
ООО "Аналитик-ТС"

**Анализаторы систем передачи и
кабелей связи**

AnCom A-7

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

4221-009-11438828-17РЭ-7-4

**Абонентские цифровые линии.
Требования, параметры и
технология измерений
xDSL\ГодностьПары**

Документ **A7_307_re4_303** (июнь 2017)

Содержание

1. Общие положения	3
2. Требования и параметры	4
2.1 Расчет скоростных характеристик xDSL по G.991 и G.992	5
2.2 Условия нормирования характеристик xDSL	7
2.3 Нормативные характеристики xDSL.....	7
3. Технология измерений xDSL\ГодностьПары	13
3.1 Алгоритм контроля пары.....	13
3.2 1xA7. Оперативный контроль пары. Сценарий автоизмерений	14
3.2.1 1__Помехи_Станц.cfg и 1__ПомехАбонент.cfg – контроль поперечных помех.....	15
3.2.2 2xxЕмкость_1кГц.cfg – измерение емкости	15
3.2.3 3xxРефл1кмСтанц.cfg, 3xxРефл1кмАбоне.cfg - интеллектуальный рефлектометр TDR	16
3.2.4 4__СогласовПары.cfg – контроль согласованности RL	17
3.2.5 5__АсимметрПары.cfg – контроль затухания асимметрии LB.....	17
3.3 1xA7. Дополнительный контроль пары	18
3.3.1 0кзСопротШлейфа.cfg – измерение сопротивления шлейфа	18
3.3.2 6__СпктПерхдПом.cfg – контроль переходных помех NEXT.....	19
3.3.3 7__СпктПрдлнПом.cfg - контроль продольных помех	20
3.3.4 7__СпктПоперПом.cfg - контроль поперечных помех на выходе оборудования	21
3.3.5 8__ИмпедЗаземлн.cfg – контроль импеданса шины заземления	22
3.4 1xA7. Мониторинг пары	23
3.4.1 9__МониторПомех.cfg - мониторинг помех	23
3.4.2 A__МониторКЗ-XX.cfg - мониторинг замыканий-обрывов.....	24
3.5 2xA7. Специальный контроль пары	25
3.5.1 1_Перерывы.cfg - мониторинг микроперерывов	25
3.5.2 2_Скорость.cfg – измерение и мониторинг скоростного потенциала	26
4. Литература	27
Приложения	28
Приложение 1. Коэффициент затухания кабелей	28
Приложение 2. Модуль полного сопротивления кабелей	29
Приложение 3. Особенности рефлектометрических измерений	30
Приложение 4. Формат паспорта цифровой линии	31
Приложение 5. Цифровая линия E1 по G.703 - измерение запаса помехозащищенности	32
Приложение 6. Цифровая линия HDSL по G.991.1 - измерение запаса помехозащищенности.....	33
Приложение 7. Цифровая линия SHDSL_128-TCPAM – запас помехозащищенности	34

1. Общие положения

Технические характеристики анализатора систем передачи и кабелей связи AnCom A-7 (далее – анализатор) приведены в 1-й части руководства по эксплуатации – РЭ-7-1, в которой определены эксплуатационные ограничения анализатора, обязательные для изучения перед измерениями.

Возможности программного обеспечения (ПО) анализатора для персонального компьютера (ПК) описаны в РЭ-7-2.

РЭ-7-4 описывает возможности анализатора применительно к реализации технологии измерений кабелей связи **xDSL\ГодностьПары**. Эта технология основана на нормах, призванных обеспечить эксплуатационную надежность сетей широкополосного абонентского доступа (ШПД), создаваемых на кабелях с медными жилами. Нормы, в свою очередь, опираются на рекомендации ITU-T и справочные данные.

При измерении кабелей связи используются следующие формируемые анализатором измерительные сигналы:

- ПСС (псевдослучайный) – при рефлектометрических измерениях,
- МЧС (многочастотный) – для построения частотных характеристик,
- SIN (гармонический) – для определения параметров на заданной частоте.

Ниже приводятся рекомендуемые значения параметров настройки анализатора для выполнения различных видов измерений. Если какие-либо параметры настройки несут незначительную нагрузку для выполнения конкретных измерений, то они не указываются. При практическом выполнении измерений параметры настройки анализатора целесообразно сохранять как файлы-конфигурации¹. Поэтому приводимые ниже таблицы параметров настройки озаглавлены соответствующим именем файла конфигурации, входящим в технологию **xDSL\ГодностьПары**.

При описании конфигураций приведены обозначения измеряемых параметров (группа «Сигналы» в таблицах конфигураций; обозначения детально описаны в РЭ-7-1). Измеряемые параметры поделены на два класса:

- **основные параметры**² – параметры, для измерения которых предназначена данная конфигурация; эти параметры могут быть нормированы с целью определения соответствия измеряемого объекта нормам;
- дополнительные параметры – параметры, предназначенные для определения причин несоответствия полученных результатов измерений ожидаемым.

В файлах конфигурации, входящих в технологию **xDSL\ГодностьПары**, фиксируются нормативные значения измеряемых параметров. Обоснование выбора нормативов представлено в следующей главе.

Настоящая часть РЭ может быть использована как основа при разработке соответствующих нормативных документов уровня стандарта предприятия связи

¹ Использование конфигураций и сценариев является основным рабочим приемом при выполнении рутинных измерений. Техника сохранения и загрузки конфигураций, формирования и использования сценариев описана в РЭ-7-2.

² Основные параметры в описаниях конфигураций выделены жирным шрифтом.

2. Требования и параметры

При определении требований к параметрам кабелей с медными жилами, используемых для создания сетей цифрового абонентского доступа, принято к рассмотрению следующее:

- наиболее полной характеристикой цифровой абонентской линии (ЦАЛ, xDSL) является значение линейной скорости при гарантированном запасе помехозащищенности – скоростной потенциал xDSL;
- при определении норм скорости xDSL учитываются следующие обстоятельства:
 - o рассматриваются кабели пучковой скрутки, как наиболее широко распространенные (см. стр.20 [1]), состоящие из 10-парных пучков, со сплошной полиэтиленовой изоляцией жил:
 - коэффициенты затухания и фазы, характеристики полного сопротивления, сопротивление жил и емкость пар взяты из [1,2];
 - нормы затухания несогласованности, асимметрии и переходного соответствуют [3],
 - o применяемая для создания xDSL пара должна удовлетворять отраслевым требованиям [4],
 - o спектр помех на окончаниях пары не хуже модели ETSI B [5],
 - o в каждом 10-парном пучке используется для создания xDSL не более 3-х пар, то есть коэффициент цифрового уплотнения не более 30%;
 - o модель помехозащищенности xDSL определена в соответствии с [6-9];
 - o $V_n(D,L)$ – норма скорости определяется как зависимость скорости от длины L при известном диаметре сечения токопроводящих жил D ;
- к xDSL предъявляются следующие требования:
 - o $V_{min} < V_n(D,L)$ минимально необходимая скорость³ V_{min} не превышает нормы $V_n(D,L)$,
 - o $V > V_n(D,L)$ измеренная⁴ скорость линии V выше нормы,
 - o $V_{dsl} < V_{min}$ скорость сдаваемой в эксплуатацию линии V_{dsl} ограничивается сверху;
- принятые допущения, расчет норм $V_n(D,L)$ и выполнение указанных условий призвано обеспечить соответствие xDSL нормам при первом включении не менее, чем в 80% случаев⁵, что достигается выбором нормы спектра предельных помех ETSI B и опробовано при практической установке ADSL;
- пары, на которых нет возможности создать цифровую линию - $V < V_n(D,L)$, бракуются или ремонтируются, для чего настоящий документ содержит необходимые рекомендации⁶.

Измерение кабелей, предназначенных для инсталляции асимметричных линий (ADSL) должно учитывать специфику скоростной асимметрии линии и различие помеховой обстановки на станционной и абонентской сторонах. При проведении измерений с подключением к абонентской розетке, к плинту в распределительной коробке (РК) или распределительном шкафу (РШ) используются одинаковые нормы, отличные от норм, применяемых при измерениях на станционной стороне.

³ Минимально необходимая линейная скорость определяется запрашиваемым абонентом сервисом.

⁴ Скорость V определяется по данным оконечного оборудования xDSL или измеряется анализатором AnCom A-7.

⁵ В 80% случаев первое включение xDSL должно соответствовать норме по скорости. Если доля успешных первых включений отлична от 80%, то условия нормирования пересматриваются (ослабляются/ужесточаются).

⁶ Измерение параметров кабелей в большинстве случаев обеспечивается одним анализатором AnCom A-7.

2.1 Расчет скоростных характеристик xDSL по G.991 и G.992

Скорость SHDSL/SHDSL.bis [6] зависит от условий, представленных в табл.1. Скорость ADSL, ADSL2, ADSL2+ [7-9] и ADSL4 определяется данными табл.2. Параметры кабелей сведены в табл.3. Основные причины снижения скорости даны в табл.4.

Таблица 1. Расчет скорости SHDSL/SHDSL.bis (ITU-T G.991.2)	
Показатель эксплуатационной надежности ΔX , дБ определяется запасом помехозащищенности ΔN , дБ в полосе передачи $f_{\min} \dots f_{\max}$, кГц и запасом по рабочему затуханию ΔA , дБ на максимальной частоте f_{\max} , кГц	$\Delta X = \min(\Delta N, \Delta A) \geq 0$ $\Delta N = \min_{f=f_{\min} \dots f_{\max}} (R(f) - \Delta R_m - \Delta R_0 - \Delta R_K)$ $\Delta A = A_{\max} - A(f_{\max})$
Максимальная частота спектра f_{\max} , кГц зависит от линейной скорости V , кбит/с	$f_{\min} = 0$ $f_{\max} = \frac{V + 8}{2K}$
Запас помехозащищенности ΔR_m , дБ задается оператором (SNR Margin). Запас неидеальности приемника ΔR_0 определяется экспериментально. Помехозащищенность приемника ΔR_K , дБ определяется кратностью модуляции K (количество бит, передаваемых за такт)	$\Delta R_0 = 10 \text{ дБ}$ $\Delta R_K = 10 \lg(2^K - 1)$ $K = 3 - \text{SHDSL (16TC-PAM)}$ $K = 4 - \text{SHDSL.bis (32TC-PAM)}$
Максимально допустимое затухание (зависит от чувствительности приемника оконечного оборудования и определяется экспериментально)	$A_{\max} = 60 \text{ дБ} - \text{SHDSL } 16\text{TC-PAM}$ $A_{\max} = 57 \text{ дБ} - \text{SHDSL.bis } 32\text{TC-PAM}$
Затухание на максимальной частоте $A(f_{\max})$, дБ определяется характеристиками кабеля	

Таблица 2. Расчет скорости ADSL, ADSL2, ADSL2+ (ITU-T G.992.x), ADSL4		
Скорость ⁷ V , кбит/с складывается из скоростей в элементарных частотных подканалах (DMT - Discrete MultiTone). Количество бит на символ, передаваемое в одном подканале за один такт (кратность модуляции), определяется частотной характеристикой помехозащищенности $R(f_i)$, дБ и заданным запасом помехозащищенности ΔR_m , дБ	Upstream	Downstream (Non-overlapped spectrum)
		$V = f_t \sum_{f_{\min}}^{f_{\max}} K(f_i)$ $f_{\min} \dots f_{\max} = 25,875 \dots 133,6875 \text{ кГц}$ $K(f_i) \leq K_{\max} \quad K_{\max} \geq 6 \dots 9$
	$f_i = 4$ кбод - частота посылки символов (тактовая частота) $K(f_i) = [0,33(R(f_i) - \Delta R_m - \Delta R_0)]$ - кратность модуляции ΔR_m - заданный запас помехозащищенности цифровой линии $\Delta R_0 = 10$ дБ - запас неидеальности приемника $f_i - f_{i-1} = 4,3125$ кГц - ширина полосы элементарного подканала $f_{\min} \dots f_{\max}$ - полоса передачи	

⁷ В приложениях к данному документу приведен текст С-программы, обеспечивающей вычисление скоростей SHDSL, SHDSL.bis, ADSL, ADSL2, ADSL2+ и ADSL4 в зависимости от задаваемых условий. Текст может быть использован в специальном программном обеспечении, разрабатываемом оператором связи для определения линейной скорости передачи в зависимости от длины линии и условий ЭМС.

Таблица 3. Параметры кабелей	Тип кабеля, диаметр жилы D и источник сведений							
	ТП-0,32 [1]	ТП-0,4 [1]	ТП-0,5 [1]	ТП-0,64 [1], КСП- 0,64	КСП-0,9 [2]	КСП-1,2 [2]	МКС- 1,2 [10]	
Удельное сопротивление шлейфа R_n , Ом/км	432	278	180	110	56,8	31,6	31,7 ⁸	
Удельная емкость пары C_n , нФ/км	45	45	45	45	45	45	24,5 ⁹	
Коэффициент затухания α (300 кГц), дБ/км	17,60	12,90	9,90	7,23	5,0	4,4	2,91	
Расчет скорости по коэффициенту фазы и частоте	Коэффициент фазы $\beta(f)$, рад/км	9,75	9,44	9,32	9,39	17,2	17,3	7,53
	Частота f , кГц	300	300	300	300	550	550	300
	Скорость ¹⁰ распространения эл/м волны в кабеле $2\pi f/\beta(f)$, м/мкс	193,3	199,7	202,2	200,7	200,9	199,8	250,3

Таблица 4. Причины снижения скорости цифровых линий

Частотная характеристика защищенности $R(f) = S_{in}(f) - S_{noise}(f)$, дБ определяет скорость линии и представляет собой разность спектров полезного сигнала и помех от всех действующих источников на входе приемника		
Спектр полезного сигнала на входе приемника $S_{in}(f) = S_{out}(f) - A(f)$, дБм/10кГц, где: $S_{out}(f)$ - спектральное распределение мощности сигнала передатчика, дБм/10кГц (сумма спектра по частоте есть уровень сигнала передатчика P_{out} , дБм); $A(f)$ - АЧХ кабеля, дБ	Номинально АЧХ зависит от типа кабеля, диаметра жил и длины: $A(f) = \alpha(f)L$, дБ. Причины дополнительного увеличения затухания	Замокание кабеля Не отключены нагрузочные катушки (катушки Пупина) Не отключены отводы
Помехи на окончаниях кабеля $S_{noise}(f)$ являются суммой сигналов от многих источников – традиционная телефония, промышленные помехи, переходные помехи от ранее установленных цифровых линий, помехи от ДВ- и СВ-радиостанций и т.д.	Причины повышения уровня помех	Недостаточность переходного затухания вследствие расщепления или неоднородности пары Недостаточная симметрия пары Высокий уровень, нестабильность уровня и спектра станционных помех Завышенный импеданс заземления (длинная шина - высокая индуктивность) в полосе ЦАП

⁸ По данным <http://www.elcable.ru>

⁹ По данным <http://www.elcable.ru>

¹⁰ При измерениях на отражение в форме настройки измерителя анализатора AnCom A-7 устанавливается $\frac{1}{2}$ скорости распространения электромагнитной волны. Без потери точности скорость при измерении кабелей со сплошной полиэтиленовой изоляцией жил в большинстве случаев может быть задана равной 100 м/мкс. Дополнительные сведения представлены в Приложениях.

2.2 Условия нормирования характеристик xDSL

Пара, применяемая для создания цифровой линии, перед использованием должна быть проверена и соответствовать [4]. Особо необходимо обратить внимание на следующее:

- соответствие сопротивления изоляции действующим нормативам;
- в паре должны отсутствовать нагрузочные катушки;
- пара не должна быть расщепленной;
- от пары должны быть отключены все отводы;
- ни один участок, включая абонентскую проводку, не должен быть выполнен невитой парой.

2.3 Нормативные характеристики xDSL

Параметры, указанные в табл.5, позволяют нормировать скорость цифровых линий в зависимости от эквивалентного диаметра проводников D и эквивалентной длины линии L - $Vn(D,L)$ - см. рис.1...10.

