

# О качестве кабелей для широкополосного доступа

Андрей КОЧЕРОВ, главный метролог ООО «Аналитик-ТС», к.т.н.,  
Сергей СИДОРЕНКО, директор,  
Виктор РУДЕНКО, начальник лаборатории ООО «НПП «Информсистема»

## ЧТО ЕСТЬ КАЧЕСТВО ПРИМЕНИТЕЛЬНО К КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ?

Использование беспроводных и оптических технологий широкополосного доступа (ШПД) несколько не снижает интереса отечественных операторов связи к использованию кабелей с медными жилами. Приходят новые технологии, совершенствуются существующие, а вместе с ними появляются новые возможности. Так, приёмопередатчики симметричных линий SHDSL, чья родословная начиналась с двухмегабитной HDSL, ныне (128-ТСПАМ - 15 Мбит/с) приблизились к скоростному потенциалу линий асимметричной по скорости ADSL2+. Блестяще отработанная идеология ADSL2+ реинкарнирована теперь в линии VDSL2, усовершенствованные введением векторизации, что обещает превратить медную телефонную пару по скоростным характеристикам в оптическое волокно [1]. Прочно удерживает свои позиции на доступе и Ethernet.

Практически все технологии xDSL ориентированы на традиционные телефонные кабели, используемые на существующих сетях доступа. Однако применение качественных, цифровых кабелей с улучшенными характеристиками позволяет достичь скоростей доступа 100 Мбит/с и более по одной паре при длине линии до 300—500 метров (VDSL2). Так что же такое качество применительно к кабелям связи?

С точки зрения философии в приложении к инженерной практике [2] качество любого объекта может быть рассмотрено только в неразрывной связи с количеством и мерой, причём мера вырабатывается именно как система, позволяющая количественно и наиболее полно охарактеризовать качественные показатели. Иначе говоря, если продукцию не охарактеризовать качественно, не дать меры и не указать количественных показателей, то можно смело заявить, что продукции, как товара не существует. Кроме того, качество является функцией спроса: есть спрос — образуются требования к качеству. Требования «обрастают» мерами и применительно к кабелям разделяются на электрические, механические, эксплуатационные и т.д.

В современных системах связи скорости передачи неуклонно растут — соответственно растут и требования к среде передачи. Именно поэтому и представляется рациональным характеризовать качество кабелей скоростью передачи, обеспечиваемой той или иной современной технологией. Но такая чрезмерно опосредованная характеристика — скорость хороша как индикативный параметр, а основными всё же являются электрические параметры, нормируемые в соответствующих полосах частот [3—6].

Так, если технологии ADSL — ADSL2+ использовали диапазон частот до 1,1—2,2 МГц, то разновидности технологии VDSL2 — полосы уже до 8, 12 и 30 МГц, а технология Ethernet, широко распространённая на офисных и внутридомовых сетях, предполагает, что применяемые кабели нормированы в полосе до 100 МГц. Основой всех конструкций современных симметричных кабелей связи стала так называемая витая пара. Параметры, характеризующие неоднородности и асимметрию цепей в широком диапазоне частот, характерные для кабелей компьютерных сетей, теперь становятся актуальными и для кабелей ШПД. Но основными параметрами кабельных цепей, определяющими их скоростные характеристики, являются параметры взаимного влияния между цепями и рабочее затухание цепей.

Давно назрела необходимость унификации требований к кабелям для цифровых систем передачи. Следует отметить, что в настоящее время действуют два стандарта — ГОСТ Р 53538-2009 «Многопарные кабели с медными жилами для цепей широкополосного доступа» [3], не вполне учитывающий требования современных технологий, и недавно введённый подробнейший ГОСТ Р 54429-2011 «Кабели связи симметричные для цифровых систем передачи» [4], внедрение которого безусловно приведёт к росту качества кабелей ШПД.

Таким образом, современный качественный симметричный кабель для цифровых систем передачи должен удовлетворять следующим требованиям:

**Табл. 1. Проблемы, вызванные отсутствием или несовершенством нормативных документов**

Отсутствие норм	Компенсирующие мероприятия	Негативные последствия
Отсутствие норм на шаги скрутки симметричных пар, их стабильность и кратность в многопарных кабелях	Экспериментальный подбор шагов	Увеличение издержек производства
Действующий государственный стандарт на проволоку медную круглую электротехническую отсутствует. Требования же на предельные отклонения от номинального диаметра, заложенные в технических условиях [12], явно недостаточны для выпуска кабельной продукции с омической асимметрией цепей, удовлетворяющей требованиям ГОСТ Р 53538-2009 [3] и отраслевых стандартов [22—23], которые, кстати, давно требуют обновления	Дополнительная сортировка по фактическому диаметру при входном контроле проволоки	
Не нормируется диэлектрическая проницаемость для поливинилхлоридных пластикатов, значительный фактический разброс этого показателя в полимерах, поставляемых разными производителями	Не представляются возможными	Увеличение брака из-за разброса рабочей ёмкости и рабочего затухания

- электрические параметры и характеристики должны быть на уровне требований международных и отечественных стандартов;
- эксплуатационные характеристики должны обеспечить надёжную работу и значительный срок службы в различных климатических зонах России;
- цена должна обеспечить конкурентоспособность в сравнении с импортными аналогами.

### НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Как уже отмечалось, до самого последнего времени отсутствовали отечественные нормативные документы, в полной мере отражающие требования к современным симметричным кабелям для цифровых систем передачи. Поэтому наряду с действующим ГОСТ Р 53538-2009 [3] в практике предприятий, выпускающих современные кабели связи, широко используются так называемые технические условия, в основу которых положены требования международных стандартов в данной отрасли [5—9]. В качестве примера можно назвать ТУ 3571-008-12154334-2006 на кабели малопарные высокочастотные для цифровых сетей абонентского доступа, разработанные НПП «Информсистема» совместно с кабельной лабораторией ФГУП ЛО ЦНИИС и регулярно обновляемые с учётом современных требований и расширения номенклатуры выпускаемой продукции.

Требования к сырью для производства современных кабелей связи достаточно полно отражены в отечественных нормативных документах [10—14].

Требования к организации производства представлены в отечественных нормах [15—16], разработанных на основе международных стандартов ИСО, а также во внутренних документах предприятий — технических условиях, инструкциях, технологических картах и т.п.

Тем не менее в процессе производства возникают отдельные проблемы, связанные с недостатками существующих нормативных документов (табл. 1).

Выход здесь может быть многоплановый — создание новых, совершенствование существующих или заимствование международных нормативных документов.

### НОМЕНКЛАТУРА КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА

Хотелось бы подробнее остановиться на номенклатуре кабельно-проводниковой продукции для широкополосного доступа и факторах, её определяющих, на примере небольшого предприятия — НПП «Информсистема», где в 1991 году начался выпуск продукции для связистов с повторения известных однопарных конструкций: проводов ТРП, ТРВ и П274, кабеля ПРППМ.

Общение с потребителями — связистами разных уровней — привело к пониманию того факта, что рост объёмов и скорости передаваемой информации неизбежно ведёт к расширению диапазона используемых частот, а для повышения помехозащищённости цепей следует использовать «витую пару». В результате совместной работы с кабельной лабораторией ЛОНИИС (ФГУП ЛО ЦНИИС) был разработан ряд перспективных конструкций, полностью заменяющих «традиционные» провода и кабели, применяемые на абонентских участках (табл. 2).

Требования к электрическим характеристикам кабелей широкополосного доступа, отражённые в ТУ 3571-008-12154334-2006, «впитали» всё лучшее от традиционных кабелей связи и кабелей для компьютерных сетей — минимальные значения омической асимметрии цепей и максимально возможные значения переходного затухания и защищённости между цепями в широкой полосе частот.

Через регулярное проведение обучающих семинаров, на наглядных примерах удалось выработать у потребителей понимание, какими должны быть параметры малопарных кабелей для широкополосного доступа. В недалёком прошлом для популяризации кабелей ШПД подключались и системные интеграторы — «Дженерал ДейтаКомм», «МТК Телеком», «СтройСвязьКомплектация» и другие. Теперь в этом уже нет необходимости.

В настоящее время, когда ежегодную потребность на кабельную продукцию основные заказчики формируют на уровне макрорегиональных филиалов, малопарные кабели для широкополосного доступа стали привлекательными и для крупных производителей. Так, например, ОАО «Завод «Саранскабель» в апреле 2009 года сообщило о том, что «предприятием освоено выпуск новинок — кабелей малопарных высокочастотных для цифровых сетей абонентского доступа марок: ТЦПП, ТЦПВ, ТЦПВп, ТЦППт, ТЦПМп, ТЦПМПп», которые НПП «Информсистема» выпускает с 2006 года.

Несмотря на отсутствие экрана, кабели ШПД, выпускаемые НПП «Информсистема», приобрели популярность в различных регионах России. И дело не в отсутствии возможности изготавливать кабель с экраном, а в том, что его наличие увеличивает вес и стоимость кабеля. Преимущества экранированных кабелей для ШПД не всегда очевидны, так как чаще всего абонентские линии прокладываются на участках с незначительным уровнем внешних помех. Экранировать же отдельные пары в малопарных кабелях ШПД нецелесообразно, так как вполне достаточный уровень помехозащищённости в широкой полосе частот достигается за счёт уменьшения шагов скрутки отдельных пар по сравнению с традиционными конструкциями. Кроме того, эффективность экранирования во многом зависит от целостности экрана и качества его заземления, что не всегда выполнимо на абонентских линиях.

## КАК ОБЕСПЕЧИТЬ КАЧЕСТВО КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ?

Потребителям необходима кабельная продукция, характеристики которой соответствовали бы их потребностям и ожиданиям. Эти потребности и ожидания отражаются обычно в спецификациях на продукцию и считаются требованиями потребителей. Требования также могут быть установлены потребителями в контрактах на поставку либо определены предприятиями-изготовителями в технических условиях на продукцию. В любом случае приемлемость продукции в конечном счёте устанавливает потребитель. Поскольку потребности и ожидания потребителей меняются, а предприятия-изготовители помимо этого испытывают давление, обусловленное конкуренцией и техническим прогрессом, они обязаны совершенствовать свою продукцию и производственные процессы.

