

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРИЕМНИК ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАНАЛОВ СВЯЗИ ПО ЛИНИЯМ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Цык А.В.

Шатило Н.И. – к.т.н., доцент

Измерительные приемники контроля каналов связи по линиям электропередачи не выпускаются более 20 лет, за это время изменились требования к такой аппаратуре в соответствии с рекомендациями МЭК, поэтому использовать имеющуюся аппаратуру не представляется возможным.

В настоящее время существует много информации, касающейся измерений параметров и эксплуатации каналов связи сетей общего пользования. Однако, кроме сетей общего пользования, существуют и сети связи специального назначения, например, ведомственные сети. Сети связи специального назначения (СССН) предназначены для нужд государственного управления, обороны страны, безопасности государства и обеспечения правопорядка. Анализ особенностей работы на таких сетях связи, эксплуатационных характеристик каналов связи таких сетей – важная задача при разработке новой специальной техники связи, ее линейных испытаниях и опытной эксплуатации.

Для СССР очень остро стоит проблема «переходного периода» от аналоговых сетей к цифровым. Есть два пути ее решения. Либо полностью менять аналоговую сеть на цифровую, либо создавать каналобразующую и прочую специальную аппаратуру связи для существующих сетей связи с учетом их развития. На полную замену кабельной сети связи, аналоговых каналобразующих средств, существующего парка техники связи уйдут годы. К тому же, развитие цифровых телекоммуникаций в той или иной степени включает в себя оборудование аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей для стыка с аналоговыми подсистемами и для сопряжения с аналоговым оборудованием. Поэтому на данный момент разработчикам и заказчикам приходится искать компромисс и создавать технику связи для работы на «смешанных сетях» с учетом современных требований к качеству, скорости, защищенности передаваемой информации. Таким образом, большинство каналов связи одновременно могут рассматриваться, как аналоговые, так и цифровые. Требуется исследование характеристик подобных «смешанных сетей» связи. Напрашивается вывод о необходимости оценки параметров, которые характеризуют аналоговые и цифровые каналы в комплексе. Чтобы понять этот симбиоз, рассмотрим, что мы понимаем под цифровым каналом, что характеризует его качество? А затем рассмотрим аналоговые эксплуатационные параметры каналов СССР, которые требуют оценки и влияют на параметры цифрового канала.

Основным цифровым каналом является цифровой бинарный канал, т.е. канал, в котором циркулирует двоичная информация. К основным показателям качества цифровых систем передачи и коммутации относятся параметры ошибки и готовности канала. В рамках международных стандартов приняты следующие основные параметры качества цифровых систем передачи: BER – количество битовых ошибок, EFS – количество секунд, пораженных ошибками, SES – количество секунд, несколько раз пораженных ошибками, AS – количество секунд готовности канала и UAS – количество секунд неготовности канала. Методология измерений по битам составляет фундамент измерений цифровых каналов связи и используется даже для анализа систем с различными типами модуляции и кодирования. Более подробно параметры, используемые для анализа характеристик бинарного канала, описаны рекомендациями МСЭ-Т G.821, G.826 и M.2100.

Различают два типа измерений бинарного канала – с отключением и без отключения канала. Измерения с отключением канала предусматривают, что канал не используется в процессе измерений для передачи реального цифрового трафика, передается специальная тестовая последовательность. Последовательность заранее известна на приеме, это позволяет анализировать параметры канала с точностью до одной битовой ошибки, правда с учетом точной синхронизации передатчика и приемника. Измерения без отключения канала часто называются мониторингом, поскольку измерения производятся в режиме работающего канала, а анализатор в этом случае подключается параллельно и осуществляет пассивный мониторинг канала. Алгоритм организации измерений основан на применении различных типов цикловых кодов или служебной информации, передаваемой в канале. Точность данного метода хуже, т.е. не позволяет локализовать единичную битовую ошибку, но отсутствие необходимости отключения канала существенный плюс. С учетом анализа функционирования СССР замечено, что первый тип измерений бинарного канала имеет существенное значение при испытаниях новой техники, например, упрощает поиск и разрешение проблемных моментов протокольного обмена. В то время как второй вариант более выигрышный в условиях эксплуатации, когда контроль качества связи необходимо осуществлять без ущерба доступности ресурсов сети, учитывая важность абонентов.

Зависимость параметра ошибки BER от отношения сигнал/шум можно выделить как основную характеристику цифровой системы, поскольку она влияет на стабильность связи. Параметр ошибки оценивается как функция отношения сигнал/шум. А вот уже на уровень шума по отношению к полезному сигналу влияют разные параметры, большинство из которых имеет аналоговый характер.

