

# МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

# L.19

(11/2003)

СЕРИЯ L: КОНСТРУКЦИЯ, ПРОКЛАДКА И ЗАЩИТА  
КАБЕЛЕЙ И ДРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИНЕЙНО-  
КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

---

**Многопарные медные сетевые кабели,  
обеспечивающие одновременную работу  
нескольких служб, таких как POTS, ISDN  
и xDSL**

Рекомендация МСЭ-Т L.19

---



## **Рекомендация МСЭ-Т L.19**

### **Многопарные медные сетевые кабели, обеспечивающие одновременную работу нескольких служб, таких как POTS, ISDN и xDSL**

#### **Резюме**

В настоящей Рекомендации рассмотрены некоторые общие вопросы введения новых систем и служб, как, например, ISDN (ЦСИС) и xDSL, которые поддерживаются сетями доступа. Также приведены некоторые требования к характеристикам местной цифровой линии (Digital Local Line) с точки зрения предоставления качественных услуг абонентам. Кроме того, описаны некоторые аспекты использования многопарных медных кабелей, обеспечивающих одновременную работу нескольких служб, таких как ISDN/xDSL.

#### **Источник**

Рекомендация МСЭ-Т L.19 утверждена 28 ноября 2003 года 6-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2001–2004 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи. Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним с целью стандартизации электросвязи на всемирной основе.

Всемирная ассамблея по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяет темы для изучения Исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

## ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соответствие положениям данной Рекомендации является добровольным делом. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (для обеспечения, например, возможности взаимодействия или применимости), и тогда соответствие данной Рекомендации достигается в том случае, если выполняются все эти обязательные положения. Для выражения требований используются слова "shall" ("следует", "обязан") или некоторые другие обязывающие термины, такие как "must" ("должен"), а также их отрицательные эквиваленты. Использование таких слов не предполагает, что соответствие данной Рекомендации требуется от каждой стороны.

## ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на то, что практическое применение или реализация этой Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, обоснованности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, отстаиваются ли они членами МСЭ или другими сторонами вне процесса подготовки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещения об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для реализации этой Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что это может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ.

© ITU 2005

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких-либо средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Сфера применения .....	1
2 Ссылки .....	1
3 Определения .....	2
4 Сокращения .....	2
5 Общие положения .....	2
5.1 Цели .....	2
5.2 Технологии ISDN/xDSL .....	3
5.3 ISDN/xDSL: Технические проблемы .....	3
5.4 Среда передачи .....	3
6 Рекомендуемые требования к DLL для ISDN/xDSL .....	4
6.1 Минимальные требования к цифровой местной линии для ISDN/xDSL .....	4
6.2 Физические характеристики цифровой местной линии.....	5
6.3 Принципиальные электрические и передаточные характеристики для систем и служб ISDN/xDSL .....	5
6.4 Использование многопарных медных сетевых кабелей, обеспечивающих одновременную работу нескольких служб, таких как POTS, ISDN и xDSL.....	8
Добавление I – Кабельные отводы (BT): Эффект от потерь, связанных с длиной кабельного отвода.....	9
Добавление II – Опыт France Telecom .....	13
II.1 Массовое развертывание систем ADSL: Процесс оценки канала.....	13
II.2 Максимальный радиус действия систем ADSL .....	13
II.3 Качество медной пары в полевых условиях.....	13
Добавление III – Опыт Индии .....	14
Добавление IV – Опыт Бразилии .....	15
IV.1 Введение .....	15
IV.2 Требования к абонентской линии .....	16

## **Введение**

Местная абонентская сеть обеспечивает доступ абонентов к базовым службам телефонии с защитой от серьезных проблем при передаче сигнала в полосе тональных частот (300–3400 Гц). В ходе эволюции технологий передачи появились новые системы и службы (ISDN, HDSL, SHDSL и ADSL), использующие существующие меднопроводные линии. Таким образом, появилась необходимость поддерживать возможность работы нескольких служб одного или нескольких поставщиков услуг по общим кабелям (медным и оптическим) и в других элементах сети. Когда более одного оператора присутствуют в одной сети и делят ресурсы сети между собой, это называется "развязыванием сети" ("unbundling the network"). Использование такого подхода требует ужесточить требования к взаимным помехам. Следовательно, необходимо определить качество абонентских линий для таких новых служб и систем, как ISDN, HDSL, SHDSL и ADSL.

