

Будни украинского PON

обзор предложений



Пассивных оптических сетей в Украине строится много, национальные операторы прокладывают оптику в многоквартирных домах, тянут ее в села и райцентры, предлагая абонентам гигабитный доступ.

Технологии пассивных оптических сетей (GPON, EPON) хорошо зарекомендовали себя при подключении к Интернету как коттеджных и дачных поселков, так и многоквартирных домов. Оптика не нуждается в электроэнергии, стоит дешево, может быть проложена на длинные расстояния; кроме того, по одной линии в дом заходят одновременно Интернет, телефон и телевидение. На слуху проект модернизации сети «Укртелекома» с использованием GPON, однако эту технологию использует множество операторов.

Десять лет назад можно было рассуждать, дозрел PON до массовых внедрений или его задушит Ethernet. Сейчас это уже что-то рутинное, и «Сиб» решил выяснить у компаний-поставщиков оборудования, как строится PON в Украине и какое оборудование можно встретить у нас в стране.

Стройки в мире и у нас

Преимущества PON по сравнению с «медным» Ethernet и тем более DSL очевидны. Во-первых, оптический

кабель сам по себе дешевле. При этом, если в Ethernet максимальная дальность передачи по кабелю Cat 6 равна 100 м, то в PON максимальное удаление между терминалом оптической линии (OLT) и абонентским оборудованием (ONT) составляет 20 км. Таким образом, одна «голова» может обслуживать несколько домов или целый поселок. (Различные не стандартизированные версии оптического Ethernet работают и на более длинных дистанциях, но и устроены сложнее).

Затраты на обслуживание также невелики, а подключение новых абонентов происходит просто, если оптика уже заведена на объект. В многоквартирных домах, поскольку вся трасса до квартиры является пассивной, а OLT располагается на площадке оператора, при подключении нового абонента или ремонте не нужен доступ в подвал или на чердак (летом этого года автору пришлось столкнуться с такой проблемой, когда вызванный мастер не мог попасть на крышу из-за конфликта между оператором и ЖЭК). Наличие электропитания требуется только на станционном и абонентском оборудовании, поэтому оператор не платит

за электричество, а абонент может не бояться, что домовое оборудование выключится или выйдет из строя из-за грозы. Если свет в доме пропадет, при наличии ИБП доступ в Интернет сохранится.

Поэтому PON в мире развивается довольно интенсивно. Согласно свежему отчету агентства **Global Industry Analysts**, мировой рынок оборудования PON в нынешнем году достигнет \$12,6 млрд, а к 2027-му выйдет на уровень \$37,6 млрд при среднегодовом росте 16,9%. Из них \$18,7 млрд будет приходиться на GPON.

Более скромные оценки дает **Markets&Markets** в отчете от 2019 года, посвященном конкретно GPON. По расчетам этой организации, глобальный рынок на протяжении ближайших лет будет расти со скоростью 5,8% в год и к 2025-му достигнет \$8,3 млрд. Основные факторы роста – увеличивающийся спрос на скоростной доступ и продвижение технологий GPON следующих поколений. Кстати, распространение этих технологий, наряду с государственными инвестициями в инфраструктуру, – одна из причин того, что наибольшая доля рынка приходится на Азиатско-Тихоокеанский регион. Что касается оборудования, то и количественно, и по стоимости большая часть продаж приходится на абонентские терминалы (ONT).

Ведущим производителем в отчете названа компания **Huawei**, которая предлагает широкий набор OLT и ONT, поддерживающих как GPON, так и 10G-PON. Отмечается, что эти продукты популярны благодаря как своему качеству, так и ценности бренда (готовности покупателя платить сверх продажной стоимости продукта), также Huawei участвует в подготовке стандартов GPON. Кроме того, благодаря коммерческому запуску XSG-PON Huawei стала первопроходцем в области 10-гигабитного доступа. Второй крупнейший игрок – **Nokia**; как считается, этот бренд имеет наибольшую ценность среди всех участников, что связано как с сильными позициями этой компании на рынке, так и с приобретением **Alcatel-Lucent**, которое позитивно сказалось на технологических инновациях. В числе других игроков, представленных на рынке, названы китайские **ZTE**, **FiberHome** и **Unizyx**, американские **DASAN Zhone**, **Calix**, **ADTRAN**, **Cisco** и **Alphion**, словенская **IskrateL**, японские **NEC** и **Allied Telesis**.

