

**Инструкция по выявлению и устранению помех  
в кабельных сетях СООО « КОСМОС ТВ»**

Минск, 2016

## ШУМЫ

Величина отношения  $C/N$  определяется суммарной мощностью шума и помех, аддитивных по природе. Оптимально уровень помех необходимо снизить до уровня объективно существующих шумов. Однако объективность сохраняется лишь для теплового белого шума, достаточно точно просчитываемого в процессе проектирования. На практике обнаруживается, что уровень шумов всегда выше расчетного значения. Поэтому, прежде чем бороться с помехами, необходимо выяснить причину увеличенного шума и максимально снизить его уровень.

Известно, что значительная составляющая шума возникает в оптическом тракте. Источниками шума являются загрязненные оптические коннекторы, плохие сварочные стыки волокон и лазеры передатчиков обратного канала. Предпринимаемые меры в первых двух случаях очевидны — это чистка коннекторов и перепайка стыков.

В передатчиках обратных каналов обычно используются лазеры Фабри-Перо (FP) и неохлаждаемые лазеры с распределенной обратной связью (DFB). Лазеры FP наиболее дешевы, но обладают наихудшими характеристиками. Во-первых, у них очень низкая температурная стабильность, влияющая на уровень шумов. Например, при некоторой температуре уровень шумов может быть минимальный (даже меньше, чем у DFB-лазеров), однако при изменении температуры всего на несколько градусов уровень шума может увеличиться на 30 дБ. Поэтому, проектируя сеть, необходимо учитывать наихудшие температурные условия. Кроме этого, при отсутствии модуляции уровень шумов FP-лазеров на 6-10 дБ больше, что приводит к резкому возрастанию суммарных шумов при малом количестве модулируемых передатчиков в данный момент времени [1]. То есть может возникнуть парадоксальная ситуация, когда активных абонентов мало, а сеть работает хуже.

Для лазеров FP также характерно существенное увеличение собственных шумов при отклонении уровня полезного сигнала от некоторого рекомендованного оптимального уровня, причем если для пониженных уровней сигнала сохраняется пропорциональность снижения отношения  $C/N$  дБ-на-дБ, то для повышенных уровней сигнала снижение  $C/N$  происходит в пять раз быстрее.

# ПОМЕХИ

## Помехи общего вида

Помехи общего вида возникают при попадании в обратный канал комбинационных составляющих сигналов прямого канала в процессе нелинейного преобразования последних. Нелинейными элементами в сети являются новообразования в виде выпрямительных р-п переходов, образующихся в корродированной контактной паре двух разнородных металлов, а также усилители, выведенные из линейного режима или просто неисправные. При визуальной оценке помехи общего вида легко распознать по периодичности их появления (например, при использовании расстановки телевизионных несущих в стандарте SECAM D/K, шаг помехи равен 8 МГц).

## Наведенные помехи

Наведенные помехи (ingress) являются наиболее распространенным типом помех в обратном канале. Они поражают весь диапазон частот, особенно его начальный участок до 12...15 МГц. Визуально помехи ingress обычно просматриваются как широкополосные "бугры", узкополосные "палки" и импульсные всплески. Источниками помех являются промышленные и бытовые приборы и устройства, электромеханизмы и транспортные средства, внешние линии связи, радиостанции, радиотелефоны, гетеродины телевизоров и видеомagneтофонов и пр. Помехи проникают в места механических повреждений коаксиальных кабелей, в места неправильной разделки кабелей и их заделки в разъемы, в неисправные пассивные элементы, плохие контакты вставок в усилителях, в места слабой затяжки центральной жилы или "иголки" разъема в соединении под "винт", туда, где неквалифицированно выполнена абонентская (внутриквартирная) сеть, где наличествует несанкционированное подключение к сети и т. п.

Шумы ингрессии возникают в обратном канале преимущественно на последних 20 метрах внутридомовой сети и в квартире абонента. Свою лепту могут вносить и контуры заземления. 90% шумов ингрессии попадает в канал из-за плохого экранирования, то есть из-за кабеля со слабой оплеткой и фольгой. Сеть, как гигантская антенна, собирает шумы ингрессии с абонентских отводов усиливает усилителями обратного канала и все это поступает на приемник обратного канала. Приемник обратного канала CMTS оказывается перегруженным этим шумом, снижает свою чувствительность и не может различить сигналы от абонентских модемов.