Таблица 5. Условия нормирования характеристик цифровых линий							
Кабель	Тип ТП		Сплошная полиэтиленовая изоляция жил				
	Диаметр токопроводящих жил D , мм		0,32	0,4	0,5	0,64	0,9 1,2
	Переходы между парами в 10-парном пучке многопарного кабеля [3]	NEXT – переходное затухание на ближнем конце	Частота, кГц		≤150	300	≥1000
			Минимально допустимая защищенность, дБ		56	52	44
		ELFEXT – защищенность от переходных помех на дальнем конце	Частота, кГц		≤150	300	≥1000
			Минимально допустимая защищенность, дБ		54	48	38
	Переходы между парами в различных 10-парных пучках многопарного кабеля		Защищенность на 15 дБ больше, чем внутри 10-парного пучка				
	Модель спектра постоянно действующих помех	ETSI B [5]	Частота, кГц		≤300	≥711	
			Спектр, дБм/10кГц		-60	-75	
	Максимально допустимый коэффициент цифрового уплотнения многопарного кабеля		30%	Цифровые линии могут быть установлены в любом 10-парном пучке Цифровые линии могут быть образованы не более чем в 3-х парах внутри 10-парного пучка			
SHDSL, SHDSL.bis	Макс. выходной уровень (Output Power)		$P_{out} = +13,5$ дБм			Запас помехозащищенности (SNR Margin) $\Delta R_m = 6$ дБ	
ADSL, ADSL2, ADSL2+, ADSL4 Non-overlapped spectrum	Макс. выходной уровень (Output Power)		Upstream $P_{out} = +12,5$ дБм; Downstream $P_{out} = +20,4$ дБм				

$V_n(D,L)$, кбит/с

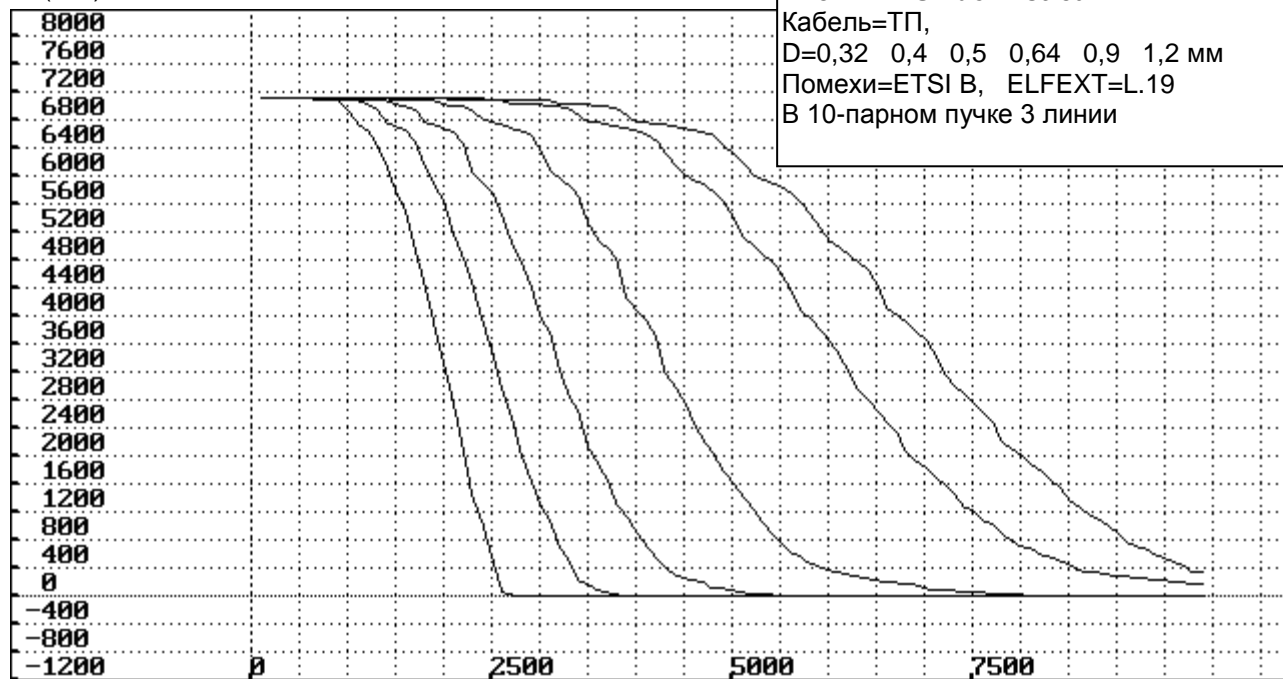


Рис.1. ADSL downstream

Кабель=ТП,
 $D=0,32$ 0,4 0,5 0,64 0,9 1,2 мм
Помехи=ETSI B, ELFEXT=L.19
В 10-парном пучке 3 линии

L, м

$V_n(D,L)$, кбит/с

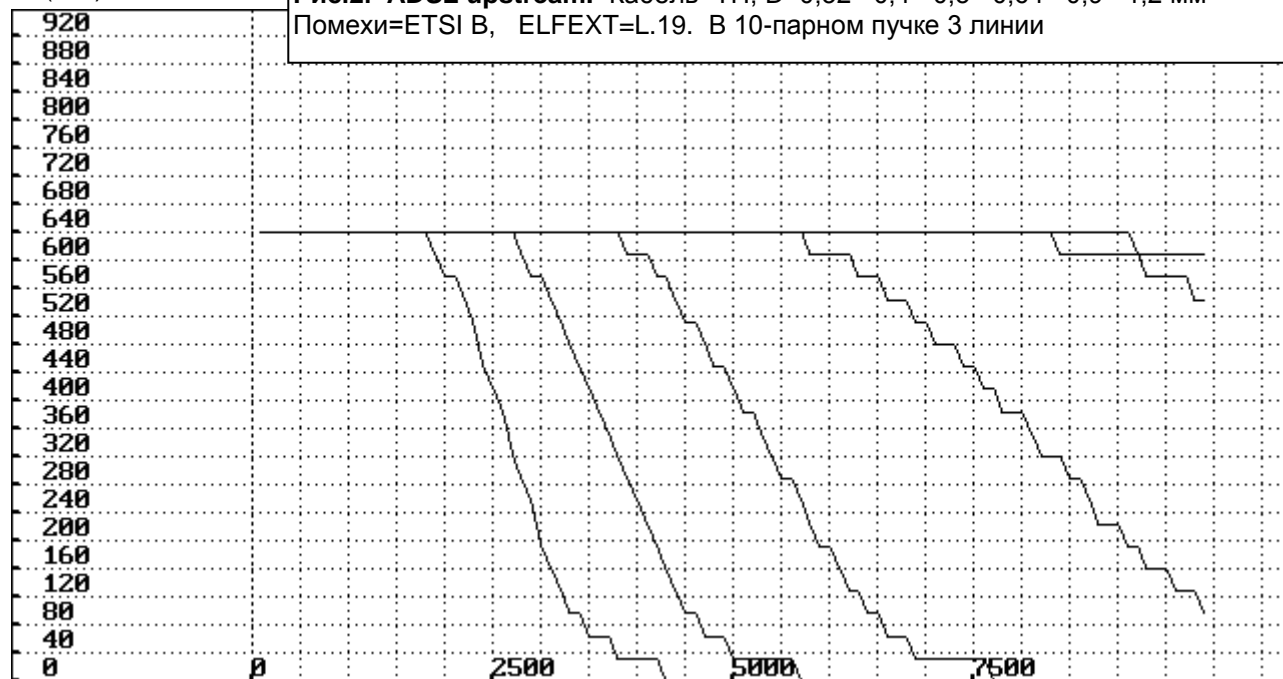
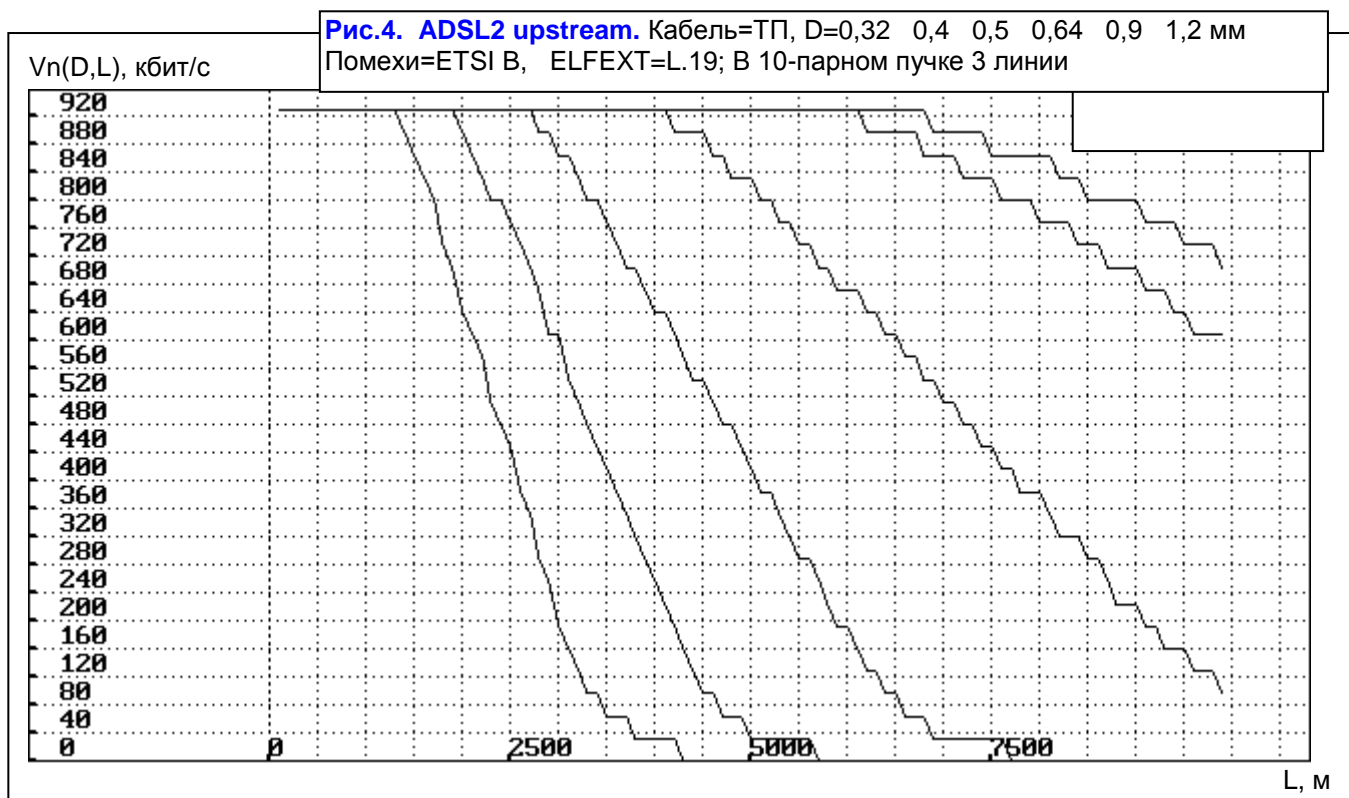
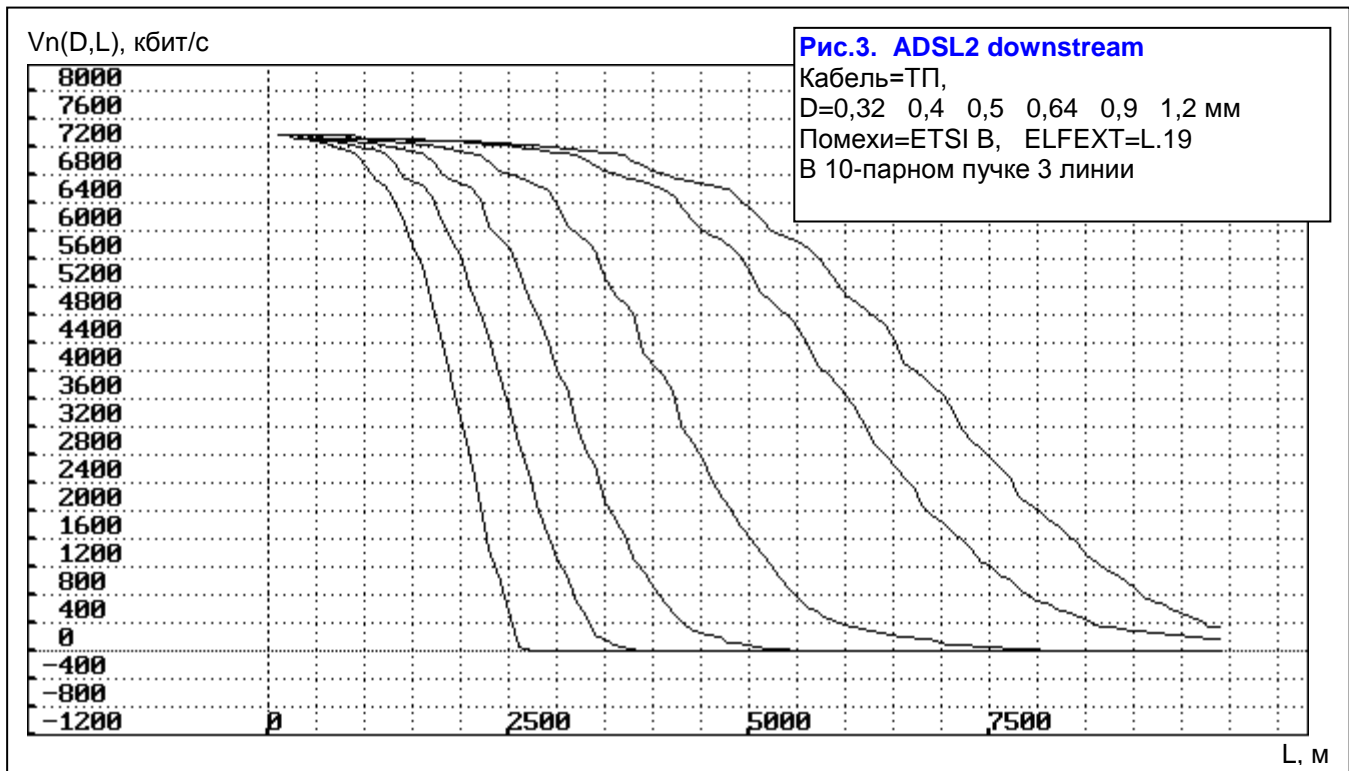


Рис.2. ADSL upstream. Кабель=ТП, $D=0,32$ 0,4 0,5 0,64 0,9 1,2 мм
Помехи=ETSI B, ELFEXT=L.19. В 10-парном пучке 3 линии

