

# ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ PON:

## приглашение к дискуссии

Н.Бубличенко, bn@str-telecom.ru  
Р.Журавлев, rv@groupstr.ru  
Группа компаний "СТР"

Вопросы оптимальной организации сетей FTTH постоянно привлекают внимание специалистов. И неудивительно – ведь здесь тесно переплетены вопросы строительства, оптических технологий, эксплуатации сетей, работы с абонентами и т.п. Видимо, единый оптимальный вариант найти не удастся никогда – да это и не нужно. Однако унификация и стандартизация подходов к построению FTTH в любом случае необходима как проектировщикам и строителям сетей, так и производителям оборудования. Поэтому вопросы, поднимаемые в предлагаемой статье, сегодня чрезвычайно актуальны.

### ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА СЕТЕЙ FTTH

Развитие сетей широкополосного доступа в рамках семейства архитектур FTTx в России вступило в новый этап. Наряду со строительством сетей FTTC (Fiber To The Curb) и FTTB (Fiber To The Building) все большее распространение получает технология FTTH (Fiber To The Home – волокно в частный дом, квартиру). Эта архитектура привлекает операторов тем, что, проложив оптику в квартиру, они обеспечивают потребности абонента лет на 15, даже с учетом постоянного появления новых сервисов и роста требований к полосе пропускания.

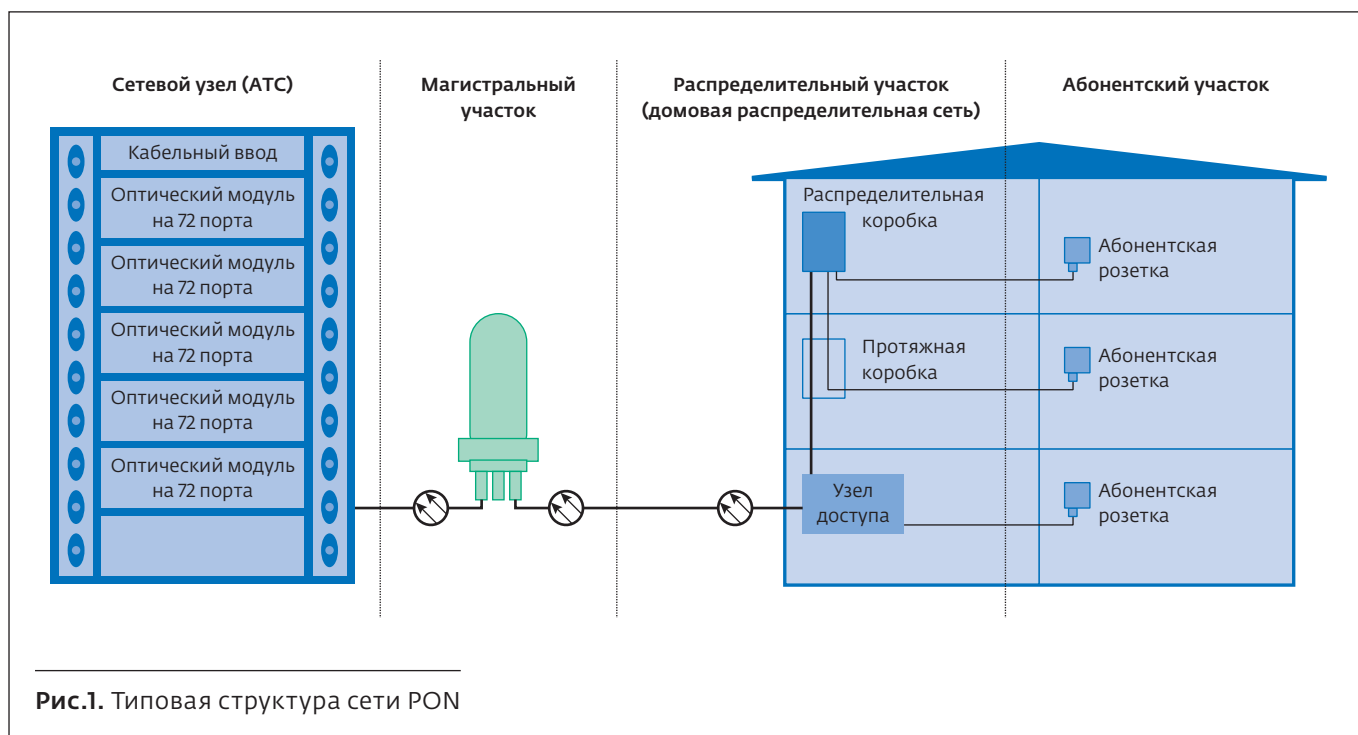
В принципе, все физико-технические проблемы реализации этой технологии решены, но дьявол, как известно, кроется в деталях. Именно технико-экономические и организационные проблемы определяют успех и коммерческую

эффективность проектов. Пока статистика строительства и эксплуатации оптических сетей архитектуры FTTH не столь велика – операторы строят свои сети, исходя в значительной мере из чисто теоретических представлений, исправляя ошибки уже по ходу внедрения.