Украинские операторы тоже полным ходом строят пассивные сети. Причем работы не прекратились и в карантинное время.

Например, «Укртелеком», который уже несколько лет внедряет доступ на базе GPON, в прошлом году начал очередной проект развития и модернизации сетей в сельской местности. Реализуется он в партнерстве с IskrateL и словенским банком SID Banka. На конец 2019 года оптический Интернет был проведен в 280 н.п., построено 4 тыс. км ВОЛС, возможность подключиться получили 95 тыс. домохозяйств. За 9 месяцев года нынешнего завершено строительство

более 7 тыс. км, в июле-сентябре оптический Интернет появился в 150 н.п.

В 2019 году 40% всех новых подключений «Укртелекома» были реализованы с помощью оптических технологий (26% – по схеме FTTH). Сообщалось, что абоненты в сельской местности оценили скоростной доступ в Интернет: 80% подключений выполнялось по тарифному плану 100 Мбит/с. Примечательно и то, что, согласно данным оператора по состоянию на октябрь, потребляемый в день средний трафик из расчета на одного абонента в GPON вдвое больше, чем в ADSL: 7,1 ГБ против 3,6 ГБ.

Vega начала предлагать доступ на основе GPON в 2017 году. В качестве пилотных зон были выбраны участки в центральной части Киева и Одессы, где компания предложила своим абонентам переход с ADSL-линий на оптику. Сейчас, согласно сайту Vega, услуга доступна также в Днепре, Львове и г. Вишневое Киевской обл., где жителям многоэтажек предлагается доступ на скорости до 1 Гбит/с.

Подключение с помощью PON предлагают «Дататруп» (xPON), «Ланет» (гигабитные тарифы) и другие провайдеры, как национальные, так и региональные.

PON PONy рознь

Тут стоит напомнить, что вообще PON существует в двух видах: EPON (GEPON) и GPON. Первая технология, озаглавленная «Ethernet PON» (или «Gigabit Ethernet PON»), стандартизирована документом IEEE 802.3ah-2004 и обеспечивает суммарную скорость в обоих направлениях на уровне 1,25 Гбит/с, из которых 1 Гбит/с доступны абонентам (остальное – символы избыточного кода и служебная информация). К одному порту OLT можно подключить до 64 абонентских устройств.

EPON считается устаревшей технологией, хотя именно на ней строились сети в частном секторе. Впрочем, есть и развитие: спецификация IEEE 802.11av-2009 описывает технологию 10E-PON, которая обеспечивает общую скорость 10 Гбит/с и может сосуществовать с EPON (нисходящие потоки передаются на разных частотах, а восходящие используют одну «лямбду»).

Технология GPON стандартизирована на уровне ITU (Рекомендация G.984). Она обеспечивает 2,5 Гбит/с в нисходящем потоке и 1,25 Гбит/с в восходящем. Если в EPON на канальном уровне передаются фреймы Ethernet, то GPON использует два собственных уровня инкапсуляции. Также, в отличие от EPON, один стационарный порт может обслуживать до 128 абонентских устройств. Стандартизованы и следующие поколения технологии: 10G-PON (G.987), XSG-PON (G.9807) и NG-PON2 (G.989).

В последнее время появилось двухрежимное абонентское оборудование, которое может работать в сетях как EPON, так и GPON; оно имеет условное обозначение xPON.

