ТЕХНОЛОГИЯ пассивных оптических локальных сетей

А.Семенов, д.т.н., профессор НИУ МГСУ

УДК 654.152, DOI: 10.22184/2070-8963.2020.86.1.26.33

Рассмотрены основные особенности, достоинства и недостатки пассивных оптических сетей (POL). Показано, что эта технология является естественным развитием и удачным способом использования известных преимуществ волоконно-оптической техники на нижних уровнях информационных систем, где она потенциально может составить конкуренцию классическим решениям на основе витой пары. Наибольшие преимущества достигаются в сетях с централизованной архитектурой.

Структурированные кабельные системы (СКС) нормируются стандартами, а их широкое распространение во многом было обеспечено благодаря минимизации количества типов кабельных изделий, допустимых для применения: кабели из витых пар и оптические. При этом на уровне горизонтальной подсистемы СКС, реализация и последующая эксплуатация которой требует свыше 80% необходимых ресурсов, сегодня доминирующее положение занимают электропроводные кабели. Фокусная область применения волоконно-оптической техники – магистральные подсистемы. Здесь отчетливо проявляются ее преимущества: в первую очередь это возможность высокоскоростной передачи на большие расстояния и гальваническая развязка соединяемых точек.

РОСТ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ОПТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОМ УРОВНЕ ОБЪЕКТОВЫХ ИТС

Стандарты СКС и основные правила построения информационно-телекоммуникационных сетей (ИТС) практически окончательно сформировались на рубеже 80–90-х годов прошлого столетия. Минувшие три десятка лет – достаточно серьезный срок даже по меркам кабельной техники с ее явно выраженным техническим консерватизмом.

Нормативные документы СКС допускают применение оптической техники на пользовательском уровне локальной сети в форме (рис.1):

- централизованной оптической архитектуры [1];
 - классической конфигурации типа "волоконно до рабочего места" (FTTD);
 - построения так называемых гибридных трактов, включающих протоколно прозрачный преобразователь среды различных форм реализации (навесной, внешний, инсталляционный и т.д.).
- Несмотря на наличие таких возможностей, витая пара доминирует в рассматриваемой части сети. Это объясняется:
- лучшими экономическими параметрами;
 - обеспечением пропускной способности трактов, достаточной для решения подавляющего большинства практических задач сегодня и в обозримой перспективе;
 - простотой поддержки функционирования классических систем аналоговой и цифровой телефонной связи;
 - возможностью дистанционного питания многочисленного терминального оборудования по технологии PoE [2], в том числе по однопарным [3].
- Оптическая техника до последнего времени использовалась на нижних уровнях сети только в нишевых областях. В их числе улучшение защиты от несанкционированного доступа или функционирование в сложной помеховой обстановке. Сложившееся положение дел не меняют:
- возможность использования гибридных кабелей с оптическим волокном (для поддержки ЛВС) и медной пары (для обеспечения работы

Рис.1. Основные варианты использования волоконно-оптической техники на пользовательском уровне современных ИТС: а – классический прямой тракт; б – с использованием преобразователя среды; в – с использованием навесного преобразователя среды; г – с использованием инсталляционного микро-коммутатора; д – по схеме PON

COMPEO.SU
ВМЕСТЕ С ВАШЕЙ СЕТЬЮ

ООО "КОМПЕТО"
РФ 394053, г. Воронеж
ул. Генерала Лизюкова, дом 17, офис 7

Волоконно-оптические кабели

- Конструирование и продажа оптического кабеля ;
- Проведение заводских приемочных испытаний поставляемого кабеля по ГОСТ Р МЭК 794-1-93 на соответствие Правилам применения оптического кабеля;
- Спиральная арматура, все виды крепежной арматуры: собственного производства и ведущих производителей;
- Оконечное пассивное оборудование;
- Инструменты и измерительная техника;
- Всё для сетей PON.

Кабель произведен на территории Российской Федерации в полном соответствии с постановлением Правительства РФ от 17.07.2015 № 719

Звоните прямо сейчас!
8 800-3333-9-44;

www.competo.ru

Рис.2. Реализация трактов классической ЛВС (а) и сети POL (б)

телефона), в том числе в виде законченных системных решений [4, 5];

- наличие концепции "волокно до комнаты" (FTTR) на основе малопортовых инсталляционных микрокоммутаторов [6], которые достаточно популярны в некоторых европейских странах, и иные решения, отличающиеся от FTTR только разновидностью активного сетевого оборудования нижнего уровня.

