

НОВЫЙ ПОДХОД К СУММИРОВАНИЮ ТВ КАНАЛОВ

Песков С.Н., к.т.н., гл. конструктор ГК «Полюс-С»,
Власкин С.В., к.ф.м.н., техн. директор ООО «Телемак»,
Мельникова Е.Н., менеджер ГК «ПиТРИ».

Настоящая публикация рассматривает новый способ активного суммирования ТВ каналов в составе головных станций (ГС) практически без накопления шумов и при полном отсутствии интермодуляционных искажений (CTB и CSO)

Большинство кабельных операторов сетей кабельного телевидения (СКТ) сталкивалось с проблемами суммирования ТВ каналов при их числе более 30-40. Основной проблемой наращивания числа транслируемых каналов в СКТ является снижение отношения несущая/шум (C/N) по отношению к заявленному значению на единичный каналный выходной модуль и появление интермодуляционных искажений. Причем, чем больше ТВ каналов суммируется, тем хуже качество изображения. Почему же наблюдаются такие нежелательные явления? Разберемся в этом вопросе.

Широкополосные шумы. Большинство модулей, входящих в состав любой головной станции (ГС) являются каналными, т.е. отвечают на обработку одного канала. Даже сдвоенные модули (twin) или quadro модули (quattro) по своему существу являются одиночными модулями, суммируемыми на выходе через сплиттер.

Типовая структурная схема выходного широкополосного сумматора представлена на рис.1. Сумматор представляет собой сплиттер на N направлений (по числу суммируемых каналов)

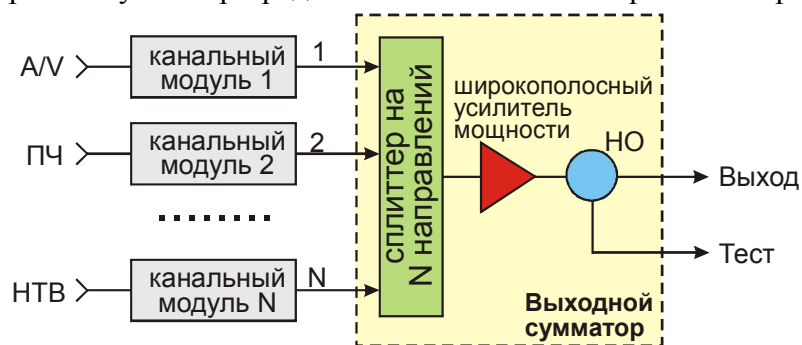


Рис.1

в сочетании с выходным широкополосным услителем мощности. Наличие широкополосного усилителя приводит к появлению широкополосных (их иногда называют и диапазонными) шумов. Собственная шумовая мощность, обязанная выходному усилителю, зависит от его коэффициента шума и коэффициента усиления. Обычная логика рас-

суждения подсказывает, что при этом снижение выходного отношения несущая/шум (C/N) никак не будет зависеть от числа суммируемых ТВ каналов.

От чего же тогда снижается C/N с увеличением числа суммируемых каналов N ? Для ответа на этот вопрос рассмотрим упрощенную структурную схему выходной части любого

каналного модуля (рис.2). Ее рассмотрение показывает, что по существу выходная часть модуля представляет собой традиционный повышающий конвертер (с частоты $f_{ПЧ}$ на $f_{ВЫХ}$). Фильтр на поверхностных акустических волнах (ПАВ) отвечает за работу в соседних (смежных) каналах, а выходной фильтр (в подав-

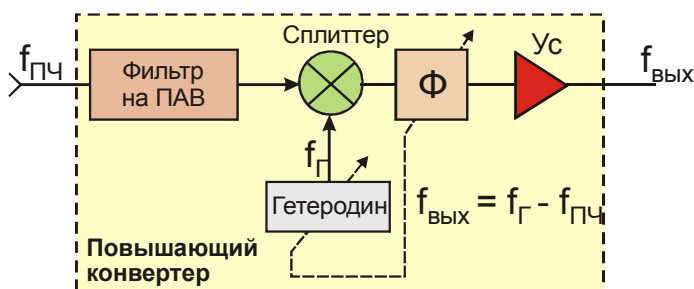


Рис.2

ляющем большинстве с электронной перестройкой по частоте) – за возможность работы по зеркальному каналу ($f_{\text{ЗЕРК}} = f_{\Gamma} + f_{\text{ПЧ}} = f_{\text{ВЫХ}} + 2f_{\text{ПЧ}}$, см. рис.2).