## КАЧЕСТВО ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Качество готовой продукции во многом зависит от качества исходных материалов и сырья. Поэтому процессу входного контроля проводниковых и изоляционных материалов, используемых в кабельном производстве, должно уделяться большое внимание, несмотря на наличие многочисленных сертификатов качества от поставщиков. Процедуры входного контроля достаточно подробно представлены в нормативных документах, но их особенности для конкретного предприятия должны быть отражены во внутренних документах предприятия.

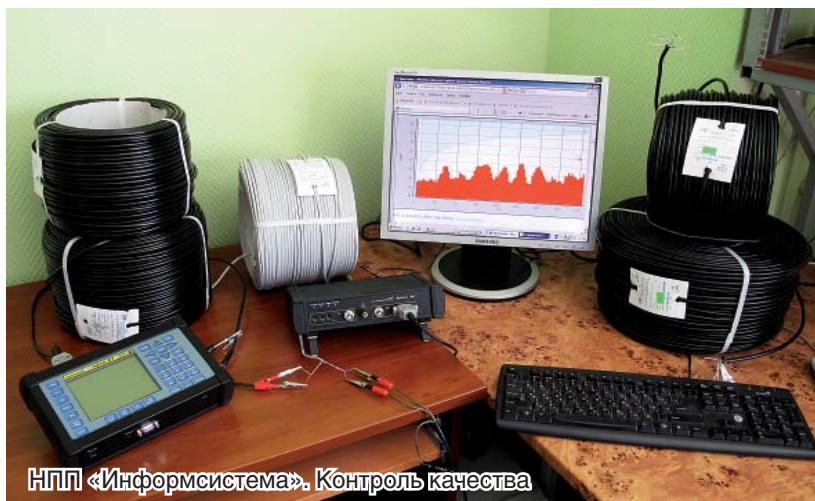
## КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА НА ЭТАПАХ ПРОИЗВОДСТВА

Большое значение для качества готовой продукции имеют процедуры промежуточного контроля в процессе производства, так как ошибки, допущенные на этом этапе, могут привести к недопустимому снижению качества. Так, например, несоблюдение шагов скрутки изолированных жил в пару может привести к неустраняемому дефекту — катастрофическому снижению параметров взаимного влияния между цепями в многопарных кабелях.

## ВЫХОДНОЙ КОНТРОЛЬ


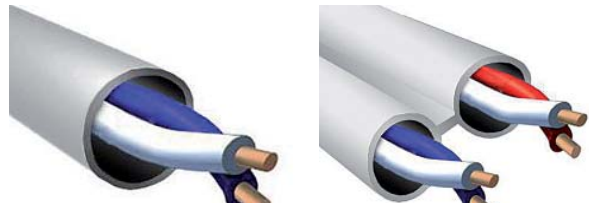

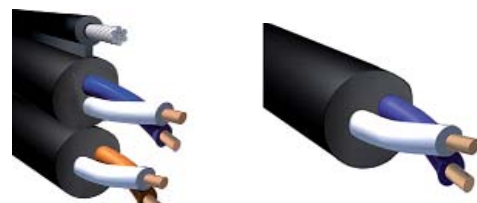

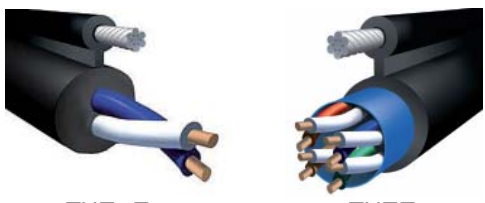
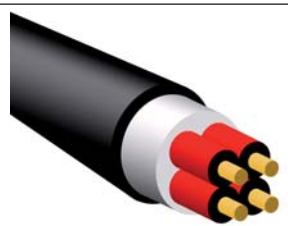
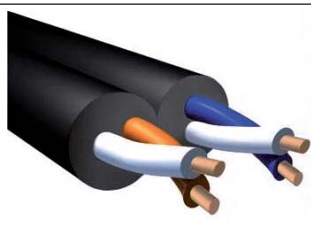
Процедуры выходного контроля имеют решающее значение, так как позволяют оценить соответствие готовой продукции заданным требованиям и присвоить продукции ту или иную категорию качества.

Не углубляясь в подробности [17—19], можно утверждать, что качество кабелей для широкополосного доступа достаточно охарактеризовать тремя параметрами: коэффициентом затухания  $\alpha(f)$ , затухани-



НПП «Информсистема». Контроль качества

**Табл. 2. Традиционные и перспективные конструкции кабелей и проводов для абонентских участков**

Назначение	Традиционные конструкции	Кабели малопарные серии ТЦП
Провода и кабели для прокладки внутри зданий	 <p>TRB                      TRP</p>	 <p>TSPB                      TSPBn</p>
Кабели для прокладки в грунт и на открытом воздухе	 <p>PRPPM</p>	 <p>TSPMPt                      TSPMP</p>
Провода и кабели для подвески на опорах	 <p>P 274M</p>	 <p>TSPMPt                      TSPPt</p>
Кабели для прокладки в грунт	 <p>KSP</p>	 <p>TSPMP</p>

ем переходных помех на ближнем конце NEXT(f) и защищённостью между цепями на дальнем конце ELFEXT(f).

Указанные параметры нормируются разными способами. Так, в справочнике по технологиям xDSL [20] приведены достаточно подробные сведения по коэффициентам затухания  $\alpha(f)$  и параметрам взаимного влияния между цепями для различных кабелей, как традиционных, так и современных конструкций, в диапазоне частот до 12 МГц. В национальном стандарте [3] параметры передачи вообще не нормируются, а параметры взаимного влияния между цепями нормируются только на отдельных частотах в диапазоне до 2,2 МГц.

