

Manfred Jaeger,
главный специалист компании Polytron, Германия

Т.В. Миргородская,
ведущий специалист компании ГК «Полюс-С

Способы трансляции SAT-каналов в СКТ

Часть 2

В статье рассмотрены способы трансляции SAT-каналов в современных СКТ. Приводится сравнительный анализ способов раздачи SAT каналов к абонентам. Даются рекомендации по практическому использованию того или иного способа трансляции. Показаны также новые способы трансляции SAT-каналов.

В первой части материала, опубликованной в прошлом номере, были рассмотрены два основных способа ретрансляции спутниковых ТВ-сигналов по кабелю — с трансмодуляцией и переносом сигнала в наземный диапазон и непосредственная ретрансляция первой спутниковой ПЧ без каких-либо преобразований.

3. Комбинированный способ по своей идеологии близок к принципу SMATV и используется в СКТ любых размеров (с применением ВОЛС). В этом случае в составе головного оборудования помимо традиционных ГС, работающих в диапазоне CATV (47-862 МГц), дополнительно устанавливаются и специальные SAT ГС, именуемые SMATV-IF (Satellite Master Antenna Television System head end), работающие в SAT ПЧ частотном диапазоне 950-2150 МГц. В результате такой комбинации по одному общему кабелю транслируются сигналы в полном частотном диапазоне 47-2150 МГц. Разумеется, что при этом в ВОЛС используются оптические приемники и передатчики L-диапазона, а в коаксиальной части — сверхширокополосные (двухдиапазонные) усилители.

Специальные SAT ГС предназначены для конвертации любых (аналоговых и цифровых) транспондеров (каналов) в диапазоне 950-2150 МГц (SAT ПЧ, формируемая на выходе LNC) с целью их оптимальной частотной расстановки при большом числе принимаемых каналов с разных направлений. Желательные каналы коммутируются, фильтруются, конвертируются, усиливаются (с АРУ), суммируются и поступают на выход ГС. Нежелательные отфильтровываются. Такие SMATV-IF производятся большинством известных фирм-производителей (например, Polytron, Televs, Iкуси, Wisi и др.).

Традиционная SMATV-IF позволяет конвертировать до 10 каналов (транспондеров) со стандартной полосой 27 или 36 МГц. Допустима свободная расстановка каналов, поставляемых от нескольких ИСЗ с любой конфигурацией. Таким образом, формируется виртуальный спутник с полным набором нужных программ, работающий только на одной поляризации в полном диапазоне частот 950-2150 МГц с оптимальной частотной расстановкой каналов. Физический смысл такой SAT ПЧ конвертации понятен из рис. 6. Пример комбинированного распределения CATV и SAT-каналов показан на рис. 7.

Рассмотрим особенности и рекомендации при использовании комбинированного способа трансляции:

С учетом шага расстановки SAT-каналов в 40 МГц (4 МГц оставляют под частотные провалы в целях исключения

влияния одного транспондера на другой) максимальное число каналов составляет 30 (3 ГС по 10 каналов).

Не стремитесь использовать сверхширокополосные оптические передатчики полного диапазона частот 47-2150 МГц. Значительно выгоднее и рациональнее использовать два отдельных передатчика, рассчитанных на свой частотный диапазон (рис. 8). При этом потребуются использование дополнительного оптического волокна (ОВ) или системы волнового мультиплексирования WDM (1310/1550 нм).

