

Оптическое суммирование в гибридных СКТВ.

Плюсы и минусы крупных оптических сетей.

Появление оптических линий связи и наличие широкого выбора оптического оборудования сняло ограничения на размеры сетей кабельного телевидения. Результатом этого стала общая тенденция к укрупнению таких сетей. Сейчас не редкость создание единой сети кабельного телевидения для города с более чем миллионным населением. Кабельные сети повсеместно строятся по технологии с глубоким проникновением оптики. В такой сети имеется единый центр формирования программ. В нем эти программы с помощью оптических передатчиков вводятся в оптическую распределительную сеть, которая включает в себя оптические линии связи, усилители, разветвители, коммутаторы и т.д. Из оптического формата в радиочастотный телесигналы преобразуются только на последнем участке сети, в отдельном доме или группе домов.

Оптические распределительные сети позволяют обеспечить высокое качество предоставляемых услуг, имеют высокую надежность и низкую стоимость обслуживания.

Однако крупные оптические сети не лишены и недостатков. Они избыточно централизованы, в них трудно обеспечить вещание локальных программ местных студий, зона действия которых ограничена небольшой частью сети, например районом или округом. А программы таких студий высоко востребованы как населением, так и местной администрацией. Кроме того каналы локальных студий могут быть использованы службами ГО и МЧС для оповещения о локальных ЧП.

Традиционным решением задачи ввода местных каналов в локальный участок оптической сети является метод переприема. При этом методе весь пакет распределяемых в сети ТВ каналов переводится сначала из оптической формы в электрическую. Затем к пакету ТВ радиосигналов подсуммируются сигналы местных программ. После этого новый пакет при помощи оптического передатчика снова переводится в оптическую форму. Структурная схема такого решения показана на рисунке 1.

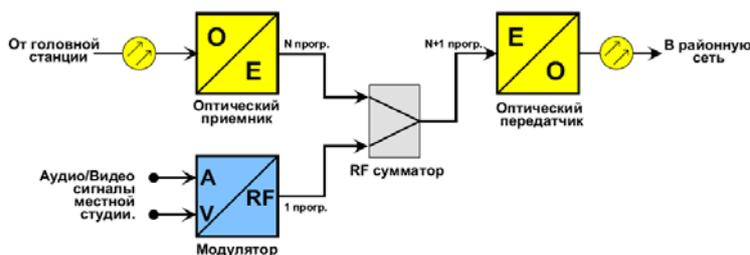


Рисунок 1.

Этот способ имеет ряд недостатков:

- Один из основных – это **высокая стоимость**. Для реализации такого решения требуются высококачественные оптические передатчики и приемники, способные с малыми вносимыми искажениями работать с полным групповым многоканальным сигналом. При этом оптический передатчик должен иметь высокую выходную мощность, достаточную для обслуживания большого участка сети. Такое оборудование имеет значительную цену, исчисляемую десятками тысяч евро.

- Другой недостаток – это **снижение качества сигналов**. Общеизвестно, что значительная доля шумов и искажений сигналов в кабельных сетях появляется в процессе оптической модуляции и приема. Поэтому установка в сети дополнительных оптических

передатчиков и приемников ухудшает эти параметры, что может привести к тому, что качество сигналов на отдельных участках может упасть ниже требуемых по ГОСТ.

- **Высокая стоимость обслуживания.** Для обслуживания сложного профессионального оборудования требуется привлечение высококвалифицированных специалистов. Также для размещения дорогостоящего профессионального оптического оборудования требуется помещение с кондиционированием, сигнализацией и противопожарной охраной.

- **Снижается надежность работы сети.** Так как дополнительное оборудование ставится «в разрыв» тракта передачи сигналов, то любой отказ такого оборудования приводит к нарушению трансляции полного пакета программ на значительном участке сети. Такая ситуация требует наличия резервных оптических передатчиков и приемников, организации системы резервного электропитания и круглосуточного дежурства смены специалистов.

Наличие подобных ограничений приводит к тому, что местные администрации часто не в состоянии обеспечить выполнение требуемых условий, и вынуждены отказываться от локальных студий, что негативно отражается имидже и бизнесе крупных кабельных операторов.

Для того чтобы устранить недостатки традиционного метода ввода сигналов местных студий в оптические кабельные сети был разработан и практически опробован метод оптического суммирования сигналов. Структурная схема такого решения показана на рисунке 2.

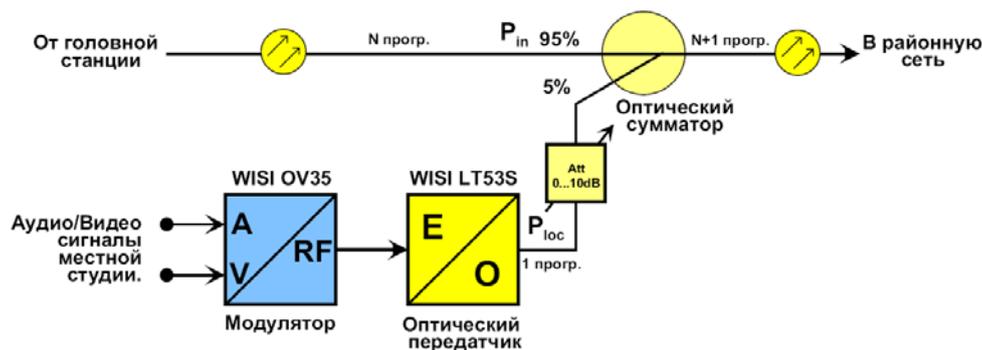


Рисунок 2.