Для нормирования параметров взаимного влияния в кабелях производства НПП «Информсистема» использован фундаментальный принцип, предложенный в стандарте ANSI T1.417-2001 [8] и широко ис-

пользуемый в зарубежных стандартах на кабели для цифровых систем передачи, а теперь — и в национальном стандарте ГОСТ Р 54429-2011 [4]. Он основан на известной частотной зависимости норм параметров взаимного влияния и обеспечивает формирование шаблонов норм в соответствии с выражениями:

$$NEXT_n(f, m) = NEXT_n(f_o, 2) - 6 \cdot \lg(m-1) - 15 \cdot \lg(f/f_o) \quad (1),$$

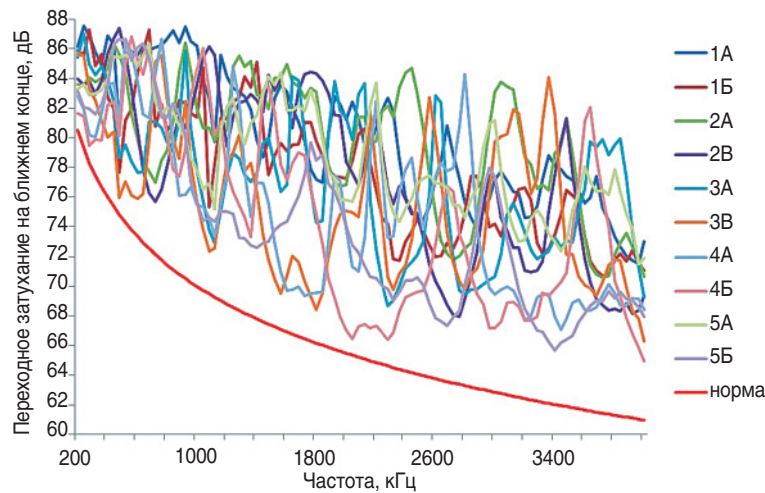
$$ELFEXT_n(f, m, L) = ELFEXT_n(f_o, 2, L_o) - 6 \cdot \lg(m-1) - 20 \cdot \lg(f/f_o) - 10 \cdot \lg(L/L_o) \quad (2),$$

где:  $NEXT_n(f, m)$  — норма переходного затухания на ближнем конце (дБ) между цепями многопарного кабеля с числом пар  $m$ , на частоте  $f$  (кГц);

$NEXT_n(f_o, 2)$  — норма переходного затухания (дБ) двухпарного кабеля на частоте  $f_o$ ;

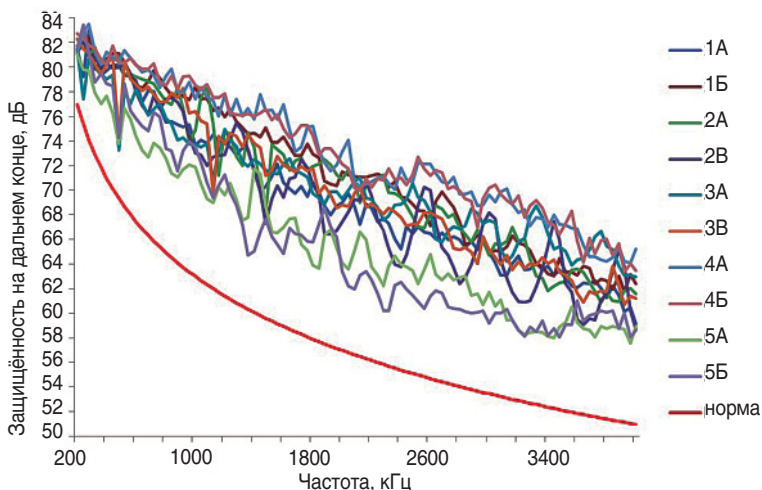
$ELFEXT_n(f, m, L)$  — норма защищённости от переходных помех на дальнем конце (дБ) между цепями многопарного кабеля с числом пар  $m$ , на частоте  $f$  (кГц), с длиной  $L$  (м);

**Рис. 1. Частотные зависимости переходного затухания на ближнем конце для пяти бухт кабеля ТЦПП 2х2х0,52, измеренные с двух концов**



Значение нормы на измерительной частоте для двух пар составляет:  $NEXT_n(1000 \text{ кГц}, 2) = 70 \text{ дБ}$

**Рис. 2. Частотные зависимости защищённости цепей на дальнем конце для пяти бухт кабеля ТЦПП 2х2х0,52 длиной по 500 м, измеренные с двух концов**



Значение нормы на измерительной частоте для двух пар при длине 1000 м составляет:  $ELFEXT_n(1000 \text{ кГц}, 2, 1000 \text{ м}) = 60 \text{ дБ}$

$ELFEXT_n(f_o, 2, L_o)$  — норма защищённости (дБ) для двухпарного кабеля с длиной  $L_o$  на частоте  $f_o$ ;

$f_o$  — частота нормирования (кГц); применительно к xDSL нормирование целесообразно производить для  $f_o = 1000 \text{ кГц}$ ;

$L_o$  — номинальная длина (м); обычно  $L_o = 1000 \text{ м}$ .

