

То есть, даже по достаточно оптимистичным оценкам, бюджет должен составлять около 26 дБ для сигналов “ПК”, передаваемых в окне 1550 нм, и, соответственно, около 29 дБ при передаче в окне 1310 нм. Но обеспечить даже 26 дБ так, чтобы не пострадало качество передаваемого РЧ-сигнала, достаточно проблематично. Закладывать высокую мощность в передатчик RFoG-узла нельзя по причинам финансовой нецелесообразности. Сегодня в качестве разумного компромисса рассматривается уровень в +3 dBm.

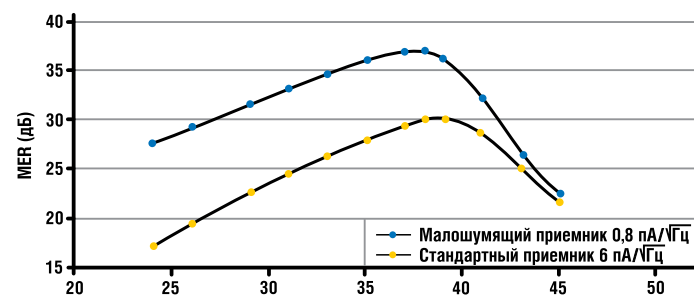


Рис. 4 Уровень РЧ-сигнала (дБмкВ)

При уровне потерь в линии 26 дБ на головной оптический приемник будут приходиться сигналы с уровнем -24 dBm. В то же время, сегодняшние оптические приемники смогут работать только с сигналами низких модуляций. Принять сигнал 64QAM и преобразовать его в радиочастотный с требуемым уровнем MER (30 дБ) они в принципе неспособны. Прием 64QAM возможен при входных уровнях не хуже -20 dBm, причем только при оптимальном РЧ-уровне на выходе модема и только для одного канала. В то же время в DOCSIS 3.0 предполагается передача связки из четырех каналов. То есть ясно, что бюджет обратного канала — слабое место системы, не позволяющее реализовать потенциал DOCSIS 3.0. Компания Планар разработала оптический приемник обратного канала для технологии RFoG.

MR-502 приемники с пониженной спектральной плотностью шумового тока. Снижение шума приемника позволяет повысить выходной MER примерно на 7 дБ (рис. 4), расширив возможности работы с модуляцией 64QAM.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон частот	5...200* МГц
Затухание на контрольном отводе	20 дБ
Неравномерность	+/-0,75 дБ
Максимальный вых. уровень	90дБ мкВ
Затухание несогласованности	-16 дБ
Длина волны оптического сигнала	1200...1600 нм
Входная оптическая мощность	-25...-18 дБмВт
Возвратные оптические потери	45 дБ
Оптический разъем	SC/APC(опция)
Эффективность эквивалентного вх. шумового тока	0,8 пА/√Гц
Потребляемая мощность	3 Вт

Примечание: * Возможно изменение диапазона частот согласно ТЗ заказчика.

ШЕСТЬ ПРИЧИН ИСПОЛЬЗОВАТЬ RFoG

1. RFoG обеспечивает лучшую «досыгаемость» до абонента и требует намного меньшего количества оборудования в сети доступа. Технология HFC требует установки ретрансляторов, примерно каждые 300 метров, в отличие от нее технология RFoG не требует установки активного оборудования в сети доступа, используя только пассивные разделители и может достигать 20 км.
2. RFoG экологичен. Отсутствие активного оборудования, снижает общий расход энергии.
3. Сигнал, предоставляемый абоненту по технологии RFoG качественнее, т.к. передача сигнала по оптоволокну менее подвержена помехам, особенно это важно при передаче сигналов в обратном направлении.
4. Полоса пропускания RF, в сети RFoG, больше чем, что обеспечивает HFC. Это позволяет оператору работать в полосе более 1 ГГц, предоставляя абонентам расширенный список каналов или др. услуг.
5. Так как в сети RFoG нет электронного оборудования, снижаются требования по обслуживанию аппаратных средств, по сравнению с технологией HFC. Дополнительно, снижаются затраты на эксплуатацию за счет более устойчивой работы оптического волокна при изменении температуры, влажности, и других условий окружающей среды.
6. Сеть, построенная по технологии RFoG, может быть легко модернизирована для работы по технологии GPON или по другим технологиям PON, обеспечивая еще более широкую полосу пропускания данных.

RFoG - разумный способ для кабельных операторов развернуть простое и практически доказанное решение для доставки телевизионного сигнала RF наряду с высокими полоснопропускающими характеристиками **PON**.