Текущий этап развития ИТС сопровождается существенной коррекцией исходных посылок, на основе которых происходит выбор типового решения пользовательского уровня. Среди них укажем на то, что:

- ценовое превосходство медножильных решений выражено уже не столь явно как из-за

удешевления волоконно-оптических решений, так и из-за значимого роста стоимости сырья для изготовления электропроводных кабелей;

- переход на мультиплексирование сигналов нескольких терминальных устройств позволяет полноценно использовать высокую пропускную способность волоконно-оптической техники;
- постепенный перевод ИТС на единую технологическую платформу коммутации и маршрутизации IP-трафика.

В таких условиях в ряде случаев вполне можно отказаться от безусловной поддержки универсальности кабельных трактов и без ухудшения функционала сети в целом по крайней мере частично использовать экономичные специализированные

решения. Одним из них является построение локальной сети по технологии POL.

Особенности технологии POL

POL или PoLAN (Passive Optical LAN) представляет собой одно из направлений внедрения волоконно-оптической техники на нижнем пользовательском уровне ИТС. В основу архитектуры положена организация информационного обмена по схеме пассивной оптической сети, широко используемой в сетях связи общего пользования.

К сильным сторонам PON применительно к построению ЛВС можно отнести:

- рядовой пользователь ИТС не в состоянии на 100% воспринимать информацию, поступающую к нему со скоростью свыше 100 Мбит/с. Последнее означает отсутствие серьезных ограничений по областям применения даже при максимальной нагрузке;
- выполнение спецификации IEEE802.1p касательно класса сервисов QoS, полномасштабная поддержка виртуальных сетей согласно спецификации IEEE802.1q и иных широко распространенных опций сетей Ethernet;
- возможно применение типовых систем управления сетью по частям, например,

ограничения максимальной пропускной способности, а также ее мониторинга.

Для снижения затрат на НИОКР при внедрении POL был использован прием прямого заимствования из техники сетей связи общего пользования. В качестве основы линейной части используется одномодовая техника и одноволоконная схема организации связи, а функции пользовательского терминала возложены на ONT. Из традиционных СКС заимствуются групповое и пользовательское коммутационное оборудование.

Рабочий спектральный диапазон сетей POL соответствует классической одномодовой технике связи и составляет 1260–1635 нм. Для обеспечения преимущества нисходящие каналы работают в третьем окне прозрачности (например, длины 1490, 1550, 1577 нм), тогда как каналы противоположного направления организуются преимущественно во втором окне (чаще всего 1270 и 1310 нм).

На скоростях до 10 Гбит/с включительно задействуется одноканальная схема передачи. Перспективная скорость 40 Гбит/с требует уже спектральной параллельной передачи на четырех оптических несущих.

КЭС КабельЭлектроСвязь
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

Основным направлением деятельности является разработка и серийное производство кабельной продукции следующих видов:

- Кабели для систем сигнализации, управления и связи
- Бронированных, комбинированных, грузонесущих, опто-электрических, геофизических кабелей, в том числе герметичного исполнения
- Провода нагревательные и трансляционные
- Кабели монтажные для промышленной автоматизации: предназначены для организации систем управления, связи, передачи данных, с использованием интерфейсов RS-485, RS-232, RS-422, CAN, HART, AS и других, в промышленных сетях Foundation Fieldbus, Modbus, Profibus, DeviceNet, CANopen, LonWorks, ControlNet, SDS, Seriplex, ArcNet, Ethernet, BACnet, FDDI, FIP, ASI, WorldFIP, Interbus, BitBus и других
- Кабели оптические
- Кабели огнестойкие для систем противопожарной защиты в том числе в составе ОКЛ по ГОСТ 53316

+7 499 258 0200
www.cabletrade.ru

Рис.3. Одноуровневая (сверху) и иерархическая (снизу) топологии PON

Топология сети

При построении PON возможны одноуровневая или иерархическая топология (рис.3). В случае одноуровневой она напоминает централизованную оптическую архитектуру в варианте с промежуточной коммутационной панелью. Функции последней выполняет сплиттер. За счет возможности получения высокой степени деления сигнала (вплоть до 1:64) в сочетании с небольшими расстояниями вполне возможно использование схемы: один сплиттер на группу пользовательских помещений.