Приведенные на рис. 1 и 2 примеры частотных характеристик (ЧХ) параметров взаимного влияния цепей в кабелях ТЦПП 2х2х0,52, выпускаемых НПП «Информсистема», иллюстрируют определение значений норм переходных влияний  $NEXT_n(f_o, 2)$

и  $ELFEXT_n(f_o, 2, L_o)$ , а также протекание ЧХ этих норм.

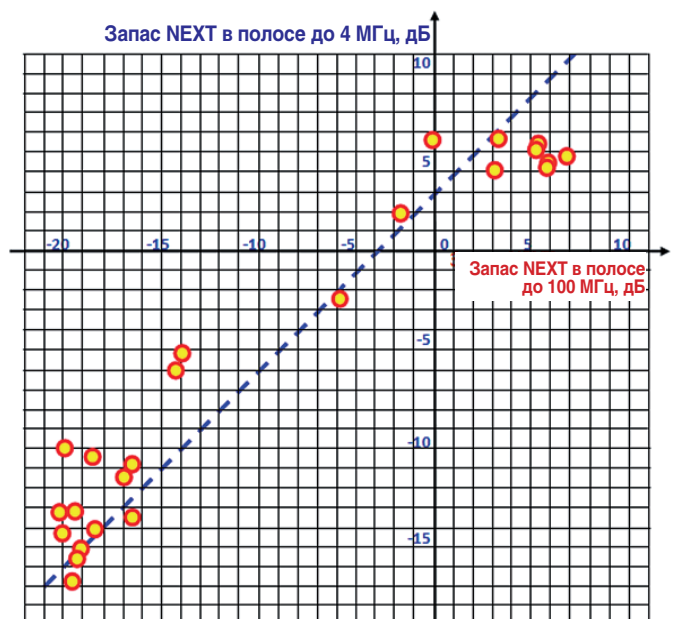
Такой принцип нормирования обеспечивает:

- соответствие частотных характеристик норм на параметры взаимного влияния между цепями закономерностям протекания весьма своеобразных реальных характеристик (ломаные кривые на рис. 1 и 2) в широком диапазоне частот;
- соответствие требованиям международных стандартов на кабели связи симметричные для цифровых систем передачи;
- унификацию расчётов норм на параметры взаимного влияния между цепями в широком диапазоне частот;
- возможность быстрой оценки параметров взаимного влияния в диапазоне частот до 4 МГц и распространение этой оценки на диапазон до 100 МГц.

Осветим последний пункт подробнее. В табл. 3 представлены требования к параметрам переходных влияний симметричных кабелей связи для цифровых систем передачи категории 5е согласно IEC 61156 [5] и соответствующего ему отечественного стандарта [4].

Нетрудно видеть, что шаблон нормы  $NEXT_n(f, m)$ , проходящий, к примеру, через опорную точку 70 дБ на частоте 1000 кГц (рис. 1), соответствует нормам, установленным для кабелей связи симметричных цифровых систем передачи категории 5е, причём запас соответствия с учётом формулы (1) составляет 4,7 дБ.

**Рис. 3. Сопоставление результатов оценки NEXT кабельной продукции в двух диапазонах частот методами разрушающего — до 100 МГц и неразрушающего — до 4 МГц контроля**



**Табл. 3. Нормы переходных влияний в кабелях категории 5е согласно ГОСТ Р 54429-2011 и IEC 61156**

Частота, МГц	NEXT, дБ	PS NEXT, дБ	ELFEXT, дБ/100 м	PS ELFEXT, дБ/100 м
1	65,3	62,3	64,0	61,0
4	56,3	53,3	52,0	49,0
10	50,3	47,3	44,0	41,0
16	47,2	44,2	39,9	36,9
20	45,8	42,8	38,0	35,0
31,25	42,9	39,9	34,1	31,1
62,5	38,4	35,4	28,0	25,0
100	35,3	32,3	24,0	21,0

**Табл. 4. Выборка значений запаса переходного затухания на ближнем конце относительно шаблона нормы 65дБ@1МГц для нескольких бухт кабеля в двух диапазонах частот**

Измерение NEXT для образцов длиной по 100 м, отрезанных от бухт	Измерение NEXT для бухт длиной по 450 м
Fluke DTX-1800 — минимум запаса по шаблону 65дБ@1МГц в полосе до 100 МГц, дБ	AnCom A-7 — минимум запаса по шаблону 65дБ@1МГц в полосе до 4 МГц, дБ
5,3	5,0
3,1	4,1
6,8	4,8
5,4	5,3
5,7	4,1
-0,1	5,5
3,3	5,6
5,8	4,2
-1,7	1,8
-4,8	-2,5
-18,4	-12,2
-18,5	-16,0
-18,2	-15,1
-15,6	-10,8
-15,6	-13,5
-17,6	-10,4
-15,9	-11,5
-13,3	-6,0
-18,9	-10,0
-19,1	-14,3
-18,3	-15,6
-19,3	-13,3
-17,4	-14,0
-12,9	-5,2

Таким образом, открывается возможность распространения норм для параметров взаимного влияния кабелей связи симметричных цифровых систем передачи [4, 5] на кабели ШПД [3], быстрой оценки этих параметров в диапазоне частот до 4 МГц, а также распространение результатов этой оценки на диапазон до 100 МГц.

