

## Методические указания по проведению отбора пар на абонентских линиях

Широкое применение технологий xDSL заставило кардинально изменить отношение к кабельным линиям, особенно к линиям абонентского доступа.

Кабели для этих линий, кроссовое оборудование, распределительные шкафы и коробки, методы монтажа – все это изначально разрабатывалось, производилось и эксплуатировалось как низкочастотное оборудование. При этом не возникало особых проблем с электромагнитной совместимостью (ЭМС), так как гарантированная техническими условиями величина переходного затухания между цепями кабеля на ближнем конце  $A_0$  – 70 дБ на частоте 1 кГц обеспечивала отсутствие переходных помех.

Заметим сразу, что с позиции сегодняшнего дня, когда стоит вопрос о цифровом уплотнении кабельных линий, эта величина, записанная в ТУ на самый распространенный на местных сетях связи кабель ТПП, представляется неоправданной и катастрофически низкой. К счастью, реальные значения  $A_0$  на подавляющем числе комбинаций цепей значительно выше и составляют, в среднем, 90 дБ и более.

На более высоких частотах эти кабели вообще не нормируются, поэтому все высокочастотные характеристики являются результатом статистических исследований.

По своему техническому состоянию кабельную сеть абонентского доступа можно условно поделить на три группы:

- линии, полностью удовлетворяющие всем нормам по электрическим характеристикам, предусмотренным отраслевыми стандартами. Это новые линии и (что реже) линии грамотно эксплуатируемые;
- линии, в основном, соответствующие нормам, «практически здоровые», но имеющие некоторые отклонения по сопротивлению изоляции (до десятков мегом) и повышенную асимметрию (до 1-2% от сопротивления шлейфа, при норме в 0,5%);
- линии со значительно заниженным сопротивлением изоляции, большой асимметрией, с «разбитыми» парами. Такие линии имеют резко заниженные характеристики взаимных влияний, это, как правило, замокшие кабели, находящиеся в аварийном состоянии и требующие капитального ремонта.

Итак, только первые две группы линий могут быть использованы для какого-либо высокочастотного уплотнения. Иначе говоря, соответствие нормам по постоянному току или, по крайней мере, приближение к ним – это необходимое условие. К сожалению – явно недостаточное.

На заре применения абонентского уплотнения их разработчиками и продавцами настойчиво внушалась мысль, что эти системы могут работать по любым цепям в пределах допустимой длины линии – включай и работай. Это в действительности так и было, когда в одном кабеле работали одна или две системы. Проведенными исследованиями было установлено, что взаимными влияниями между низкочастотными и уплотненными цепями можно пренебречь – они очень незначительны благодаря высоким значениями  $A_0$  в низкочастотном диапазоне. Существенные влияния друг на друга оказывают уплотненные цепи, поэтому при увеличении числа систем, особенно на линиях максимальной протяженности, стали возникать проблемы.

Существующая практика оценки пригодности цепей для цифрового уплотнения с помощью широко распространенных анализаторов (например, LT 2000, ALT 2000, Cable Shark и др.) основана на тестировании отдельной пары по основным параметрам постоянного тока, затухания цепи и шумовым характеристикам. На основании этих измерений дается заключение: цепь пригодна или непригодна для уплотнения. Эти выводы, как правило, имеют сиюминутное значение, так как совершенно не учитывают того факта, что шумовая обстановка может в любой момент кардинально измениться, стоит только по соседней цепи десятипарной группы включить другую цифровую или аналоговую систему передачи. Дело в том, что основу конструкции кабелей указанного типа составляют десятипарные элементарные пучки, внутри которых и происходят основные электромагнитные влияния. Межпучковые влияния гораздо менее значительны.

**Адрес:** Россия, 196244, Санкт-Петербург, а/я 201 ЗАО "ЭРСТЕД"  
**Тел./Факс:** (812) 379-00-26; (812) 379-00-48  
**E-mail:** info@ersted.ru  
**Internet:** www.ersted.ru



Несколько систем в десятипарном пучке, работающих по произвольно выбранным парам, могут создать невыносимую электромагнитную обстановку, которая не позволит ни одной системе работать с надлежащим качеством.

Суть проблемы ЭМС в следующем. Как известно, все современные цифровые системы абонентского уплотнения работают в двухпроводном однокабельном режиме. При этом передатчики (высокий уровень сигнала) и приемники (низкий уровень сигнала) разных систем расположены на одной стороне линии. Таким образом, главным параметром, определяющим возможность цифровой связи, является переходное затухание цепей на «ближнем конце»  $A_0$ . «Ближних концов» у абонентской линии, как известно, два – абонентская и станционная сторона. Так какова же наиболее простая и эффективная методика отбора цепей и где его производить? Для ответа на этот вопрос надо вспомнить о наиболее слабом звене абонентской линии, которая состоит из магистрального участка (от станции до шкафа) и распределительного (от шкафа до коробки).