PON В МНОГОЭТАЖКАХ — ЭТО СЕЙЧАС МЕЙНСТРИМ

Общее название PON включает в себя две технологии: GPON и EPON. В количественном эквиваленте доминирующие позиции занимает EPON, которая успешно применяется на нашем рынке более 10 лет. Эта технология появилась здесь первой, и большинство операторов начали строить свои сети именно на базе EPON. Технология GPON, в свою очередь, последние несколько лет очень динамично развивается. Благодаря возможности подключения большего количества абонентов (128 на один PON-порт против 64 в EPON) операторы начинают использовать именно GPON при строительстве сетей в многоэтажной застройке.



Владислав СЕВРУК,
руководитель отдела
комплексных телекоммуникационных
технологий DEPS

Можно сказать, что прокладка сетей в городской черте по технологии GPON — это сейчас мейнстрим. Если до недавнего времени PON-сети строились, как правило, только в частном секторе (так называемый «котеджный PON»), а в городах они создавались по технологии Ethernet, то сейчас почти любая сеть в городе с многоэтажной застройкой основана на технологии PON.

За последние 6–7 лет была отработана «типовая» схема построения PON-сетей в частном секторе (как правило, по технологии EPON), и отличия в заказах поставщику оборудования у каждого провайдера касались только выбора более удобного элемента сети (блока, кабеля) и того, на чем и как строить последнюю милю до абонента.

Но при построении PON в многоэтажной застройке на сегодня нет единого правильного решения. Скорее всего, его и не будет в ближайшее время, а потому придется выбирать один из 5–6 существующих вариантов построения сети или возможную комбинацию из них. Это обусловлено, прежде всего, большим парком разнотипных домов. Начиная от зданий, где нет даже слаботочной сети, и заканчивая 30-этажными новостройками, где всю сеть надо будет вмонтировать в шахты, включая абонентский отвод к квартире.

Сетевые устройства

Какое ж конкретно оборудование PON можно встретить в Украине? **DEPS** поставляет в нашу страну продукцию марок **BDCOM**, **ZTE**, **Raisecom** и **FoxGate**. На сетях EPON более 10 лет применяется оборудование BDCOM, самая популярная модель линейного терминала — четырехпортовое устройство P3310D (**рис. 1**). Впрочем, с увеличением плотности сетей получают распространение модели на 8 и 16 PON-портов — соответственно P3608B и P3616–2TE. Среди абонентского



Рис. 1. BDCOM P3310D — линейный терминал EPON с 4 портами



Рис. 2. ZTE ZX10 C320 — «голова» GPON с 16 портами

оборудования поставщик отметил однопортовые ONU BDCOM P1501DT и FoxGate E1001MZ.

Что касается GPON, то здесь оборудованию BDCOM составляет конкуренцию бренд ZTE, который смог закрепиться в крупных проектах операторов «Укртелеком» и Vega. Соответственно у BDCOM наиболее продаваемые линейные терминалы GP3600–04/08/16, у ZTE — модульные устройства ZX10 C300/320 (большая многопортовая платформа и модульное устройство на 8 и 16 портов PON, **рис. 2**). Вскоре им на смену должны прийти новые компактные OLT ZX10 C610/620, соответственно на 8/16 и 32 PON-порта. Из наиболее популярного абонентского оборудования DEPS выделяет двухстандартные устройства BDCOM GP1501DT и FoxGate G2001R, совместимые с OLT практически всех марок, представленных в Украине. Из нового — двухстандартная ONU FoxGate X2011ZR со встроенным оптическим приемником телевизионного сигнала.

DEPS поставляет продукцию для PON различным провайдерам, от национальных до локальных. Заказы различаются по масштабу — от покрытия небольшого города до охвата целого региона. Компания сообщила, что сейчас участвует в больших проектах, поставки по которым расписаны на несколько лет, называть их не стала.

Компания «**Ромсат**» поставляет на рынок Украины оборудование производителей **BDCOM**, **C-Data** и **Optolink**, а также устройства под торговой маркой **Picotel**. Из наиболее востребованных моделей нам назвали Picotel PU-E710 — абонентский терминал EPON с одним портом Gigabit Ethernet. В последние годы компания начала поставлять оборудование xPON, здесь самая продаваемая модель — Picotel PU-X710, тоже с одним гигабитным портом (**рис. 3**).