Первое, что напрашивается из вышеописанного, это необходимость измерения уровня затухания сигнала. Уровень сигнала определяют измерителями уровня. Поскольку уровень сигнала нужно измерять на разных частотах, то нужен еще и измеритель с перестраиваемой частотой. Как правило, эти два вида измерений совмещены в одном приборе. Другими словами, для оценки качества цифровых каналов требуется измерение АЧХ аналоговых каналов. В последнее время распространенными средствами анализа АЧХ, предлагаемыми на рынке измерительного оборудования, являются анализаторы спектра [1].

Абонентские кабельные сети на основе оптоволоконных линий связи в нашей стране еще не сильно развиты, но поскольку они существуют, в том числе и на СССР, то новые измерительные задачи требуют новых измерительных решений. Здесь в отличие от каналов, образованных электрическим кабелем, требуются не измерители уровня электрического сигнала, а измерители оптической мощности [2].

Для проводных сетей характерны так называемые межкабельные переходные влияния [3], т.е. неконтролируемые помехи со стороны соседних кабелей. В общем случае генерируемый сигнал в соседнем кабеле неизвестен, поэтому техническая возможность его компенсации отсутствует. Это накладывает на передачу информации скоростные ограничения, а для абонентов СССР повышение такого критерия как скорость передачи не менее важно, чем для коммерческих сетей. Определение и, соответственно, ограничение влияния этого параметра особенно важно и с

другой стороны, по соображениям информационной безопасности. Межкабельные переходные влияния приводят к нежелательным утечкам информации ограниченного пользования. Еще одной причиной ухудшения качества связи является нарушение электрической симметрии проводов. В общем случае, для количественной оценки симметрии служит так называемый коэффициент затухания асимметрии. Это частотно зависимый параметр, нормируемый в области полосы рабочих частот. Чем больше коэффициент затухания асимметрии, тем менее абонентская линия чувствительна к внешним помехам. Следствием недостаточной симметрии абонентской линии является прослушивание посторонних сигналов — других разговоров, фона переменного тока 50 Гц, канала радиотрансляции и т.д.

Поскольку на СССН используются коммутируемые каналы телефонных сетей общего пользования (ТФОП), то существуют и проблемы присущие этим сетям. Наличие узлов развязки 2-х и 4-х проводных каналов является причиной появления эхо-сигналов в трактах приема. Наличие аппаратуры уплотнения приводит к появлению частотного сдвига. Необходимы измерения параметров эхо-сигналов для оценки их влияния на качество как цифровой, так и аналоговой связи, поскольку эхо-сигналы представляют собой мощную помеху, без устранения мешающего влияния которой практически невозможна организация передачи данных в дуплексном режиме по двухпроводным коммутируемым телефонным каналам. Существуют различные методики и алгоритмы, реализующие подобные измерения[4][5][6]. Другим важным параметром тракта является неравномерность фазово-частотной характеристики. Она влияет на уровень искажений при передаче широкополосных радиочастотных сигналов (сети сотовой связи GSM). Эта неравномерность определяется групповым временем прохождения (ГВП) или еще называют групповым временем задержки (ГВЗ). Для определения ГВП для проводных и беспроводных каналов можно использовать, например, все те же приборы с анализатором спектра в составе, например HP 11758V от Hewlett-Packard.

Список использованных источников:

1. <http://www.tempus.kiev.ua>
2. <http://www.abn.ru/inf/lan/work.shtml>
3. Альбрехт М. Олер, Дитер В. Шикетанц. Межкабельная переходная помеха: теория и измерение//LAN.-2006.- №1-С.26-32.
4. П.В. Колготин, Б.В. Султанов. Сравнение эффективности применения цифровых систем синхронизации 1-го и 2-го порядков для оценки сдвига частоты на фоне шума // Материалы 5-ой всероссийской научной конференции: «Проблемы развития системы специальной связи и специального информационного обеспечения государственного управления России». - Орел: Академия ФСО России, 8-9 февраля 2007г.
5. Колготин П. В. Оценка параметров каналов и развитие измерительных технологий в сетях связи специального назначения // Молодой ученый. — 2011. — №10. Т.1. — С. 34-39. — URL <https://moluch.ru/archive/33/3789/> (дата обращения: 10.04.2018).
6. Б.В. Султанов. Измерения параметров эхосигналов, возникающих при дуплексной передаче данных по коммутируемым каналам передачи данных / Б.В. Султанов, С.Л. Шутов, В.Е. Захаренков // Электросвязь. – 2002. – № 10. – С. 34 – 37.