Сплиттер монтируется в типовом корпусе со стандартизованным форм-фактором, предназначенным для установки в обычную слотовую полку. Для упрощения процедур администрирования СКС на лицевой панели модуля тем или иным способом (окраской, вынесением в сторону и т.д.) выделяют розетки группового и выходных оптических разъемов. С учетом применяемых в системе излучателей диапазона 1550 нм целесообразно использование соединителей углового типа с зеленой окраской корпуса.

Важным преимуществом архитектуры PON является ее высокая топологическая гибкость, то есть система без труда адаптируется к зданиям со сложными архитектурными особенностями. При решении этой задачи используется каскадирование сплиттеров. При выполнении этой процедуры контролируется количество точек подключения и бюджет оптической мощности. При необходимости по местным условиям конкретного проекта наращивания коэффициента эксплуатационной готовности сети на участках

"сплиттер – сплиттер" может быть реализовано резервирование трактов передачи.

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЕ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Для максимальной унификации решений для подключения терминальных устройств рекомендуется установка ONT, производимых для сетей доступа PON. При рассмотрении с точки зрения принципов традиционных СКС эти устройства представляют собой активную консолидационную точку.

ONT может иметь до восьми портов RJ45, при необходимости эти порты поддерживают технологию дистанционного питания вплоть до уровня PoE++ (60 Вт) [7]. Оптический интерфейс реализуют на модулях SFP.

ПИТАНИЕ ONT

ONT может питаться как переменным, так и постоянным напряжением. Преимуществом питания постоянным током 48 В считается отнесение соответствующей сети к слаботочной.

Нужная степень эксплуатационной надежности ONT в части напряжения питания на практике достигается двумя основными приемами:

- подключением к выделенной сети питания 220 В пользовательских рабочих станций;
- доставкой постоянного напряжения до ONT по медным жилам гибридного кабеля.

Функции разъема питания одинаково часто выполняет RJ45 или же один из стандартных на рынке элементов. В первом случае при внедрении технологии PON для питания рекомендуется использовать ранее проложенные медно-жильные кабели СКС.

ПРЕИМУЩЕСТВА, НЕДОСТАТКИ, ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ PON

Главными преимуществами сетей PON считаются хорошие экономические параметры (снижение затрат на проводку на несколько десятков процентов) и высокая дальность действия (расстояние между OLT и ONT может достигать 20 км), что позволяет реализовать централизованные структуры построения ИТС.

Внутриобъектовый оптический кабель содержит заметно меньшее количество полимерных материалов и превосходит витую пару по массогабаритным показателям. Это упрощает кабельные трассы и делает не столь сложным выполнение норм пожарной безопасности.

Компактность сплиттера и отсутствие необходимости его электропитания упрощают конструкцию этажных распределителей, которые могут быть выполнены в виде настенных шкафчиков.

Немаловажное значение приобретает простота реализации защиты от несанкционированного доступа к конфиденциальной информации. Этому способствует как применение волоконно-оптической техники в линейной части, так и использование временного мультиплексирования группового сигнала.

В числе главных сдерживающих факторов широкого распространения POL отмечают:

- отсутствие 100%-ной гарантии совместимости центрального и пользовательского активного оборудования в сочетании с отсутствием активности органов по стандартизации в направлении устранения этой недоработки;

- увеличение требований к надежности электроснабжения терминальной техники;
- повышенные требования к культуре обслуживания кабельной системы.

Последнее объясняется тем, что при эксплуатации необходимо постоянно контролировать состояние оптически активных поверхностей разъемов и, в частности, их чистоты. Даже небольшие загрязнения сопровождаются появлением сильных обратных отражений, что, в сочетании с небольшими потерями в тракте, может нарушить работоспособность лазерных передатчиков. Соответственно, заявленная в рекламных материалах производителей 50%-ная экономия на эксплуатационных расходах требует дополнительного обоснования.