Хотя природа возникновения тех и других помех различна, методы их локализации для последующего устранения одни и те же.

# МЕТОДЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОМЕХ

## 1. Традиционный метод

Путем тестирования выходов приемников обратного канала с помощью спектрального анализатора, определяется оптический приемопередатчик, с которого поступает повышенный уровень помех (обычно уровень помех бывает на 10...30 дБ выше предельно допустимого). После этого на выявленный сегмент сети отправляется полевая бригада для локализации и устранения помех. В процедуре используется поиск источника помех методом последовательного приближения. Он начинается с оптического приемопередатчика, на котором последовательно отключаются ветви сети распределения, либо поиск осуществляется отключением питания с удалением предохранительной вставки или изъятием аттенюатора обратного канала этой ветви. Если при очередном отключении помеха пропадает, то поиск суживается до данного направления распределительной сети.

***Примечание.** Изъятие аттенюатора или эквалайзера в цепи прямого канала (т.е. прекращение подачи сигналов телерадиовещания) и пропадание при этом помехи свидетельствует о том, что это помеха общего вида; если же помеха не пропала, то это ingress.*

Отслеживание пропадания помех осуществляется или непосредственно на тестовых точках обратного канала оптического приемопередатчика или на тестовых точках приемников обратного канала. После определения направления осуществляется перемещение от оптического приемопередатчика в сторону абонентов, с последовательным отключением пассивных элементов или усилителей, пока источник помехи не будет локализован. Поскольку в одной ветви может быть до нескольких десятков пассивных и активных элементов, процесс занимает много времени.

Несмотря на ряд недостатков (в первую очередь, значительные затраты времени), описанный метод широко применяется, так как одновременно позволяет проводить профилактические работы на сети.

## 2. Метод поиска утечек

Этот способ локализации помех, проникающих в сеть доступа (т.е. ingress), основан на следующем известном факте: на дефектном участке помеха проникает туда, где имеется утечка (излучение) сигнала. Обнаружение возможного места утечки производится специальным прибором — детектором излучения, настроенным на частоту одного из телевизионных сигналов. К достоинству метода можно отнести бесперебойную работу сети

во время поиска. Во всем остальном (надежности, точности локализации всех видов помех и пр.) он уступает традиционному методу.

### **3. Коммутация обратных каналов**

Данный метод предназначен для автоматического обнаружения шумящего сегмента сети. Используется подключение тестовых точек выходов оптических приемников обратного канала к спектроанализатору через специализированный интеллектуальный коммутатор, работающий в режиме кратковременного переключения. Это позволяет не только сокращать время обнаружения зашумленных сегментов сети, но и включать аварийную сигнализацию, если помехи превышают заданный уровень.

### **4. Принудительная аттенюация в распределительной сети**

Суть метода заключается в применении специальных коммутируемых модулей с аттенюатором 6 дБ, встраиваемых в ключевых точках сети распределения: на выходах оптических приемопередатчиков, на выходах линейных и домовых усилителей и в наиболее ответственных узлах разветвления. В исходном состоянии аттенюатор закорочен. При поиске источника помех в автоматически определенном зашумленном сегменте сети аттенюатор на выходе одного из портов разблокируется (т.е. вводится затухание 6 дБ) и тем самым, в случае уменьшения уровня помех на те же 6 дБ, определяется направление поиска. Последовательным подключением аттенюаторов по сети в сторону абонента источник помех локализуется.

Достоинствами данного метода можно считать бесперебойное предоставление услуг в процессе поиска источника помех, быстрая автоматическая локализация дефектного участка, возможность накопления статистики.

Следует отметить, что общими для методов 3-4 являются подчас значительные затраты на оборудование, не исключающие необходимости выезда полевой бригады.

