

*Сети  
широкополосного  
абонентского  
доступа –*

*Нормирование  
цифровых линий*

ООО «Аналитик-ТС»

Россия, 125424, Москва, Волоколамское шоссе,73

+7(495)775-60-11 [www.analytic.ru](http://www.analytic.ru) [info@analytic.ru](mailto:info@analytic.ru)

**ADSL4**

**ADSL2+**

**ADSL2**

**ADSL**

**SHDSL.bis**

**SHDSL**

**HDSL**



2007-2008

**Цель нормирования  
сетей  
широкополосного  
абонентского  
доступа:**

- обеспечение эксплуатационной  
надежности сети**
- достигается выполнением  
регламентированных процедур  
инсталляции цифровых линий**

# Цифровые линии (xDSL):

**HDSL** до **2 Мбит/с**

**SHDSL** до **4 Мбит/с**

**SHDSL.bis** до **6 Мбит/с**

**ADSL** до **8 Мбит/с**

**ADSL2** до **12 Мбит/с**

**ADSL2+** до **24 Мбит/с**

**ADSL4** до **50 Мбит/с**

# **Процедуры установки цифровых линий:**

- контроль расходования скоростного потенциала многопарного кабеля и**
- нормирование параметров электромагнитной совместимости (ЭМС) цифровых линий**

# Нормативные документы:

Рекомендации  
ITU-T

**G.99x.x, L.19, K.24**

Стандарты,  
правила,  
справочники

**МЭК 62255**

**ОСТ 45.36-97, 45.62-97, 45.81-97  
ОСТ 45.82-96, 45.83-96**

**Правила применения оборудования  
проводных и оптических систем  
передачи абонентского доступа**

(Утверждены приказом Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации № 112 от 24.08.06)

**А.С. Брискер и др.** Городские телефонные кабели.  
Справочник. Радио и связь, Москва. 1991

**Ю.А. Парфенов.** Кабели электросвязи. Экотрендз,  
Москва. 2003

# **Задача измерений - квалифицированное принятие решений:**

- по выбраковке пар,  
несоответствующих норме скорости**
- при поиске и устранении  
источников недопустимых помех**
- о необходимости  
выполнения ремонта кабеля**

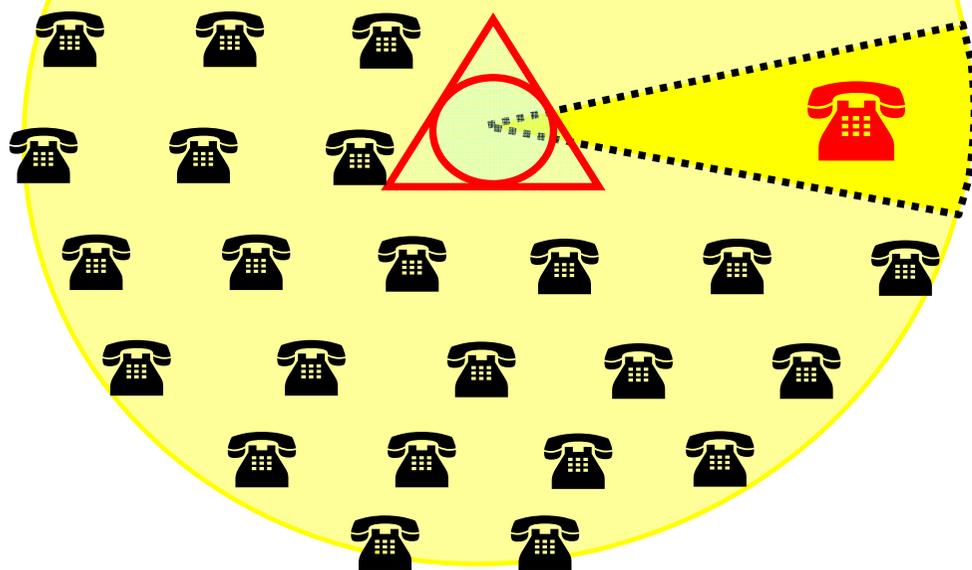
## *xDSL\ГодностьПары\Нормы*

*Любой результат измерений  
представляет интерес только в  
сопоставлении с нормой.*