Проверка этой возможности на партии двухпарного кабеля дала практически полное совпадение оценок, полученных различными приборами. В табл. 4 и на рис. 3 представлены результаты расчёта минимума запасов переходного затухания на ближнем конце (NEXT) относительно шаблона нормы 65дБ@1МГц, полученные xDSL анализатором AnCom A-7 в диапазоне частот до 4 МГц и кабельным тестером Fluke DTX-1800 в диапазоне до 100 МГц.

Особенность применения анализатора AnCom A-7 состоит в том, что из-за его сравнительно «низкочастотного» диапазона имеется возможность проверки 100% бухт кабеля длиной до 300—500 м, а для анализатора Fluke DTX-1800 «дальнобойность» составляет всего 100 м, что практически исключает возможность неразрушающего контроля готовой продукции.

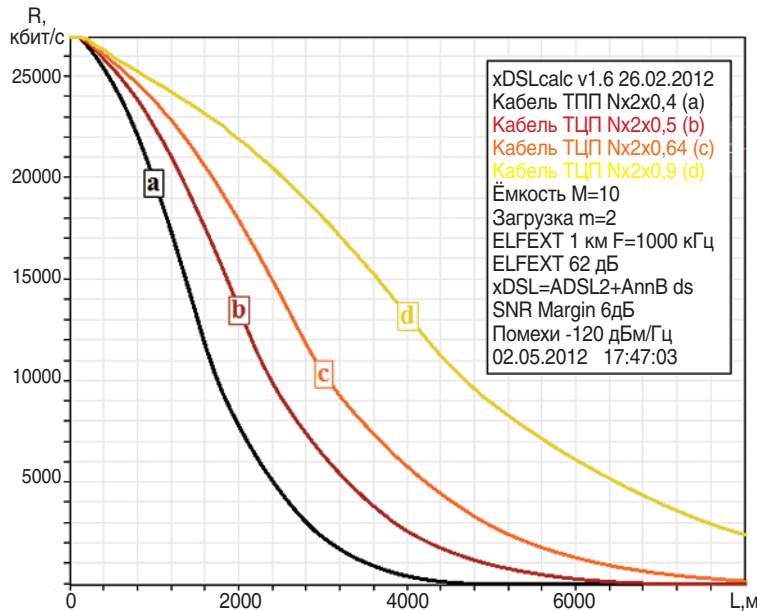
Сопоставление методов измерений (рис. 3) показывает, что неразрушающий контроль за счёт меньшей полосы на 3,5 дБ оптимистичнее, а диагностические свойства методов соответствуют друг другу с коэффициентом корреляции 0,863.

### ОТ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫХОДНОГО КОНТРОЛЯ — К ГЛАВНОМУ ПОКАЗАТЕЛЮ

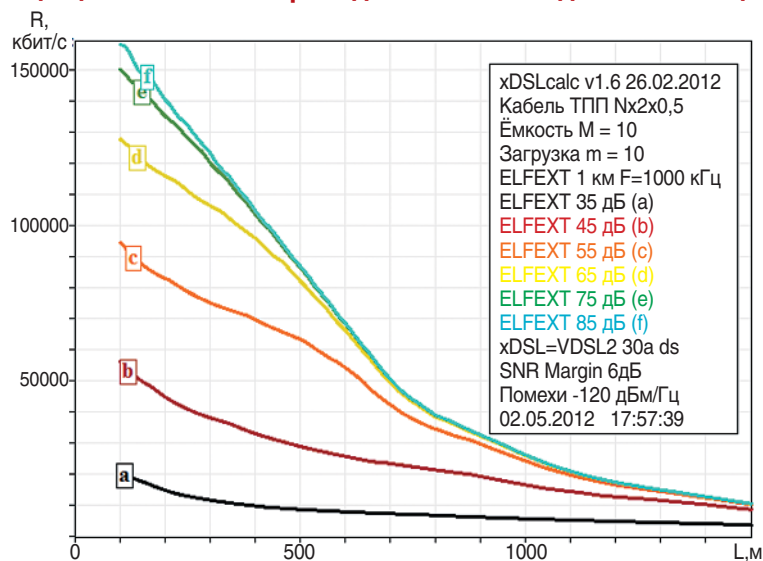
Как уже было заявлено выше, самый востребованный параметр цифровых линий — скоростной потенциал зависит не только от используемых технологий xDSL, но и от качества кабеля — его рабочего затухания и параметров взаимного влияния между цепями.

В последнее время потребители кабельной продукции задают, например, такие вопросы: «А какую скорость может обеспечить абонентская линия, если применить кабель ТЦП и для всех пар использовать технологию VDSL2 30а? А что будет, если по двум парам включить абонентов с технологией VDSL2 17а, а по двум другим — ADSL2+Ann.B?»

**Рис. 4. Скорость ADSL2+ Ann.B в зависимости от длины кабеля и диаметра токопроводящих жил**



**Рис. 5. Ограничение скорости VDSL2 30a downstream защищённостью от переходных помех на дальнем конце**



Почему вы считаете, что кабель ТЦП эффективнее обычного кабеля ТПП?».