Следует также обратить внимание на то, что переход на полностью волоконно-оптическое решение исключает возможность централизованного питания терминальных устройств по технологии PoE.

С учетом технических свойств POL ее преимущества проявляются главным образом там, где востребованы в первую очередь услуги ЛВС. К таким объектам относятся в первую очередь отели, бизнес-центры, площади которых

СЗАО «Белтелекабель»

организовано 17 декабря 1996г.

Наше предприятие производит **волоконно-оптический кабель различного назначения**, в том числе волоконно-оптический кабель для внутренней прокладки, городской телефонный кабель, малопарный кабель, кабель станционный, кабель сигнально-блокировочный, кабель абонентской связи, кабель силовой напряжением до 1кВ в различном исполнении, в том числе огнестойкие, самонесущие изолированные провода СИП-1, СИП-2, СИП-3, СИП-4 и неизолированные провода для передачи электроэнергии А, АС.

На всю выпускаемую продукцию имеются документы о подтверждении соответствия: сертификаты, декларации.

Республика Беларусь 220075 г. Минск ул. Селицкого 21/5 Тел/факс: +375 17 299 68 22 e-mail: et@beltelecabel.by
www.beltelecabel.by

используются многочисленными арендаторами, медицинские стационары, торговые центры и учебные заведения.

Определенное влияние на скорость внедрения пассивных цепей могут оказать традиции построения ИТС в определенном географическом регионе. Де-факто POL напоминает решения класса FTTR (Fiber-to-the-Remote) и эта технология получила распространение преимущественно в США. Скорее всего, этому способствует большее распространение сетей PON из-за высокой доли коттеджей в жилищном строительстве. С учетом этой особенности ряд производителей не включают технику POL в каталоги, ориентированные на европейских потребителей.

Выводы

Технология POL окончательно оформилась в самостоятельное направление развития телекоммуникационной техники и может использоваться при построении информационных систем объектов недвижимости.

Наибольшие преимущества POL обеспечивает в случаях необходимости реализации централизованных ИТС.

Хорошие потребительские качества POL во многом достигнуты отказом от универсальности классических СКС и переходом на специализированное решение в виде только ЛВС.

Сильная сторона сетей POL – значимое снижение пожарной нагрузки на здание, а также

возможность упрощения и удешевления кабельных трасс.

При проектировании сетей POL недостаточно простого соблюдения ограничений по допустимым длинам трактов, а требуется обязательный дополнительный контроль оптического бюджета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов А.Б., Аббасова Т.С. Развитие централизованной оптической архитектуры кабельных систем для вычислительных комплексов // Информационно-технологический вестник. 2016. № 2(8). С. 117-129.
2. Семенов А.Б. Дистанционное питание по кабельным трактам СКС // Журнал сетевых решений LAN. 2005. № 2. С. 24.
3. Семенов А.Б. Однопарный Ethernet: первые шаги и перспективы // Журнал сетевых решений LAN. 2017. № 10. С. 28-31.
4. Семенов А.Б. Гибридные кабели для нижних уровней информационных систем // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2018. № 2(71). С. 18-22.
5. Семенов А.Б. Новинки кабельной техники на выставке Exponet 2001 // Вестник связи. 2002. № 3. С. 74-80.
6. Семенов А.Б. Инсталляционные устройства // Журнал сетевых решений LAN. 2000. № 7-8. С. 64-72.
7. Семенов А.Б. Эволюция систем дистанционного питания // Журнал сетевых решений LAN. 2015. № 10. С. 51-55.

Роскомнадзор отчитался за работу с жалобами на операторов "большой четверки"

Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций подвела итоги систематической работы с обращениями граждан, касающихся вопросов оказания услуг связи операторами "большой четверки". В 2019 году рассмотрено более 6,4 тыс. подобных обращений, из которых 1,2 тыс. приходится на Центральный федеральный округ.

Больше всего жалоб поступило на оператора ПАО "МegaФон" (2 814), тогда как на ПАО "ВымпелКом" – 1 678, на ПАО "МТС" – 1 300 и на ООО "Т2 Мобайл" (Tele2) – 666 жалоб.

Обращения преимущественно связаны с качеством оказания услуг мобильной связи, односторонним изменением операторами связи тарифов на услуги связи, оказанием допол-

нительных платных услуг без согласия абонента (в том числе контентных) и перенесением абонентских номеров на сетях мобильной связи.