Проблемы осложняются тем, что произошло, условно говоря, наложение двух "революций":

- с одной стороны, возникло множество операторов, строителей, подрядных организаций с противоречивыми интересами при отсутствии жестких стандартов и типовых технологических схем советских времен;
- с другой стороны, наступила новая, "оптическая эра", и уже не помогают стереотипы и привычные схемы, наработанные в "медный век".

Непривычным кажется тот факт, что на затухание сигнала влияет радиус изгиба



волоконно-оптического кабеля. Что внешне одинаково выглядящие оптические шнуры, более того, с одинаковыми коннекторами на концах, но имеющие волокно, изготовленное в соответствии с различными стандартами (G.652 и G.657), принципиально отличаются по возможностям изгиба. Что для абонентского подключения требуются специальные шнуры, армированные кевларовыми нитями, с улучшенной прочностью на растяжение. Нежелание учитывать эти моменты при прокладке кабеля в квартиру может привести – и часто приводит – к изломам и обрывам волокна.

В данной статье сделана попытка рассмотреть достоинства и недостатки известных нам технических решений построения сетей FTTH в многоэтажной жилой застройке. Сравнение вариантов проведем применительно к строительству пассивных оптических сетей (PON – Passive Optical Network).

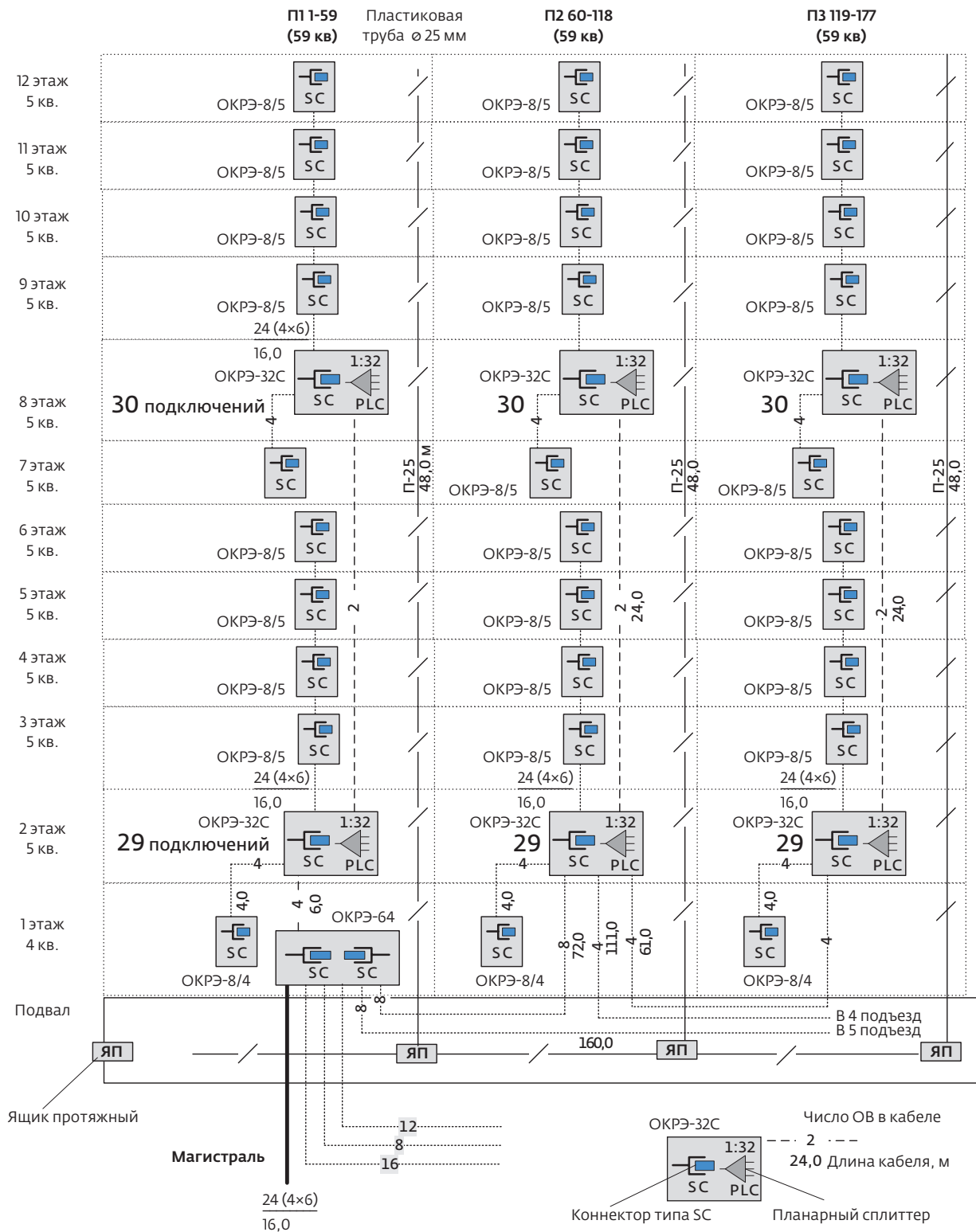
Сеть PON условно подразделяют на ряд участков (рис.1). Способы реализации сетевых узлов и магистральных участков хотя и имеют отличия, но они незначительны и не являются принципиальными. Поэтому остановимся на реализации распределительной сети и участков абонентского подключения, охватывающих домовую сеть согласно архитектуре FTTH, на основе привычного нам оборудования производства "СТР-Телеком". Основные моменты, напрямую