## ТРАДИЦИОННЫЙ МЕТОД ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОМЕХ

Путем тестирования выходов приемников обратного канала на ГС с помощью спектрального анализатора, определяется ОП, с которого поступает повышенный уровень шумов. После этого на выявленный сегмент сети отправляется бригада для локализации и устранения помех. Начиная от оптического приемника, на котором последовательно отключаются ветви сети распределения, либо поиск осуществляется отключением питания с удалением предохранительной вставки или изъятием аттенюатора обратного канала этой ветви. Если при очередном отключении помеха пропадает, то поиск суживается до данного направления распределительной сети. Обратить внимание на характер спектра: если он сплошной и равномерный («белый шум») — скорее всего это не внешняя помеха, а генерация внутри сети, возможные источники — перегруженный или неисправный усилитель, телевизор или другое абонентское оборудование, коррозировавший разъем или ответвитель. Сложность этого случая в том, что помеха может исчезать при отсутствии сигнала прямого канала, т.е. искать придется методом исключения. Если спектр хаотический с ярко выраженными пиками — это внешняя помеха, нужно искать повреждение или некачественную абонентскую проводку, некачественный изолятор в непосредственной близости от оборудования МТИС (перенести изолятор из стояка в подвал). Сложность этого случая в том, что помеха может носить нестабильный временный характер (например разговор по радиотелефону). Далее необходимо найти домовой усилитель – подъезд – абонента с повышенным шумом и установить ингресс фильтр ФВЧ-60, или в качестве ингресс фильтра розетку DS-1 с запираемой нагрузкой на выходе DATA. В случае генерации белого шума иногда помогает заземление стояка, или небольшое уменьшение уровня прямого канала (как временная мера).

## УСТРАНЕНИЕ ПОМЕХ

После локализации помехи на участке сети от оптического приемопередатчика до абонентского ответвителя, ее устранение (или уменьшение до приемлемого уровня) особых проблем не вызывает. Используются обычные приемы: регулировка активных элементов, протяжка винтовых соединений, перезаделка кабелей, замена разъемов и пассива. С абонентской разводкой и абонентским оборудованием как источником помех дело обстоит несколько иначе. Если абонент не пользуется услугами передачи данных, то нет необходимости доступа в квартиру, и проблема решается подключением абонентского кабеля к абонентскому отводу через высокочастотный фильтр. В противном случае необходим доступ к абоненту, где и производится поиск и блокирование (устранение) источника помех. При отсутствии доступа необходимо принимать решение о временном отключении абонента от сети.



## ИЗМЕРЕНИЯ

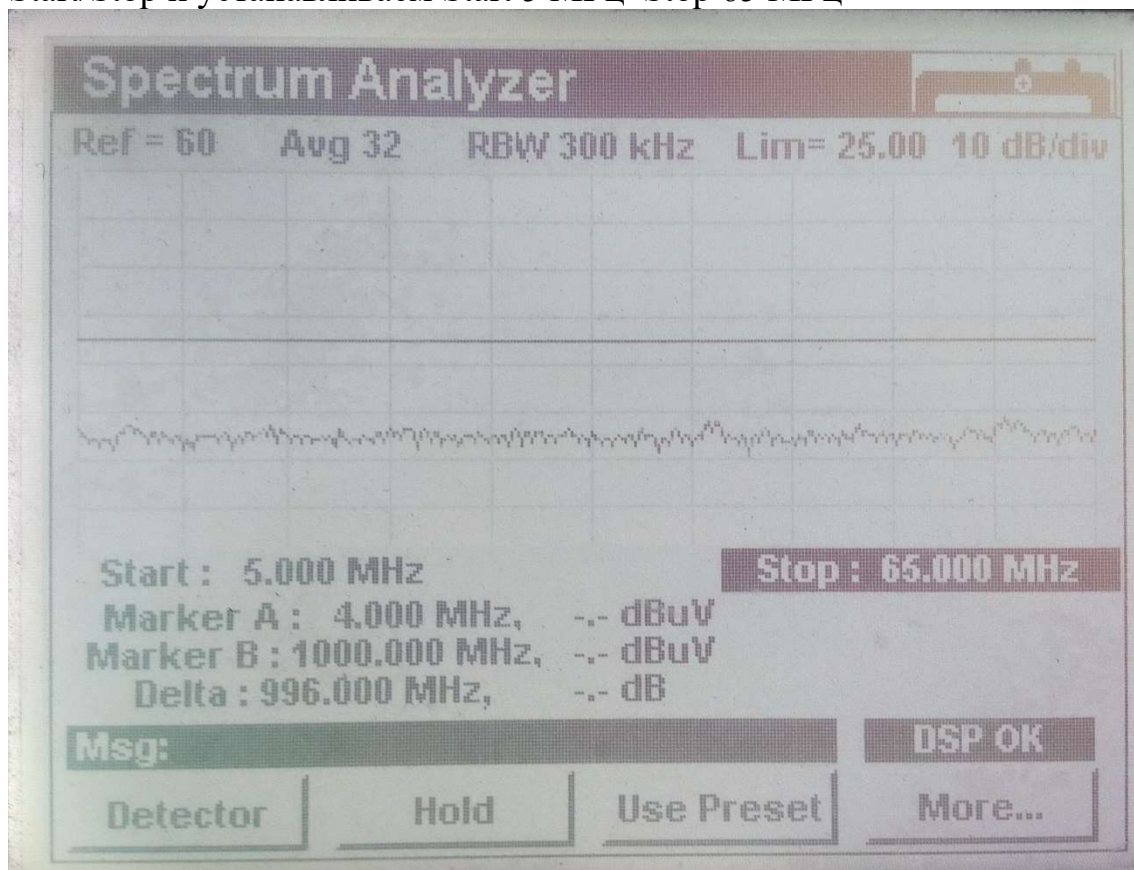
Снимать шумовой спектр лучше всего на контрольных точках Tap inject, направленных не в сторону студии, а в сторону абонентов (предназначены для проверки и настройки ОК генератором, установленным у абонента). На усилителях Vector это контрольная точка на модуле RA-65 на выходе усилителя ОК, но перед регулятором ; усиление 20-25dB и затухание контрольной точки 20dB приблизительно компенсируют друг друга, т.е. без пересчета измеряется реальный уровень шумов, собранный сетью на выходе данного усилителя. В ОП «гамма» это контрольные точки REV TAP (30 dB ). В усилителях Teleste есть несколько вариантов-- Tap может быть на входе, на выходе или на самом модуле обратного канала (в зависимости от типа усилителя); необходим пересчет в зависимости от коэффициента усиления, аттенюаторов и затухания контрольной точки.