Одна из новинок этого года — Picotel PU-X613, устройство xPON с поддержкой Wi-Fi. Оно может работать в режиме маршрутизатора или точки доступа. Собственно, поддерживается стандарт IEEE 802.11n (до 300 Мбит/с), но на подходе модель с поддержкой 802.11ac. Как объяснили в «Ромсат», об устройстве ONU+Wi-Fi давно просили провайдеры, но на практике создать его оказалось сложнее, чем просто добавить беспроводной модуль в ONU. Дело в том, что классический PON-терминал — это ведомое устройство, которое работает в режиме моста и управляется с OLT, а в стандартизированном наборе команд

ранее не было прописано управление WAN-интерфейсом и Wi-Fi.

Кроме того, в ассортименте появились mini-UPS C-DATA, предназначенные для резервирования питания xPON ONU и маршрутизаторов Wi-Fi. Доступны 2 модели mini-UPS (для потребляемых токов 1 А и 3 А). Они обеспечивают резервное питание продолжительностью до 6 часов, с помощью делителя питания к одному «бесперебойнику» можно подключить несколько устройств.

У заказчиков бывают и необычные запросы. Например, под нужды одного из них пришлось изменить физические размеры одной из моделей ONU, решение стало пользоваться спросом у других клиентов и в результате вошло в ассортимент как PU-X711. В другом недавнем проекте требовалось использование ONU без блоков питания, поскольку ONU невозможно было разместить возле розетки. Завод-производитель доработал печатную плату одной из моделей, выпустив устройство PU-X810P с поддержкой Power over Ethernet. Дополнительно поставлялся PoE-инжектор в виде блокчейка с розеткой. На момент написания статьи эта ONU еще оставалась проектной и массово не продавалась.

Кроме того, «Ромсат» продвигает технологию PON+CATV, позволяющую доставлять клиенту не только Интернет, но и сигнал классического кабельного телевидения по существующей PON-сети. Для этого еще при разработке PON инженеры зарезервировали длину волны 1550 нм для сигнала CATV. Включение и выключение услуги телевидения происходит с помощью специальной команды на ONU, без выезда мастера и физического отсоединения от домашней распределительной сети.



Рис. 3. Picotel PU-E710 — самый популярный терминал в ассортименте «Ромсат»

ОБЛАДНАННЯ **C-DATA** ДЛЯ PON МЕРЕЖ

МЕРЕЖЕВІ ПРИБОРИ GPON, EPON

ГНУЧКІСТЬ,
ПРОСТАТА
РОЗГОРТАННЯ
ТА ВИСОКА
ПРОДУКТИВНІСТЬ

ДЕТАЛЬНІШЕ
ПРО C-DATA

ROMSAT.UA +38 044 394 54 54

ROMSAT — авторизований дистрибутор C-Data Technology Co., Ltd. в Україні

Первая очередь проекта PON+CATV реализована на сети одного из провайдеров в г. Ирпень, где также используют mini-UPS и присматриваются к PoE ONU. Подобные проекты на базе PU-X711 реализуют партнеры «Ромсат» в Одессе, Виннице, Хмельницком и Херсоне.

Компания «Технологии сетей» с 2018 года является официальным представителем **GCOM**. Этот китайский производитель выпускает, среди прочего, и оборудование для пассивных оптических сетей. Ассортимент включает терминалы оптической линии EPON емкостью от 4 до 48 портов и GPON от 8 до 48. OLT доступны как в стандартных корпусах размером 1U, так и в варианте шасси на 9U.

Как нам сообщили в компании, на данный момент ею реализовано более 200 проектов по строительству сетей EPON/GPON разной степени сложности.