Не следует пугаться накопления шумов (то есть снижения C/N) при трансляции SAT-каналов, так как приведенный динамический диапазон усилителей, как правило, на два-три порядка выше транслируемого C/N. Действительно, реализуемое (конечное) значение C/N

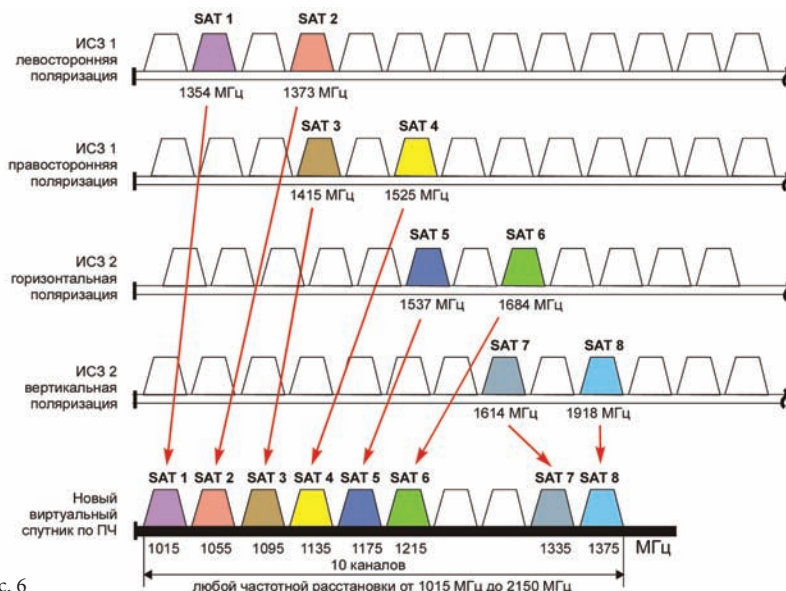


Рис. 6

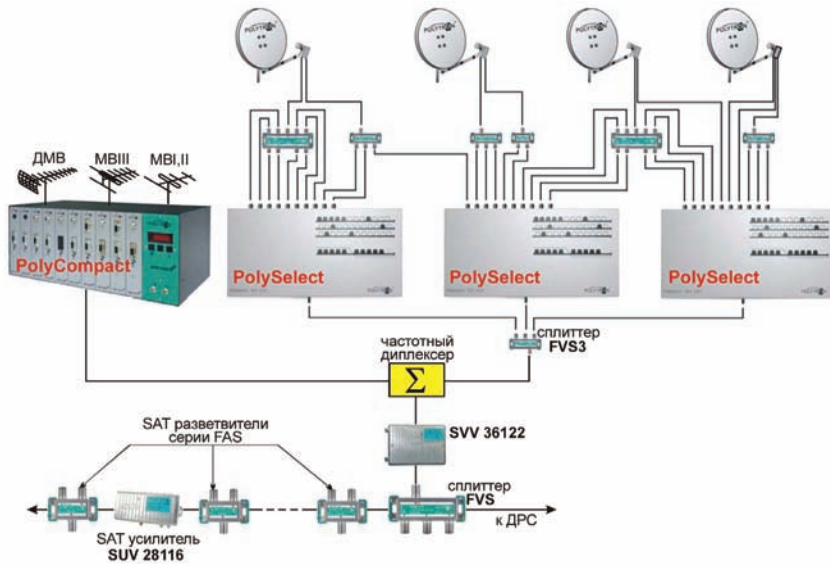


Рис. 7

на выходе цепочки, состоящей из N идентичных усилителей, определяется по известной формуле:

$$C/N = -10 \lg(10^{-C/N_{вх}/10} + 10^{-(U_{вых} - K - F - 10)/10}) - 10 \lg(N), \quad (2)$$

где: $C/N_{вх}$ — входное отношение C/N (например, с выхода SAT ГС или LNC);
 $U_{вых}$ — уровни сигналов на выходе усилителя;
 K — коэффициент усиления усилителя;
 F — коэффициент шума усилителя.

Например, при $C/N_{вх} = 16$ дБ (довольно высокое значение) и 10 каскадно включенных усилителях (очень протяженная ветвь) с $U_{вых} = 80$ дБмкВ (уровни выходных сигналов специально занижены с целью сохранения интермодуляционных искажений) при $K = 36$ дБ и $F = 8$ дБ выходное C/N составит 15,6 дБ, то есть понизится всего на 0,4 дБ. При этом в исходных условиях, к примеру, приняты довольно жесткие условия.

