

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ЗАЩИЩЕННОСТИ ОТ СОБСТВЕННЫХ ШУМОВ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ, КОАКСИАЛЬНЫХ И ГИБРИДНЫХ СЕТЯХ КАБЕЛЬНОГО ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Коврига Е. А.

Кафедра систем телекоммуникаций,

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: misterbaxx@qip.ru

Приведено описание разработанной в среде C++ Builder 2009 автоматизированной программы расчета защищенности от собственных шумов и выбора возможных видов модуляции для передачи сигналов цифрового телевидения по волоконно-оптическим, коаксиальным и гибридным сетям.

В статьях [1, 2] подробно описана и проанализирована методика расчета отношения сигнал/шум и выбора соответствующего типа модуляции для волоконно-оптических, коаксиальных и гибридных распределительных сетей цифрового кабельного телевидения.

При расчете волоконно-оптической телевизионной системы в качестве источников шумов рассматривают активные устройства системы: оптический передатчик, волоконно-оптический усилитель и оптический приемник. Основные этапы представленной в [1] методики включают в себя следующие:

1. Расчет шумов на выходе оптического приемника, вносимых оптическим передатчиком;
2. Расчет составляющей шума на выходе оптического приемника, обусловленной наличием эрбиевого волоконно-оптического усилителя EDFA;
3. Расчет собственных шумов оптического приемника (дробового и теплового шумов);
4. Расчет результирующего отношения сигнал/шум (этот расчет ведется с учетом некоррелированности шумов оптического передатчика, волоконно-оптического усилителя и оптического приемника, пересчитанных на выход фотодетектора оптического приемника);
5. Расчет вероятности ошибки в групповом электрическом сигнале.

Для коаксиального участка при расчете отношения сигнал/шум определяют мощность тепловых шумов на абонентской розетке [2]. Однако накопление тепловых шумов при прохождении телевизионного сигнала по сети кабельного телевидения не является основным ограничивающим фактором. Более существенное ограничение возникает из-за взаимовлияния теле-сигналов, т.е. появления комбинационных помех второго и третьего порядка. При использовании нескольких последовательно включенных усилителей необходимо рассчитать максимальный вы-

ходной уровень (МВУ) на выходе каждого усилителя. Это необходимо для определения нужного режима работы усилительного каскада с целью уменьшения искажений второго и третьего порядка (увеличение числа последовательно включенных идентичных усилителей требует уменьшения МВУ в каждом усилителе для компенсации возрастания искажений). Это служит ограничивающим фактором при определении мощности полезного сигнала на входе коаксиального сегмента, максимального коэффициента усиления усилителей, а также максимального числа усилительных участков сети кабельного телевидения и, следовательно, ее общей протяженности. Можно утверждать, что разница между МВУ и тепловым шумом на выходе n -го усилителя, выраженная в децибелах, и есть не что иное, как отношение сигнал/шум [2].

При расчете отношения сигнал/шум на выходе коаксиального участка в случае гибридной волоконно-коаксиальной сети необходимо учитывать шумы входного электрического сигнала (т.е. на выходе волоконно-оптического участка). Если входной сигнал имел отношение сигнал/шум по мощности S_f , то отношение сигнал/шум по мощности на выходе гибридной сети (на выходе коаксиального участка) S можно рассчитать из известного соотношения [3]: $1/S = 1/S_f + 1/S_c$ (где S_c – отношение сигнал/шум по мощности на выходе коаксиального участка гибридной сети без учета шумов от волоконно-оптического участка).

Для упрощения и большей наглядности в среде C++ Builder 2009 автором была написана программа автоматизированного расчета распределительных сетей кабельного цифрового телевидения «Расчет сети ЦТВ».

Для проведения расчетов выбираем необходимый участок (волоконный, коаксиальный либо оба при расчете гибридной сети), поля для ввода исходных данных становятся активными. Далее после ввода исходных данных нажимаем кнопку «Расчет системы ЦТВ» и можем увидеть ре-

зультат расчета выбранного участка распределительной сети цифрового кабельного телевидения (рис. 1). При нажатии кнопки «Общий результат расчета» пользователь видит итоговое сообщение о результатах расчета (рис. 1) с учетом как волоконного, так и коаксиального участков, если расчет производился для гибридной сети [2].