В тексте использован материал статьи журнала “Теле-Спутник” № 10 за 2009 г. “RFoG- новый стандарт оптических сетей”(А. Бителева)



НОВАЯ СТУПЕНЬ ЭВОЛЮЦИИ ОПТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

• ПЕРСПЕКТИВЫ

По мнению экспертов, в перспективе RFoG может позволить операторам безболезненно перейти от гибридной HFC к чисто оптической топологии PON, особенно там, где уже несколько лет наблюдается повсеместный переход к оптической архитектуре с параллельным Ethernet. Появление отработанных и недорогих решений для RFoG сможет повысить привлекательность PON, особенно для районов с не очень плотной застройкой. Уже есть решения для совместного использования DOCSIS и PON под единой системой администрирования от DOCSIS, а также предложены схемы масштабирования имеющихся систем DOCSIS с использованием возможностей оптической архитектуры.

RFoG – новый стандарт оптических сетей доступа, который регламентирует требования к топологии сети и оптическому оборудованию с архитектурой, которая может заменить сегодняшние HFC-сети, без необходимости смены головного и абонентского оборудования и в то же время дает возможность добавления системы PON без перестройки распределительной сети.

• АРХИТЕКТУРА СЕТЕЙ RFoG

В определении допустимых схем топологии сетей, разработчики исходили из требования совместимости с системами PON. Распределительные сети PON строятся по топологии «дерево», в одном волокне реализованы прямой и обратный каналы передачи данных и канал аналогового ТВ. Одно активное центральное устройство OLT рассчитано на обслуживание 32 абонентских устройств ONU, расположенных на расстоянии до 20 км. Сеть RFoG также строится с применением волнового уплотнения, но там дополнительно выделены окна для прямого и обратного каналов DOCSIS. Для волнового уплотнения в схему включаются WDM-ремультимплексоры, устанавливаемые на ГС или в хабе.

Разветвление дерева может быть реализовано централизованным или распределенным образом. В RFoG предлагаются три варианта топологии. Первая топология, по существу, «пассивная звезда» (рис. 1). Сигнал, сформированный передатчиком, подается на усилитель, с него — на WDM-ремультимплексор, а затем прямо на ГС сигнал разделяется на 32 луча, которые расходятся к абонентам.

Простейшим в реализации сценарием является второй (рис. 2), при котором тот же делитель размещен рядом с домами абонентов, а ответвляемые линии, напротив, максимально короткие. И третий вариант - распределенное ответвление. Он самый гибкий, но более затратный в плане расчета пассивов и более сложный для последующей модернизации.

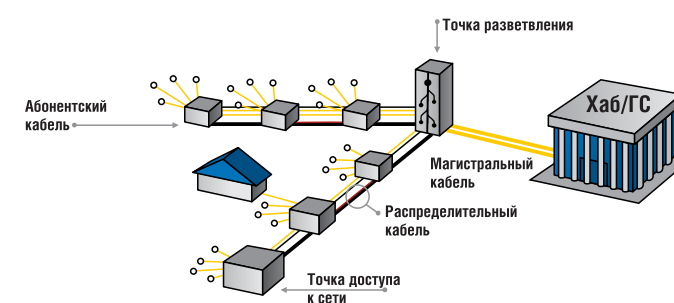


Рис. 1 Архитектура с централизованным разветвлением в удаленной точке

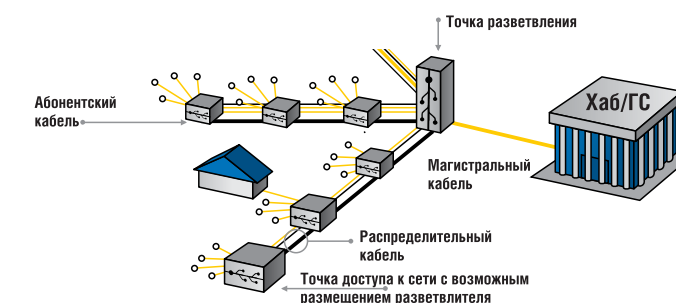


Рис. 2 Архитектура с распределенным разветвлением

Последние два варианта допускают наличие в канале усилителей, размещенных до начала разветвления. В любом случае, расстояние от последнего активного элемента до самого дальнего абонентского узла не должно превышать 20 км. Такая конфигурация пригодна как для передачи KTV + DOCSIS, так и для передачи PON, который может быть введен по мере необходимости расширения полосы.

Чтобы сигналы KTV и PON, по крайней мере основных его версий, могли транслироваться в одном волокне, для каналов KTV выбрали следующее волновое распределение: прямой канал KTV, объединяющий ТВ и прямой канал DOCSIS передается на длине волны 1550 нм. ТВ, передаваемое в этом окне, будут принимать и терминалы PON. Сигналам обратного канала DOCSIS выделены две волны. Основная -1610 нм, но в качестве опции можно использовать и 1310нм.

Последний вариант немного дешевле основного и предназначен для сегментов, в которых в обозримом будущем не планируется запускать параллельный PON. Надо отметить, что он совместим с разрабатываемым сейчас стандартом 10G-EPON. Этот стандарт использует 1577 нм в прямом и 1270 нм в обратном направлениях. Именно из-за его появления Комитетом по стандартизации была отвергнута длина волны 1590 нм, которая использовалась передатчиками обратного канала в некоторых ранних RFoG-узлах.