Как известно, на читаемость (раскрываемость) SAT-каналов влияют вероятность ошибки (BER) и модуляционная ошибка (MER). Практические испытания показали следующее:

Конвертация по частоте снижает MER от 1 дБ до 8 дБ. Снижение MER

зависит от качества используемых конвертеров.

Закон снижения MER полностью аналогичен закону снижения СТВ. Это означает, что при расчете рабочих режимов SAT-усилителей основное внимание следует уделять не C/N , а накоплению интермодуляционных искажений (IMD), то есть жестко учитывать число транспондеров и их уровни (а они могут существенно друг от друга отличаться).

Пороговое значение резкого увеличения BER (резко увеличивается сразу на несколько порядков после некоторого порогового значения) на 6-8 дБ выше по отношению к пороговому значению MER, в силу чего при расчете рабочих режимов усилителей в первую очередь следует уделять внимание именно параметру MER.

Особенности использования комбинированного способа трансляции SAT-каналов в СКТ представлены в столбце 3 таблицы 1.

4. Непосредственное распределение SAT-каналов через СКТ в CATV-диапазоне (47-862 МГц) является принципиально новым экономичным и оригинальным способом трансляции сигналов, предложенным компанией Polytron. Такой способ распределения

SAT-каналов по традиционной CATV сети позволяет существенно снизить потери по магистралям и использовать недорогое традиционное CATV-оборудование, имеющееся в продаже. Для этой цели Polytron разработала ГС PolySelect TST-1200, по своему функциональному построению близкую к рассмотренным выше станциям класса SMATV-IF. Отличие заключается в конвертации сигналов данной ГС TST-1200 первой спутниковой ПЧ (950-2150 МГц) не в тот же диапазон, а в диапазон 250-730 МГц (в традиционный диапазон CATV). На абонентской стороне устанавливается приемный модуль (абонентский или коллективный конвертер), конвертирующий сигнал обратно в диапазон 950-2150 МГц. За счет такой конвертации решается задача простоты трансляции SAT-транспондеров с полосой канала до 36 МГц посредством уже существующих или вновь строящихся экономичных СКТ. Функциональное построение сети понятно из рис. 9.

Применение таких станций актуально в СКТ любых размеров благодаря малым потерям на распространение и высокому отношению C/N . Особенно высок экономический эффект от таких станций при трансляции SAT-каналов на значительные расстояния посредством ВОЛС (рис. 12), так как при этом возможно использование недорогих оптических передатчиков и приемников с низкими параметрами по CSO/СТВ и C/N и в силу низких требований к качеству магистрали при трансляции DVB-S/S2 сигналов (см. формулу 2). Для