Наглядные ответы на подобные вопросы даёт компьютерная программа xDSLcalc, разработанная совместными усилиями ООО «Аналитик-ТС» и НПП «Информсистема» [21]. Так, рис. 4 и 5 демонстрируют важность учёта диаметра жил и ещё большую важность обеспечения параметров переходных влияний.

### КАЧЕСТВО СОПРОВОЖДЕНИЯ КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Важным фактором для совершенствования кабельной продукции является её сопровождение после поставки за-

казчику, которое заключается в выявлении проблем, возникающих в процессе строительства и эксплуатации цифровых линий и их успешном решении. В принципе, это не входит в прямые обязанности производителей, однако совместное квалифицированное решение таких проблем позволяет улучшить эксплуатационные свойства продукции и найти взаимопонимание с заказчиком.

Так, например, при монтаже муфт кабелей так называемых монолитных конструкций многие потребители испытывали затруднения, связанные с разделкой кабеля. Для решения этой проблемы НПП «Информсистема» и ООО «КСС-Контакт» разработали монтажные комплекты и отработали методику монтажа кабельных муфт — в итоге проблема была снята. Многие потребители испытывали затруднения при закреплении кабеля с грузонесущим тросом на опорах. Решением этой проблемы явилась совместная разработка с ООО «Донтел» недорогих и надёжных приспособлений для крепления кабеля на опорах. И таких примеров много.

### ИСПЫТАНИЯ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Продукция, выпускаемая НПП «Информсистема», проходит приёмо-сдаточные, периодические, типовые и сертификационные испытания. Цели этих испытаний:

- проверка соответствия кабельной продукции требованиям технических условий и государственных стандартов;
- детальная проверка всех свойств выпускаемой продукции, подлежащих контролю, на соответствие предъявляемым требованиям;
- оценка эффективности и целесообразности предлагаемых изменений в конструкции или технологии изготовления кабеля, которые могут повлиять на его технические характеристики и на важнейшие потребительские свойства;
- обоснованное принятие решений о внесении изменений в технические условия на выпускаемую продукцию;
- оформление сертификатов либо принятие деклараций о соответствии продукции требованиям государственных стандартов или иных документов.

В лаборатории НПП «Информсистема» регулярно проводятся испытания реальных скоростных характеристик кабельных линий с применением технологий xDSL. Так, в 2008—2011 гг. совместно с ООО «Натекс-

Дон» проводились испытания скоростных характеристик основных типов кабелей широкополосного доступа для технологий ADSL, ADSL2+, SHDSL — [http://www.informsystema.com/html/wires\\_of\\_gruz.htm](http://www.informsystema.com/html/wires_of_gruz.htm).

Недавно завершена разработка программы и методики испытаний малопарных кабелей для определения предельных характеристик цифровых линий, создаваемых с применением оконечного оборудования Ethernet и VDSL2. В настоящее время проводятся подготовительные мероприятия для реализации этих испытаний.

### ОПЫТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Немаловажным фактором для оценки кабельной продукции в реальных условиях эксплуатации является строительство опытных линий. Решения по монтажу и подвесам выпускаемого кабеля, предлагаемые НПП «Информсистема» в качестве сопровождения своей продукции, были дополнены и отлично реализованы Ростовским филиалом ОАО «ЮТК» в 2009—2010 гг. при строительстве и реконструкции нескольких опытных линий в сёлах Круглое и Чалтырь Ростовской области. За истекшее время существенных изменений электрических характеристик построенных абонентских линий не выявлено. На рис. 6 представлены элементы опытных линий в селе Чалтырь до и после реконструкции.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенный материал позволяет сформировать следующие принципы:

- несмотря на широкое внедрение оптических и беспроводных технологий ШПД, интерес операторов связи к использованию медных кабелей пока снижается незначительно;
- развитие производства медных кабелей для ШПД актуально, так как позволяет значительно расши-

- рить спектр услуг абонентского доступа на селе и в частном секторе небольших городов;
- назрела острая необходимость унификации требований к кабелям для цифровых систем передачи на основе международных стандартов;
- производителям следует стремиться к выпуску кабельной продукции, отвечающей требованиям международных стандартов;
- наиболее востребованным параметром цифровых абонентских линий является их скоростной потенциал, который напрямую зависит от качества кабеля — его рабочего затухания и параметров взаимного влияния между цепями;
- производителям кабельной продукции следует участвовать в решении проблем, возникающих в процессе строительства и эксплуатации цифровых линий, а также совершенствовать методики испытаний для реализации требований заказчиков.

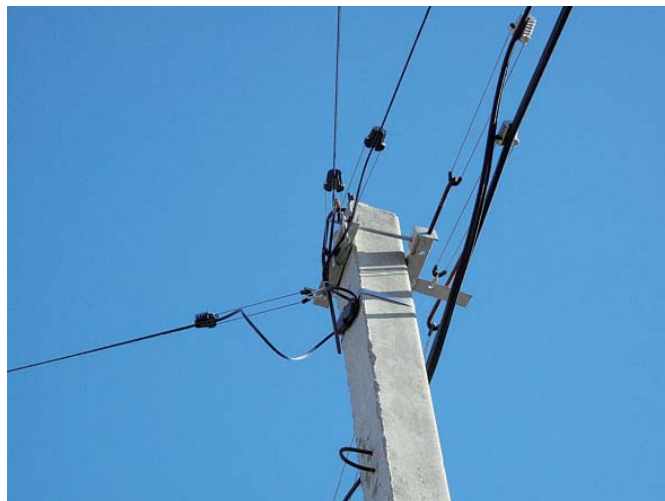
Сформулированные принципы позволяют дать ответ на вопрос: «Что же такое качество применительно к кабелям связи?». Этот ответ многосложен.