влияющие на показатели конкретного технического решения, это состав оборудования узла доступа, оборудование этажных распределительных коробок и способ абонентского подключения. Рассмотрим несколько вариантов реализации домашней сети PON.

### ВАРИАНТЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ FTTH

**В варианте 1** (рис.2) узел доступа имеет распределенную структуру и включает в себя домовую кросс и сплиттерную коробку. Оптическая кабельная магистраль из муфты поступает в единый домовый кросс ОКРЭ-64 (оптическая коробка распределительная этажная, до 64 выходных портов), который устанавливается в подвале здания или на техническом этаже. В кроссе волокна кабеля распределяются по сплиттерным коробкам (на кросс-панели), осуществляются транзитные соединения к соседним домам (методом сварки).

Деление оптической мощности происходит в сплиттерных коробках ОКРЭ-32С, где размещаются разветвители 1×32 или 2×32 с установленными разъемами (сплиттер может быть установлен и в кроссе). Такие коробки могут устанавливаться в каждом подъезде, от одной до нескольких штук, в зависимости от числа абонентов. Из них выходят межэтажные (вертикальные) оптические кабели, терминированные разъемами, которые разводятся по этажным



**Рис.2.** Вариант 1 реализации домашней сети PON. В приведенной схеме реализации ОК со свободно извлекаемыми волокнами (4 волокна) поступает в сплиттерную коробку ОКРЭ-32С на 2-м этаже. В ней два волокна (основное и резервное) подключаются к сплиттеру, еще два (основное и резервное) протянуты до сплиттерной коробки на 8-м этаже

распределительным коробкам. На ряде этажей вместо ОКРЭ устанавливают протяжные коробки ОКРП (оптическая коробка распределительная протяжная). Они нужны для оформления ввода/вывода трубы, присоединения кабельного канала и укладки кабелей абонентской проводки с допустимым радиусом изгиба. Таким образом, на каждом участке распределительной сети устанавливаются разъемные соединения. Достоинства такой реализации:

- более простой способ поиска неисправностей на линии, которую легко можно разделить на участки;
- более высокая оперативность и маневр в использовании волокон кабеля;
- простота проведения контрольных и сдаточных измерений.

Однако такое построение приводит к значительному ослаблению сигнала на каждом разъемном соединении. Следовательно, еще на этапе проектирования необходимо проводить более строгий расчет оптического бюджета. Кроме того, значительно осложняется задача подачи видеосигнала на отдельной несущей 1550 нм. Проблема в том, что широкополосный ТВ-сигнал в PON существенно ослабляется при делении на сплиттерах, и для его уверенного приема затухание обратного отражения сигнала (помехи) должно превышать 60 дБ. А потери обратно отраженных сигналов при использовании коннекторов с полировкой APC не превышают 50 дБ.