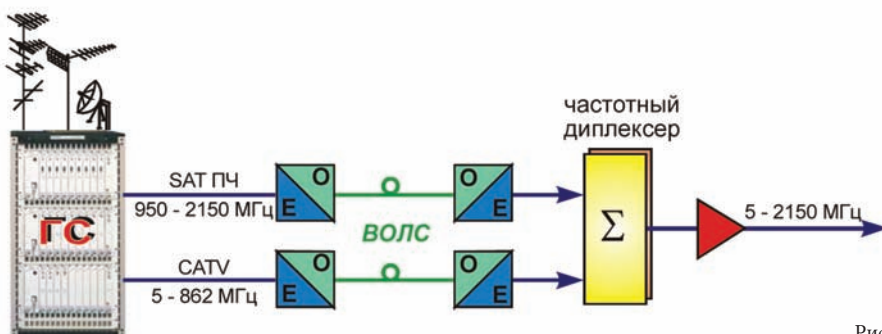


Рис. 8

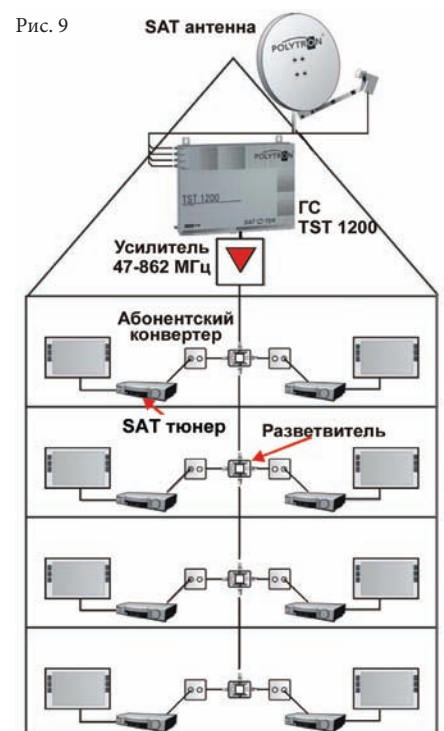


Рис. 9

такой трансляции пригодны любые оптические передатчики с внутренней модуляцией.

Отметим, что наличие/отсутствие абонентского повышающего конвертера функционально играет роль «ключа» для доступа к просмотру телепередач, что очень важно для СКТ гостиничного типа. При этом за счет коммутации с SAT-тюнера возможно подключение дополнительной (например, собственной, домашней) SAT-сети (рис. 11), а также FM-каналов радиовещания.

С учетом того обстоятельства, что для успешной трансляции SAT-каналов вполне достаточна реализация $C/N=26$ дБ на выходе оптического приемника, то практически любой оптический приемник способен работать при входных уровнях оптической мощности до -20 дБмВт.

Свободные частотные диапазоны 47-230 МГц и 750-862 МГц могут использоваться для одновременной трансляции AMTV- и DVB-каналов со стандартными полосами в 8 МГц. Для этого используются специальные частотные дуплексеры (частотные сумматоры) с развязкой не менее 45 дБ. Такие сумматоры могут быть установлены и непосредственно в шасси ГС TST-1200 (см. рис. 10).

При данном способе распределения SAT-каналов вполне допустимо недорогое оптическое оборудование, а сами оптические приемники можно использовать при низких входных оптических мощностях.

При необходимости трансляции дополнительных AMTV- и DVB-каналов рекомендуется использовать отдельные оптические передатчики, а диапазонное суммирование осуществлять с выходов оптических приемников. При этом междиапазонная развязка частотного дуплексера должна быть не менее 45 дБ.

Данный способ распределения SAT-каналов удобно использовать в платных сетях гостиничного типа. При этом гости смогут просматривать доступные каналы без оплаты, а за просмотр платных необходимо будет приобрести «ключ» — абонентский конвертер того или иного конструктива.

Особенности такого нового способа распределения SAT-каналов приведены в столбце 4 таблицы 1.

5. Использование трансмодуляции DVB-S/S2 → DVB-C/T является известным и популярным способом распределения SAT-каналов. Основное его достоинство заключается в относительно невысокой стоимости оборудования, приходящейся на одну TV-программу. Большинство производителей выпускают одиночные и сдвоенные модули с/без CI.