L, м



$V_n(D,L)$, кбит/с

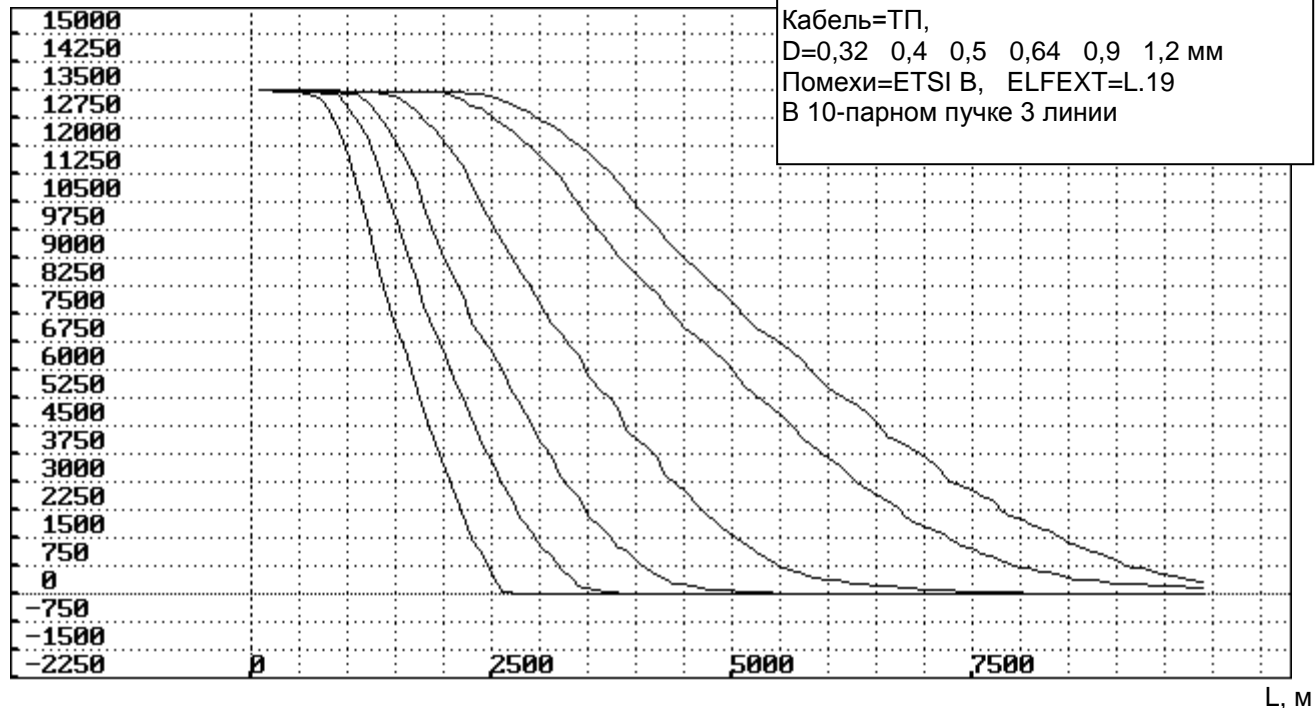


Рис.5. ADSL2+ downstream

Кабель=ТП,
 $D=0,32$ 0,4 0,5 0,64 0,9 1,2 мм
Помехи=ETSI B, ELFEXT=L.19
В 10-парном пучке 3 линии

$V_n(D,L)$, кбит/с

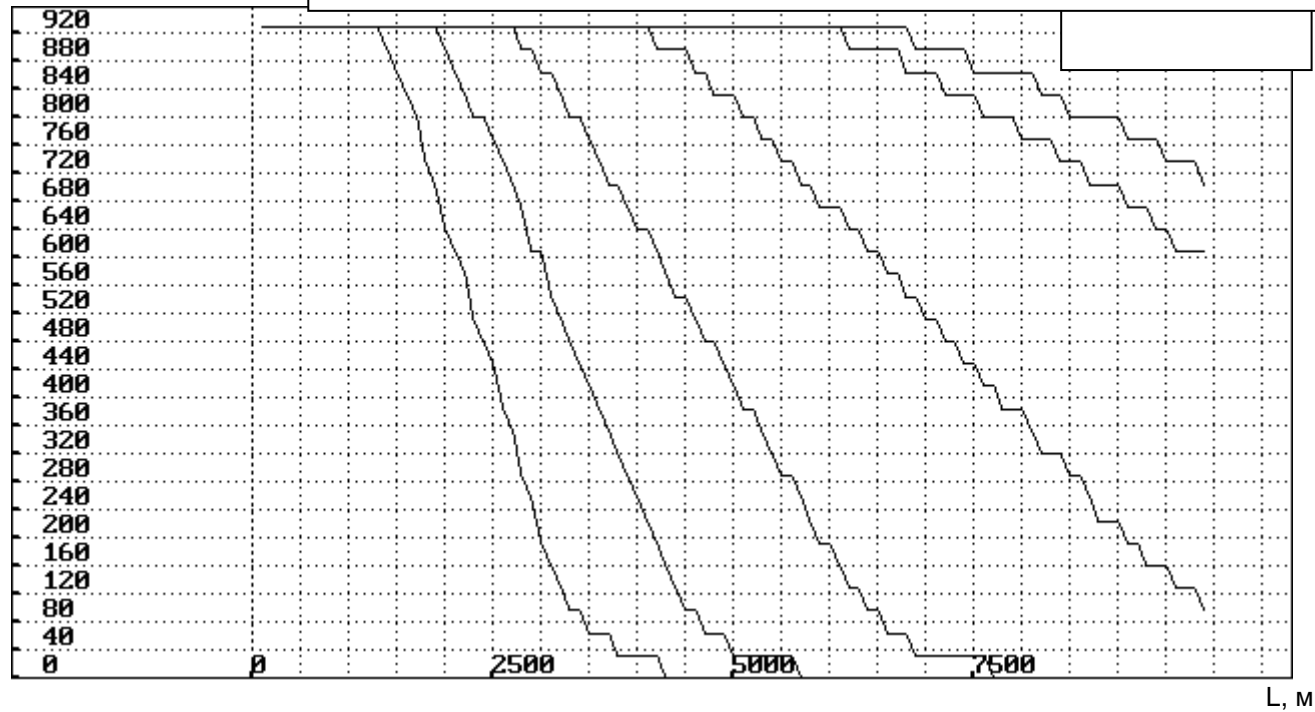
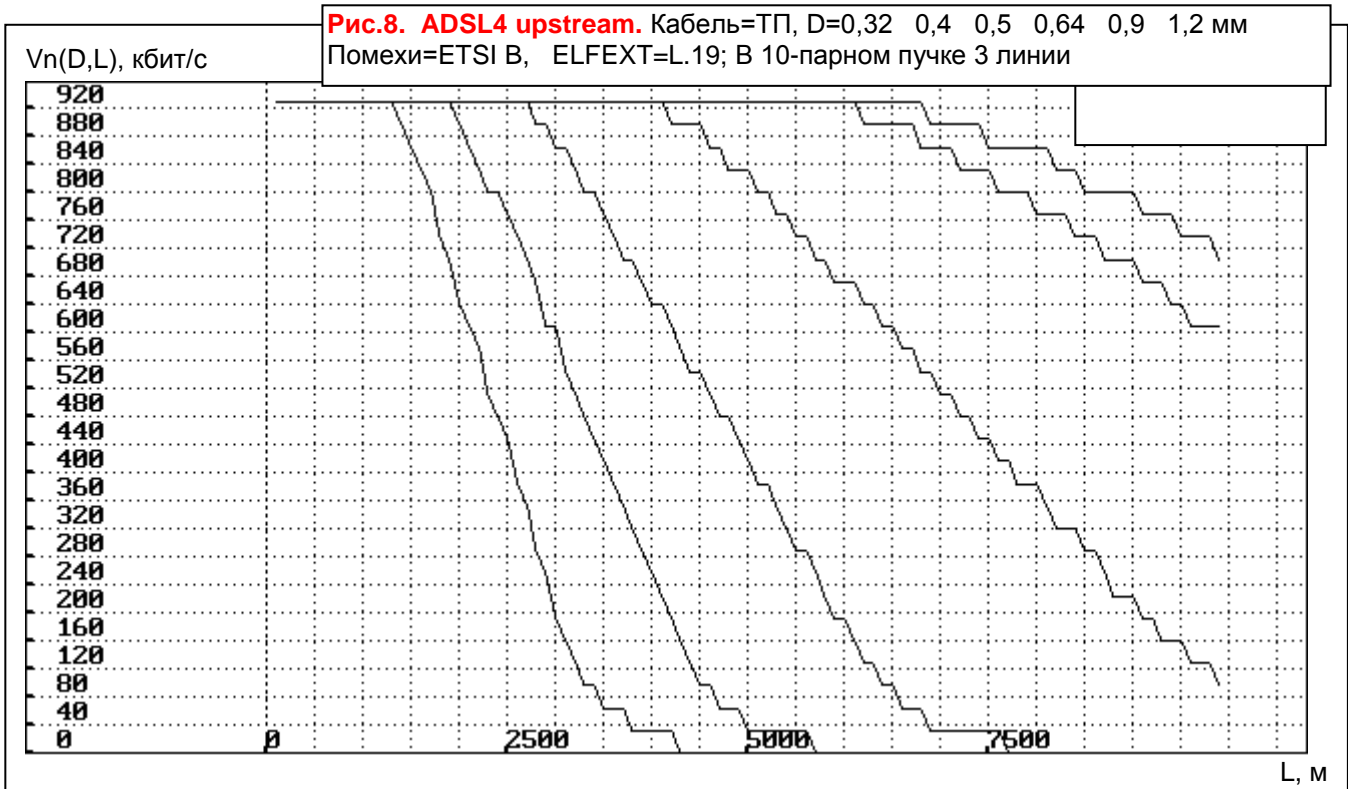
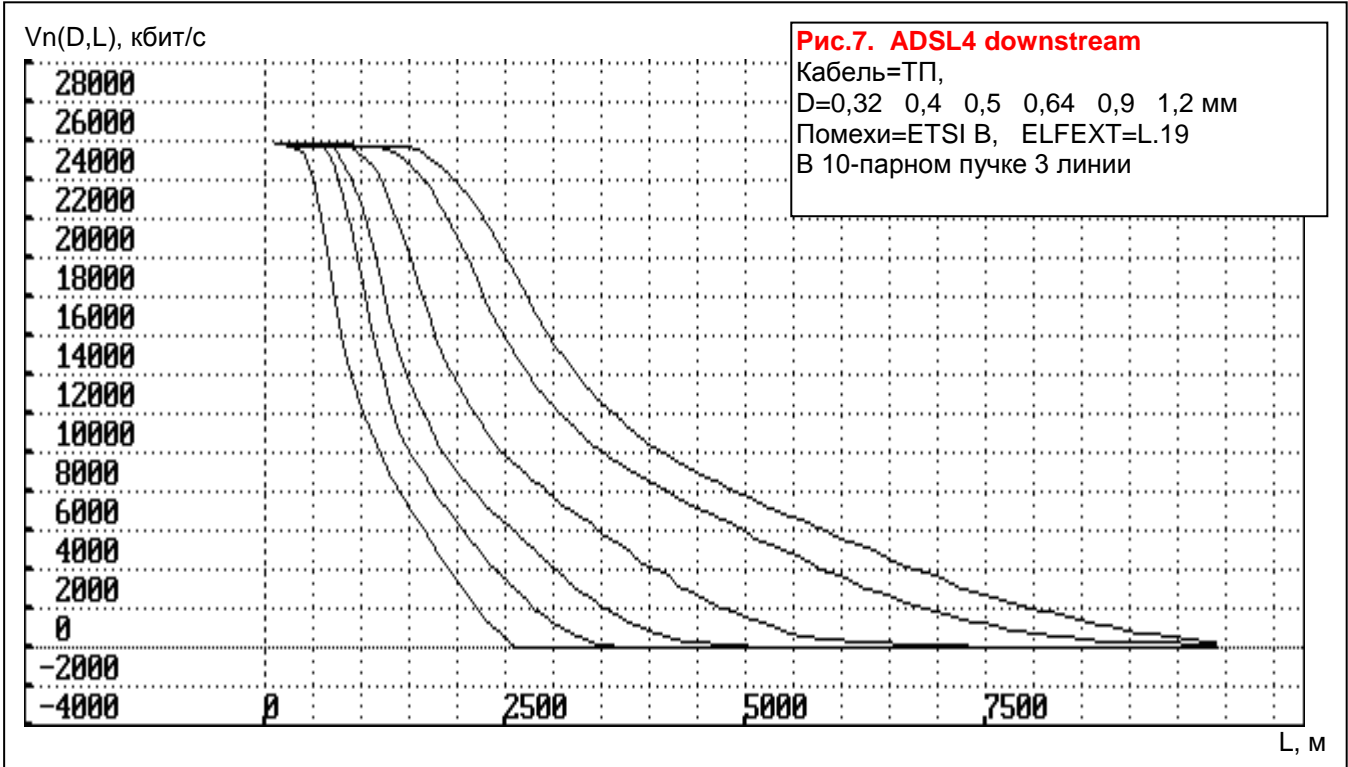


Рис.6. ADSL2+ upstream. Кабель=ТП, $D=0,32$ 0,4 0,5 0,64 0,9 1,2 мм
Помехи=ETSI B, ELFEXT=L.19; В 10-парном пучке 3 линии



Vn(D,L), кбит/с

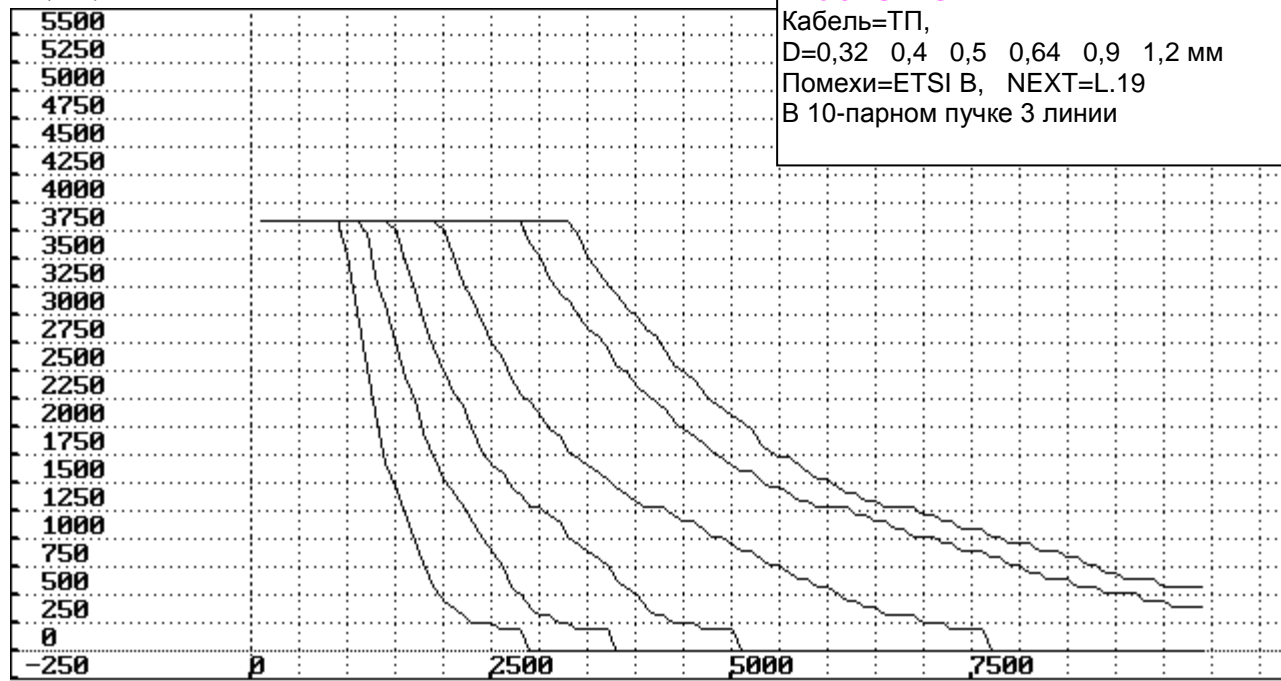


Рис.9. SHDSL

Кабель=ТП,
D=0,32 0,4 0,5 0,64 0,9 1,2 мм
Помехи=ETSI B, NEXT=L.19
В 10-парном пучке 3 линии

L. M

Vn(D,L), кбит/с

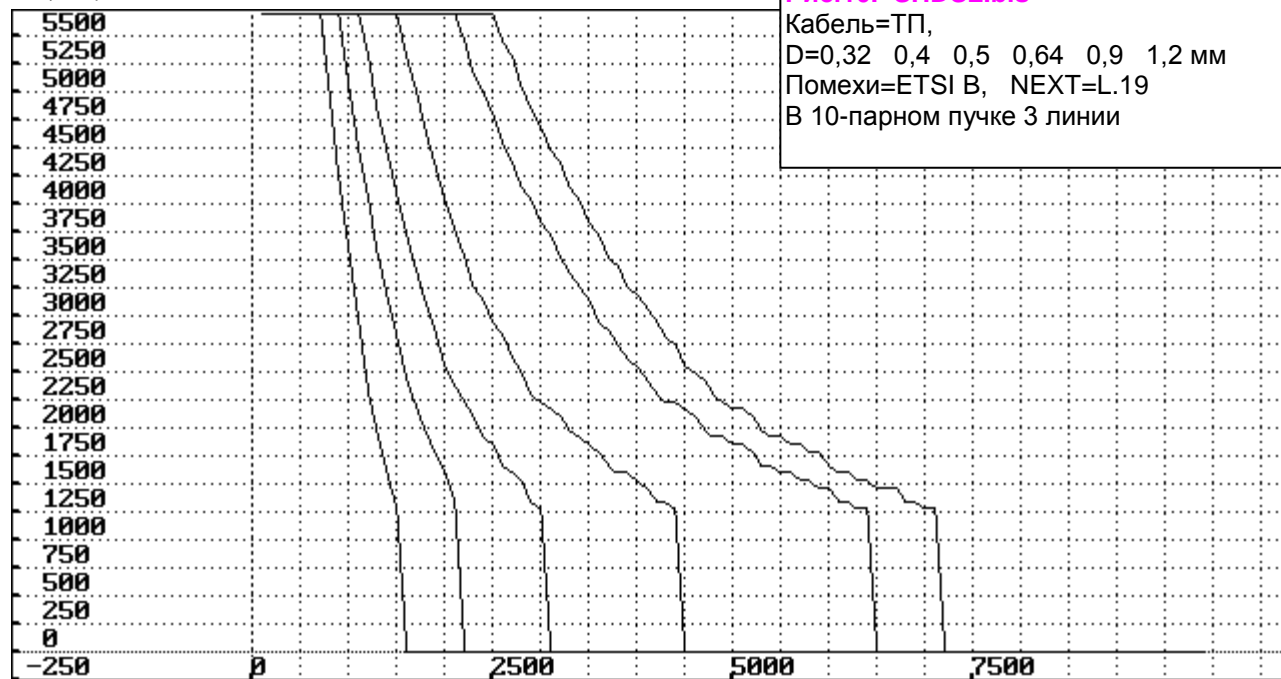


Рис.10. SHDSL.bis

Кабель=ТП,
D=0,32 0,4 0,5 0,64 0,9 1,2 мм
Помехи=ETSI B, NEXT=L.19
В 10-парном пучке 3 линии

L. M

3. Технология измерений xDSL\ГодностьПары

3.1 Алгоритм контроля пары

В табл.6 представлен алгоритм контроля пары, заявленной для установки цифровой линии.