*Что нормировано для xDSL?*

# *xDSL\Годность Пары\Нормы*

Макс. затухание по ОСТ 45.36-97: 4,5 дБ (0,8 кГц)			
Тип кабеля		ТП-0,4	ТП-0,5
Длина абонент. линии, км	Максимальная	$4,5\text{дБ}/1,54\text{дБ}/\text{км} =$ <b>2,9</b>	$4,5\text{дБ}/1,23\text{дБ}/\text{км} =$ <b>3,7</b>
	Усредненная по площади зоны обслуживания	<b>2,1</b>	<b>2,6</b>



# *xDSL\Годность Пары\Нормы*

Параметры местных сетей		Норма	Факт
Длина абонентской линии, км	Макс.	2,9(ТП-0,4)	3,7(ТП-0,5)
	Средняя	2,1(ТП-0,4)	2,6(ТП-0,5)
Емкость пары, нФ/км		=50 (ОСТ 45.82-96)	↑ до 60 и ↑
Частотные характеристики кабелей – диапазон частот до 4 МГц	Затухание асимметрии, дБ	>40 (ITU-T L.19)	↓ до 20
	NEXT, дБ	>44...56 (L.19)	↓ до 20
	ELFEXT, дБ	>38...54 (L.19)	↓ до 20
	Затухание отражения, дБ	>16 (ITU-T L.19)	↓ до 10
Спектры допустимых помех		ETSI A	ETSI B и ↑
Типы АТС		АТС-Э	АТС-К
SHDSL, SHDSL.bis, ADSL, ADSL2, ADSL2+, ADSL4: до 50Мбит/с			

# *xDSL\Годность Пары\Нормы*

Нормирование цифровой линии должно осуществляться по потребителскому параметру -  
**по скорости**

Эксплуатационная надежность сетей xDSL должна быть обеспечена регламентированием процедуры инсталляции **каждой линии**

Контроль пар должен выполняться приборами, поддерживающими систему норм и обеспечивающими **автоматический учет норм при измерениях**

Источники норм xDSL:

**ITU-T L.19\***

- нормы асимметрии
- нормы NEXT
- нормы ELFEXT

**ITU-T G.996.1\*\***

- норма помех ETSI B

**Кабельные справочники**

- номинальные ЧХ передачи и импеданса

**Норма уплотнения**

- 30% (3 пары в десятке)

*\*МСЭ-Т L.19 Многопарные медные сетевые кабели, обеспечивающие одновременную работу нескольких служб таких как POTS, ISDN и xDSL. 11/2003. Учен опыт Франции, Индии, Бразилии*

*\*\* ITU-T G.996.1 Test procedures for digital subscriber line (DSL) transceivers. 02/2001*

