

АТАКИ НА ПАССИВНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СЕТИ И МЕТОД ЗАЩИТЫ ОТ АТАК ПУТЁМ ПРИМЕНЕНИЯ СХЕМЫ WDM-PON

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Сергеев Н.Н., Мелешко А.С.

Урядов В.Н. – к.т.н., доцент

Переход от электронных технологий к фотонным несет не только существенные преимущества, но и новые проблемы для информационной безопасности. Появляются новые возможные угрозы. Сегодня можно получить доступ к информации, передающейся по пассивной оптической сети, а зафиксировать эту утечку практически невозможно. Поэтому проблема повышения живучести сетей доступа, построенных на основе технологии PON, стремительно возрастает. [1].

Основной особенностью всех PON сетей является то, что нисходящий поток достигает все оптические сетевые терминалы (ONT), подключенные к сети. Нисходящий поток (downstream) от центрального узла к абонентам идет на длине волны 1490 нм и 1550 нм для видео. Восходящие потоки (upstream) от абонентов идут на длине волны 1310 нм с использованием протокола множественного доступа с временным разделением TDMA. Следовательно, каждому абоненту, приходят пакеты информации адресованы всем абонентам, а он используя множественный доступ с временным разделением выбирает необходимый ему пакет. [2].

Используя оптическую розетку, а доступ к ней получить весьма легко, злоумышленник может вывести из строя весь сегмент сети, путём примитивного засвета лазером в линию. Это произойдет в том случае, когда мощность излучаемого в линию сигнала превысит допустимую мощность фотодиода OLT. [3].

Злоумышленник после некоторых манипуляций с перепрограммированием ONT или подключением ПК с установленным специальным программным обеспечением к ONT может получать информацию, адресованную другим пользователям, всего лишь подобрав необходимый интервал. Это можно сделать с каждой оптической розеткой (OPR).

Эффективным методом защиты от такого рода атак является спектральное уплотнение каналов (wavelength division multiplexing). WDM-PON предлагает альтернативу схеме передачи, основанной на разделении во времени, как в GPON, схемой, где каждый ONT передает и принимает данные на определенной длине волны. Типичная архитектура WDM-PON будет заменять пассивные сплиттеры на волновые селективные фильтры, которые часто реализованы как решетка на основе массива волноводов (Arrayed Waveguide Grating - AWG). [4].

Принцип реализации WDM-PON представлен на рисунке 1:

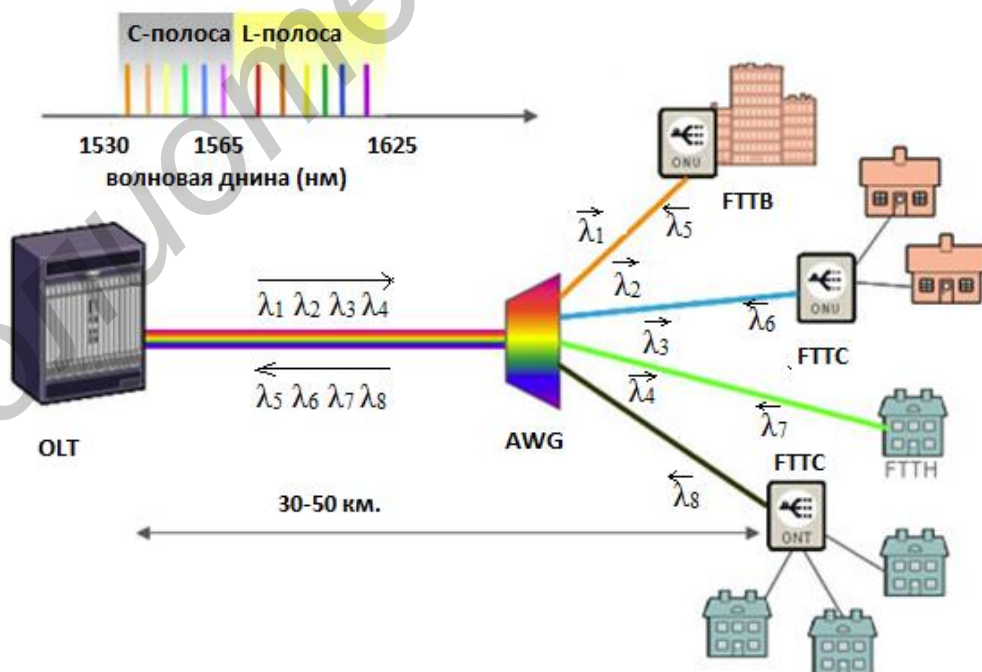


Рис.1. PON с разделением абонентов по длине волны

Архитектура WDM-PON идентична архитектуре FTTH у EPON и GPON. Удаленный узел (RN – Remote Node) в WDM-PON может быть выполнен либо с помощью оптического кросса или пассивного маршрутизатора длин волн. Оптически кросс распределяет все входящие сигналы на все выходные порты и, для этого используется фильтр длин волн у каждого ONU. Несмотря на то, что оптический кросс простой прибор, недорогой и распределенной структуры, данное исполнение требует оптические фильтры

с различными центральными длинами волны в каждом ONU. Кроме того, возрастают потери в оптическом кроссе, относительно длинны волны маршрутизатора.