Таблица 6. Установка xDSL. Алгоритм контроля заявленной пары		
№	Контрольная операция	Условия соответствия и выводы
1	Проверка возможности создания цифровой линии по учетным данным кабеля, исходя из минимально необходимой скорости V_{min} . По рис. 1...8 определяется норма скоростного потенциала $V_n(D,L)$	Условие соответствия: $V_n(D,L) > V_{min}$. $V_n(D,L)$ определяется по учетным данным кабеля. Если условие соответствия не выполняется, то пара признается непригодной для создания цифровой линии и дальнейшие проверки не производятся
2	Оперативный контроль пары ¹¹ AnCom A-7 - сценарии: <i>1xA7IAбонент_РК_РШ.scn</i> – при измерениях от абонентской розетки, в РК или РШ в сторону станции; <i>1xA7IСтанция.scn</i> – при измерениях на станции в сторону абонента	Условия соответствия: длина линии, диаметр жил, погонная емкость соответств. учетным данным; $V > V_n(D,L)$, спектр помех, ЧХ затухания асимметрии и импеданса в норме. Если условия соответ. выполняются, то - пара годна для ЦАЛ, - иные проверки можно исключить, - установить оборудование ЦАЛ
3	Дополнительный контроль пары AnCom A-7 – конфигурации контроля помех: <i>1xA7I6_СпкмПерхдПом.cfg</i> – переходных <i>1xA7I7_СпкмПрдлнПом.cfg</i> – продольных <i>1xA7I7_СпкмПоперПом.cfg</i> – поперечных	Условия соответствия определены в используемых конфигурациях (шаблоны). При несоответствии нормам принимается решение о выборе пары или проведении ремонта кабеля
4	Мониторинг помех и перерывов AnCom A-7 – конфигурация: <i>1xA7I9_МониторПомех.cfg</i> - по спектру; <i>1xA7IA_МониторКЗ-ХХ.cfg</i> – по рефлектометру	Помехи стабильны, если процент испорченных всплесками шума секунд не превышает нормы
5	Мониторинг микроперерывов связи - AnCom A-7 - конфигурации: <i>2xA7I1_Перерывы.cfg</i>	Перерывы должны полностью отсутствовать
6	Мониторинг скоростного потенциала AnCom A-7 - конфигурация: <i>2xA7I2_Скорость.cfg</i>	Выполняется, если результаты измерений по п.2 не были получены или необходим мониторинг скорости. Наименьшее значение скоростного потенциала не должно быть ниже нормы
7	Установка оборудования цифровой линии Оконечное оборудование (DSLAM) должно быть настроено так, чтобы ограничить сверху линейную скорость величиной V_{min}	Ограничение скорости сверху обеспечивает повышение эксплуатационной надежности сети абонентского доступа ¹²

Необходим один анализатор

Необходимы два анализатора

Результаты вносятся в паспорт (см. Приложение)

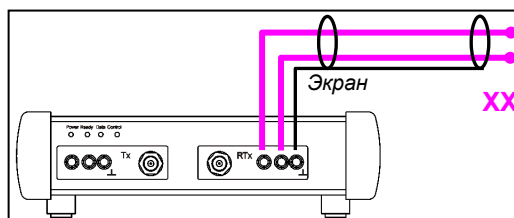
¹¹ Измеряются спектр помех и АЧХ по отражению от ХХ, что позволяет определить скорость линии. Измеряются длина кабеля по задержке отражения от ХХ и диаметр жил по затуханию, что позволяет автоматически рассчитать нормы на погонные и скоростные параметры.

¹² Ограничение скорости обеспечивает снижение уровня передатчика SHDSL / SHDSL.bis (функция Power Backoff - см. 6.1.5 [6]). Ограничение скорости ADSL2+ сверху обычно не приводит к уменьшению уровня мощности на занятых каналах DMT, но способствует увеличению запаса помехозащищенности на этих каналах. Кроме того ограничение скорости приводит к отключению каналов DMT в диапазоне верхних частот спектра, что снижает переходные помехи. Ограничение скорости целесообразно производить, учитывая условия договора по каждой линии.

3.2 1xA7. Оперативный контроль пары. Сценарий автоизмерений

Оперативный контроль скоростного потенциала пары и определение причин недостаточности скоростного потенциала обеспечиваются исполнением сценариев¹³ **Абонент_РК_РШ.scn** и **Станция.scn**:

- измеряемая пара подключается непосредственно к разъему RTx анализатора¹⁴;
- на удаленном конце должен быть обеспечен режим холостого хода (XX);
- экран кабеля подключается к клемме _|_ разъема RTx.



Сценарии	Абонент_РК_РШ.scn Станция.scn	Оперативная проверка пары						
Конфигурации	1__ПомехАбонент.cfg 1__Помехи_Станц.cfg	Контроль спектра помех на окончании пары на абонентской или станционной стороне ¹⁵						
	2xxЕмкость_1кГц.cfg	Измерение емкости пары						
		0,32мм	0,4мм	0,5мм	0,64мм	0,9мм	1,2мм	Рефлектометр для двух точек измерений ¹⁶ и линий различной длины ¹⁷ в зависимости от диаметра жил
	3xxРефл1кмАбоне.cfg 3xxРефл1кмСтанц.cfg	0,6	0,8	1,0км	1,4	2,0	2,3	
	3xxРефл2кмАбоне.cfg 3xxРефл2кмСтанц.cfg	1,1	1,5	2,0км	2,7	4,0	4,5	
	3xxРефл3кмАбоне.cfg 3xxРефл3кмСтанц.cfg	1,7	2,3	3,0км	4,1	5,9	6,8	
	4__СогласовПары.cfg	Контроль ЧХ импеданса пары						Только ¹⁸ на протяженных линиях
	5__АсимметрПары.cfg	Контроль ЧХ затухания асимметрии						
<p>В процессе исполнения сценария не требуется выполнение никаких перекоммутаций на ближнем конце и каких-либо действий на дальнем:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при проведении измерений со станционной стороны подключение к удаленному окончанию пары телефонного аппарата с опущенной трубкой в большинстве случаев соответствует условиям XX, необходимым для проведения измерений емкости и работы интеллектуального рефлектометра; - при проведении измерений со стороны абонента абонентская линия на станционной стороне должна быть отключена от какого-либо оборудования. 								

¹³ В этой главе при определении имен файлов сценариев (*.scn) или конфигураций (*.cfg) предполагается, что они располагаются в директории **xDSL\ГодностьПары\1xA7**.

¹⁴ Здесь и далее подключение анализатора выполняется с применением кабелей КИ7 (к окончанию пары) и КИ8 (к экрану кабеля) или кабеля КИ11. Кабель КИ11 имеет трехполюсную вилку, расположение штырей которой соответствует расположению гнезд разъемов Tx и RTx анализатора (см. РЭ-7-1).

¹⁵ Конфигурации различаются примененными масками, нормирующими спектры помех.

¹⁶ При измерениях на станционной стороне для ADSL определяются скорости восходящего потока (upstream). При измерениях на абонентской стороне для ADSL определяются скорости нисходящего потока (downstream).

¹⁷ Указанные в названиях конфигураций максимальные длины относятся к кабелю типа **ТП-0,5 мм**.

¹⁸ Контроль согласованности, симметрии и спектров помех пары формально должен быть осуществлен при наличии согласованных нагрузок на дальнем конце, обеспечение чего при проведении именно оперативных измерений практически затруднено. Необходимость согласования линии на дальнем конце утрачивает практическое значение при увеличении длины линии. Допустимо отсутствие согласованности пары при рабочем затухании более 14 дБ на частоте 300 кГц, что соответствует длине линии не менее 1400 м для кабеля ТП-0,5 мм с номинальным погонным затуханием равным 9,9 дБ/км.

3.2.1 1__Помехи_Станц.cfg и 1__ПомехАбонент.cfg – контроль поперечных помех

1__Помехи_Станц.cfg и 1__ПомехАбонент.cfg - обеспечивают измерение спектра помех			
Линия	2_I_симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1	
Частота	до 4096 кГц		
Измеритель	Импеданс, Ом=120	Компромисс: ADSL 100 Ом/SHDSL 135 Ом	
	Флаг «высокоомно» снят	Согласованное подключение	
	Опорный уровень, дБм=0	Расчет уровня относит. 0 дБм¹⁹	
	Макс.уровень, дБм =11	Средний из трех возможных	
	Миним.уровень сигнала, дБм0=11	Любой входной сигнал будет распознан как Шум	
	Миним.защищен.сигнала, дБ =80		
	Диапазон анализа, кГц=5...4096	Соответствует возможн. анализатора	
Шаг представления спектра, кГц=10	Учтен при задании Нормы		
ИнтервалУсреднения, с=5	Достаточен для проведения измерений		
Сигналы= =Шум	Качество, дБ	Запас соответ. Спектра помех Норме	
	Отметка соответствия	Соответствие Спектра помех Норме	
	Шум, дБм0	Шум в заданной полосе частот анализа	
	Сел.уровни, дБм0 - Норма сверху	L19_NEXT_ADSL.7sf	1__ПомехАбонент.cfg
	ETSI-B.7sf	1__Помехи_Станц.cfg	
Измерение спектра помех производится как для контроля спектра, так и для последующего (спектр сохраняется в оперативной памяти анализатора) расчета скоростных потенциалов пары при использовании интеллектуального рефлектометра (см. п.3.2.3).			
Последствия несоответствия норме - ограничение скорости ЦАЛ.			
Действия - искать источник помех по характеру спектрального распределения.			
Преимущество контроля помех по спектру перед контролем уровня – наглядность спектра.			

3.2.2 2ххЕмкость_1кГц.cfg – измерение емкости

2ххЕмкость_1кГц.cfg - измерение емкости на частоте 1.02 кГц			
Линия	2_G_I_симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1	
Частота	до 4 кГц	Обеспечивает измерение на 1.02 кГц	
Измеритель	Импеданс, Ом=600	Параметры измерителя оптимизированы для измерения емкости пары	
	Макс.уровень, дБм= 4		
	Миним.уровень сигнала, дБм0=-80		
	Миним.защищенность сигнала, дБ=5		
Генератор= =МЧС	ИнтервалУсреднения, с=5	Параметры генератора оптимизированы для измерения емкости пары	
	Импеданс, Ом=600		
	L, дБм0=-15		
	F1, кГц=0.99609		
Сигналы= =МЧС	N=5	Сопротивление ²⁰	
	dF, кГц=0.50781		
	С(1.02кГц), нФ		
Измерение емкости производится для последующего расчета погонной емкости пары при использовании интеллектуального рефлектометра (см. п.3.2.3)			

¹⁹ При задании опорного уровня измерителя равным 0 дБм0 отсчет уровня в дБм0 будет производиться относительно мощности 1 мВт. То есть, если Lопорн=0 дБм0, то уровень в дБм0 совпадает с уровнем в дБм.

²⁰ Сопротивление будет измерено, если в паре есть замыкание.

²¹ Емкость пары на частоте 1.02 кГц будет измерена, если ее величина составит не менее 13.5 нФ, что соответствует длине кабеля со сплошной полиэтиленовой изоляцией не менее 300 м при номинальной погонной емкости равной 45 нФ/км. На более коротких линиях результаты измерений на частоте 1,02 кГц не могут быть получены.

3.2.3 3xxРефл1кмСтанц.cfg, 3xxРефл1кмАбоне.cfg - интеллектуальный рефлектометр TDR

Традиционно рефлектометр применяют для локализации дефектов, проявляющихся в изменении волнового сопротивления – обрывы, замыкания, замокания, дефекты в муфтах, расщепления пары... **Интеллектуальный рефлектометр** позволяет автоматически определить длину линии, диаметр жилы, нормы погонных параметров, измерить и нормировать скорости xDSL и представить результаты измерений как процент выполнения норм.