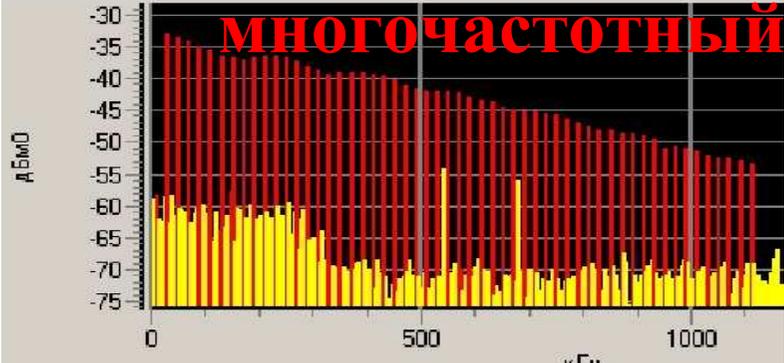
# *xDSL\ГодностьПары\Модели xDSL*

*Какова*

*помехозащищенность*

*оконечного оборудования xDSL?*

# *xDSL\ГодностьПары\Модели xDSL*

Модуляция	DMT	РАМ
<b>Линейная скорость, кбит/с</b>	<b>ADSL до 8000</b> <b>ADSL2 до 12000</b> <b>ADSL2+ до 24000</b> <b>ADSL4 до 48000</b>	<b>SHDSL до 3840</b> <b>SHDSL.bis до 5696</b>
<b>Спектр, дБм/10кГц</b>	 <p><b>многочастотный</b></p>	 <p><b>непрерывный</b></p>
<b>Помехо- защищен- ность, дБ</b>	$\mathbf{SNR \approx 3K + \Delta R_0 + \Delta R_m}$ <p> <math>\Delta R_0 = 10</math> запас неидеальности приемника, дБ  <math>\Delta R_m = 6</math> запас помехозащищенности, дБ  <math>K = V/B</math> кратность модуляции  <math>V</math> линейная скорость, кбит/с  <math>B</math> тактовая частота, кбод         </p>	

# xDSL\Годность Пары\Модели xDSL

## Математические модели xDSL

должны быть встроены в xDSL-анализатор

### Скоростной потенциал ADSL/ADSL2/ADSL2+/ADSL4 (down)

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{DMT} = f_{symp} \sum_{i=i_0}^{i=i_1} K_i \\ K_i \approx [0,33(R(f_i) - \Delta R)] \\ K_i \leq K_{\max} = 4...12 \quad \Delta R = 6 + 10dB \end{array} \right.$$



### Запас помехозащитности SHDSL / SHDSL.bis

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta R_{DSL} = \min_{f=f_0...f_1} (R(f) - (R_{\min} + \Delta R)) \\ R_{\min} = 10 \lg(2^K - 1) \\ K = V_{DSL} / (f_1 - f_0) \quad \Delta R = 6 + 10dB \end{array} \right.$$



*xDSL\ГодностьПары\Выбор норм*

*Как выбрать нормы xDSL,  
чтобы результатом  
введения нормирования  
стал бы*

*расцвет сети*

*широкополосного  
доступа?*

# *xDSL\ГодностьПары\Выбор норм*

## **Нормирование цифровой линии по скорости**

*Нормируются не характеристики кабелей или шумы, а нормируется потребительская характеристика - скорость*

**Источники норм xDSL:**

**ITU-T L.19**

- нормы асимметрии
- нормы NEXT
- нормы ELFEXT

**ITU-T G.996.1**

- норма помех ETSI B

**Кабельные справочники**

- номинальные ЧХ  
передачи и импеданса

**Норма уплотнения**

- 30% (3 пары в десятке)

**Норма скорости = ?**

**Три сценария:**

**Минимум хлопот (минимализм)**

**Взвешенный подход (ITU-T)**

**Сверхзадача (максимализм)**

# *xDSL\Годность Пары\Выбор норм*

## **Нормирование в рамках сценария развертывания сети широкополосного**

## **абонентского доступа**

*Нормируется не конкретная линия, но нормы на каждую устанавливаемую линию определяются для создаваемой сети*

<b>Сценарий</b>	<b>Тактика</b>	<b>Минусы</b>	<b>Плюсы</b>
<b>Минимум хлопот</b>	Расчет на наихудший случай при любом коэффициенте уплотнения	Существенное ограничение площади зоны обслуживания – минимум абонентов	Ничего и никогда не измерять - подключил оборудование – линия должна работать
<b>Взвешенный подход</b>	Нормирование на основе рек. ITU-T и планируемого коэффициента цифрового уплотнения кабеля	Проведение измерений необходимо, но только в особых случаях	Контролируемое расходование скоростного потенциала кабеля
<b>Сверхзадача</b>	Стремление к обеспечению скоростного потенциала линии равного скоростному потенциалу оконечного оборудования	Постоянный мониторинг сети. Работа на пределе - минимальная устойчивость	Максимальная площадь зоны обслуживания на необходимой скорости