Таким образом, на выходе любого канального модуля формируются две составляющие шумовой мощности (см. рис.3):

а) канальная шумовая мощность, обязанная схеме формирования промежуточной частоты (например, ТВ модулятор или понижающий конвертер), смесителю и выходному широкополосному усилителю, входящему в состав канального модуля;

б) широкополосная (диапазонная) шумовая мощность, обязанная широкополосному усилителю, входящему в состав канального модуля и выходного широкополосного усилителя мощности.

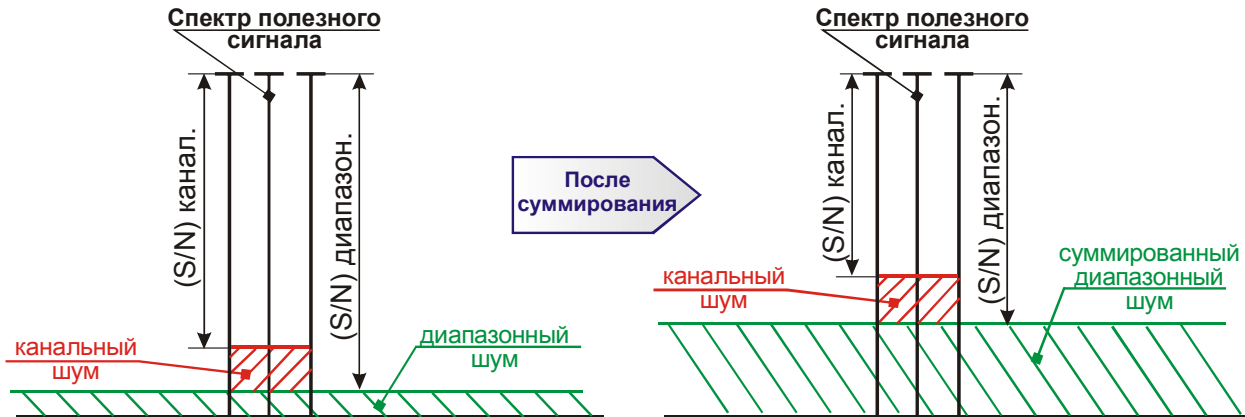


Рис.3

При суммировании канальных модулей суммируется и их широкополосная мощность пропорционально числу суммируемых каналов, т.е. широкополосная мощность уже составит величину $N P_{\text{ш}}$, или, в логарифмическом виде, увеличивается на $10 \lg N$. Например, при суммировании 60-ти каналов, широкополосная мощность увеличится, как минимум, на 18 дБ (!). Суммируясь с прежней канальной мощностью, наблюдается снижение исходного C/N (значения, заявленного на одиночный модуль).

Интермодуляционные искажения. Наличие любого широкополосного усилителя при многочастотном воздействии влечет за собой появление интермодуляционных составляющих второго (CSO) и третьего (CTB) порядков. Уровень интермодуляционных искажений (IMD) зависит как от числа усиливаемых каналов, так и от максимального выходного уровня самого усилителя мощности (справочное значение). Умощнение выходного усилителя (см. рис.1) проблематично применительно к ГС, т.к. это влечет за собой значительное увеличение выделяемого тепла. Именно по причине, для увеличения теплоотдачи выходного широкополосного усилителя, большинство производителей устанавливают его в шасси в одном из крайних положений, а иногда и в сочетании с вентилятором.

Напрашивается вывод о логичности полного исключения выходного широкополосного усилителя мощности за счет увеличения уровней выходных сигналов с самих канальных модулей. К сожалению, такой вариант технически не реализуем, т.к. в электронно перестраиваемых выходных фильтрах (рис.2) используются варикапы (электрически управляемые конденсаторы), которые не могут работать с уровнями выходных сигналов свыше 60...65 дБмкВ, а перенос усиления в выходной широкополосный усилитель канального модуля (рис.2) – слишком дорогое удовольствие. А с точки зрения накопления широкополосных шумов – вообще не эффективное решение, т.к. суммарный коэффициент усиления должен сохраняться прежним.