3xxРефл1кмСтанц.cfg, 3xxРефл1кмАбоне.cfg,... – интеллектуальный рефлектометр.			
Если после загрузки одной из конфигураций 3xxРефл1кмСтанц.cfg, 3xxРефл1кмАбоне.cfg,... автоматически распознается сигнал отражения от холостого хода (ХХ) на окончании кабеля, то выполняется определение длины кабеля, погонного затухания и идентификация эквивалентного диаметра жил ²² . Если до загрузки ²³ 3xxРефл1кмСтанц.cfg, 3xxРефл1кмАбоне.cfg,... были измерены сопротивление шлейфа, емкость и спектр помех, то после загрузки конфигурации и распознавании отражения от ХХ вычисляются погонное сопротивление шлейфа, погонная емкость и скоростные потенциалы цифровых линий.			
Линия	2_Г_И_симм	Эквивалентная схема в РЭ – ч. 1	
Частота	до 4096 кГц	Максимальное разрешение по длине	
Измеритель	Импеданс, Ом=120	Компромисс: ADSL 100 Ом/SHDSL 135 Ом	
	Макс.уровень, дБм= 31		
	Миним.уровень сигнала, дБм0=-50		
	Миним.защищенность сигнала, дБ=5		
	ИнтервалУсреднения,с=10		
	АЧХ относительно опорного уровня		
Скорость, м/мкс=100	≈½ скорости эл-маг. волны для кабеля ТП		
Генератор= =ПСС	Импеданс, Ом=120	Собственное сопротивление анализатора	
	Опорный уровень, дБм0=0	Задание уровня относительно 0 дБм	
	L, дБм0=9	Максимальный уровень генератора	
Сигналы= =ПСС	Рефлектограмма, дБ	Уровень отражений	
	Рефлектограмма, %	Амплитуда отражений относит. посылки	
	Затухание(300кГц), дБ	На частоте 300 кГц по АЧХ	
	ДлинаЛинии, м	По задержке отражения от ХХ	
	ДиаметрЖилы, мм	По Длине и Затуханию для ТП	
	Погон.Затух(300кГц), дБ/км	По Затуханию, Сопротивлению (0кзСопротШлейфа.cfg) и Емкости (2ххЕмкость_1кГц.cfg) с учетом Длины	
	Погон.Сопрот., Ом/км		
	Погон.Емкость, нФ/км		
	Погон.Затух(300кГц), %	Отклонения погонного параметра Р от номинала: $ P-P_n /P_n*100\%$, где P_n – номинальное значение параметра, определенное по Диаметру жил	
	Погон.Сопрот., %		
	Погон.Емкость, %		
	ADSL_dn, кбит/с	3xxРефл1кмАбоне.cfg 3xxРефл2кмАбоне.cfg 3xxРефл3кмАбоне.cfg	Скоростной потенциал цифровых линий V определяется по: • затуханию, • ранее измеренному спектру помех, • моделям ЦАЛ – п.2.1
	ADSL2_dn, кбит/с		
	ADSL2p_dn, кбит/с		
	ADSL4_dn, кбит/с		
	ADSL_up, кбит/с		
	ADSL2_up, кбит/с		
	ADSL4_up, кбит/с		
	SHDSL, кбит/с		
	SHDSL.bis, кбит/с		
	SHDSL, %		
	SHDSL.bis, %	3xxРефл1кмАбоне.cfg ... 3xxРефл3кмСтанц.cfg	Отношение скорости V и нормы Vn: $V/V_n*100\%$. Расчет нормы скор. Vn: • модель ЦАЛ – п.2.1, • помехи – ETSI-B, • до 3 ЦАЛ в 10-парн.пучке, • Длина, Диаметр
	ADSL_dn, %		
	ADSL2p_dn, %		
	ADSL4_dn, %		
	ADSL_up, %		
	ADSL2_up, %		
ADSL2p_up, %			
ADSL4_up, %			
ADSL2p_up, %			
ADSL4_up, %			
Для исправного кабеля параметры должны соответствовать данным учета и нормам Действия - искать причины несоответствия данным учета и недостаточности скорости			

²² Ряды диаметров жил - 0.32, 0.4, 0.5, 0.64 мм для кабеля ТП[1] и 0.9, 1.2 мм для КСПП[2].

²³ Конфигурации **0кзСопротШлейфа.cfg, 2ххЕмкость_1кГц.cfg** и **1__Помехи_Станц.cfg** или **1__ПомехАбонент.cfg** должны быть загружены не ранее чем за 5 минут до рефлектометра.

3.2.4 4_СогласовПары.cfg – контроль согласованности RL

4_СогласовПары.cfg - измерение частотной характеристики затухания отражения и сопоставление с маской, соответствующей условиям по рек. ITU-T L.19		
Линия	2_Г_И_симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 4096 кГц	Диапазон частот измерения ЧХ
Измеритель	Импеданс, Ом=120	Компромисс: ADSL=100 Ом/SHDSL=135 Ом. Относительно заданной величины импеданса измерителя²⁴ осуществляется измерение затухания отражения
	Макс.уровень, дБм=11	Параметры измерителя оптимизированы для измерения ЧХ затухания отражения
	Миним.уров.сигнала, дБм0=-60	
	Миним.защищен.сигнала, дБ=5	
	ИнтервалУсреднения,с=5	
Генератор= =МЧС	Импеданс, Ом=120	Параметры генератора оптимизированы для измерения ЧХ затухания отражения
	L, дБм0=-10	
	F1, кГц=20	
	N=204	
	dF, кГц=20	
Сигналы= =МЧС	Качество, дБ	Запас соответствия ЧХ затух.отраж. Норме
	Отметка соответствия	Соответствие ЧХ затухания отраж. Норме
	Z, Ом	ЧХ импеданса – представляется для сведения
	Анс, дБ	ЧХ затухания отражения. Норма снизу=L19_RetLoss.7zf
<p>Причины несоответствия ЧХ нормам – неоднородности линии – расщепление, отвод...</p> <p>Последствия – увеличение рабочего затухания из-за потерь на отражение и неравномерность АЧХ, снижение переходного затухания - ограничение скорости ЦАЛ.</p> <p>Действия - устранить неоднородности, локализация - рефлектометром.</p> <p>Преимущество измерения ЧХ импеданса – удобство нормирования.</p>		

3.2.5 5_АсимметрПары.cfg – контроль затухания асимметрии LB

5_АсимметрПары.cfg - измерение частотной характеристики затухания асимметрии и сопоставление с маской, соответствующей условиям по рек. ITU-T L.19		
Линия	3_Г_И	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 4096 кГц	Диапазон частот измерения ЧХ
Измеритель	Макс.уровень, дБм=11	Параметры измерителя оптимизированы для измерения ЧХ затухания асимметрии
	Миним.уровень сигнала, дБм0=-80	
	Миним.защищенность сигнала, дБ=-5	
	ИнтервалУсреднения,с=5	
Генератор= =МЧС	L, дБм0=0	Параметры генератора оптимизированы для измерения ЧХ затухания асимметрии
	F1, кГц=20	
	N=204	
	dF, кГц=20	
Сигналы= =МЧС	Качество, дБ	Запас соответствия ЧХ Норме
	Отметка соответствия	Соответствие ЧХ Норме
	АЧХ, дБ	ЧХ затухания асимметрии. Норма снизу=L19_Asimm.7af
	Сел.уровни, дБм0	Спектр
<p>Причины несоответствия норме - расщепление пары, замокание, дефекты кабеля и муфт...</p> <p>Последствия – ограничение скорости ЦАЛ из-за снижения переходного затухания.</p> <p>Действия – принять решение о выбраковке пары или ремонте кабеля.</p> <p>Преимущество – пара с недостаточной симметрией потенциально «опасна» как источник или приемник переходных помех, однако контроль собственно переходных помех требует вывода из-под нагрузки многих соседних пар и весьма трудоемок.</p>		

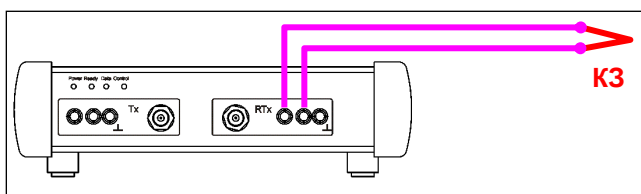
²⁴ При контроле затухания отражения представляет интерес **неравномерность** протекания частотной характеристики затухания отражения – ее колебательный характер свидетельствует о наличии неоднородностей в линии. Значение импеданса измерителя, относительно которого производится расчет затухания отражения, может быть изменено пользователем в соответствии с типовым значением импеданса измеряемых кабелей. При контроле затухания отражения (и асимметрии тоже) желательно наличие согласованной нагрузки на дальнем конце.

3.3 1хА7. Дополнительный контроль пары

3.3.1 0кзСопротШлейфа.cfg – измерение сопротивления шлейфа

Для определения сопротивления шлейфа следует:

- закоротить жилы (КЗ) на удаленном конце,
- загрузить конфигурацию **0кзСопротШлейфа.cfg**.



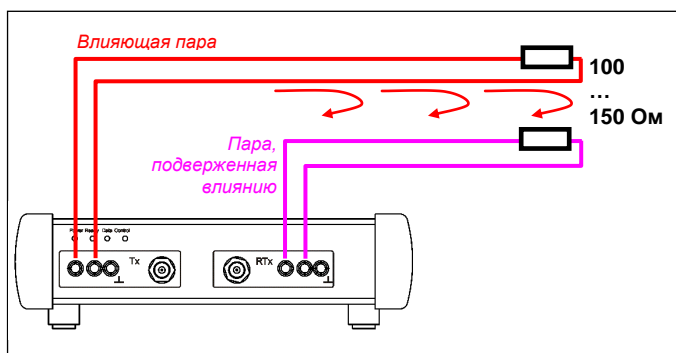
0кзСопротШлейфа.cfg - измерение сопротивления шлейфа		
Линия	2 Г И симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 4 кГц	Обеспечивает измерение сопротивления
Измеритель	Импеданс, Ом=600	Параметры измерителя оптимизированы для измерения сопротивления
	Макс.уровень, дБм= 4	
	Миним.уровень сигнала, дБм0=-80	
	Миним.защищенность сигнала, дБ=5	
Генератор= =МЧС	ИнтервалУсреднения,с=5	Параметры генератора оптимизированы для измерения сопротивления
	Импеданс, Ом=600	
	L, дБм0=-15	
	F1, кГц=0.09765	
Сигналы= =МЧС	N=11	Сопротивление шлейфа при установке КЗ на удаленном конце ²⁵
	DF, кГц=0.09765	
	Сопротивление, Ом	
	С(1.02кГц), нФ	Емкость на частоте 1.02кГц ²⁶
Измерение сопротивления производится для последующего расчета погонного сопротивления шлейфа при использовании интеллектуального рефлектометра (см. п.3.2.3)		

²⁵ Сопротивление шлейфа измеряется с нормированной погрешностью, если его величина составляет не менее 30 Ом, что соответствует длине кабеля ТП-0,5 мм не менее 170 м при номинальной погонном сопротивлении шлейфа 180 Ом/км.

²⁶ Емкость будет измерена, если в паре есть разрыв жилы или жила не закорочена.

3.3.2 6_СпктПерхдПом.cfg – контроль переходных помех NEXT

Контроль переходного затухания на ближнем конце позволяет выявить пары, которые недопустимо использовать для создания цифровых линий. Контроль переходного затухания осуществляется путем загрузки конфигурации **6_СпктПерхдПом.cfg**. При этом:



- для измерения используется сигнал МЧС, состоящий из 204 гармоник, с суммарным уровнем 0 дБм0, формируемым относительно опорного уровня генератора равного 0 дБм0,
- сигнал МЧС с разъема Tx анализатора подается на вход влияющей пары;
- желательно согласовать обе пары на удаленном конце кабеля;
- сигнал переходной помехи вводится в анализатор через разъем RTx анализатора;
- опорный уровень измерителя равен минус 23.1 дБм0, что позволяет наблюдать на экране анализатора спектра (**Сел.уровни,дБм0**) гармоники переходных помех, уровень которых численно равен значению переходного затухания со знаком минус.

6_СпктПерхдПом.cfg - измерение спектра переходных помех на ближнем конце и сопоставление с маской, соответствующей условиям по рек. ITU-T L.19		
Линия	4 Г_И симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 4096 кГц	Диапазон частот измерения ЧХ
Измеритель	Импеданс, Ом=120	Компромисс: ADSL 100 Ом/SHDSL 135 Ом
	Флаг «высокоомно» снят	Согласованное подключение
	Опорный уровень, дБм0=-23.1	Учитывает состав гармоник МЧС генератора: $10\lg(204)=23.1$ дБ
	Макс.уровень, дБм =-9	Параметры измерителя оптимизированы для измерения переходных помех
	Миним.уровень сигнала, дБм0=-9	
	Миним.защищенность сигнала, дБ=80	
	Диапазон анализа, кГц=20...4096	
Шаг представления спектра, кГц=10		
ИнтервалУсреднения, с=5		
Генератор= =МЧС	Опорный уровень, дБм0=0	Параметры генератора оптимизированы для измерения переходных помех
	Импеданс, Ом=120	
	L, дБм0=0	
	F1, кГц=20	
	N=204	
dF, кГц=20		
Сигналы= =Шум	Качество, дБ	Запас соответствия помех Норме ²⁷
	Отметка соответствия	Соответствие помех Норме
	Сел.уровни, дБм0	Спектр переходных помех. Норма²⁸ сверху=L19_NEXT.7sf
Причины несоответствия норме - дефекты кабеля и муфт, расщепление пар, замокание...		
Последствия - ограничение скорости или невозможность создания цифровой линии.		
Действия – принять решение о выбраковке пары или ремонте кабеля.		
Преимущество контроля переходных помех в диапазоне частот перед контролем на фиксированных измерительных частотах – контроль в диапазоне частот позволяет учесть часто встречающуюся существенную неравномерность частотных характеристик переходного затухания.		

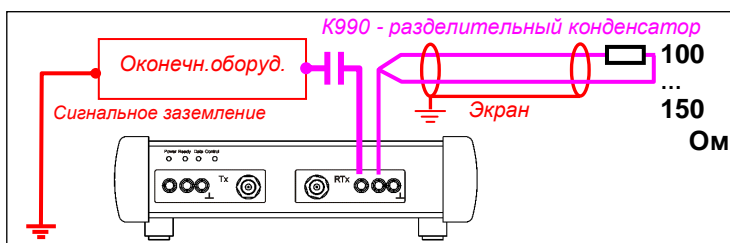
²⁷ Запас определяется как наихудшее расстояние между спектром помех и Нормой сверху в диапазоне частот, в котором определена Норма сверху.

²⁸ В качестве нормы переходного затухания использованы данные из рек. ITU-T L.19. Числовой материал шаблона **L19_NEXT.7sf** определен и документирован в файле шаблона. Пользователь может составить и применить любой шаблон по своему усмотрению.

3.3.3 7__СпктПрдлнПом.cfg - контроль продольных помех

Контроль продольных помех позволяет обнаружить источник помех и обеспечивается при продольном же подключении анализатора с нагрузкой конфигурации 7__СпктПрдлнПом.cfg.

Желательно согласовать пару на удаленном конце кабеля.



7__СпктПрдлнПом.cfg обеспечивает измерение спектра продольных помех		
Линия	2_И_симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 4096 кГц	
Измеритель	Импеданс, Ом=120	Компромисс: ADSL 100 Ом/SHDSL 135 Ом
	Флаг «высокоомно» снят	Согласованное подключение
	Опорный уровень, дБмо=40	Расчет уровня относительно 40 дБм²⁹
	Макс. уровень, дБм =11	Среднее из трех возможных значений
	Миним. уровень сигнала, дБм0=11	Любой входной сигнал будет распознан как Шум
	Миним. защищенность сигнала, дБ=80	
	Диапазон анализа, кГц=5...4096	Соответствует возможн. анализатора
	Шаг представления спектра, кГц=10	Учтен при задании маски
Сигналы= =Шум	Интервал Усреднения, с=5	Достаточен для проведения измерений
	Качество, дБ	Запас соответ. Спектра помех Норме
	Отметка соответствия	Соответствие Спектра помех Норме
Сел. уровни, дБм0		Спектр продольных помех. Норма³⁰ сверху=L19_NEXT_ADSL.7sf
Преимущество контроля помех по спектру перед контролем уровня – наглядность спектра.		
Последствия несоответствия норме - ограничение скорости ЦАП.		
Действия - искать источник помех по спектру, проверить наличие и импеданс сигнального заземления оконечного оборудования.		

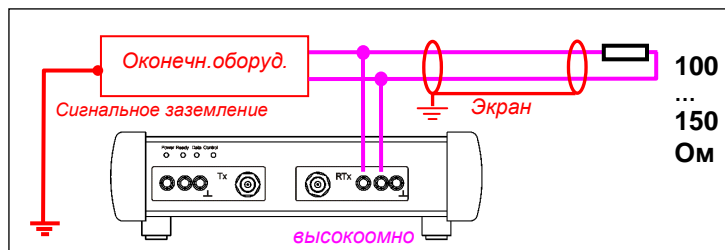
²⁹ Измерение уровня относительно опоры равной 40дБмо позволяет учесть норму затухания асимметрии пары равную 40 дБ.

³⁰ В качестве нормы спектра помех использован шаблон L19_NEXT_ADSL.7sf. Этот шаблон может быть применен для контроля помех на станционной стороне при включенном оконечном оборудовании цифровых линий, но при условии, что соединение с удаленным оборудованием не установлено. Числовой материал шаблона определен и документирован в файле шаблона. Пользователь может составить и применить любой шаблон по своему усмотрению - так при измерениях на станционной стороне при полностью выключенном оконечном оборудовании цифровых линий в качестве нормы спектра помех возможно использование модели ETSI-B (см. рек. ITU-T G.996.1 и файл ETSI-B.7sf).