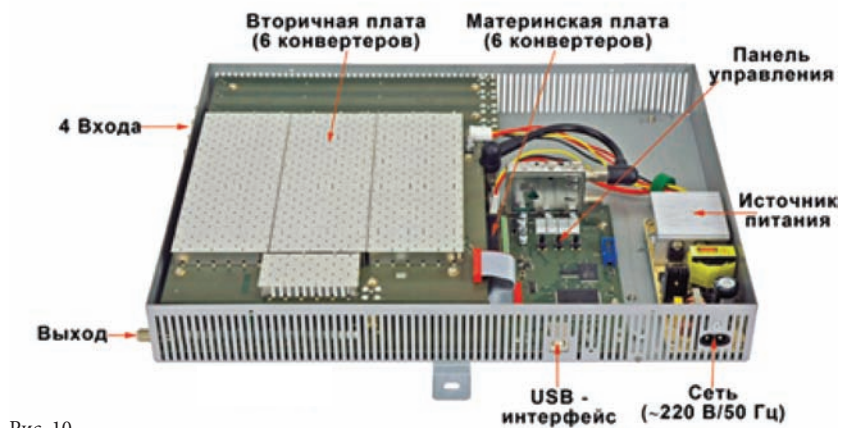


Рис. 10

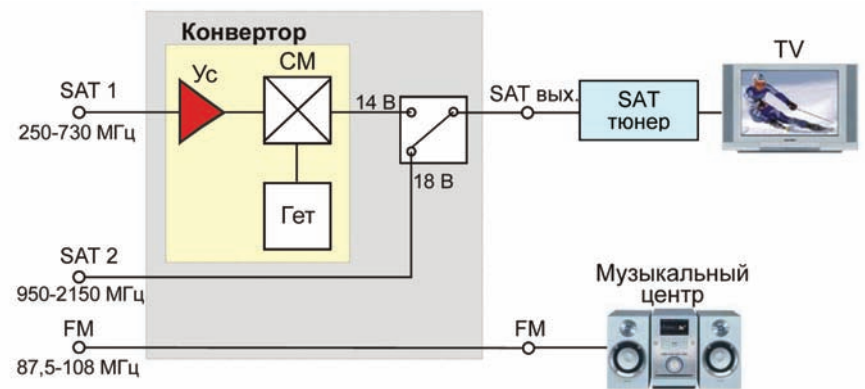


Рис. 11

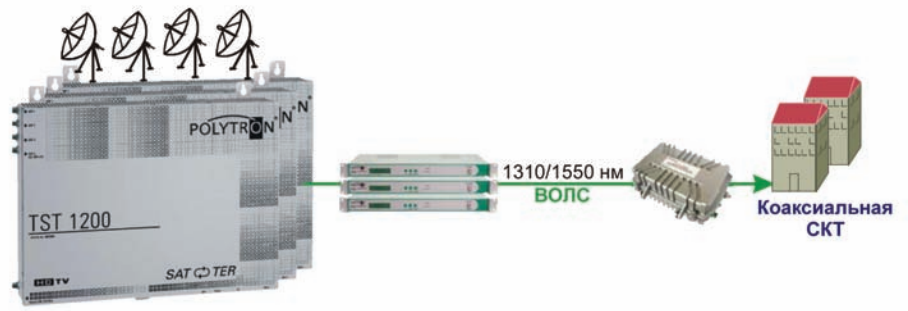


Рис. 12

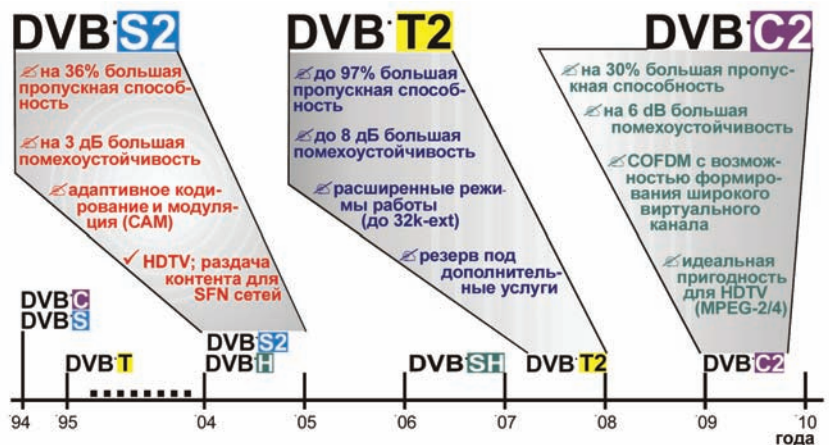


Рис. 13

Таблица 2

Параметр	DVB-S	DVB-S2	DVB-T	DVB-T2	DVB-C	DVB-C2
Полоса канала, МГц	36		8			
Диапазон использования, МГц	950-2150		47-862			
Максимальная общая скорость потока, Мбит/с	50,69	81,86	39,27	60,61	51,29	76,93
Максимальная пользовательская скорость, Мбит/с	44,35	73,68	31,67	50,28	51,29	76,93
Требуемое C/N, дБ:						
- канал Гаусса	14	18	20,2	22,2	26,6	30,6
- канал Райса	-	-	21,3	22,7	28,4	33,7
- канал Рэлея	-	-	28,6	25,7	32,3	39,4
Спектральная плотность, бит/Гц	1,19	2,05	3,96	6,29	6,41	9,62
Число транслируемых программ:						
- MPEG-2 SD	13-14	23	9	15-16	дек.13	17-20
- MPEG-4 SD	20-21	35	14	23-24	18-19	28-31
- MPEG-4 HD	04.май	08.сен	3	5	5	07.авг
Модуляция baseband	нет	нет	COFDM		нет	COFDM

Основной вопрос, возникающий у оператора СКТ при выборе оборудования, заключается в выборе стандарта модуляции. Действительно, каждый из стандартов имеет свою определенную особенность. Сравнение стандартов модуляции представлено в таблице 2.

В журнале неоднократно описывались как действующие, так и появляющиеся (внедренные или внедряемые) DVB-стандарты. Для удобства их краткого сравнения на рис. 13 представлены их основные особенности, выстроенные в хронологическом порядке. Основным достоинством стандарта DVB-T является высокая помехозащищенность по отношению к C/N и к переотражениям. Такие сигналы надежно транслируются в СКТ любого качества даже при минимальном защитном интервале (GI). Второй аргумент в пользу DVB-T формата — дешевизна DVB-T приемников. Большинство современных телевизоров уже содержат в своем составе DVB-T (MPEG-2/4) встроенный декодер.