Суммирующие фильтры. Простейшим способом устранения широкополосных шумов является замена суммирующего сплиттера на суммирующие фильтры (рис.4). Такие

фильтры часто именуют блоками фильтров телевизионных каналов (БФТК). Они имеют N входов на требуемые частоты суммирования и один общий вы-

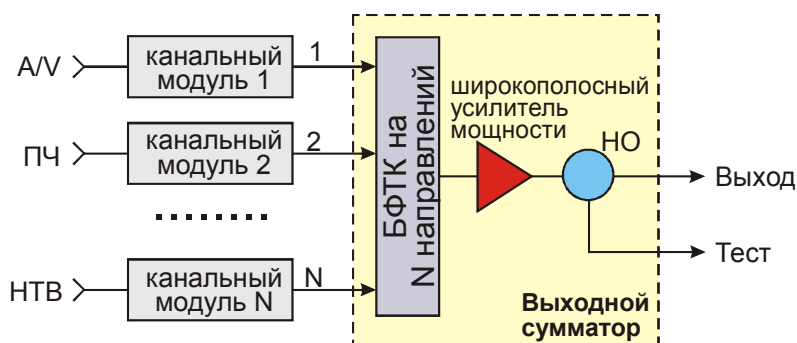


Рис.4

ходов на требуемые частоты суммирования и один общий выход. Типовые потери на суммирование составляют 4-6 дБ на 8-10 каналов суммирования. Сравнение рисунков 1 и 4 показывает, что по своему структурному построению БФТК полностью аналогичны традиционным широкополосным сплиттерам. Отличие заключается только в наличии фильтрующих свойств на требуемые каналы.

Именно наличие фильтрующих свойств БФТК и позволяет сохранить канальное исходное отношение C/N при подавлении широкополосных шумов.

Полезно отметить, что жестких требований к фильтрующим свойствам БФТК при этом не предъявляется.

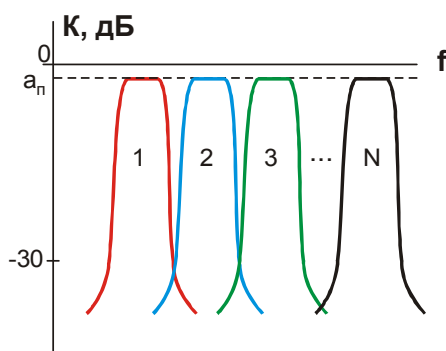


Рис.5

Вполне достаточно избирательности в 25 дБ. Типовая форма АЧХ БФТК на N каналов представлена на рис.5. Системным поставщиком таких собранных и полностью отрегулированных БФТК под конкретные ГС с требуемыми частотными каналами является группа компаний (ГК) «ПиТРИ». Их БФТК строятся на суммирующих фильтрах от разных производителей (в основном «Телемак», Polytron (Германия), «Микотек» и др.). Такие БФТК исполняют в 19" кроссах, удобных для установки в стандартную 19" стойку.

Использование БФТК удобно. Они позволяют суммировать все ТВ каналы (до 99), полностью устраняя широкополосные шумы. Выходные значения C/N обычно хуже заявленного канального значения на 1,5...2,5 дБ (за счет конечной избирательности фильтров и наличия широкополосного выходного усилителя мощности, см. рис.4). Такое ухудшение вполне пригодно для большинства практических задач. И, тем не менее, им свойственны и недостатки. Первый недостаток – они не устраняют полностью диапазонные шумы на счет наличия выходного широкополосного усилителя мощности. Второй недостаток – наличие интермодуляционных искажений (CSO и CTB). Дополнительное ограничение использования БФТК связано с канальными модулями, имеющими малый уровень выходного сигнала (не более 80 дБмкВ).

Активные канальные фильтры. Как же устранить эти отмеченные два недостатка?

Выход только один – следует перенести требуемое усиление в сами каналы, исключив выходной усилитель. Но при этом фильтр должен стоять на выходе такого канального модуля. Именно этот фильтр и устранит нам все широкополосные шумы. Такие избирательные усилители часто именуются активными канальными фильтрами.