В ВАРИАНТЕ 2 узел доступа организован в домовом распределительном шкафу, который устанавливается, как правило, в подвале здания (рис.3). Оптическая кабельная магистраль, как и в варианте 1, поступает в оптическую коробку распределительную этажную ОКРЭ-96/192, выполняющую функцию единого домового кросса. Деление оптической мощности происходит внутри этого кросса, где размещаются разветвители 1×32 или 2×32.

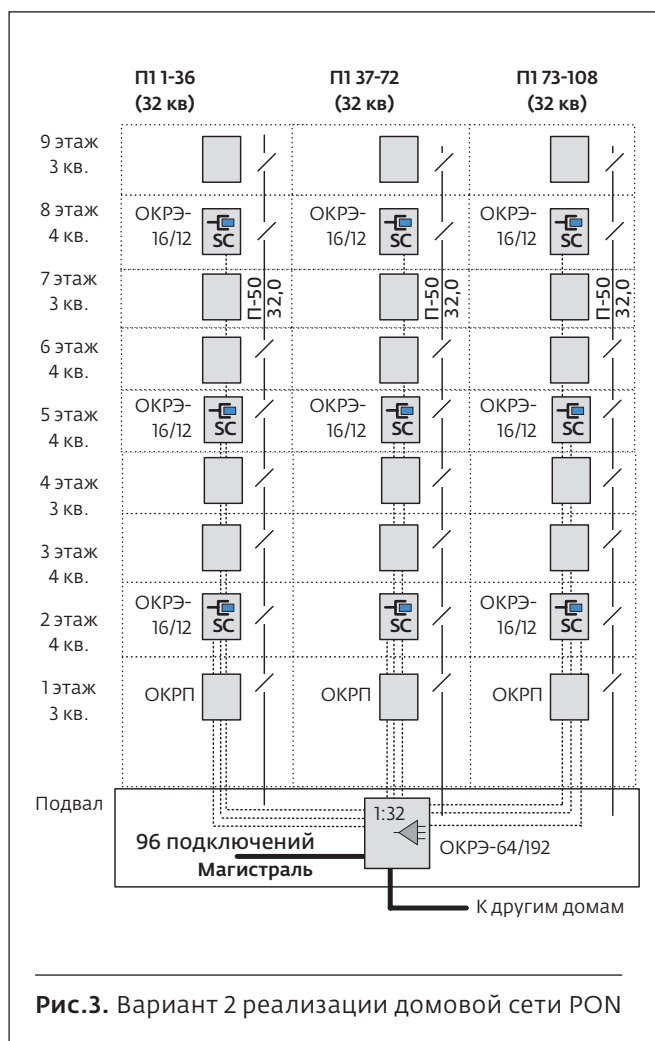


Рис.3. Вариант 2 реализации домовой сети PON

При этом волокна магистрального кабеля соединяются со входом сплиттера, а волокна распределительных кабелей - с выходами сплиттера методом сварки. В качестве распределительного кабеля используется магистральный оптический кабель (ОК) с 12 оптическими волокнами. В результате используется несколько вертикальных кабелей. Каждый такой кабель заводится в свою

<p><b>ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ</b></p> <p>ООО "Оптические линии" Россия, г. Новосибирск тел. 8-(383)-223-54-95 E-mail: lena.k@o-link.ru Веб-сайт: www.o-link.ru</p>	Оптический кабель	АлтайОптикаКабель		
	Сварочное оборудование	Fujikura	IL SINTECH HIGH PRECISION TECHNOLOGY	
	Измерительные приборы	EXFO	YOKOGAWA	Grandway
	Модули SFP, SFP+, XFP, GBIC, CWDM, DWDM	O-LINK		
	Пассивные компоненты для FTTx сетей	FTTx		

этажную распределительную коробку (ОКРЭ-16/12), где сращивается методом сварки с монтажными шнурами, которые выводятся на кросс-панель с разъемами. Как правило, при таком подходе распределительные коробки устанавливаются не на каждом этаже, поэтому от одной ОКРЭ прокладываются соединительные шнуры к абонентам не только на данном, но и на соседних этажах. В результате в вертикальных каналах оказывается достаточно много кабелей – несколько магистральных и абонентских.