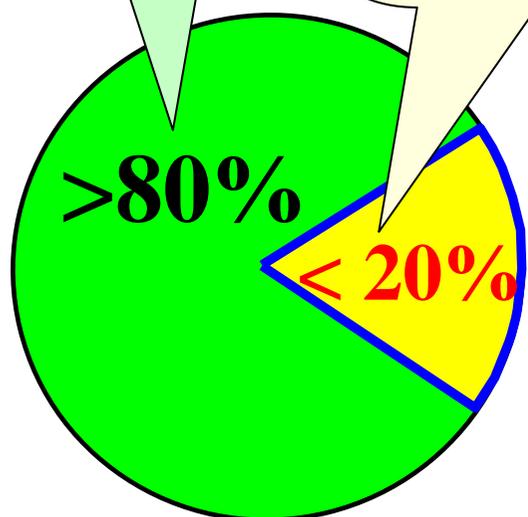
# *xDSL\Годность Пары\Выбор норм*

Минимизация измерений предполагает, что установка xDSL будет в большинстве случаев (не менее 80%) успешна без выполнения каких-либо измерительных процедур.

В незначительном количестве случаев (до 20%) допускается несоответствие скорости xDSL номиналу – при этом характеристики кабелей должны быть измерены и принято решение о целесообразности ремонта кабеля.

*Есть норма скорости при 1-м включении линии!*

*Норма скорости при 1-м включении не выполнена!*



**Взвешенный подход=?**

**«Выход годных» линий 80 из 100 многим экспертам представляется допустимым.**

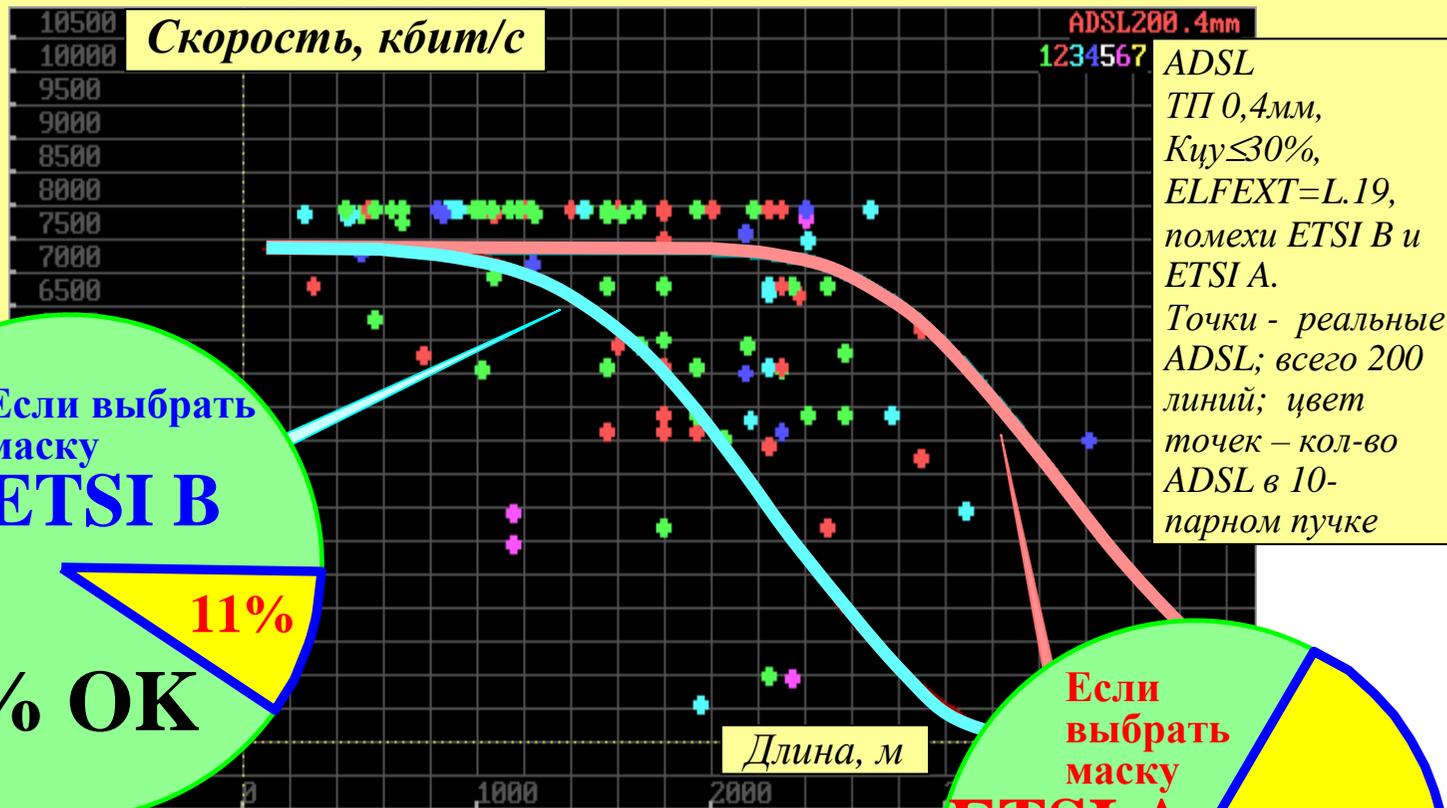
*Настроить нормы на заданное соотношение можно путем выбора предельно допустимых помех, опираясь на данные установки реальных линий на реальной сети*