Полностью избавиться от шумов ОК—задача невыполнимая. Интернет работает даже при SNR около 20dB, но в таком запущенном состоянии в случае шумовой аварии невозможно выделить наиболее зашумленное направление и на локализацию источника могут уйти недели! Поэтому необходимо стремиться к значению SNR не ниже 30dB .Это позволит оперативно реагировать на ухудшение ситуации. Состояние ОК—объективный показатель состояния сети, а следовательно и работы персонала. Старение сети (повреждения кабеля окисление разъемов, ответвителей и т.д.) в первую очередь скажется именно на ОК.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИЗАТОРА СПЕКТРА TRILITHIC 860 DSP

Для начала работы, необходимо сделать следующие предустановки:

- Выбираем иконку SPECTRUM, нажимаем Enter
- **Ref** (верхний предел) ставим 60;
- **Lim** (горизонтальный маркер) ставим 25;
- **XX dB/DIV** (цена деления по вертикали) ставим 10;
- На вкладке **DETECTOR** выбираем тип детектора :
- AVERAGING-среднеквадратичный режим
- DWELL WIDE и DWELL NARROW пиковые с более коротким и более длинным интервалом выдержки (можно использовать для просмотра спектров сигналов от модемов или коротких шумовых всплесков).
- **Norm** (однократное сканирование) изменяем на **Avg 32** (усреднение 32-х сканирований)
- Вкладка **TUNING** выбираем Center/Span (центр/диапазон) и устанавливаем Center 35 МГц, Span 60 МГц, или выбираем Start/Stop и устанавливаем Start 5 МГц Stop 65 МГц



Чтобы сохранить изображение (для дальнейшего сравнения спектров в разных точках сети и выбора наиболее важного направления) нажимаем

клавишу **Fn**, выбираем *Screen Capture*, вводим имя файла(например номер дома), нажимаем Enter

Для достижения необходимого значения SNR ОК примем следующие пороговые уровни в полосе частот 25--65 МГц (на выбросы в полосе 5-- 15 МГц пока не обращаем внимания, эти частоты не используются):

На домовом усилителе не более 25 dB $\mu$ V

На магистральном не более 30 dB $\mu$ V (в зависимости от каскадности)

На ОП не более 40dB $\mu$ V