Основным компонентом такой архитектуры и призван стать **ОПТИЧЕСКИЙ УЗЕЛ SUO1005 ПРОИЗВОДСТВА «ПЛАНАР».**

Узел рассчитан на индивидуальную установку у каждого абонента или группы абонентов, в зависимости от требований и возможностей сети. Отличительной особенностью RFoG-узлов является импульсный режим работы лазеров обратного канала (Burst mode). Большую часть времени они находятся в режиме ожидания и включаются только на время передачи сигналов от модема.

Импульсный режим снижает общий уровень шума в обратном канале и возможное влияние наводок в зашумленном диапазоне. К тому же, выявлять их источник станет гораздо проще. Таким образом, по оптимистичным оценкам экспертов, переход к RFoG позволит ввести в обратном канале модуляцию QAM64 и даже использовать диапазон 5-12 МГц, который обычно не используется из-за высокой зашумленности. Наличие широкой незашумленной полосы особенно ценно для внедрения DOCSIS 3.0 с его связкой из четырех каналов. А в данный момент требования RFoG к обратному каналу определяются именно возможностью реализовать там все режимы DOCSIS 3.0.

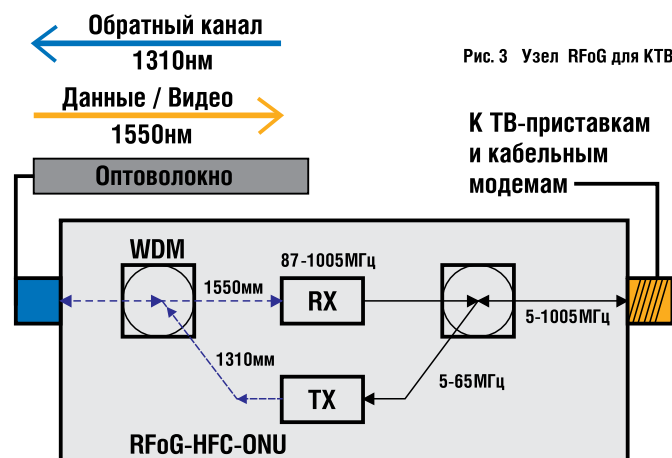
Верхняя граница прямого канала в RFoG также повышена до 1 ГГц. Таким образом, предполагается, что переход к RFoG даже без введения PON должен дать кабельщикам определенный прирост пропускной способности каналов, особенно в обратном направлении. Ну и, разумеется, переход с HFC на RFoG даст операторам хорошо известные преимущества эксплуатации оптики по сравнению с коаксиалом.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ SUO 1005

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Напряжение питания от сети, В	~ 187...244
Потребляемая мощность, Вт	5
Габариты, мм	155x115x60
Диапазон температур, гр.С	-20...+55
Оптический разъем	SC/APC(опция)
Присоединительные разъемы	F
Ослабление сигнала на контрольной точке, дБ	20



ПРЯМОЕ НАПРАВЛЕНИЕ

Длина волны оптического сигнала, нм	1540...1560
Входная оптическая мощность, дБмВт	-6...+2
Возвратные оптические потери, дБ	35
Эффективность эквивалентного входного шумового тока, пА/√Гц	5,5
Диапазон частот, МГц	87...1005*
Неравномерность АЧХ, дБ	+/-0,75
Макс. выходной уровень СТВ/CSO(-60дБ) 42 к CENELEC, дБмкВ	98/98
Диапазон регулировки уровня, дБ	0...20
Диапазон регулировки наклона АЧХ, дБ	0...20

ОБРАТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ

Диапазон частот, МГц	5...65*
Неравномерность АЧХ (не более), дБ	±0,5
Диапазон входных уровней, дБмкВ	70...90
при IMA(III)В, дБ	-45
при IMA(II)В, дБ	-45
Коэффициент шума, дБ	6
Затухание несогласованности, дБ	18
Тип лазера	DFB
Длина волны оптического сигнала, нм	1310±40
Выходная оптическая мощность, мВт, не менее	1
Стабильность вых. оптической мощности, дБ	±1
Режим работы лазера	burst mode
Время переключения режима, мкс, не более	1,5

Примечание: * Возможно изменение диапазона частот согласно ТЗ заказчика.

Важным вопросом технологии RFoG, является обеспечение требуемого бюджета линии обратного канала, для возможности удлинения линий за пределы стандартных 20км. Ниже приведена калькуляция потерь в такой линии:

17.0 дБ	.....	сплиттер на 32;
2.4 дБ	.....	потери соединителя в 6 точках (0.4 дБ/соединитель);
0.2 дБ	.....	сварка в 6 точках;
1.5 дБ	.....	для WDM-муфты на 1590 нм (1.4 дБ на 1550 нм);
21.1 дБ	.....	в целом для сплиттеров, сварки, соединителей, WDM;
4.4 дБ	.....	потери в волокне: 20 км x 0.22 дБ/км = 4.4 дБ;
25.5 дБ	.....	суммарные потери в прямом и обратном каналах.