По итогам проведенных работ авторам обращений были направлены квалифицированные ответы с разъяснениями специалистов ведомства по дальнейшим действиям, часть обращений перенаправлялась для проверки жалоб в Роспотребнадзор.

Что касается вопросов изменения тарифов, специалисты Роскомнадзора дают разъяснения о допустимости таких изменений при условии предварительного информирования абонента.

При рассмотрении вопросов о контентных услугах – предоставляют подробную информацию с точки зрения законодательства

Российской Федерации о порядке оказания таких услуг, а также о способах защиты от их случайного подключения. Так зачастую подключение дополнительной или контентной услуги производится оператором законно, а заявитель просто не владеет элементарными правилами "цифровой гигиены" и подключается к услугам по незнанию.

По вопросам перенесения абонентских номеров на сетях мобильной связи операторам указывается на недопустимость необоснованных отказов и многократных повторных обращений абонентов с заявлениями при перенесении номеров.

По информации Роскомнадзора

МТС подключил базовые станции 5G к сети XGS-PON

Оператор МТС сообщил, что первым в России подключил тестовые базовые станции (БС) 5G к транспортной сети XGS-PON, созданной на основе волоконно-оптической сети, построенной в Москве дочерней компанией МТС – МГТС.

БС 5G, расположенные в пилотной зоне на ВДНХ, были подключены к оборудованию XGS-PON, которое компания специально установила на своей транспортной сети. Использовалось оборудование нескольких ведущих международных вендоров. Базовые станции независимо от производителя оборудования работают в штатном режиме, и уже в 2020 году пилотная зона 5G будет действовать на большей части террито-

рии ВДНХ. Подключение продемонстрировало высокую надежность конвергентных сетей, что позволит оператору быстро и без значительных дополнительных инвестиций разворачивать сети мобильной связи пятого поколения на основе уже существующей фиксированной транспортной сети. Аналитики МТС прогнозируют, что data-трафик в мобильных сетях компании в Москве к 2025 году вырастет в 4,5 раза, а в сети 5G почти в 7 раз в связи с трафиком от десятков миллионов одновременно подключенных клиентских, инфраструктурных, телекоммуникационных и IoT-устройств. Основную нагрузку на сети окажет трафик от систем городского жизнеобеспечения (домофоны, светофоры, каме-

ры видеонаблюдения, объекты климатки и энергетики). При подключении БС 5G к оптоволоконным сетям XGS-PON пропускная способность сети увеличивается в несколько раз, обеспечивая передачу данных на скорости до 10 Гбит/с и выше, в зависимости от числа работающих в сети интерфейсов.

В столице силами МГТС построено более 45 тыс. км сети GPON, к которой подсоединено более 75% зданий по всему городу. Благодаря подключению БС к транспортной сети GPON сотовые операторы смогут сократить время на строительство сети 5G на 40% в Москве, затраты – на 50%.

По информации ПАО "МТС"

Группа прогнозирования, оповещения и управления сетями связи при ЧС Россвязи приступила к круглосуточной работе

С 3 февраля 2020 года для реализации мероприятий по управлению и восстановлению единой сети электросвязи и сети почтовой связи Российской Федерации при угрозе возникновения и возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного харак-

тера дежурные по связи группы прогнозирования, оповещения и управления сетями связи при ЧС Федерального агентства связи приступили к круглосуточному дежурству.

Дежурные по связи взаимодействуют с оперативными и оперативно-диспетчер-

скими службами органов исполнительной власти Российской Федерации и хозяйствующих субъектов сетей электросвязи и почтовой связи.

По информации Россвязи

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«ЯУЗА-КАБЕЛЬ»

Волоконно-оптические кабели

Разработка и производство волоконно-оптических и комбинированных кабелей (в том числе-специального назначения). Категория качества "ВП".

141004, г. Мытищи, М.О.
Ул. Силикатная, д.19
www: <http://www.yauzascabel.ru>
E-mail: yauzascab@df.ru
yauzascab@mail.ru
Тел.: + 7 (903) 726-84-69, (495) 230-04-27, (495) 241-27-00
Тел./факс: (495) 583-13-62