Принцип работы такого решения состоит в том, что пакет ТВ каналов, распределяемых в сети, не преобразуется в радиочастотную форму, а проходит через узел суммирования без преобразования. В оптическом узле суммирования к пакету просто подсуммируется сигнал программы местной студии, сформированный оптическим передатчиком работающим на другой длине волны, по сравнению с используемой для основного пакета программ.

Такое решение имеет ряд очевидных преимуществ по сравнению с системой переприема:

- **Сохраняется высокое качество сигналов.** Так как основной пакет каналов не претерпевает никаких преобразований в узле суммирования, то в нем не создаются дополнительные шумы и искажения. Что же касается сигналов местной студии, то использование даже недорогого оптического передатчика, работающего в одноканальном режиме, позволяет обеспечить высокое отношение сигнал/шум. Так, использовавшийся в экспериментах, оптический передатчик WISI LT53S, который обеспечивает в

многоканальном режиме отношение сигнал/шум не менее 50 дБ, в одноканальном режиме обеспечивает значение сигнал/шум более 65 дБ.

- **Решение имеет низкую стоимость реализации и обслуживания.** Как было показано выше, вследствие работы в одноканальном режиме, даже использование недорогого оборудования обеспечивает высокое качество трансляции сигналов. При этом требуется небольшой объем оборудования, которое может быть размещено в отдельно стоящем монтажном ящике.

- **Сохраняется высокая надежность сети.** При оптическом суммировании трансляция основного пакета программ не зависит от состояния активного оборудования и наличия электропитания на узле суммирования. При любых отказах оборудования и электропитания это отражается только на трансляции местного канала. А так как это оборудование к тому же не является дорогостоящим, то оператор может себе позволить иметь на складе резервный комплект для быстрой его замены.

Немного теории.

В основе оптического метода суммирования лежит тот факт, что оптические приемники для кабельного телевидения по входу широкополосны и реагируют только на мощность оптического сигнала, независимо от длины волны несущего оптического колебания. Это позволяет подавать им на вход сигнал, состоящий из несколько оптических сигналов с разными длинами волн, оптический приемник воспринимает его как единый суммарный сигнал. Однако такое суммирование оптических сигналов с несколькими оптическими несущими имеет свои особенности.

Чтобы их лучше понимать представим передатчик группового оптического сигнала, установленный на головной станции, в виде суммы одноканальных оптических передатчиков как показано на рисунке 3. Данная модель является упрощенной, но это упрощение вполне пригодно для практического использования.

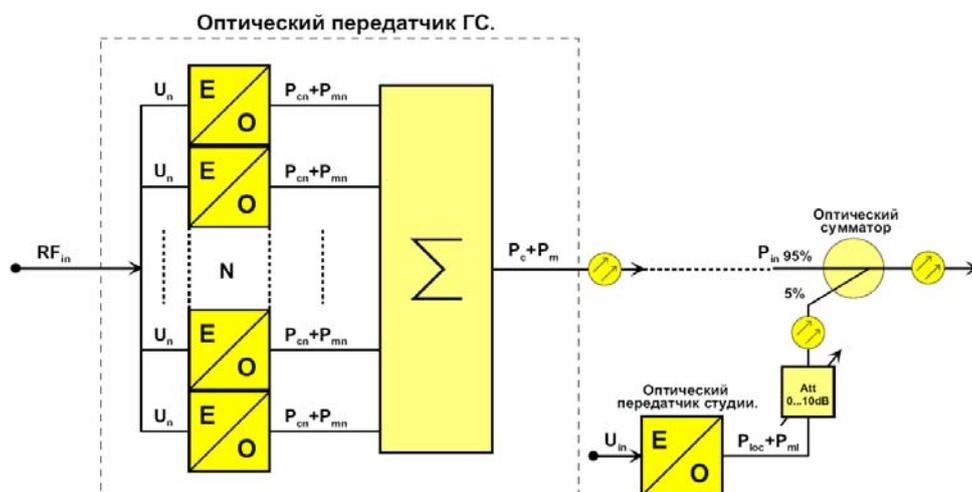


Рисунок 3.

В этой модели групповой оптический передатчик на головной станции представлен как состоящий из отдельных передатчиков индивидуальных каналов, выходы которых затем просуммированы. Эти отдельные передатчики имеют одинаковую мощность и индекс модуляции. Очевидно, что если требуется добавить дополнительный канал или каналы к

групповому сигналу такого передатчика, то это можно сделать при помощи дополнительного передатчика, с параметрами аналогичными канальным передатчикам описываемой модели.