Магистральный участок абонентской линии содержится под воздушным давлением и подвергается хоть какой-то профилактической заботе. Распределительный же, как бы предоставлен сам себе и, как правило, находится в более тяжелом качественном состоянии. Кроме того, к распределительной коробке всегда подходит десятипарный кабель, а параметры влияния в этих кабелях из-за близости экрана и повышенной емкостной асимметрии всегда хуже, чем в десятипарных пучках многопарного кабеля. Поэтому наша концепция - оценка состояния абонентской кабельной линии из распределительной коробки, как наиболее уязвимо звена линии.

Есть еще один фактор. Десятка из распределительной коробки, пройдя через распределительный шкаф, на кросс станции попадает не такой же компактной группой, а рассредоточенными парами по одной или несколькими грозозащитным полосам.

Поэтому оценка линии из распределительной коробки представляется нам технически оправданной и едва ли не единственно осуществимой.

Так какие же пары пригодны для цифрового уплотнения? Это та максимальная группировка пар, для которых  $A_0$  в любых комбинациях между собой не ниже расчетной величины на частоте нормирования данной системы уплотнения. Остальные пары – только для низкочастотного использования.

Отбор пар по такому принципу – единственный способ наиболее рационально использовать кабельную абонентскую сеть. Произвести такой отбор вышеупомянутыми анализаторами - сложный и практически неосуществимый процесс ввиду большого объема измерительных работ и последующего их анализа.

Данный тестер кабельных пар позволяет осуществлять такой отбор в автоматическом режиме. Оператору же необходимо только ввести в прибор исходные данные – это «частота» и «порог  $A_0$ ». «Частота» – это та частота, на которой нормируются параметры кабеля для конкретной системы цифрового уплотнения.

Для систем, использующих кодирование HDB-3, – это полутактовая частота, численно равная половине линейной скорости передачи (для ИКМ-30 – это 1 МГц).

Для систем, использующих кодирование 2B1Q, а это подавляющее число систем цифрового абонентского уплотнения, параметр «частота» выбирается согласно таблице 4.

Таблица П 4.

Приблизительная скорость передачи	160	320	700 - 800	1000 - 1500	2000
«Частота», кГц	40	80	160	320	512

**Адрес:** Россия, 196244, Санкт-Петербург, а/я 201 ЗАО "ЭРСТЕД"  
**Тел./Факс:** (812) 379-00-26; (812) 379-00-48  
**E-mail:** info@ersted.ru  
**Internet:** www.ersted.ru



Определять «порог  $A_0$ » следует из следующей формулы, известной из теории передачи цифровых сигналов по кабельным линиям связи:

$$A_0 \geq a_3 + a_p + 10 \lg N, \quad (1)$$

где  $a_3$  - помехозащищенность системы передачи, определяемая применяемым кодированием и обеспечивающая верность передачи не хуже  $10^{-9}$ ;

$a_p$  - рабочее затухание линии;

$N$  - количество работающих систем в одном десятипарном пучке.

Величина  $a_3$  выбирается из таблицы 5 в зависимости от типа кодирования.

Таблица П.5.

Виды кодирования	HDB3	2B1Q	САР-128	РАМ-16
$a_3$ , дБ	18	26	32	29

Приведем конкретный пример. Пусть требуется уплотнить абонентскую линию аппаратурой, работающей на скоростях 300-400 кбит/с и использующую кодирование 2B1Q – это четырех – пятиканальные системы. При этом уплотнить требуется пять цепей, а длина абонентской линии – максимальна для данной системы. Нормируемая частота - 80 кГц, а рабочее затухание линии на этой частоте – 42 дБ.

Подставляя исходные данные в формулу [1], находим, что переходное затухание на ближнем конце  $A_0$  должно составлять

$$A_0 \geq 26 + 42 + 10 \lg 5 = 26 + 42 + 0,7 = 68,7 \text{ дБ}$$

Следовательно, на тестере кабельных пар следует установить значения «частота» – 80 кГц, «порог  $A_0$ » – 70 дБ.

После проведенных измерений тестер покажет номера пар в десятипарном пучке, удовлетворяющих данным требованиям. Если число этих пар пять и более, то задача отбора пар решена. Если менее пяти пар, то на этой абонентской линии возможно уплотнить только те пары, которые определил тестер.

В заключении приведем средние статистические данные по 10-парным пучкам кабеля ТПП с точки зрения возможности их уплотнения наиболее распространенными системами абонентского доступа.

Таблица П.6.

Частоты нормирования и скорости передачи систем	Средняя длина абонентской линии – 2,5 км кабеля ТПП –0,4		Максимальная длина абонентской линии системы	
	$a_p$ , дБ	Ожидаемое число уплотняемых пар	$a_p$ , дБ	Ожидаемое число уплотняемых пар
Системы 2x64 кбит/с 4x32 кбит/с Общая скорость до 160 кбит/с $f = 40$ кГц	~23 дБ	9	42 дБ	8
Системы с общей скоростью порядка 320 кбит/с $f = 80$ кГц	~25 дБ	9	42 дБ	5
Системы с общей скоростью порядка 600-700 кбит/с $f = 160$ кГц	~28 дБ	7	42 дБ	3