3.3.4 7__СпктПоперПом.cfg - контроль поперечных помех на выходе оборудования

Контроль поперечных помех позволяет обнаружить источник помех.

Спектр и уровень помех непосредственно на окончании контролируемой пары, отключенной от оконечного оборудования, измеренные в соответствии с п.3.2.1 должны совпадать со спектром и уровнем помех, измеренных на окончании той же пары, но подключенной к оконечному оборудованию.



Желательно согласовать пару на удаленном конце кабеля. Контроль поперечных помех производится при:

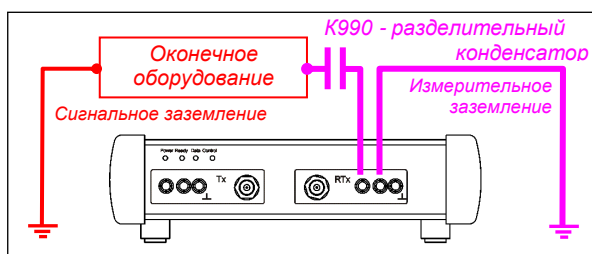
- поперечном высокоомном подключении анализатора
- непосредственно к линейному выходу оконечного оборудования
- с загрузкой конфигурации 7__СпктПоперПом.cfg.

7__СпктПоперПом.cfg обеспечивает измерение спектра поперечных помех		
Линия	2 И симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 4096 кГц	
Измеритель	Импеданс, Ом=120	Компромисс: ADSL 100 Ом/SHDSL 135 Ом
	Флаг «высокоомно» установлен	Высокоомное подключение
	Опорный уровень, дБм0=0	Расчет уровня относительно 0 дБм
	Макс.уровень, дБм =11	Среднее из трех возможных значений
	Миним.уровень сигнала, дБм0=11	Любой входной сигнал будет распознан как Шум
	Миним.защищенность сигнала, дБ=80	
	Диапазон анализа, кГц=5...4096	Соответствует возможн. анализатора
	Шаг представления спектра, кГц=10	Учтен при задании Нормы
Сигналы= =Шум	ИнтервалУсреднения, с=5	Достаточен для проведения измерений
	Качество, дБ	Запас соответ. Спектра помех Норме
	Отметка соответствия	Соответствие Спектра помех Норме
	Сел.уровни, дБм0	Спектр поперечных помех. Норма³¹ сверху=L19_NEXT_ADSL.7sf
Измеренный спектр сохраняется в оперативной памяти анализатора и может быть использован для расчета скоростных потенциалов линии интеллектуальным рефлектометром (см. п.3.2.3).		
Последствия несоответствия норме - ограничение скорости ЦАЛ.		
Действия - искать источник помех по характеру спектра.		
Преимущество контроля помех по спектру перед контролем уровня – наглядность спектра.		

³¹ В качестве нормы спектра помех использован шаблон L19_NEXT_ADSL.7sf. Этот шаблон может быть применен для контроля помех на станционной стороне при включенном оконечном оборудовании цифровых линий, но при условии, что соединение с удаленным оборудованием не установлено. Пользователь может составить и применить любой шаблон по своему усмотрению.

3.3.5 8_ИмпедЗаземлн.cfg – контроль импеданса шины заземления

Контроль снижения эффективности заземления из-за завышения длины шины заземления обеспечивается измерением импеданса шины при загрузке конфигурации 8_ИмпедЗаземлн.cfg.



Перед измерением импеданса рекомендуется выполнить калибровку измерителя импеданса в режимах XX и K3 – см. часть 1 РЭ

8_ИмпедЗаземлн.cfg - измерение частотной характеристики импеданса заземления		
Линия	2_Г_И симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 4096 кГц	Диапазон частот измерения ЧХ
Измеритель	Импеданс, Ом=120	Параметры измерителя оптимизированы для измерения ЧХ импеданса
	Макс.уровень, дБм=11	
	Миним.уровень сигнала, дБм0=-60	
	Миним.защищенность сигнала, дБ=5	
	Диапазон анализа, кГц=20...4096	
	ИнтервалУсреднения, с=5	
Генератор= =МЧС	Импеданс, Ом=120	Параметры генератора оптимизированы для измерения ЧХ импеданса
	L, дБм0=-10	
	F1, кГц=20	
	N=204	
	dF, кГц=20	
Сигналы= =МЧС	Отметка соответствия	Соответствие ЧХ импеданса Норме
	R, Ом	ЧХ активной составляющей импеданса
	X, Ом	ЧХ реактивной составляющ.импеданса
	Z, Ом	ЧХ модуля импеданса. Норма сверху=Заземл_Zmax.7zf
	Сел.уровни, дБм0	Спектр
<p>Причины несоответствия ЧХ импеданса шины заземления норме – чрезмерная длина шины (увеличение длины шины приводит к росту ее индуктивности).</p> <p>Последствия – увеличение уровня продольных помех - ограничение скорости.</p> <p>Действия – изыскать способ снижения длины шины заземления.</p> <p>Преимущество измерения ЧХ импеданса шины – наглядность.</p>		

3.4 1xА7. Мониторинг пары

3.4.1 9_МониторПомех.cfg - мониторинг помех

Мониторинг помех производится в целях обнаружения нестабильности помеховой обстановки на окончании контролируемой пары, что проявляется во всплесках помех, фиксируемых в течение интервала мониторинга. Для мониторинга помех используется конфигурация³² **9_МониторПомех.cfg**.

9_МониторПомех.cfg обеспечивает измерение среднего и пикового уровней помех		
Линия	2_И_симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 4096 кГц	
Измеритель	Импеданс, Ом=120	Компромисс: ADSL 100 Ом/SHDSL 135 Ом
	Флаг «высокоомно» сброшен	Согласованное подключение
	Опорный уровень, дБм=0	Расчет уровня относительно 0 дБм
	Макс. уровень, дБм =11	Среднее из трех возможных значений
	Миним. уровень сигнала, дБм=11	Любой входной сигнал будет распознан как Шум
	Миним. защищенность сигнала, дБ=80	
	Диапазон анализа, кГц=25...4096	Соответствует возможн. анализатора
	Шаг представления спектра, кГц=10	Учтен при задании Нормы
	Интервал Усреднения, с=0	
	Интервал Объединен Случ Событ, с=1	Обеспечивает мониторинг
Сигналы= =Шум	Отметка соответ.	Соответствие Макс. Шум, % Норме
	Шум, дБм0	Усредненный шум в заданном диапазоне частот анализа
	Таймер, с	Таймер анализа случайных событий. Норма снизу (=900 с) ограничивает интервал мониторинга
	Макс. Шум, дБм0	Максимальный всплеск помех ³³ на текущем интервале 1 с. Норма ³⁴ <=-44 дБм0
	Макс. Шум, %	Процент пораженных помехами секунд. Норма <=0%
	Сел. уровни, дБм0	Спектр помех. Норма сверху=ETSI_B.7sf
Преимущество мониторинга помех перед «разовыми измерениями» – выявление редко встречающихся событий.		
Последствия несоответствия норме – неустойчивая работа ЦАЛ.		
Действия - искать источник помех по характеру временного распределения всплесков³⁵.		

Конфигурация **9_МониторПомех.cfg** непосредственно предназначена для мониторинга помех на окончании пары:

- схема подключения – в соответствии с п.3.2 или п.3.4.2.

Конфигурация **9_МониторПомех.cfg** может быть использована для мониторинга продольных помех:

- схема подключения – в соответствии с п.3.3.3,
- после загрузки конфигурации задать **опору измерителя равной 40 дБм0**;

Конфигурация **9_МониторПомех.cfg** может быть использована для мониторинга поперечных помех:

- схема подключения – в соответствии с п.3.3.4,
- после загрузки конфигурации установить **высокоомное подключение измерителя**.

³² Рекомендуется применять конфигурацию при работе анализатора совместно с управляющим ПК.

³³ При мониторинге помех интерес представляет динамика изменения уровня всплесков помех **Макс.Шум, дБм0**.

³⁴ Уровень -44 дБм соответствует равномерной в полосе частот до 4096 кГц спектральной плотности мощности помех равной -110 дБм/Гц = -70 дБм/10кГц. Значение этой нормы может быть изменено пользователем.

³⁵ Хронограмма всплесков помех представляется только СПО управляющего ПК.

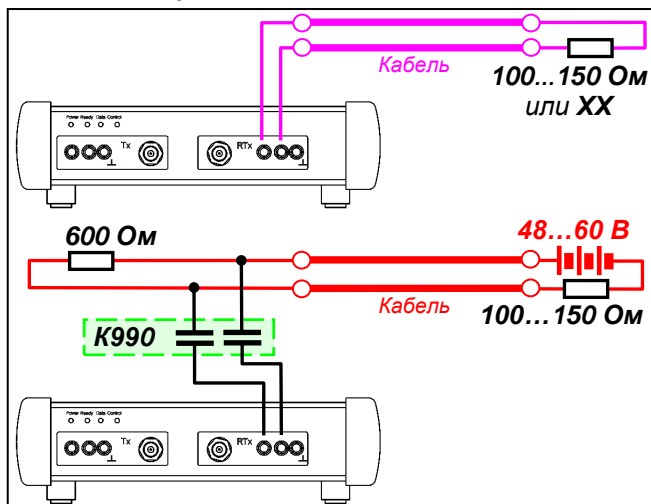
3.4.2 А_МониторК3-XX.cfg - мониторинг замыканий-обрывов

Мониторинг замыканий-обрывов производится в целях обнаружения нестабильных замыканий или разрывов жил на всей протяженности пары. Процедура³⁶ обеспечивается путем контроля рефлектограммы «Уровень отражений». Измеряемая рефлектограмма постоянно сопоставляется с маской (нормой рефлектограммы). В результате такого мониторинга формируется параметр «Качество,дБ», величина которого равна минимальному расстоянию между маской и рефлектограммой. Желательно на удаленном окончании согласовать пару.

Анализатор может быть подключен к паре, отключенной от оконечного оборудования, или к запитанной³⁷ паре – при этом необходимо использование разделительного конденсатора K990, а источник может быть размещен на ближнем или дальнем окончании.

В случае кратковременного замыкания или обрыва жил на рефлектограммах появляется соответствующий всплеск, который сопровождается изменением значения параметра «Качество,дБ», выведенного на временную диаграмму для удобства наблюдения. Факт наличия замыкания-перерыва фиксируется по изменению³⁸ параметра «Качество,дБ», а место дефекта определяется по рефлектограмме «Амплитуда отражений» – при замыкании жил полярность импульса отрицательная, при обрыве – положительная.

При проведении мониторинга рекомендуется включать запись данных³⁹, а собственно анализ производить в режиме воспроизведения с использованием «перемотки» и пошагового просмотра – см. ч.2 РЭ. Основными результатами мониторинга является локализация нестабильных кабельных дефектов во времени и пространстве, т.е. в момент искажения рефлектограммы может быть зафиксировано расстояние до кратковременно проявляющегося дефекта.



А_МониторК3-XX.cfg - мониторинг замыканий-обрывов.		
Линия	2_Г_И_симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 4096 кГц ⁴⁰	Максимальное разрешение по длине
Измеритель	Импеданс, Ом=120	Параметры измерителя оптимизированы для измерения рефлектограммы и параметров пары
	Макс.уровень, дБм= 31	
	Миним.уровень сигнала, дБм0=-50	
	Миним.защищенность сигнала, дБ=5	
	ИнтервалУсреднения, с=0	
	АЧХ относительно опорного уровня	
	Скорость, м/мкс=100	≈½ скорости эл-маг. волны для кабеля ТП
Генератор= =ПСС	Импеданс, Ом=120	
	Опорный уровень, дБм0=0	Задание уровня относительно 0 дБм
	L, дБм0=9	Максимальный уровень генератора
Сигналы= =ПСС	Качество, дБ	Минимум между Нормой и «Рефлектограмма, дБ»
	Рефлектограмма, дБ	Нормы «КЗ_XX_min.7rt» и «КЗ_XX_max.7rt»⁴¹ - фиксация кратковременного дефекта пары
	Рефлектограмма, %	Амплитуда отражений относительно посылки – определение характера дефекта
<p>Для исправного кабеля временная диаграмма параметра «Качество,дБ» не должна содержать всплесков.</p> <p>Действия - искать дефекты кабелей по совокупности данных о моментах времени фиксации дефектов, расстоянию до дефектов и характеру дефектов – замыкание-обрыв</p>		

³⁶ Рекомендуется применять конфигурацию при работе анализатора совместно с управляющим ПК.

³⁷ Протекание постоянного тока способствует выявлению скрытых дефектов пары.

³⁸ Значение параметра «Качество,дБ» не имеет существенного значения – интересна динамика этого параметра – в момент изменения происходит частичное или полное замыкание или разрыв.

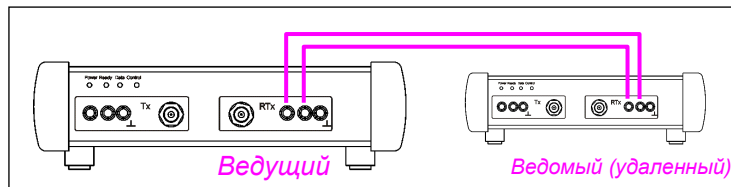
³⁹ Кнопка «**Rec**» - «Сохранение результатов измерений в файле».

⁴⁰ Если линия длинна (при опробовании конфигурации на рефлектограмме не видно отражения от XX-КЗ на дальнем конце), то следует понизить максимальную частоту диапазона частот анализа.

⁴¹ Нормы для ТП-0,5 мм. В случае несоответствия нормы могут быть изменены пользователем.

3.5 2xА7. Специальный контроль пары

Специальный контроль пары может быть осуществлен с использованием двух анализаторов. При этом на удаленном (ведомом) анализаторе⁴² должна быть загружена конфигурация **0_Ведомый.cfg**⁴³.



0_Ведомый.cfg – подготовка удаленного (ведомого) анализатора		
Линия	2_И_симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 4096 кГц	
Измеритель	Импеданс, Ом=120	Параметры измерителя оптимизированы для ожидания управляющей команды от ведущего
	Флаг «высокоомно» сброшен	
	Макс.уровень, дБм= 11	

При загрузке описанных ниже конфигураций ведущий анализатор устанавливает соединение с ведомым (удаленным) и полностью определяет режим генератора и измерителя ведущего и ведомого анализаторов. Для передачи результатов измерений, полученных ведомым (удаленным) анализатором, на ведущем следует выполнить запрос «Получить Результаты».

3.5.1 1_Перерывы.cfg - мониторинг микроперерывов

При загрузке на **ведущем** анализаторе конфигурации **1_Перерывы.cfg** анализатор должен установить соединение с ведомым и задать его режим. После успешной загрузки ведомый анализатор приступает к генерации гармонического сигнала (SIN), а **ведущий**:

- обнаружив гармонический сигнал, запускает **Таймер,с** и
- переходит к измерению **Сигнал,дБм0** и **Мин.Сигн.,дБм0**;
- если **Мин.Сигн.,дБм0** уменьшается ниже нормы, фиксируется перерыв связи;
- нормой допустимого количества перерывов связи выбрано число равное 0.