Пассивный аспект PON

Кроме сетевого оборудования, не менее важная часть PON-сети – это собственно кабельная инфраструктура. Судя по ответам поставщиков, для сетей в частном секторе можно говорить о чем-то вроде типового проекта и более-менее стандартном выборе оборудования (у каждой компании он свой, разумеется). Но совсем другое дело – многоквартирный дом, где приходится учитывать множество факторов, как то: и квартир на них, доступ к чердачным и подвальным помещениям, заполненность слаботочных стояков. Которых может и не быть вовсе, тогда как в новостройках всю сеть нужно вмонтировать в шахты, включая абонентские отводы. DEPS видит 5–6 возможных вариантов построения такой сети, плюс возможные их комбинации, «Ромсат» считает, что фактически каждый дом – это индивидуальный проект.

ПАНДЕМИЯ ПРИНЕСЛА ДВЕ ВОЛНЫ ПОДКЛЮЧЕНИЙ

Пандемия COVID-19 для нас, украинцев, началась весной 2020 года, тогда как первым от нее пострадал Китай еще в 2019-м. Большая часть оборудования для PON-сетей производится именно в Китае, поэтому эпидемия очень сильно ударила по поставкам. Наш рынок этого почти не заметил благодаря стараниям локальных дистрибьюторов. Но не все украинские компании были готовы к перебоям с поставками на 23 месяца и авиафрахтам стоимостью \$20 за 1 кг веса. Не у каждого были достаточные складские запасы. В итоге многие потеряли своих клиентов.



Владимир ПАЛЬМОВ,
руководитель направления
активного сетевого оборудования
«Ромсат»

Когда волна эпидемии накрыла Европу, многие наши соотечественники вернулись с заработков и создали первую волну подключений для интернет-провайдеров, а соответственно, и первую волну продаж для поставщиков. Затем в Украине были приняты карантинные меры: закрыли метро, остановили общественный транспорт и многих отправили работать из дому, в результате чего наступила вторая волна подключений и, соответственно, вторая волна продаж. Не готов говорить о других поставщиках, но «Ромсат» свои обязательства перед клиентами выполнял.

Печальная ежедневная статистика прироста заболевших COVID-19 откровенно пугает. Нам пришлось принять меры, чтобы максимально обезопасить как своих сотрудников, так и клиентов компании. К сожалению, эти меры иногда причиняют неудобства и тем и другим, но таковы текущие реалии. Надеемся на понимание и лояльность. Как говорят, главное это здоровье, а остальное можно купить. Берегите себя и ваших близких.

Как объяснил **Александр Зинченко**, руководитель направления ВОЛС в «Ромсат», существует две основных схемы разводки оптического кабеля в многоквартирных домах: одно- и двухкаскадная.

При однокаскадной схеме в подвале или на чердаке устанавливается оптический распределительный шкаф (ОРШ), внутри которого в специальных карманах размещаются планарные оптические делители PLC (сплиттеры). От каждого подъезда в шкаф сводятся вертикальные оптические кабели типа Riser со свободно лежащими оптическими волокнами, последние сгруппированы в микромодули кратности этажности, а общее количество волокон соответствует числу абонентов (плюс несколько для запаса). Например, в девятиэтажном доме с 4 квартирами на этаже прокладывается кабель с 9 модулями по 4 волокна.

На этажах размещаются коробки под сварку (в номенклатуре «Ромсат» это тип IFDB-PMA1) или с кроссовым полем под установку оптических адаптеров (IFDB-PMA2, **рис. 4**). Включение абонента может быть выполнено одноволоконным кабелем для внутренней прокладки (Indoor) или готовыми оптическими патч-кордами. Использование этажной коробки IFDB-PMA2 позволяет