Вместо оптического кросса на удаленном узле, можно использовать маршрутизатор с канальной решеткой, которая отделяет длины волн и направляет их на ONT.

Длины волн полностью отделены в нисходящем направлении для каждого пользователя. Это дает гораздо больше емкости для каждого пользователя, большую надежность и лучший контроль работы потому, что нет помех между различными длинами волн в исходящем направлении. [3].

В восходящем направлении при системе WDM-PON, каналы длин волн направляются от ONT к OLT, с помощью маршрутизатора и решетки волновода, AWG, которая размещается в удаленный узел RN, где находятся и оптические пассивные кроссы, которые используются в системе GPON. Каждому абоненту выделяется две длины волны: одна для приёма, а другая для передачи. [4].

AWG (решетка волновода) - это пассивный оптический прибор, с особенной характеристикой циклической периодичности, которая позволяет использовать AWG, одновременно в роли мультиплексора и демультимплексора. Решетка AWG направляет каждую отдельную длину волны к одному выходному порту, отделяя, несколько длин волн одновременно. Вносимые потери в AWG около 4-5 дБ (независимо от количества каналов), и это гораздо меньше, чем у оптических кроссов. Однако, не смотря на это хорошее свойство прибора AWG, в результате изменения температуры, происходит сдвиг центральной длины волны из $0,01 \text{ nm}^\circ \text{C}$, что предотвращает использовать AWG в RN, потому, что RN в области больших температурных изменений, где предельные значения могут колебаться с -40°C под $+85^\circ\text{C}$. Такая температурная зависимость имеет причины в индексе изменения кремниевого волновода, что приводит к изменению в оптических длин. На рынке недавно, появились холодные маршрутизаторы AWG, которые разработаны с термической компенсацией, и у которых применяются материалы с температурным коэффициентом, отличающимся от кремния [5].

Достоинства WDM-PON:

1. абоненту предоставляется выделенная полоса для приёма и передачи (нет распределения на конкурентной основе);
2. сигналы абонентов физически изолированы;
3. эффективно используется волокно (до 64 абонентов на волокно);
4. возможно значительное увеличение дальности связи (используя AWG с низкими потерями вместо неэффективных с точки зрения потерь сплиттеров при стандартном для GPON бюджете в 28 dB, можно подключать абонентов на расстоянии порядка 80 км).

Основной недостаток WDM-PON — высокая стоимость, так как требуются узкополосные передатчики, излучающие на заданной длине волны. Это особенно критично для абонентских устройств ONT, так как их стоимость напрямую влияет на стоимость абонентской линии. С одной стороны проблема частично решается за счет унификации и уменьшения типов аппаратных компонент в оконечных устройствах (например, использование настраиваемых на заданную волну лазеров), с другой — не без оснований можно надеяться, что через несколько лет к моменту выхода стандарта стоимость оптических компонент для WDM-PON будет значительно ниже нынешнего уровня. [6].

Переход от TDM-PON к WDM-PON является залогом успешного будущего оптических сетей доступа в том числе и с точки зрения защиты информации, при этом можно также существенно увеличить еще и возможности сети такие как: предоставление абоненту требуемой полосы пропускания, значительное увеличение дальности связи а также и увеличение количества абонентов.

Список использованных источников:

1. Птицын Г.А. Живучесть динамических сетей телекоммуникаций / Под ред. Петракова А.В.: Учебное пособие. - М.: МТУСИ. 2008. - 48 с.
2. Рекомендация МСЭ-Т G.983.1. Широкополосные оптические сети доступа на базе пассивных оптических сетей
3. Булавкин И.А. Вопросы информационной безопасности сетей PON // Технологии и средства связи — 2006. - IW2. - С. 104-108.
4. Kyeong-Eun Han, Design of AWG-based WDM-PON Architecture with Multicast Capability
5. Урядов В.Н., Глущенко Д.В. Использование технологии WDM для повышения эффективности пассивных оптических сетей // Международная научно-техническая конференция, посвященная 45-летию МРТИ-БГУИР : тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 19 марта 2009. — Минск : БГУИР, 2009. — 19с.
6. Урядов В.Н., Глущенко Д.В. Коллективная пассивная WDM сеть с независимым доступом к оптической среде передачи // Современные средства связи : материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф., 29 сент.-1 окт. 2009 года, Минск, Респ. Беларусь. — Минск : ВГКС, 2009. — 23с.