группу компаний Iskratel. По мнению технического директора компании Александра Аверкиева, данная технология, реализованная в платформе мультисервисного доступа SI3000 Lumia, имеет хорошие перспективы на российском рынке для обеспечения абонентского доступа как в районах малоэтажной застройки, так и в многоквартирных домах. "Именно оборудование P2P FTTH Iskratel выбрал для проекта обеспечения широкополосного доступа национального масштаба

провайдера, которая, в свою очередь, сможет удаленно проконтролировать состояние интернет-центра и его подключений. Для этого в Keenetic предусмотрено удаленное безопасное https-подключение к сети интернет-центра через фирменный сервис KeenDNS. Аналогично резервировать интернет можно через DSL-модем или WISP-подключение к мобильной точке доступа на смартфоне. Возможность удаленного управления через KeenDNS сохраняется при любом типе подключения.

Через Keenetic Giga можно подключать ПК, ноутбуки и сетевые накопители, использующие скорость проводной сети Gigabit Ethernet, смартфоны, планшеты и другие гаджеты по Wi-Fi, приставки IP-телевидения, телевизоры Smart TV, сетевые медиаплееры. IP-видеокамеры, домашняя система видеонаблюдения и безопасности, USB-накопители могут быть подключены с доступом через интернет.

Интернет-центр позволяет организовать для гостевых устройств отдельные сети (Wi-Fi, LAN или комбинации, так называемые сегменты) с выходом только в интернет и ограничением скорости. Для печати с любого компьютера в домашней сети можно подключить USB-принтер.

В устройстве применена современная двухдиапазонная беспроводная сеть Wi-Fi 802.11ac Wave 2 по схеме 2x2 (до 400 Мит/с 802.11b/g/n 2,4 ГГц и до 867 Мбит/с 802.11a/n/ac 5 ГГц) с четырьмя дополнительными усилителями мощности. При использовании единого имени сети предусмотрено автоматическое распределение клиентов между диапазонами, а также динамический или регулярный (через каждые 6, 12 или 24 ч) выбор оптимального радиоканала в каждом диапазоне для уменьшения влияния других сетей и помех. Формула беспроводной сети, на наш взгляд, выбрана рационально: она не сильно увеличивает стоимость устройства и ее скорость достаточна для большинства современных клиентов. В большом многоуровневом загородном доме наверняка понадобится использовать дополнительные точки доступа, поэтому нет смысла переплачивать за топовые возможности центральной точки в интернет-центре.

Необходимо отметить также встроенные DLNA-медиа сервер, автономный торрент-клиент Transmission, сервер резервного копирования Time Machine, интернет-фильтр Яндекс.DNS для централизованной защиты всех домашних устройств от киберугроз и родительского

словенский оператор связи Telekom Slovenije, предлагающий сегодня любому клиенту скорость подключения 1 Гбит/с и 54 ТВ-канала в качестве HD", – добавляет он.

В качестве примера крупного проекта P2P FTTH "ИскраУралТЕЛ" в многоквартирном жилом массиве А.Аверкиев назвал сеть доступа в районе Академический г. Екатеринбурга. Он особо отмечает такие плюсы рассматриваемой технологии, как простота наращивания скорости доступа по мере роста запроса абонента и отсутствие характерной для GPON проблемы обеспечения совместимости стационарного и абонентского оборудования разных изготовителей. Хотя в линейке производителя имеются абонентские терминалы (CPE), поддерживающие оптический Ethernet, компания не ограничивает операторов в выборе моделей CPE. "Любой соответствующий стандарту абонентский терминал успешно работает с оборудованием SI3000 Lumia", – заключает А.Аверкиев.