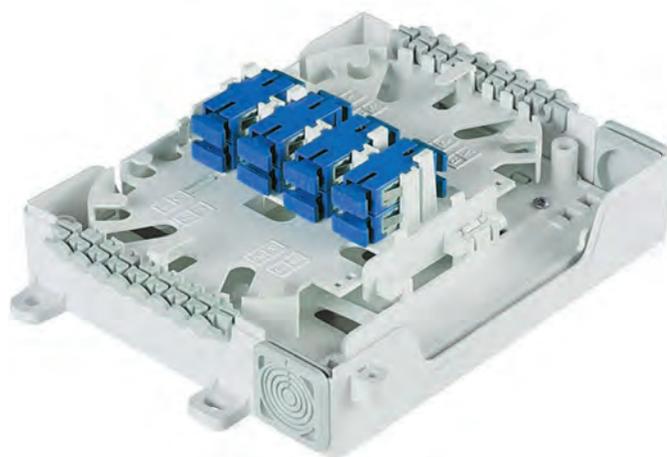


Рис. 4. Этажная коробка IFDB-PMA2

существенно сократить время подключения абонента, так как наличие сварочного аппарата у монтажной бригады не требуется. Патч-корд заводится в бокс, второй конец через предварительно просверленное отверстие входит в квартиру и включается в смонтированную оптическую розетку.

Что касается двухкаскадной схемы, то деление сигнала производится не только в ОРШ, но и на этажах, а количество волокон в вертикальном кабеле равно числу этажей плюс запас. Сплиттеры (1/4 или 1/8) устанавливаются в этажных боксах: в IFDB-PM1 при помощи специальных «ложементов», в которые защелкиваются делители в мини-корпусе, для варианта IFDB-PMA-2 существует модификация IFDB-PMA-3, где может быть установлен делитель в специальном корпусе типа USM. В адаптер, размещенный на нижней панели бокса, изначально включается первый абонент на этаже, а следующие могут быть подключены посредством установки этажного делителя.

Все патч-корды и пигтейлы, которые «Ромсат» предоставляет в рамках проектов PON для многоквартирных домов, изготовлены согласно Рекомендации G.657.A (с малыми потерями на изгибах). Использование такого волокна позволяет легко обходить препятствия в условиях ограниченного технологического пространства, что важно в силу специфики прокладки в стенах, плинтусах и прочих элементах, где любой перегиб оптического волокна может внести нежелательное затухание.

Поставляет такие кабели и DEPS. В частности, среди новинок для построения PON-сетей в многоэтажной застройке, о которых нам сообщила компания, есть новый вертикальный кабель FinMark MTxxx-SM-02 (Flex), созданный специально под эту задачу. Кабель содержит от 2 до 48 волокон, которые располагаются в центральной части, тогда как силовые элементы встроены в оболочку. В пунктах разветвления эта оболочка может быть вскрыта, и отдельные волокна отводятся к абонентским или распределительным устройствам, при этом, поскольку волокна находятся в плотном буфере, в случае разводки внутри ОРШ или бокса они не

требуют дополнительной защиты. Сами волокна соответствуют Рекомендации G.657.A2.

Также в ассортименте появились новые абонентские патч-корды на основе распределительного кабеля FinMark на базе G.757.A2. Это одноволоконный патч-кордовый кабель PS001-SM-02 Flex, кабель на 1–4 волокна FTTH001-SM-01 Flex и армированный на 1–2 волокна MT001-SM03 White (еще он может поставляться в черной УФ-стойкой оболочке для наружной прокладки).

Оптические боксы Crossover, также названные в числе новинок, спроектированы с учетом специфики работы с Riser-кабелем и условий эксплуатации в сети многоэтажной застройки. В коробку FOB-02–08R (рис. 5) можно завести 8 абонентских кабелей, внутри имеется сплайс-кассета, в которую можно установить два делителя. Размещение вводов сверху и снизу позволяет использовать бокс как транзитный. Кроме того, дверцы имеют резиновый уплотнитель и закрываются на замок, благодаря чему бокс также можно монтировать снаружи зданий. Бокс FOB-07–08R тоже имеет 8 абонентских вводов и может использоваться как транзитный, но не имеет влагозащиты. Сплайс-кассета имеет максимальную емкость 12 свариваний против 16 в предыдущей модели, но зато есть посадочные места для 10 SC-адаптеров (против 8). Наконец, в коробку FOB-07–12R можно завести до 12 абонентских кабелей, но конструкция не предусматривает установку оптических адаптеров.