# xDSL\Годность Пары\Выбор норм

Выбор норм – рекомендации ITU-T G.996.1, L.19.

Опробование норм - компания АИСТ, которая реализует

масштабный  
ADSL-проект  
на новых  
сетях города  
Тольятти



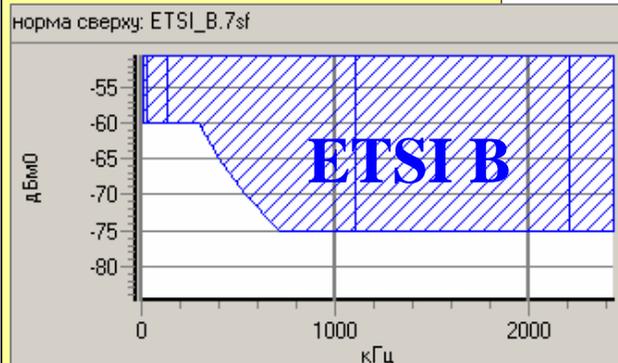
«Выход годных» линий после первого включения составляет:

89% при выборе предела помех ETSI B,

73% при выборе ETSI A

# xDSL\Годность Пары\Выбор норм

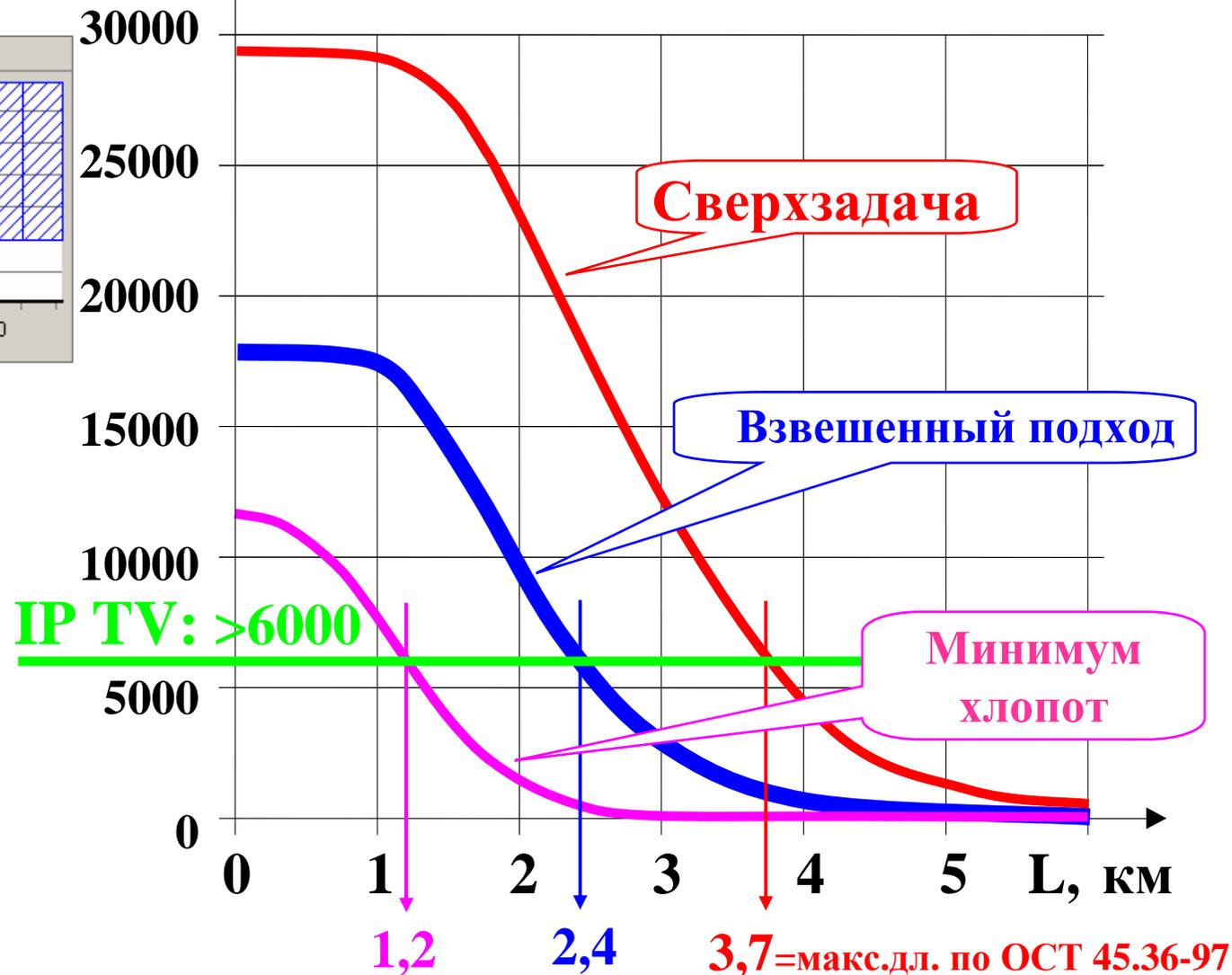
**Взвешенный  
подход** - спектр  
допустимых  
помех=**ETSI B**:



кГц	≤300	400	≥711
дБм/10кГц	-60	-65	-75

**Скоростные  
характеристики  
трех сценариев  
развертывания  
сети цифрового  
абонентского  
доступа**

V, кбит/с **ADSL2+ downstream\ТП 0,5мм**



# *xDSL\ГодностьПары\Инсталляция*

Алгоритм инсталляции *КАЖДОЙ* цифровой линии

**Задача измерений по технологии "xDSL\ГодностьПары" - обеспечение квалифицированного принятия решений:**

- **выбраковка пар, несоответствующих норме скорости;**
- **ПОИСК ИСТОЧНИКОВ недопустимых помех;**
- **ремонт кабеля**

**xDSL\ГодностьПары**

Ввод линии в эксплуатацию:  $V_{max} = V_{user}$