Основным же достоинством стандарта DVB-C является значительно большая информационная скорость (см. таблицу 2). Повышенная скорость передачи достигается, в основном, за счет отсутствия защитного GI и более высокого формата модуляции (до 256QAM, а в DVB-T – только до 64QAM). Если же обратиться к таблице 2 и рисунку 13, можно увидеть, что уже новая версия стандарта DVB-C заимствует у DVB-T исходное кодирование по принципу ортогонально-частотной модуляции (COFDM).

Второе преимущество, отданное в пользу стандарта DVB-C, — более низкая стоимость головного оборудования (самих трансмодуляторов).

При достаточности частотного ресурса и при невысоком качестве СКТ предпочтение следует отдать стандарту DVB-T.

Если вы уверены в качестве своей СКТ, явное преимущество имеет стандарт DVB-C как более скоростной и экономичный.

6. Непосредственное распределение по ВОЛС с/без конвертации по частоте также является относительно новым способом трансляции DVB-S/S2 сигналов, мало знакомым операторам СКТ.



Рис. 14

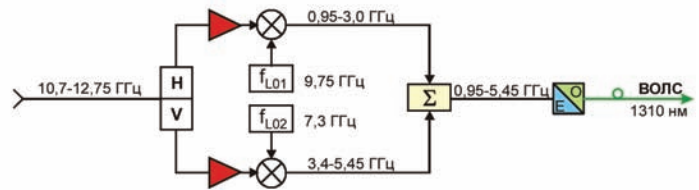


Рис. 15

В этом случае (как и при SMATV с мультисвитчингами) ГС как таковая отсутствует вообще. Роль ГС выполняет широкополосный LNC с оптическим выходом (рис. 14), упрощенная структурная схема которого представлена на рис. 15. Из рисунка видно: в данном случае нет разбиения на верхний и нижний поддиапазоны, а вся SAT-полоса частот (12,75-10,7=2,05 ГГц) разбивается только на два канала обработки, выделенных под разные поляризации (например, горизонтальная и вертикальная). Таким образом, получается, что оба

Новая головная станция QAM 12

- 12 трансмодуляторов QPSK/8PSK → QAM
- MER ≥ 40db
- Управление станцией по LAN
- Информационная скорость до 53Мбит/с
- Форматы модуляции 16QAM – 256QAM
- Возможность работы в смежных каналах
- Обработка MPEG-2 и MPEG-4 потоков форматов SD и HD
- Частотный диапазон 112-862МГц