1_Перерывы.cfg - задание режима анализаторов для мониторинга микроперерывов		
Линия	2_Г_И_симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 4096 кГц	Параметры оптимизированы для управления удаленным анализатором на линиях до 5 км (ТП-0.5 мм)
Управление удаленным	Уровень,дБм=2	
	Начальная частота,кГц=90	
	Конечная частота,кГц=340	
Измеритель	Импеданс, Ом=120	Компромисс: ADSL 100 Ом/SHDSL 135 Ом Параметры измерителя оптимизированы для мониторинга микроперерывов. Ведущий анализатор осуществляет захват гармонического сигнала и счет микроперерывов. При обнаружении перерыва более 100 мс осуществляется перезахват сигнала и сброс Таймера. Если после загрузки конфигурации не наблюдается счет Таймера, то следует выполнить Рестарт измерителя анализатора
	Флаг «высокоомно» сброшен	
	Опорный уровень,дБм=0	
	Макс.уровень, дБм= 11	
	Миним.уровень сигнала, дБм0=-140	
	Миним.защищенность сигнала, дБ=0	
	Диапазон анализа,кГц=17.5...22.5	
	Шаг представления спектра,кГц=10	
ИнтервалУсреднения,с=0		
ИнтервалОбъединенСлучСобыт,с=1		
Генератор= =SIN	Опорный уровень,дБм=0	Параметры генератора оптимизированы для мониторинга микроперерывов. Включен генератор удаленного анализатора
	Импеданс, Ом=120	
	L,дБм0=0	
	F,кГц=20	
Сигналы= =SIN	Отметка соответ.	Измеренная АЧХ рабочего затухания
	Частота,кГц	Измеренная ЧХ защищенности
	Сигнал,дБм0	Усредненный уровень сигнала
	Таймер,с	Таймер анализа случайных событий
	Мин.Сигн,дБм0	Минимальный уровень сигнала на интервале 1 с. Норма >=-40 дБм0
	Мин.Сигн,событий	Количество секунд с перерывами. Норма <=0
	Сел.уровни,дБм0	Спектр сигнала и помех

Преимущество мониторинга перерывов – выявление редко встречающихся событий.

Последствия несоответствия норме – неустойчивая работа ЦАЛ.

Действия - искать потери контакта по характеру хронограммы микроперерывов⁴⁴.

⁴² Термин «удаленный» не означает, что этот анализатор должен быть на абонентской стороне.

⁴³ Конфигурации этой главы расположены в директории xDSL\ГодностьПары\2xА7.

⁴⁴ Хронограмма минимального уровня представляется только СПО управляющего ПК.

3.5.2 2_Скорость.cfg – измерение и мониторинг скоростного потенциала

Измерение скоростного потенциала двумя анализаторами производится:

- при невозможности измерения скорости интеллектуальным рефлектометром по п.3.2.3;
- для точного измерения скорости цифровой линии;
- для определения влияния помех на окончаниях пары на работу цифровой линии.

Измерение скоростного потенциала пары для цифровых линий SHDSL ,... и ADSL ,...: 2_Скорость.cfg - передача от ведомого к ведущему, измеряет ведущий, возможен мониторинг; 2rСкорость.cfg - передача от ведущего к ведомому, измеряет ведомый (удаленный).		
Линия	2_Г_И_симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 4096 кГц	
Управление удаленным	Уровень, дБм=2	Параметры сигнала управления оптимизированы для управления удаленным на линиях до 5 км (ТП-0.5 мм)
	Начальная частота, кГц=90	
	Конечная частота, кГц=340	
Измеритель	Импеданс, Ом=120	Компромисс: ADSL 100 Ом/SHDSL 135 Ом Параметры измерителя оптимизированы для измерения скоростей ЦАЛ. Ведущий анализатор осуществляет анализ МЧС и определяет скорости ЦАЛ. На короткой линии (до 200м для ТП-0.5мм) измеряющий анализатор может индексировать Перегрузку измерителя – этому не следует придавать значения
	Флаг «высокоомно» сброшен	
	Опорный уровень, дБм=0	
	Макс. уровень, дБм= 11	
	Миним. уровень сигнала, дБм=-50	
	Миним. защищенность сигнала, дБ=-5	
	Диапазон анализа, кГц=20...4096	
	Шаг представления спектра, кГц=10	
Интервал усреднения, с=5		
Генератор=МЧС	Опорный уровень, дБм=0	Параметры генератора оптимизированы для измерения скоростей ЦАЛ. Включен генератор удаленного анализатора. Анализатор, генерирующий МЧС, может индексировать Перегрузку измерителя – этому не следует придавать значения
	Импеданс, Ом=120	
	L, дБм=0	
	F1, кГц=20	
	N=204	
Сигналы=МЧС	dF, кГц=20	
	АЧХ, дБ	Измеренная ЧХ рабочего затухания
	С/Ш, дБ	Измеренная ЧХ защищенности
	Сел. уровни, дБм0	Спектр сигнала и помех
	Затухание(300кГц), дБ	На частоте 300 кГц по АЧХ
	Длина(ТП-0.5мм), м	По затуханию для кабеля ТП-0.5 мм
	ADSL_dn, кбит/с	Скорости V цифровых линий определены: - по измеренной АЧХ и - по измеренной ЧХ защищенности - с учетом моделей ЦАЛ – п.2.1
	ADSL2_dn, кбит/с	
	ADSL2p_dn, кбит/с	
	ADSL4_dn, кбит/с	
	ADSL_up, кбит/с	
	ADSL2_up, кбит/с	
	ADSL2p_up, кбит/с	
	ADSL4_up, кбит/с	
	SHDSL, кбит/с	
	SHDSL.bis, кбит/с	
	ADSL_dn, %	Отношение скоростного потенциала V и нормы скорости Vn: $V/Vn*100\%$. Расчет норм скорости Vn: - модель ЦАЛ – п.2.1, - помехи – спектр ETSI-B, - заполнение 10-парн. пучка – до 3 ЦАЛ, - параметры - Длина, Диаметр
	ADSL2_dn, %	
	ADSL2p_dn, %	
	ADSL4_dn, %	
ADSL_up, %		
ADSL2_up, %		
ADSL2p_up, %		
ADSL4_up, %		
SHDSL, %		
SHDSL.bis, %		
Конфигурации 2_Скорость.cfg и 2rСкорость.cfg автоматически загружаются при исполнении сценария Скорость.scp. Преимущество измерения скоростей двумя анализаторами – точность и корректность. Преимущество мониторинга скорости – выявление редких фактов снижения скорости. Для исправного кабеля параметры должны соответствовать данным учета и нормам. Последствия несоответствия норме – неустойчивая работа ЦАЛ. Действия - искать причины несоответствия данным учета и недостаточности скорости; искать источники помех по характеру изменения скорости во времени⁴⁵.		

⁴⁵ Хронограмма скоростей представляется только СПО управляющего ПК.

4. Литература

- [1] Брискер А.С. и др. Городские телефонные кабели. Справочник. Радио и связь, Москва. 1991
- [2] Парфенов Ю.А. Кабели электросвязи. Экотрендз, Москва. 2003
- [3] МСЭ-Т L.19. Многопарные медные сетевые кабели, обеспечивающие одновременную работу нескольких служб таких как POTS, ISDN и xDSL. 11/2003
- [4] ОСТ 45.82-96. Сеть телефонная городская. Линии абонентские кабельные с металлическими жилами. Нормы эксплуатационные. Госкомсвязи России
- [5] ITU-T G.996.1. Test procedures for digital subscriber line (DSL) transceivers. 02/2001 (МСЭ-Т G.996.1. Тестирование приемопередатчиков цифровых абонентских линий (DSL))
- [6] ITU-T G.991.2. Single-pair high-speed digital subscriber line (SHDSL) transceivers. 12/2003 (МСЭ-Т G.991.2. Приемопередатчики однопарной высокоскоростной цифровой абонентской линии (SHDSL))
- [7] ITU-T G.992.1. Asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceivers. 06/1999 (МСЭ-Т G.992.1. Приемопередатчики асимметричной цифровой абонентской линии (ADSL))
- [8] ITU-T G.992.3. Asymmetric digital subscriber line transceivers 2 (ADSL2). 07/2002 (МСЭ-Т G.992.3. Приемопередатчики асимметричной цифровой абонентской линии 2 (ADSL2))
- [9] МСЭ-Т G.992.5. Приемопередатчики асимметричной цифровой абонентской линии (ADSL) - ADSL2 с расширенной полосой (ADSL2+). 01/2005
- [10] А.С. Воронцов и др. Коаксиальные и высокочастотные симметричные кабели связи. Справочник. Москва, «Радио и связь». 1994

Приложения

Приложение 1. Коэффициент затухания кабелей

Частота, кГц	Коэффициент затухания кабелей ТП (см. А.С.Брискер и др. Городские телефонные кабели. М., РиС, 1991) в зависимости от диаметра жил, дБ/км			
	D=0,32 мм	D=0,4 мм	D=0,5 мм	D=0,64 мм
0,8	1,92	1,54	1,23	0,95
3,0	3,66	2,92	2,33	1,76
5,0	4,70	3,73	2,94	2,22
10,0	6,49	5,12	3,98	2,89
20,0	8,77	6,81	5,15	3,53
50,0	12,4	9,12	6,48	4,10
100,0	14,8	10,3	7,17	4,69
150,0	15,9	11,1	7,82	5,33
200,0	16,6	11,6	8,56	5,95
250,0	16,9	12,2	9,21	6,66
300,0	17,6	12,9	9,90	7,23
400,0	18,7	14,2	11,2	8,39
500,0	20,1	15,6	12,4	9,37
600,0	21,2	16,9	13,4	10,10
700,0	22,5	18,2	14,6	10,85
800,0	23,6	19,4	15,8	11,58
900,0	24,8	20,3	16,4	12,37
1000,0	26,3	21,7	17,2	12,91
1200,0	28,0	23,6	19,0	14,10
1500,0	32,0	25,4	21,3	15,72
2000,0	37,5	30,0	24,1	18,25
2500,0	45,3	33,4	27,4	-

Частота, кГц	Коэффициент затухания кабелей КСПП (см. Парфенов Ю.А. Кабели электросвязи. Экотрендз, Москва. 2003) в зависимости от диаметра жил, дБ/км	
	D=0,9 мм	D=1,2 мм
0.8	0.6	0.5
6.0	1.4	1.0
10.0	1.6	1.1
20.0	2.0	1.5
30.0	2.2	1.7
40.0	2.4	1.9
60.0	2.7	2.3
76.0	2.9	2.5
120.0	3.4	3.1
250.0	4.6	4.1
350.0	5.4	4.7
550.0	6.8	5.8
700.0	7.7	6.5
1000.0	9.1	7.8
2000.0	12.9	10.9

Приложение 2. Модуль полного сопротивления кабелей

Частота, кГц	Значения модуля полного сопротивления кабелей ТП (см. А.С.Брискер и др. Городские телефонные кабели. М., РиС, 1991) в зависимости от диаметра жил, Ом			
	D=0,32 мм	D=0,4 мм	D=0,5 мм	D=0,64 мм
0,8	1383,0	1109,0	892,7	692,0
3,0	714,6	573,0	461,6	358,0
5,0	552,9	444,0	357,7	279,0
10,0	391,6	314,8	254,7	201,0
20,0	278,4	225,2	185,1	152,0
50,0	182,4	152,6	133,3	123,0
100,0	141,4	125,7	118,0	115,7
150,0	128,2	118,3	114,2	113,8
200,0	122,4	115,4	112,6	112,8
250,0	119,2	113,7	111,6	111,9
300,0	117,5	112,8	110,8	111,2
400,0	115,5	111,4	109,6	110,1
500,0	114,4	110,5	108,8	109,3
600,0	113,4	109,7	108,1	108,8
700,0	113,1	109,1	107,4	108,3
800,0	112,6	108,6	107,0	107,9
900,0	112,1	108,1	106,6	107,6
1000,0	111,7	107,7	106,3	107,3
1200,0	111,0	107,2	105,7	106,9
1500,0	110,1	106,3	105,0	106,4
2000,0	109,2	105,6	104,4	105,8
2500,0	108,5	104,8	103,8	-

Частота, кГц	Значения модуля полного сопротивления кабелей КСПП (см. Парфенов Ю.А. Кабели электросвязи. ЭкоТрендз, Москва. 2003) в зависимости от диаметра жил, Ом	
	D=0,9 мм	D=1,2 мм
0.8	536	375
6.0	211	169
10.0	183	152
20.0	156	138
30.0	147	131
40.0	143	129
60.0	136	125
76.0	135	124
120.0	130	121
250.0	128	117
350.0	125	116
550.0	124	114
700.0	123	113
1000.0	121	111
2000.0	117	107

Приложение 3. Особенности рефлектометрических измерений

Одним из назначений рефлектометрического режима анализатора является определение характера дефектов (неоднородностей) линии и величин расстояния до дефектов. Расстояние до дефекта определяется временем задержки отраженного сигнала и скоростью распространения сигнала, задаваемым как параметр настройки измерителя анализатора (**Скорость, м/мкс**). Скорость распространения должна быть заранее известна. Источники данных - справочники или результаты непосредственных измерений.

При измерениях на отражение сигнал пробегает путь от точки установки анализатора до дефекта (или конца кабеля) и обратно, попадая на вход анализатора. Поэтому параметр настройки анализатора «Скорость, м/мкс» должен задаваться как половина справочного значения (СправСкорость, м/с) скорости распространения сигнала в данном кабеле:

Скорость, м/мкс = СправСкорость, м/с × 0.5 × 10⁶ мкс/с. Другие способы определения скорости:

- **Скорость, м/мкс = 2πf/β(f)/2**, где f – частота, кГц, β(f) – коэффициент фазы, рад/км;
- **Скорость, м/мкс = 150 / K**, где K – коэффициент укорочения длины волн;
- **Скорость, м/мкс = 150 × Vp**, где Vp – коэффициент замедления;
- **Скорость, м/мкс = L, м / T, мкс**, где T, мкс – время задержки отражения от ХХ на конце кабеля по рефлектограмме, L, м – известная длина линии.

Направляющая система	K	Скорость, м/мкс	Направляющая система	K	Скорость, м/мкс
РК-50-2-11	1,520	98,68	ВОЗД. ЛИН. (БМ)	1,050	142,86
РК-100-7-1	1,200	125,00	ВОЗД. ЛИН. (СТ)	1,300	115,38
П-270	3,000	50,00	ВЛЭ 35-400 кВ	1,000	150,00
П-274М	1,390	107,91	П-296	1,600	93,75
РЕЗИН. ИЗОЛ.	2,000	75,00	ПТРК 5x2	2,100	71,43
КАБЕЛЬ СБ, АБ	1,870	80,21	ПТРК 10x2	1,500	100,00
КМ-4 2,6	1,070	140,19	ПТРК 20x2	1,500	100,00
КМ-4 9,4	1,040	144,23	КРПТ 3x2.5	2,260	66,37
МКТ 1,2-4,6	1,120	133,93	АВВГ 3x2,5	1,477	101,56
РК-75-4-16	1,520	98,68	ПРППМ 0.9	1,474	101,76
ЗКП	1,520	98,68	ШТЛ-2x0,08	1,534	97,78
ТЗ 0,8	1,380	108,70			
ТЗ 0,9	1,340	111,94			
ТЗ 1,2	1,520	98,68			
ТГ 0,4	1,360	110,29			
РК-50-2-21	1,410	106,38			
ФКБ 1x1,3	1,300	115,38			

Приведенные данные не могут рассматриваться как официальные

Возможность проведения рефлектометрических измерений ограничена длиной кабеля.

Длина кабеля L, м	Предельная длина симметричного кабеля со сплошной полиэтиленовой изоляцией жил при измерениях в диапазоне частот до 4096 кГц в зависимости от диаметра жил					
	D=0.32 мм	D=0.4 мм	D=0.5 мм	D=0.64 мм	D=0.9 мм	D=1.2 мм
50...1500	Да	Да	Да	Да	Да	Да
1500...2000	Затруднено	Да	Да	Да	Да	Да
2000...2500	-	Затруднено	Да	Да	Да	Да
2500...3500	-	-	Затруднено	Да	Да	Да
3500...5000	-	-	-	Затруднено	Да	Да
5000...6000	-	-	-	-	Затруднено	Да
6000...8000	-	-	-	-	-	Затруднено

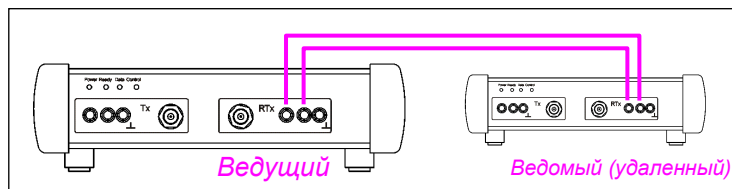
Приведенные данные не запрещают проведения рефлектометрических измерений, например, кабеля с диаметром жил 0,5 мм и длиной около 6000 м, а лишь означают, что неоднородности кабеля будут «видны» только до отметки 2500...3500 м.