Наконец, появился новый тип делителей в сверхкомпактных корпусах PLC-1x4(8)-5-SC/UPC(APC) для установки в оптических боксах.

Компания «Технологии сетей» в 2018 году представила комплексное решение «xPON-инфраструктура в многоэтажных застройках, торговых и бизнес-центрах». Кроме сетевого оборудования, решение включает в себя волоконно-оптический кабель Lankore и специализированные металлические изделия, выпускаемые под брендом Titan.

Предусмотрены три варианта подключения. Во-первых, прямым волокном к абоненту, которое выделяется через ответвитель и в транспортной трубке заводится непосредственно к абоненту (т.н. «Единый центр сплиттирования»). Второй вариант – каскадная схема, в данном случае в этажных боксах размещается второй каскад делителей, соединенных посредством сварки волокна



Рис. 5. Этажная коробка Crossover FOB-02–08R

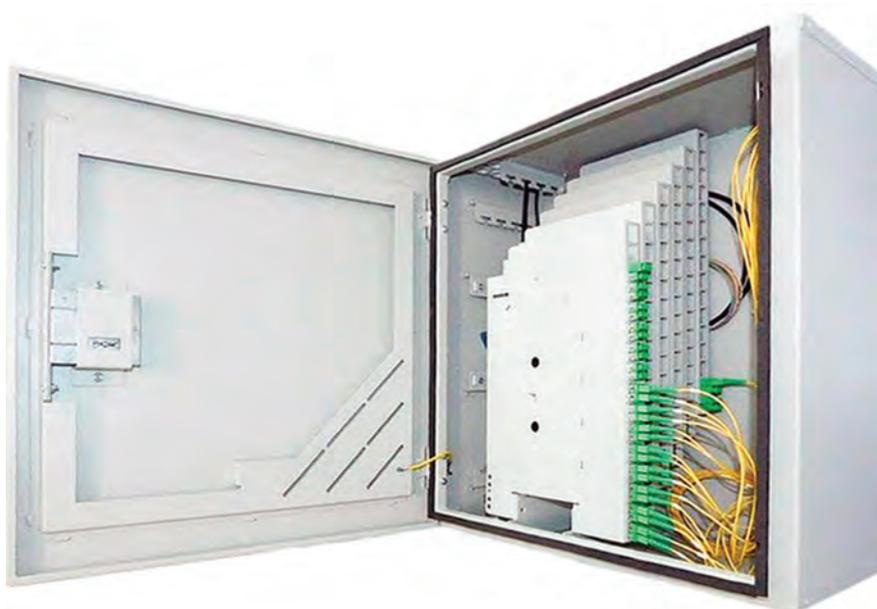


Рис. 6. Коммутационный бокс Titan PON WB-192

КОНКУРЕНТ ДЛЯ GIGABIT ETHERNET

РОН широкополосная технология передачи данных большому количеству абонентов по пассивной оптической сети. На данный момент в Украине с ее помощью подключено уже более 1 млн абонентов. Благодаря доступности оборудования и комплектующих, постоянному их совершенствованию, а также простоте развертывания, PON с легкостью можно назвать одной из наиболее перспективных технологий. Она занимает ведущее место при оснащении высокоскоростным Интернетом частного сектора, а также конкурирует с Ethernet в многоэтажной застройке.



Дмитрий ПАЛАДОВ,
генеральный директор
«Технологии сетей»

Технология PON обладает достаточным количеством технических и экономических преимуществ для построения оптических сетей в многоэтажных зданиях. Итоговые капитальные затраты (CAPEX) на строительство PON сопоставимы с затратами на сети Gigabit Ethernet, а операционные минимум в два раза ниже.

или на разъёмных соединениях. Наконец, шинная топология подразумевает применение FBT-делителей на каждом этаже.