ООО «Телемак» специально по согласованию с системными интеграторами ГК «ПиТРИ» разработал активные одноканальные (полоса канала 8 МГц) и двухканальные (полоса канала 16 МГц) фильтры (рис.6) с коэффициентом усиления 20 дБ и максимальным уровнем выходного сигнала 110 дБмкВ. Для поканального выравнивания уровней сигналов (или установки требуемого закона амплитудного распределения) на входе модуля установлен плавно регулируемый переменный аттенюатор с затуханием 0...20 дБ (рис.7). Выходной полосно-пропускающий фильтр (Φ , см. рис.7) имеет 2 балансных выхода, что позволяет легко осуществлять параллельное каска-



Рис.6

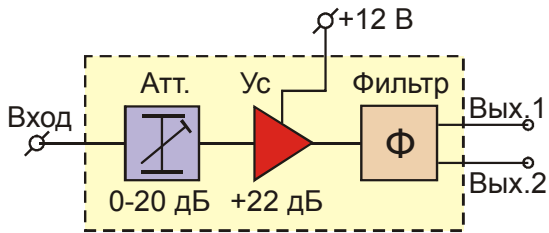


Рис.7

Даже при пониженном выходном уровне сигнала активного канального фильтра в 100 дБмкВ, его собственный приведенный динамический диапазон (C/N) составляет не менее 70 дБ. За счет этого, вклад в снижение канального снижения отношения несущая/шум (C/N) никогда не превышает 0,3 дБ для модулей с собственным значением $C/N = 56$ дБ (типичное значение для ГС 2-го класса) и 1,5 дБ для модулей с $C/N = 66$ дБ (профессиональные ГС класса «А»).

Максимальные потери на суммирование произвольного числа каналов составляют 15-20 дБ. Таким образом, уровень суммированного выходного сигнала, подаваемого на вход оптического передатчика, составляет не менее 80-85 дБмкВ. При этом, за счет отсутствия выходного широкополосного усилителя мощности, полностью отсутствуют интермодуляционные искажения (CSO/CTB) и широкополосные (диапазонные) шумы. Следовательно, качество сигнала, подаваемого на вход оптического передатчика, будет определяться только качеством используемых канальных модулей.

Пример собранного БФТК на 8 каналов (под ГС от Icus) показан на рис.8 (сборка ГК «ПиТРИ»).



Рис. 8

Стоимость активных БФТК. Разумеется, что первостепенным вопросом о предлагаемом новом способе суммирования ТВ каналов в составе ГС будет вопрос стоимости. Однозначного ответа тут нет. Многое зависит от конкретной ситуации, от частотного плана расстановки каналов, от уровней сигналов с выходов канальных модулей и от требуемого уровня выходного сигнала. Но с уверенностью можно сказать, что типовая стоимость БФТК, выполненных «под ключ» в составе 19" кроссов лежит в пределах 35-45 евро за 1 фильтр (одноканальный или двухканальный). Например, если требуется суммировать 60 ТВ каналов в составе головного оборудования, состоящего из разных ГС (от разных производителей) с одиночными и сдвоенными (Twin) модулями, да еще добавить сигналы от оптического приемника (от дополнительной удаленной ГС), то стоимость комплекта составит порядка 75-110 тыс. руб. Как видно, это совсем не дешевое «удовольствие».

Однако, такие затраты являются оправданными. И не только в части существенного повышения качества сигнала (как по шумам, так и по искажениям). Дело в том, что наблюдается косвенная экономия финансовых средств за счет возможности использования более дешевых ГС, оптических передатчиков и усилителей. Кроме того, появляется возможность ис-

дирование фильтров в БФТК посредством широко распространенной Z-линии с потерями на одно соединение порядка 0,2-0,4 дБ. Типовая избирательность составляет 30 дБ и 25 дБ при отстройке на ± 8 МГц в диапазонах МВ и ДМВ и, соответственно 45 дБ и 40 дБ при отстройке на ± 16 МГц.

пользования оптических приемников при пониженных уровнях входных оптических мощностей. И все это в целом создает весьма существенную экономию, часто превосходящую даже затратную часть. Разумеется, что если сеть кабельного телевидения (СКТ) проектируется вновь, то экономия будет больше.

Выводы. Предлагаемый новый способ суммирования ТВ каналов в составе головного оборудования за счет использования активных канальных фильтров с повышенным динамическим диапазоном позволяет реализовать предельное качество выходного группового сигнала, практически равное качеству сигнала одиночного канального модуля. Число суммируемых каналов теоретически неограниченно при полном отсутствии диапазонных интермодуляционных искажений (*CSO* и *CTB*), а снижение отношения несущая/шум (*C/N*) не превышает 0,3 дБ для традиционных ГС второго класса (с собственным канальным значением *C/N* = 56 дБ) и 1,5 дБ для ГС первого класса (с собственным значением *C/N* = 66 дБ).

Август 2012 г.