Определим эти параметры на конкретном примере. Предположим что групповой оптический передатчик рассчитан на работу с $N=50$ каналов и работает с индексом оптической модуляции $ОМІ = 3,5\%$. Выходной сигнал такого передатчика состоит из суммарного сигнала несущих P_c и составляющих модулирующих сигналов P_m . Из суммарного сигнала несущих на выходе передатчика P_c можно рассчитать уровни несущих отдельных передатчиков модели:

$$P_{cn}=P_c - 10 \lg N = P_c - 17 \text{дБ}.$$

При этом мощность сигнала модуляции каждого отдельного канала составит (при $ОМІ = 3,5\%$):

$$P_{mn}=P_c - 20 \lg(100/ОМІ) = P_c - 29 \text{дБ}.$$

Если, исходя из этих значений, рассчитать мощность сигнала модуляции для отдельного передатчика модели, то получим:

$$P_{mn} = P_{cn} - 12 \text{дБ}.$$

Что соответствует коэффициенту модуляции $ОМІ = 25\%$

Таким образом, в данном примере, чтобы к сигналу, сформированному передатчиком головной станции добавить канал, сформированный дополнительным передатчиком, необходимо выполнить два условия:

- дополнительный сигнал должен быть добавлен с уровнем на 17 дБ ($10 \lg N$) ниже уровня группового сигнала,
- индекс модуляции оптического передатчика должен составлять $ОМІ = 25\%$.

Оба эти условия достаточно легко выполнимы практически.

Практические рекомендации.

Так как в аналоговых оптических сетях уровни распределяемых сигналов обычно находятся в диапазоне от 0 дБм до 17 дБм, то мощность оптического сигнала дополнительного канала должна составить от -17 дБм до 0 дБм. Типичные оптические передатчики, представленные на рынке, имеют выходную мощность существенно выше этого значения. Разумным решением, в этом случае, является использование неравноплечего оптического сумматора. Это позволяет свести к минимуму ослабление основного группового оптического сигнала, что исключает необходимость перестройки оптической сети при вводе дополнительных каналов. В приведенном на рисунке 3 примере использован оптический сумматор с плечами 95% и 5%. Это обеспечивает затухание в основном тракте всего 0,25 дБ, а со стороны дополнительного канала 13 дБ. При таком выборе сумматора мощность дополнительного оптического сигнала должна составлять от -4 дБм до +13 дБм. Этому условию отвечают многие недорогие оптические передатчики. Например, передатчик WISI LT53S имеет выходной уровень 4 дБм или 6 дБм, а WISI LT54S 10 дБм или 13 дБм. Для точной установки уровня оптической мощности служит регулируемый оптический аттенюатор 0...10 дБ, устанавливаемый на выходе передатчика.

Обычно в крупных сетях используются оптические передатчики с длиной волны 1550 нм. Если на участке сети после узла суммирования отсутствуют оптические усилители, то для ввода дополнительных каналов можно использовать недорогие оптические передатчики с длиной волны 1310 нм. Если же оптические усилители присутствуют, то

придется использовать оптические передатчики диапазона 1550 нм. При этом необходимо чтобы обязательно выполнялось условие, что длины волн оптического передатчика ГС и локального оптического передатчика отличались, по крайней мере, на 1 нм. В противном случае могут возникнуть биения между несущими передатчиков, которые попадут в частотный диапазон телевизионных сигналов и нарушат работу сети. Для этого потребуется на узле ввода канала местной студии использовать оптический передатчик для систем DWDM с нормированной длиной волны. Это увеличивает стоимость решения. Однако затраты окупаются увеличением зоны обслуживания студии.

Для настройки оборудования узла ввода можно предложить следующую методику:

- установить оптический аттенуатор в максимальное значение,
- подать на вход оптического передатчика радиосигнал местной студии и настроить требуемый коэффициент модуляции передатчика в соответствии с его инструкцией по настройке,
- подключить к выходу оптического сумматора контрольный оптический приемник и при помощи оптического аттенуатора установить уровень радиосигнала местной студии равным уровням остальных сигналов пакета.

Заключение.

Описанная в статье методика ввода сигналов местных студий была практически реализована в ряде районов г. Москвы, и показала хорошие результаты.

Методика позволяет вводить и более одного канала. При этом просто требуется пересчитать уровни оптических сигналов при суммировании и коэффициент модуляции передатчика.

Литература:

1. Теле-Спутник, №2, 2004г. С.А. Березиков, В.Е. Рядчиков. Определение параметров настройки оптического передатчика канала прямого направления сети КТВ.
2. Теле-Спутник, №3, 1999г. И. Гайович. Оптические DFB лазеры для широкополосного вещания: оптимизация параметров.
3. http://ru.wikipedia.org/wiki/Амплитудная_модуляция
4. <http://matlab.exponenta.ru/communication/book3/index.php>

Вячеслав Чулков,

Технический эксперт фирмы WISI.