Чувствительность рефлектометра может быть повышена путем снижения диапазона частот до значений максимальной частоты равных 2048, 1024 и 512 кГц. Понижение максимальной частоты приводит к увеличению длительности импульса и, следовательно, к увеличению максимально возможной измеряемой длины кабеля, но огрубляет разрешение по длине.

Приложение 4. Формат паспорта цифровой линии

Оператор связи				Основание					
Обозначение пары	Станция			Дата и время					
	Абонент			Ф.И.О., отв.лица					
Учетные данные	Трасса			Тип каб.	Емкость, пар	Диам., мм	Длина, м		
	1. Станционный участок (абонентский комплект - станционная сторона кросса)			T1=	Емк1=	D1=	L1=		
	2. Магистральный участок (main cable: кросс - последний распределительный шкаф)			T2=	Емк2=	D2=	L2=		
	3. Распределительный участок (distribution cable: распредел.шкаф - распредел.коробка)			T3=	Емк3=	D3=	L3=		
4. Абонентская проводка (распределительная коробка - абонентская розетка)			T4=	Емк4=	D4=	L4=			
Эквивалентная линия	Тип кабеля			$T = \begin{cases} T2, & L2 > L3 \\ T3, & L3 > L2 \end{cases}$					
	Диаметр сечения токопроводящих жил, мм			$D = \begin{cases} D2, & L2 > L3 \\ D3, & L3 > L2 \end{cases}$					
	Длина, м			$L = L1 + L2 + L3 + L4$					
Цифровая линия	Назначение цифровой линии			<input type="checkbox"/> Internet <input type="checkbox"/> VoD <input type="checkbox"/> IPTV <input type="checkbox"/> PSTN <input type="checkbox"/> _____					
	Тип оконечного оборудования			<input type="checkbox"/> SHDSL <input type="checkbox"/> SHDSL.bis		<input type="checkbox"/> ADSL up <input type="checkbox"/> ADSL2 up <input type="checkbox"/> ADSL2+ up <input type="checkbox"/> ADSL4 up		<input type="checkbox"/> ADSL down <input type="checkbox"/> ADSL2 down <input type="checkbox"/> ADSL2+ down <input type="checkbox"/> ADSL4 down	
	Наименование оконечного оборудования		Станция						
			Абонент						
	Минимально необходим. скор. Vmin, кбит/с								
	Норма скорости Vn(D,L), кбит/с								
	Условие соответствия			Vmin < Vn(D,L)					
Отметка соответствия									
Годность пары	Измерено	Скоростной потенциал V, кбит/с							
		Соотношение V/Vn(D,L)×100%, %							
		Условие соответствия			V / Vn(D,L)×100% > 100%				
		Отметка соответствия							
	Пара	Скорость распространения сигнала, м/мкс					Условие соответствия		Отм. соотв.
		Диаметр жил, мм					Диаметр=D		
		Длина линии, м					L × 0,90 ≤ Длина ≤ L × 1,10		
	Погонные параметры	Соотношение (Параметр-Норма)/Норма × 100%					Условие соответствия		Отм. соотв.
		Погонное затухание, %					-10 ≤ (A-An)/An × 100% ≤ 10		
		Погонное сопротивление, %					-10 ≤ (R-Rn)/Rn × 100% ≤ 10		
		Погонная емкость, %					-10 ≤ (C-Cn)/Cn × 100% ≤ 35		
	Параметры ЭМС	Запас по ЧХ min(НормаСверху-Измер, Измер-НормаСнизу)					Условие соответствия		Отм. соотв.
		ЧХ импеданса, Ом					≥ 0		
		ЧХ затухания асимметрии, дБ					≥ 0		
		Спектр переходных помех, дБ					≥ 0		
		Спектр поперечных помех, дБ					≥ 0		
Спектр продольных помех, дБ					≥ 0				
По мониторингу случайных событий (интервал 900 с)					Условие соответствия		Отм. соотв.		
Поперечные помехи: Макс.Шум,%					≤ 0				
Продольные помехи: Макс.Шум,%					≤ 0				
Счет перерывов: Мин.Сигн.,шт.					≤ 0				
Замечания	Дата	Ф.И.О., подпись ответствен. лица		Текст замечания					

Приложение 5. Цифровая линия E1 по G.703 - измерение запаса помехозащищенности



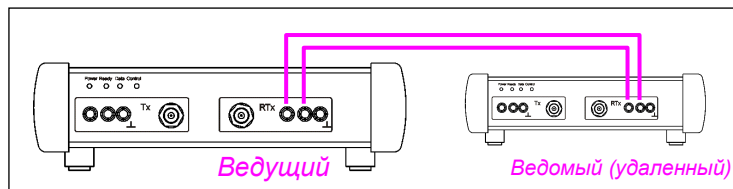
0_E1_Ведомый.cfg – подготовка удаленного (ведомого) анализатора		
Линия	2 И симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 2048 кГц	Параметры измерителя оптимизированы для ожидания управляющей команды от ведущего
Измеритель	Импеданс, Ом=120	
	Флаг «высокоомно» сброшен	
	Макс.уровень, дБм= 11	

Сценарий	E1.scn	Направление	Измерение E1
Конфигурации	1_E1_2048kbps.cfg	Ведущий ← Ведомый	2048 кбит/с
	1rE1_2048kbps.cfg	Ведущий → Ведомый	

Измерение запаса помехозащищенности пары для цифровой линии передачи **E1 (2048 кбит/с)**:
1_E1_2048kbps.cfg – передача от ведомого к ведущему, измеряет ведущий,
1rE1_2048kbps.cfg – передача от ведущего к ведомому, измеряет ведомый (удаленный).

Линия	2 Г И симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 2048 кГц	Параметры оптимизированы для управления удаленным на линиях до 5 км (ТП-0.5 мм)
Управление удаленным	Уровень, дБм=2	
	Начальная частота, кГц=45	
	Конечная частота, кГц=330	
Измеритель	Импеданс, Ом=120	Параметры измерителя и генератора оптимизированы для измерения запаса помехозащищенности линии E1
	Флаг «высокоомно» сброшен	
	Опорный уровень, дБм=-5	
	Макс.уровень, дБм= 11	
	Миним.уровень сигнала, дБм=-60	
	Миним.защищенность сигнала, дБ=5	
	Диапазон анализа, кГц=500...1540	
Шаг представления спектра, кГц=10		
ИнтервалУсреднения, с=5		
Генератор=МЧС	Опорный уровень, дБм=-5	
	Импеданс, Ом=120	
	L, дБм=0	
	F1, кГц=500	
	N=27	
	dF, кГц=40	
Сигналы=МЧС	Качество, дБ	Запас=min(Запас_АЧХ, Запас_С/Ш)
	АЧХ, дБ	Нормируемая ЧХ рабочего затухания
	ГВП, мкс	Измеренная ЧХ времени прохождения
	С/Ш, дБ	Нормируемая ЧХ защищенности
	Сел.уровни, дБм0	Спектр помех

Приложение 6. Цифровая линия HDSL по G.991.1 - измерение запаса помехозащищенности



0_HDSL_Ведомый.cfg – подготовка удаленного (ведомого) анализатора		
Линия	2_И_симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 1024 кГц	Параметры измерителя оптимизированы для ожидания управляющей команды от ведущего
Измеритель	Импеданс, Ом=135	
	Флаг «высокоомно» сброшен Макс.уровень, дБм= 11	

Сценарий	HDSL.scn	Направление	Измерение HDSL
Конфигурации	1_HDSL_2B1Q_0784.cfg	Ведущий ← Ведомый	2B1Q, 784 кбит/с
	1rHDSL_2B1Q_0784.cfg	Ведущий → Ведомый	
	2_HDSL_2B1Q_1168.cfg	Ведущий ← Ведомый	2B1Q, 1168 кбит/с
	2rHDSL_2B1Q_1168.cfg	Ведущий → Ведомый	
	3_HDSL_2B1Q_2320.cfg	Ведущий ← Ведомый	2B1Q, 2320 кбит/с
	3rHDSL_2B1Q_2320.cfg	Ведущий → Ведомый	
	4_HDSL_CAP_2320.cfg	Ведущий ← Ведомый	CAP, 2320 кбит/с
	4rHDSL_CAP_2320.cfg	Ведущий → Ведомый	

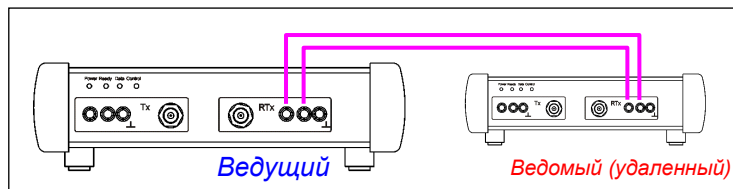
Измерение запаса помехозащищенности пары для цифровой линии HDSL - 2B1Q (784 кбит/с):		
1_HDSL_2B1Q_0784.cfg -передача от ведомого к ведущему, измеряет ведущий, 1rHDSL_2B1Q_0784.cfg - передача от ведущего к ведомому, измеряет ведомый (удаленный).		
Линия	2_Г_И_симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 1024 кГц	Параметры оптимизированы для управления удаленным на линиях до 5 км (ТП-0.5 мм)
Управление удаленным	Уровень, дБм=2	
	Начальная частота, кГц=42.5	
	Конечная частота, кГц=325	
Генератор=МЧС	Опорный уровень, дБм=-5	Параметры измерителя и генератора оптимизированы для измерения запаса помехозащищенности HDSL - 2B1Q - 784 кбит/с
	Импеданс, Ом=135	
	L, дБм0=0	
	F1, кГц=20; N=10; dF, кГц=20	
Измеритель	Импеданс, Ом=135	
	Флаг «высокоомно» сброшен	
	Опорный уровень, дБм=-5	
	Макс.уровень, дБм= 11	
	Миним.уровень сигнала, дБм0=-60	
	Миним.защищенность сигнала, дБ=5	
	Диапазон анализа, кГц=20...200	
Шаг представления спектра, кГц=10		
ИнтервалУсреднения, с=5		
Сигналы=МЧС	Качество, дБ	Запас=min(Запас_АЧХ, Запас_С/Ш)
	АЧХ, дБ	Нормируемая ЧХ рабочего затухания
	ГВП, мкс	Измеренная ЧХ времени прохождения
	С/Ш, дБ	Нормируемая ЧХ защищенности
	Сел.уровни, дБм0	Спектр помех

2_HDSL_2B1Q_1168.cfg -передача от ведомого к ведущему, измеряет ведущий, 2rHDSL_2B1Q_1168.cfg - передача от ведущего к ведомому, измеряет ведомый (удаленный).		
Генератор=МЧС	F1, кГц=20; N=15; dF, кГц=20	Параметры измерителя и генератора для HDSL - 2B1Q - 1168 кбит/с
Измеритель	Диапазон анализа, кГц=20...300	

3_HDSL_2B1Q_2230.cfg -передача от ведомого к ведущему, измеряет ведущий, 3rHDSL_2B1Q_2230.cfg - передача от ведущего к ведомому, измеряет ведомый (удаленный).		
Генератор=МЧС	F1, кГц=20; N=29; dF, кГц=20	Параметры измерителя и генератора для HDSL - 2B1Q - 2230 кбит/с
Измеритель	Диапазон анализа, кГц=20...580	

4_CAP_2B1Q_2230.cfg -передача от ведомого к ведущему, измеряет ведущий, 4rCAP_2B1Q_2230.cfg - передача от ведущего к ведомому, измеряет ведомый (удаленный).		
Генератор=МЧС	F1, кГц=30; N=21; dF, кГц=20	Параметры измерителя и генератора для HDSL - CAP - 2230 кбит/с
Измеритель	Диапазон анализа, кГц=30...430	

Приложение 7. Цифровая линия SHDSL_128-TCPAM – запас помехозащищенности



128-TCPAM_Измеритель.cfg – подготовка удаленного (ведомого) анализатора		
Линия	2_Г_И_симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 1024 кГц	Параметры измерителя оптимизированы для ожидания управляющей команды от ведущего при исполнении сценария 128-TCPAM.scn или позволяют измерить Качество,дБ SHDSL 128-TSPAM для скорости 15360 кбит/с, если на удаленном конце включить 128-TCPAM_Генератор.cfg
Измеритель	Импеданс, Ом=135	
	Центр 895 кГц, полоса 1.25 кГц	
	Макс.уровень, дБм= 31	

128-TCPAM_Генератор.cfg – генератор опорного уровня		
Линия	2_Г_И_симм	Эквивалентная схема в РЭ, часть 1
Частота	до 1024 кГц	Генерирует уровень сигнала, необходимого для измерения запаса помехозащищенности и затухания на частоте 897 кГц, соответствующей середине верхней трети полосы SHDSL 128-TCPAM
Генератор SIN	Импеданс, Ом=135	
	Частота 897 кГц	
	Макс.уровень, дБм= 31	

Сценарий 128-TCPAM.scn	Направление	Измерение в автоматическом режиме при взаимодействии двух анализаторов
Конфигурации	Б15360.cfg	Ведущий ← Ведомый
	Д15360.cfg	Ведущий → Ведомый
	Б12800.cfg	Ведущий ← Ведомый
	Д12800.cfg	Ведущий → Ведомый
	Б10240.cfg	Ведущий ← Ведомый
	Д10240.cfg	Ведущий → Ведомый
	Б07680.cfg	Ведущий ← Ведомый
	Д07680.cfg	Ведущий → Ведомый
	Б05120.cfg	Ведущий ← Ведомый
	Д05120.cfg	Ведущий → Ведомый
	Б02560.cfg	Ведущий ← Ведомый
Д02560.cfg	Ведущий → Ведомый	
<p>При исполнении каждой конфигурации измеряется затухание и защищенность в верхней трети полосы частот. Результаты сопоставляются с нормами, определяемыми значением скорости передачи (кбит/с), указанным в названии конфигурации. Минимальная из величин запаса индицируется как параметр Качество,дБ. Если Качество,дБ>0, то тестируемая линия может обеспечить указанную в названии конфигурации скорость. Буква «Б» в названии конфигурации - измерение производится при передаче с дальнего на ближний конец. Буква «Д» - что Качество,дБ измеряется на дальнем конце и затем передается на ближний для протокола.</p>		

17.10.11 21:09:15 Итог: 128-TCPAM №0001 Проверка кабеля для SHDSL

Результаты исполнения сценария

Конфигурация	Ткнф	Состояние	Результат	уд.Результат
Б15360.cfg	00:00:20	Выполнена	-6, Ненорма	
Д15360.cfg	00:00:20	Выполнена		-3.6, Норма
Б12800.cfg	00:00:20	Выполнена	0.1, Норма	
Д12800.cfg	00:00:20	Выполнена		2.1, Ненорма
Б10240.cfg	00:00:20	Выполнена	6.4, Норма	
Д10240.cfg	00:00:20	Выполнена		8.6, Ненорма
Б07680.cfg	00:00:20	Выполнена	12.3, Норма	
Д07680.cfg	00:00:20	Выполнена		13.9, Ненорма
Б05120.cfg	00:00:20	Выполнена	18, Норма	
Д05120.cfg	00:00:20	Выполнена		20.1, Ненорма
Б02560.cfg	00:00:20	Выполнена	22.4, Норма	
Д02560.cfg	00:00:20	Выполнена		24.2, Ненорма

Пример протокола проверки кабеля для SHDSL 128-TCPAM в диапазоне скоростей 2560...15360 кбит/с. На скорости 15360 кбит/с **Качество,дБ<0**, т.е. работа на этой скорости невозможна. На меньших скоростях **Качество,дБ>0**, т.е. работа линии возможна с измеренным запасом.

Проверка SHDSL 64-TCPAM выполняется конфигурациями до скорости 12800 кбит/с. Проверка SHDSL 32-TCPAM - до 10240 кбит/с и т.д.