С помощью данной программы по вышеприведенной методике были рассчитаны типовые сети каждого вида с реальными усредненными параметрами, определена защищенность выбранных сетей от собственных шумов и сделаны следующие практические выводы:

1. Для уменьшения вероятности ошибки (увеличения значения отношение сигнал/шум) необходимо варьировать «локальные» параметры сети: увеличивать коэффициент усиления усилителей, уменьшать длину линии и количество подключенных абонентов, усложнить схему приемного устройства для ослабления влияния тепловых шумов. Каждый из предложенных вариантов требует самостоятельного расчета по приведенной методике с помощью разработанного программного продукта «Расчет сети ЦТВ» с учетом факторов стоимости и надежности сети доступа;
2. При расчете гибридных волоконно-коаксиальных сетей необходимо рассчитывать именно результирующее значение отношения сигнал/шум от двух участков (волоконного и коаксиального). Результи-

рующее отношение сигнал/шум несколько снижается по сравнению с отношением сигнал/шум непосредственно коаксиального участка, поэтому если волоконно-оптический участок был бы не учтен, то это привело бы к ошибочным выводам (могла бы быть выбрана слишком высокая размерность квадратурно-амплитудной модуляции, подходящая для коаксиального участка, но не подходящая для гибридной сети в целом);

3. При расчете гибридных волоконно-коаксиальных сетей можно заметить, что при отсутствии пассивного оптического участка основной вклад в результирующее значение шума для волоконной линии вносят не тепловые шумы оптического приемника, а шумы оптического передатчика (однако отношение сигнал/шум значительно увеличивается).

1. Кириллов, В. И. Шумы в волоконно-оптических сетях кабельного цифрового телевидения / В. И. Кириллов, Е. А. Коврига // Веснік сувязі, 2012. – №4. – С. 37-41.
2. Кириллов, В. И. Анализ защищенности от собственных шумов в гибридных волоконно-коаксиальных сетях кабельного цифрового телевидения / В. И. Кириллов, Е. А. Коврига // Веснік сувязі, 2013. – №1. – С. 22-27.
3. Воробьев, М. С. Приемные распределительные системы телевидения (проектирование и расчет) / М. С. Воробьев, Л. П. Кудрин, Н. И. Сазонов [и др.] – Челябинск: Издатель Татьяна Лурье, 2002. — 240 с.

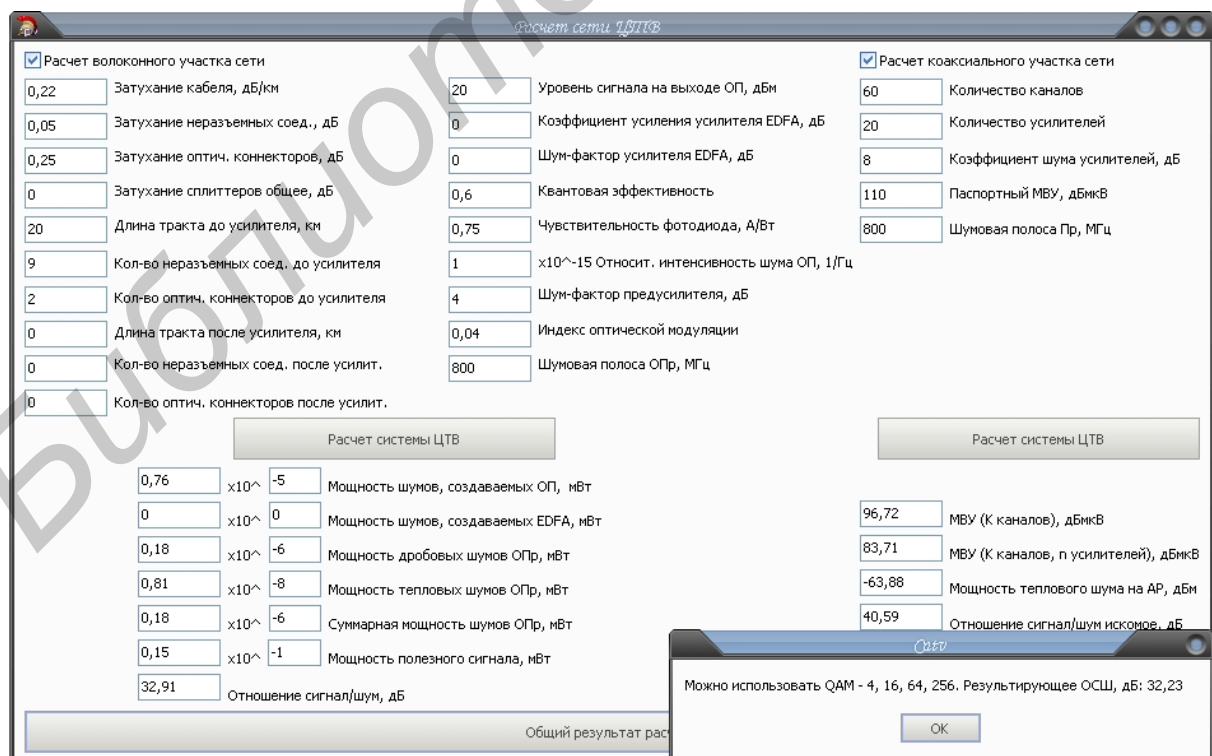


Рис. 1 – Пример расчета гибридной волоконно-коаксиальной сети цифрового кабельного телевидения