Успешно развивает сети P2P FTTH в нескольких городах Свердловской области оператор "Комтехцентр" (торговая марка "Планета") из холдинга ИТМ. Как считает занимающийся этим проектом Антон Мамаев,

ведущий специалист компании "Миралоджик Сервис Медиа", входящей в тот же холдинг, оптический Ethernet – оптимальное решение для абонентов, требующих широкой полосы. Оператор уже запустил ТВ-трансляцию качества UHD 4K, а для нее необходимо выделять по 40 Мбит/с на канал. "Планета" использует для подключения абонентов по оптике только карты 1G, поэтому и абонентские терминалы должны иметь WAN-интерфейс 1 Гбит/с.

Уральский оператор предлагает целую линейку тарифов "Оптический Гигабит". В каждом из них предоставляется скорость доступа не ниже 200 Мбит/с, а в ночные часы и при доступе к внутренним ресурсам она повышается до 1 Гбит/с. В сети GPON сегодня такое невозможно.

А.Мамаев отмечает, что опыт показывает: передачу сигнала с гигабитной скоростью до квартиры проще осуществлять по оптическому кабелю, чем по витой паре, так как при нынешнем развитии технологий правильно подобранная оптика менее критична к условиям прокладки, чем медь. При этом сетевой стандарт ограничивает дальность связи по витопарному кабелю 100 м. К тому же стоимость меди на рынке,

контроля на основе облачного сервиса SkyDNS. Предусмотрена настройка расписаний для ограничения доступа в интернет выбранным устройствам, а также работы точки доступа Wi-Fi. Для безопасного объединения сетей или для защищенного доступа через интернет в домашнюю сеть с любого устройства имеется VPN-клиент/сервер PPTP/IPsec/OpenVPN.

Чтобы сделать данный маршрутизатор более компактным (214×154×33 мм без учета антенн) он не совмещен с голосовым шлюзом. Если абоненту необходима телефония, то производитель рекомендует подключить к устройству миниатюрный USB-модуль Keenetic Plus DECT, что обеспечит голосовую связь для шести телефонных трубок DECT GAP/CAT-iq.

С учетом перечисленного новый интернет-центр Keenetic представляется нам очень интересным решением для интернет-провайдеров, оказывающих услуги на основе P2P FTTH. Возможны три бизнес-модели:

- провайдер предоставляет абоненту Keenetic Giga с предустановленным SFP;
- клиент сам приобретает маршрутизатор (они уже широко представлены в рознице), провайдер устанавливает ему только SFP-модуль;



- клиент самостоятельно приобретает и маршрутизатор, и SFP-модуль по рекомендации провайдера.

Немаловажно, что традиционно для Keenetic пользователям нового интернет-центра обеспечена ежедневная поддержка на русском языке, а сеть сервисных центров охватывает все федеральные округа РФ. Оператору связи достаточно сфокусироваться на работоспособности сетевого подключения, а все прочие вопросы можно смело переложить на производителя.

в отличие от волокна, постоянно растет. Все это делает ориентацию на FTTH оправданной.

"Комтехцентр" использует только одноволоконную схему подключения абонентов FTTH, самый распространенный на сети SFP-модуль рассчитан на дальность 3 км. Примерно 2/3 абонентов, подключающихся по рассматриваемой технологии, предпочитают приобретать CPE оператора, оставшаяся треть использует собственные терминалы.

Оператор, выбравший P2P FTTH, может соревноваться даже с более мощным конкурентом, сделавшим ставку на GPON, за счет предоставления абоненту возможности достаточно широкого выбора терминалов. Когда идет речь о GPON, то ONT должен быть специально "прописан" в системе управления сетью и может быть приобретен (или получен в аренду) только у оператора. При этом число предлагаемых моделей ограничено. Например, у МГТС по состоянию на февраль 2018 года их было две. Не будем забывать, что клиент, подключающийся по оптике, как правило, более требователен к возможностям абонентского оборудования. Часто он желает выбрать роутер по параметрам, которые ему нравятся, например, поддержку двухдиапазонного Wi-Fi (как 2,4, так и 5 ГГц), защиту от киберугроз, родительский контроль. Для клиентов из сферы SOHO могут потребоваться функция гостевой сети, подключение к домашней сети по VPN и другое. Да и соображения компактности и эстетики терминала для многих пользователей находятся не на последнем месте.