Достоинства данного метода:

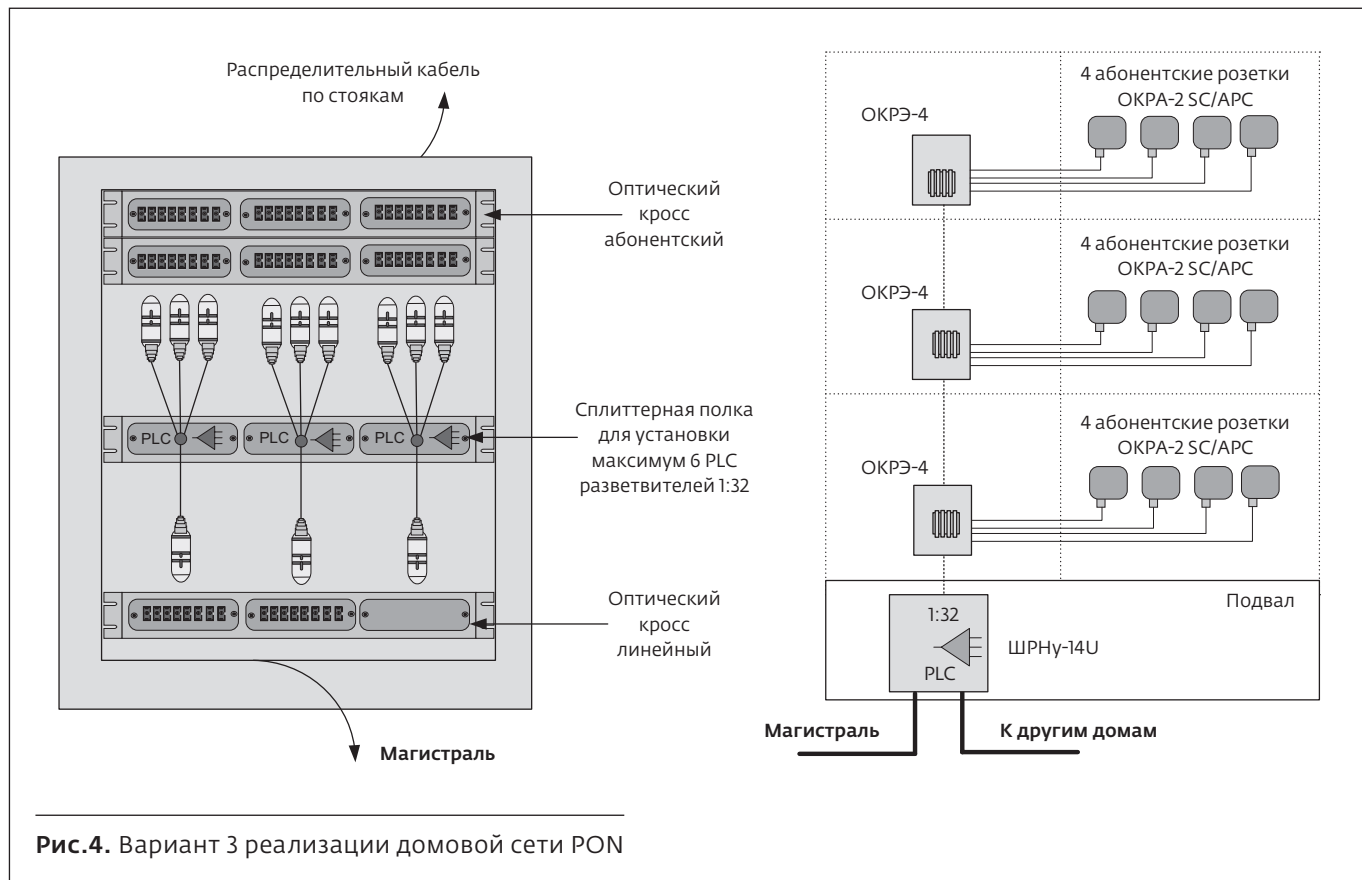
- малое число разъемных соединений позволяет экономить бюджет оптической линии;
- возможно транслировать потоковое видео;
- в качестве распределительного кабеля используется магистральный ОК, который дешевле, чем специальный ОК со свободно уложенными волокнами.

Однако на всем пути от сетевого узла до абонента имеется единственная точка разъемной коммутации – этажная распределительная коробка, что создает сложности при поиске повреждений. Одновременно снижается оперативность в использовании оптических волокон, так как сплиттеры свариваются с распределительным кабелем.

Данное решение имеет и существенные недостатки организационного характера, поскольку требует строительства кабельных каналов достаточно большого диаметра (50 мм). А это нелегко, особенно в уже заселенных домах. Помимо грязи и шума, что вызывает постоянное неудобство жильцов, необходимо получать согласие владельцев дома (ТСЖ, обслуживающих компаний).