Качество кабеля определяет качество решений, которые производитель предлагает заказчику. Труд заказчика заключается в постановке задачи, его выгода в том, что он получает сбалансированное комплексное решение.

Такие решения основаны на специализированном качественном кабеле (соответствие стандартам), поддержаны идеологически (какая скорость будет обеспечена), инструментально (как и чем монтировать), методически (как подвесить, чем крепить), коммерчески (гарантийные обязательства).

Чего же не хватает? Да, кажется, всё в норме, хотя как раз норм-то и не хватает — не хватает информационного обеспечения, выраженного системой национальных стандартов, в отсутствие которых приходится применять вездесущие импортные.

**Рис. 6. Элементы воздушной линии до и после реконструкции**





Однако в связи с введением детально проработанного ГОСТ Р 54429-2011 [4] картина существенно изменяется, оптимизм прибывает, что несомненно будет способствовать росту качества медных кабелей для широкополосного доступа.

## ЛИТЕРАТУРА

- ITU-T G.993.5 (04/2010) *Self-FEXT cancellation (vectoring) for use with VDSL2 transceivers* (Компенсация переходных влияний на дальнем конце для приемопередатчиков VDSL2).
- Философский словарь инженера. Под редакцией доктора философских наук, профессора Г.С. Арефьевой. — М.: Издательский дом МЭИ, 2010.
- ГОСТ Р 53538-2009. Многопарные кабели с медными жилами для цепей широкополосного доступа. Общие технические требования.
- ГОСТ Р 54429-2011. Кабели связи симметричные для цифровых систем передачи. Общие технические условия.
- IEC 61156 *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications - Part 1 — 5*. (Кабели многожильные и симметричные парной/четверной скрутки для цифровой передачи. Части 1—5).
- IEC 62255 *Multicore and symmetrical pair/quad cables for broadband digital communications (high bit rate digital access telecommunication networks) - Outside plant cables - Part 1 — 4* (Кабели многожильные и симметричные парной/четверной скрутки для широкополосной цифровой связи применяемые в телекоммуникационных сетях с цифровым доступом с высокой скоростью передачи битов. Кабели наружной прокладки. Части 1—4).
- ITU-T L.19 (05/2010). *Multi-pair copper network cable supporting shared multiple services such as POTS, ISDN and xDSL* (Многопарные медные сетевые кабели, обеспечивающие одновременную работу нескольких служб, таких, как POTS, ISDN и xDSL).
- ANSI T1.417-2001. *Spectrum Management for Loop Transmission Systems* (Управление спектром для систем передачи по абонентским линиям).
- ISO/IEC 11801:2002. *Information Technology. Generic cabling for customer premises* (Информационные технологии. Прокладка кабелей по схеме общего назначения в помещениях пользователей телекоммуникационных систем).
- ГОСТ Р 51651-2000. Изделия кабельные. Система качества. Материалы конструкции.
- ГОСТ Р 53803-2010. Катанка медная для электротехнических целей. Технические условия.
- ТУ 16-705.492-2005. Проволока медная круглая электротехническая. Технические условия.
- ГОСТ 16336-77. Композиции полиэтилена для кабельной промышленности. Технические условия.
- ГОСТ 5960-72. Пластикат поливинилхлоридный для изоляции и защитных оболочек проводов и кабелей. Технические условия.
- ГОСТ Р ИСО 9000-2008. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
- ГОСТ Р ИСО 9001-2008. Системы менеджмента качества. Требования.
- ITU-T G.991.2. *Single-pair high-speed digital subscriber line (SHDSL) transceivers* (Приемопередатчики однопарной высокоскоростной цифровой абонентской линии SHDSL).
- ITU-T G.992.5. *Asymmetrical Digital Subscriber Line (ADSL) transceivers — Extended bandwidth ADSL2 (ADSL2+)* (Приемопередатчики асимметричной цифровой абонентской линии — расширенная полоса частот ADSL2 (ADSL2+)).
- ITU-T G.993.2. *Very high speed Digital Subscriber Line transceivers 2 (VDSL2)* (Приемопередатчики сверхвысокоскоростной цифровой абонентской линии VDSL2).
- Технологии широкополосного доступа xDSL. Инженерно-технический справочник. Под общей редакцией В.А. Балашова. — М.: Эко-Трендз, 2009.
- Кочеров А.В., Руденко В.И., Ковальчук А.Л. Сети и линии доступа — моделируй вместе с xDSLcalc. — Первая миля, 2011, № 5, с. 20—26.
- ОСТ 45.82-96. Сеть телефонная городская. Линии абонентские кабельные с металлическими жилами. Нормы эксплуатационные. ЦНТИ «Информсвязь», 1998.
- ОСТ 45.83-96. Сеть телефонная сельская. Линии абонентские кабельные с металлическими жилами. Нормы эксплуатационные. ЦНТИ «Информсвязь», 1998.



НПП «Информсистема». Участок скрутки