Сегодня наиболее распространенным в России способом абонентской терминации P2P FTTH является использование медиаконверторов. Эти устройства преобразуют входящий по ОВ сигнал из стандарта оптического Ethernet в сигнал 100Base-TX/1000BASE-T Gigabit Ethernet для дальнейшей передачи на маршрутизатор (интернет-центр) по кабелю типа витой пары. При необходимости обеспечить повышенную дальность сетевого соединения можно использовать медиаконвертеры с портом SFP. В этом случае радиус обслуживания определяется возможностями выбранного SFP-трансивера, ассортимент которых на рынке весьма широк, включая изделия российского производства.

Однако решение с медиаконвертером не оптимально ни для абонента, ни для оператора. Для первого вряд ли плюсом станет наличие еще одной коробки, требующей дополнительной розетки питания. Минусом для оператора является необходимость мониторинга дополнительного сетевого элемента. К тому же любое лишнее устройство снижает надежность сети.

Более элегантное решение – применение в качестве единого абонентского терминала беспроводного маршрутизатора с оптическим WAN-портом. Пока

на российском рынке ассортимент роутеров с оптическим входом, в отличие от моделей с только "медным" Ethernet, не слишком велик.

Несколькими моделями с SFP-портом представлены маршрутизаторы компании Mikrotik (Латвия). Абонентское оборудование данного производителя достаточно популярно у продвинутых пользователей, но, по многочисленным отзывам (например, на портале "Яндекс Маркет"), у массового покупателя вызывает проблемы его сложная настройка. К тому же латвийская компания не имеет в России службы технической поддержки.

Также можно упомянуть молодую израильскую фирму LAVA Telecom, представленную на нашем рынке одной моделью – AirFire LR-2G211. Этот маршрутизатор со встроенным голосовым шлюзом относится к среднему классу: раздает Wi-Fi лишь в диапазоне 2,4 ГГц, при подключении к мобильному интернету предусмотрена работа только с модемами 3G, но не LTE. Как и предыдущая компания, LAVA Telecom не обеспечивает поддержки в России.

Две модели маршрутизаторов с гигабитным SFP-портом предлагает в России D-Link, в том числе одну – с двухдиапазонным Wi-Fi. Согласно отзывам на упомянутом выше портале, оборудование этого производителя недорогое, но в последнее время вызывает нарекания пользователей. Так, отмечается "медленный и сырой" web-интерфейс, малая зона покрытия Wi-Fi 5 ГГц (модель DIR-825).

Упомянем также маршрутизаторы класса Hi-End европейского производства Iskratel, к примеру Innbox F60. Однако в Россию оборудование линейки Innbox поставляется, как правило, под крупные проекты, в частности, "Ростелекома".

Завершая перечисление представленных на нашем рынке производителей Wi-Fi-маршрутизаторов с гигабитным SFP-портом, отметим, что с января 2018 года он пополнился еще одним игроком – компанией Keenetic. CPE одноименной марки за последние годы завоевали немалую популярность в России (по данным GfK за 2014–2017 гг. – 30% рынка Wi-Fi-маршрутизаторов в денежном выражении), однако до сих пор они не снабжались интерфейсом SFP. В рамках внедрения четвертого поколения абонентского оборудования компания пополнила линейку CPE моделью класса Hi-End – Keenetic Giga со штатным портом RJ-45 / SFP Gigabit Ethernet. Аналогичный WAN-интерфейс имеет и самая старшая модель обновленной линейки – Keenetic Ultra. С учетом того, что аудитория Keenetic несравнимо шире, чем у CPE Mikrotik, вывод на рынок новых моделей может существенно повлиять на число сторонников прямого гигабитного подключения к оптике. ■