**В ВАРИАНТЕ 3** узел доступа, как и в варианте 2, организуется в едином домовом распределительном шкафу (ШРНУ-14U), который устанавливается в подвале или на техническом этаже (рис.4). Деление оптической мощности происходит на разветвителях 1×32 или 2×32 с установленными коннекторами. Сплиттеры размещены в шкафу ШРНУ-14U на специальной полке. Соединение оптических волокон магистрального и распределительных кабелей проводится в оптических кроссах. В качестве распределительного используется вертикальный кабель со свободно укладываемыми волокнами.

От домового шкафа вертикальный распределительный кабель проходит через весь подъезд. На каждом этаже в этажных коробках из него извлекается нужное число оптических модулей.



**Рис.4.** Вариант 3 реализации домашней сети PON

В этажной коробке к таким модулям подключается (методом сварки) абонентский кабель от каждого абонента.

Достоинства данного варианта:

- удешевление этажных распределительных коробок ввиду простоты их конструктивного исполнения;
- возможность оперативной смены волокон и проведения коммутации в едином домовом шкафу;
- экономия оптического бюджета в связи с малым количеством разъемных соединений;
- более эффективное использование имеющихся каналов слаботочных ниш за счет установки малогабаритных этажных коробок непосредственно в нишах.

К недостаткам следует отнести:

- сложность проведения слаточных и контрольных измерений, а также поиск неисправных волокон на участке от домового распределительного шкафа до этажной коробки. Реально исправность кабеля может быть достоверно проверена только при подключении абонентов;
- более высокие требования к квалификации специалистов, проводящих абонентское подключение.

## ВАРИАНТЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ АБОНЕНТОВ

Итак, мы подошли к обсуждению завершающего участка сети широкополосного доступа – участку абонентского подключения. В квартире абонента в большинстве случаев устанавливается абонентская розетка ОКРА-2 с адаптером SC/APC. Для подключения абонента используются абонентские соединительные шнуры в жесткой оболочке диаметром 3 мм с волокном G.657 соответствующей длины. Абонентский соединительный шнур в квартире подключается к адаптеру абонентской розетки, а второй конец кабеля выводится на лестничную площадку, где соединяется с коннектором этажной распределительной коробки. Абонентское оборудование (ONU) в квартире подключается к абонентской розетке через оптический соединительный шнур.

Абоненты подключаются тремя способами:

- при помощи неполируемого коннектора (т.е. коннектора, которым можно терминировать кабель непосредственно в полевых условиях);
- с использованием предварительно армированного коннекторами абонентского соединительного шнура (патч-корда) фиксированной длины;

- путем сварки или неразъемного механического соединения.

Применение неполируемых коннекторов позволяет лучше использовать абонентский кабель, но для этого необходимы заведомо качественные коннекторы и персонал, обученный работе с такими устройствами. На один из концов кабеля коннектор можно установить в заводских условиях. Подключение патч-кордом фиксированной длины – наилучший вариант с точки зрения простоты и сокращения времени пребывания у абонента. Правда, при этом возникает проблема укладки остающегося запаса кабеля. Сварка или неразъемное механическое соединение волокон позволяют наилучшим образом использовать абонентский кабель и экономить бюджет оптической линии, но требуют достаточно высокого уровня квалификации персонала.

Применение механических неразъемных соединителей, имеющих к тому же ограниченный ресурс установочного оборудования, скорее всего, будет эффективным только на начальном этапе развертывания сети. Стоимость точки сварки продолжает снижаться, поэтому при массовом подключении сварка выглядит предпочтительнее. Оптимальность любого из описанных вариантов или их комбинации определяется сложным сочетанием факторов – принятой оператором сервисной модели, характером многоэтажной жилой застройки, степенью платежеспособности населения, опытом и традициями, представлениями оператора о характере предстоящей эксплуатации.

Вариант строительства сети, выбранный оператором, закладывается в проект и находит свое отражение в договоре, заключаемом с организацией-подрядчиком. Исправить ошибки по ходу внедрения трудно, а зачастую и невозможно. Приведенный анализ показывает, что абсолютно лучших решений нет, все они имеют свои достоинства и недостатки. В связи с этим хочется пригласить коллег к обмену опытом, обсуждению конкретных технических решений.

\*\*\*

В заключение отметим, что группа компаний "СТР" выпускает оборудование, необходимое для реализации всех перечисленных вариантов, и имеет достаточный опыт монтажа оптических сетей в самых различных регионах России, чтобы удовлетворить любого, даже самого требовательного заказчика. ■