В группу распределительных шкафов (коммутационных боксов) входят три модели в антивандальном исполнении, которые можно размещать в подъезде, подвале, на техническом этаже или чердаке. Боксы выполнены в формате «книжки» – кроссировка оптических волокон производится в откидных кассетах. Сообщается, что такая компоновка позволила уменьшить глубину бокса и одновременно увеличить его емкость. Titan PON WB-192 (рис. 6) может обслуживать целый многоквартирный дом (максимальное количество портов 192 при использовании коннекторов типа SC, однако этот показатель может быть увеличен в два раза при применении коннекторов типа LC). Боксы Titan PON WB-64 и WB-64M рассчитаны на небольшой многоквартирный дом или отдельный подъезд многоэтажки.

Также под брендом Titan выпускаются этажные боксы на 8 и 16 абонентов и металлические ответвители для вывода волокон из вертикального кабеля.

Десять гигабит и выше

В заключение упомянем технологии PON следующего поколения, которые обеспечивают скорость 10 Гбит/с на ветку. По данным **Omdia**, которые приводит блог Router-Switch.com, продажи оборудования 10G-PON в ближайшее время будут расти на уровне 62% в год, причем уже в нынешнем году поставки OLT 10G-PON превзойдут продажи 10E-PON – технологии, которая сейчас используется преимущественно

в Китае и Японии. Если добавить сюда информацию о том, что на протяжении 2019 года большая тройка китайских операторов закупала линейное и оконечное оборудование 10G-PON, можно заключить, что массовые внедрения этой технологии не за горами. Тем более что многие модели OLT (в том числе и представленные в Украине) уже поддерживают и старый, и новый стандарты.

Если 10G-PON повышает скорости передачи до 10 и 2,5 Гбит/с в нисходящем и восходящем потоках, то технология XGS-PON, стандартизованная в 2016 году серией Рекомендаций ITU-T G.9807, обеспечивает 10 Гбит/с в обоих направлениях. Новости о внедрениях этой технологии тоже появляются регулярно. Вот самые свежие: в Люксембурге провайдер **POST Luxembourg** заключил соглашение с Nokia о модернизации своей сети GPON до XGS-PON: производитель поставит линейные карты Multi-PON, что обеспечит плавную миграцию. А в Лондоне локальный провайдер **Community Fibre** с ноября начал предлагать тарифы с доступом на скорости 3 Гбит/с в обоих направлениях (на данный момент половина сети компании построена на XGS-PON).

Еще более высокие скорости – 40 Гбит/с в обе стороны – обеспечивает NG-PON2, где уже используется спектральное мультиплексирование. Как говорится в отчете Markets&Markets, наибольший рост в период до 2025 года переживет именно эта технология, потому что она найдет применение на сетях 4G и 5G как для обмена между базовыми станциями и пакетным ядром (backhaul), так и для обеспечения связи между радиомодулями и распределенной системой обработки сигналов (fronthaul). Ожидается, что к 2025 году продажи таких решений могут достичь \$3,5 млрд.

Когда номер готовился к печати, Nokia представила первое коммерческое решение 25G-PON, основанное на собственном чипсете Quillion. Сообщается, что технология обеспечивает симметричную передачу в обе стороны и может сосуществовать в одной инфраструктуре с GPON и XGS-PON. Благодаря высокой скорости и низким задержкам ее можно использовать для переноса трафика в 5G, а также для предоставления сервисов 10 Гбит/с коммерческим пользователям.

На вопрос, применяются ли в Украине технологии PON, обеспечивающие скорость 10 Гбит/с, в DEPS ответили, что на данный момент есть только тестовые образцы, поскольку стоимость абонентского оборудования еще довольно высока. Но многие клиенты интересуются, поскольку у них уже сейчас есть бизнес-пользователи, тарифные планы которых превышают 1 Гбит/с. В «Ромсат» также подтвердили, что технологией интересовались многие клиенты, и поставщик ожидает реализации от своего партнера – C-DATA.

Так что когда-нибудь прогресс дойдет и до нас.

Василий ТКАЧЕНКО, **СИБ**