Россия
тел. (499) 144-00-17
тел. (903) 966-69-29
dmarket@pole-s.ru
www.pole-s.ru

СНГ
тел. (8622) 644-271
тел. (8622) 644-578
mail@polytron-tv.ru
www.polytron-tv.ru

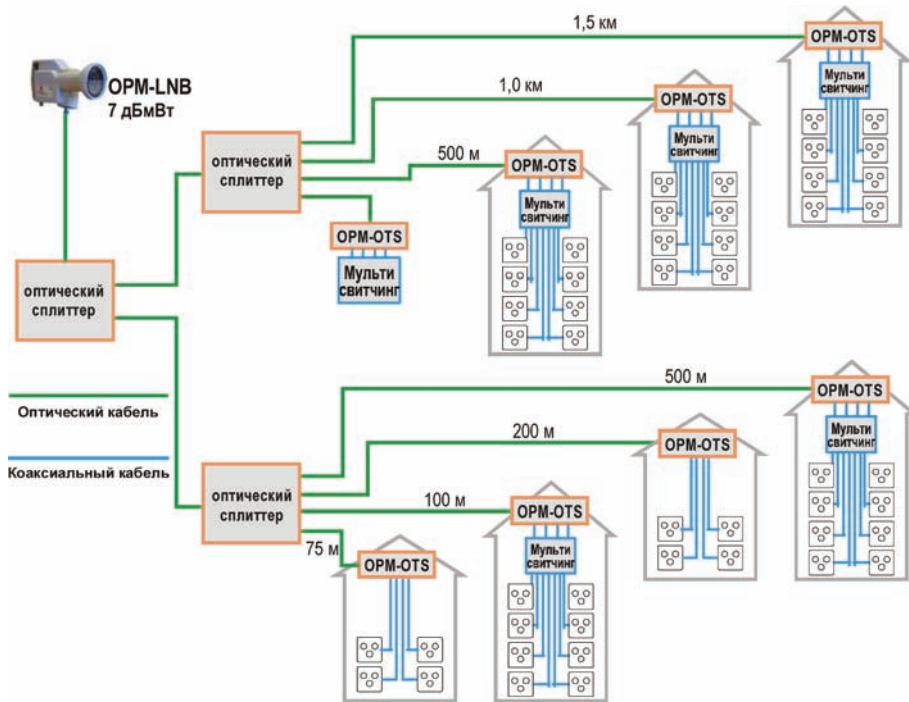


Рис. 16

частотных поддиапазона и обе поляризации сводятся в один общий канал с суммарной полосой 0,95-5,45 МГц.

Далее сигнал поступает на широкополосный оптический передатчик L-диапазона с рабочей длиной волны 1310 нм (в стадии разработки — на 1550 нм) и выходной мощностью 7 дБмВт, что в сочетании с оптическими приемными конвертерами обеспечивает энергетический бюджет линии не менее 10-13 дБ (пример оптического распределения см. рис.

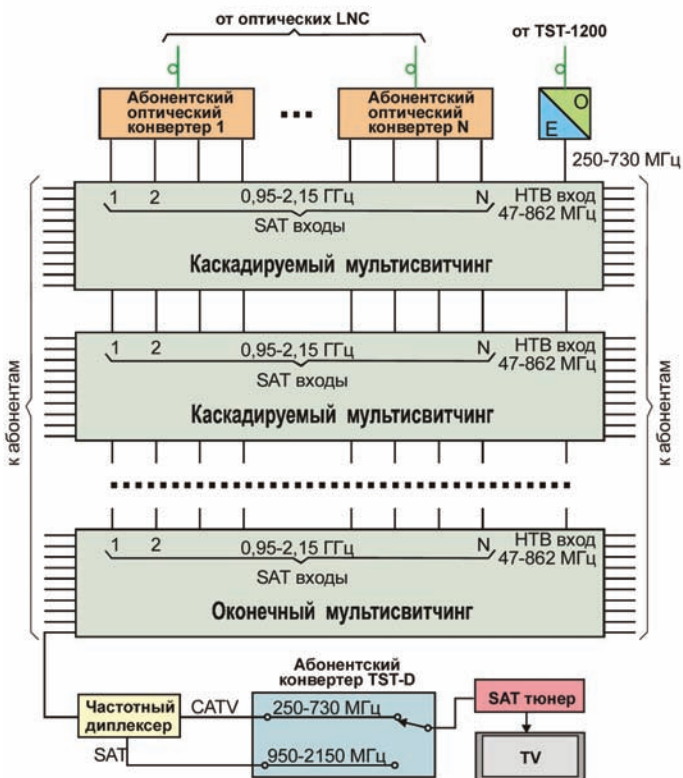


Рис. 17

16). При малых расстояниях ВОЛС максимальное число точек подключения составляет 30-35.

На приемной стороне (у абонентов) устанавливаются приемные оптические конвертеры на два или четыре выхода с коаксиальными F-коннекторными выходами стандартного диапазона частот 0,95-2150 МГц (то есть по поддиапазнам и поляризациям — VH, VL, HH и HL). Уровень выходного сигнала достигает 80 дБмкВ, что достаточно для подключения нескольких STB. Питание приемных оптических конвертеров осуществляется непосредственно от STB (абонентского SAT-тюнера).

Очевидно, что при использовании нескольких SAT-антенн требуется уже и несколько оптических волокон (ОВ), а также определенное количество оптических конвертеров. Для увеличения же числа подключаемых абонентов удобно использовать системы SMATV на базе мульти свитчингов.

Пример использования системы на базе каскадируемых многовыходовых мульти свитчингов в сочетании с комбинированным способом трансляции сигналов представлен на рисунке 17. Выходы приемных оптических конвертеров (их может быть несколько) подключаются на свой отдельный SAT-вход мульти свитчинга. Каждый из мульти свитчингов имеет свой собственный вход НТВ (47-862 МГц), на который и подают сигналы с выхода оптического приемника от ГС TST-1200 в диапазоне частот 250-730 МГц (напомним, 12 выбранных транспондеров). Непосредственно у абонента устанавливаются частотный диплексер и абонентский повышающий конвертер (см. рис. 11), позволяющий также смотреть и каналы, поступающие от ГС TST-1200.

Особенности данного способа распределения SAT-каналов представлены в столбце 6 таблицы 1.

Такой способ распределения SAT-каналов можно рекомендовать для гостиниц, отелей, домов отдыха и т.п. Он также подойдет для объектов, где затруднена параллельная прокладка большого числа абонентских кабелей (обязательное требование для мульти свитчинговых SMATV). В этом случае до каждого этажа (или группы этажей) прокладывается только один абонентский ВОК и устанавливаются каскадируемые мульти свитчинги.

При желании наращивания числа абонентов могут устанавливаться сразу несколько SAT приемных антенн, ориентированных на тот же самый спутник. Можно рекомендовать и использование многовыходовых разветвителей и SAT-усилителей, рассмотренных в разделе SMATV.

7. Переформатирование принятых MPEG-потоков в формат IP и раздача по цифровым сетям. Такие цифровые ГС выпускаются многими компаниями и позволяют работать со всеми DVB входными потоками и A/V входными сигналами. В состав комплектации любой ГС могут входить сдвоенные или одиночные (встречаются и многоканальные — до 16 каналов) приемные модули DVB-S и DVB-T с выходом цифрового транспортного потока (TS) или непосредственно по протоколу IP Multicast, IP-кодеры (стримеры), цифровые DVB-модуляторы и т.п.

По мнению авторов статьи, IPTV СКТ являются перспективными, за ними лежит будущее развития сетей.

Авторы с удовольствием ответят на вопросы читателей. ■