## Рекомендация МСЭ-Т L.19

### Многопарные медные сетевые кабели, обеспечивающие одновременную работу нескольких служб, такие как POTS, ISDN и xDSL

#### 1 Сфера применения

В данной Рекомендации рассматриваются общие вопросы и требования к характеристикам цифровых местных линий, которые используются между линейным окончанием (Line Termination) и сетевым окончанием (Network Termination) для обеспечения работы служб ISDN и xDSL. Вопросы, связанные с домашней сетью, в данной Рекомендации не рассматриваются. Более того, в данной Рекомендации приведено руководство по использованию многопарных медных кабелей, обеспечивающих одновременную работу нескольких таких служб, как ISDN/xDSL.

Значения, использованные в данной Рекомендации, основаны на том наборе технологий DSL, которые были известны на момент публикации Рекомендации. Однако общие принципы применимы к любому типу технологии DSL, который обычно обозначается как xDSL.

#### 2 Ссылки

Указанные ниже Рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые путем ссылки на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие источники могут подвергаться пересмотру; поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается изучить возможность применения последнего издания Рекомендаций и других источников, перечисленных ниже. Список действующих в настоящее время Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка на документ в данной Рекомендации не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

- [1] ITU-T Recommendation G.961 (1993), *Digital transmission system on metallic local lines for ISDN basic rate access.*
- [2] ITU-T Recommendation G.991.1 (1998), *High bit rate digital subscriber line (HDSL) transceivers.*
- [3] ITU-T Recommendation G.991.2 (2003), *Single-pair high-speed digital subscriber line (SHDSL) transceivers.*
- [4] ITU-T Recommendation G.992.1 (1999), *Asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceivers.*
- [5] ITU-T Recommendation G.992.2 (1999), *Splitterless asymmetric digital subscriber line (ADSL) transceivers.*
- [6] ITU-T Recommendation G.993.1 (2001), *Very high speed digital subscriber line foundation.*
- [7] ITU-T Recommendation G.995.1 (2001), *Overview of digital subscriber line (DSL) Recommendations.*
- [8] ITU-T Recommendation G.996.1 (2001), *Test procedures for digital subscriber line (DSL) transceivers.*
- [9] IEC 62255, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for broadband digital communications (High bit rate Digital access Telecommunication Network) – Outside plant cables.*

### 3 Определения

Определения, используемые в данной Рекомендации, приведены в Рекомендациях МСЭ-Т G.961, G.991.x, G.992.x, G.995.1 и в стандарте МЭК 62255.

### 4 Сокращения

В данной Рекомендации используются следующие сокращения:

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	Асимметричная цифровая абонентская линия
BT	Bridged Tap	Кабельный отвод
DLL	Digital Local Line	Цифровая местная линия
ELFEXT	Equivalent Level Far-End Crosstalk	Перекрестная помеха на дальнем конце с эквивалентным уровнем
HDSL	High-speed Digital Subscriber Line	Высокоскоростная цифровая абонентская линия
LCL	Longitudinal Conversion Loss	Потери разбалансировки
LT	Line Termination	Линейное окончание
NEXT	Near-End Crosstalk	Перекрестная помеха на ближнем конце
NT	Network Termination	Сетевое окончание
PSL	Power Sum Loss	Суммарные потери между всеми парами
SHDSL	Single-pair High-speed Digital Subscriber Line	Однопарная высокоскоростная цифровая абонентская линия
VDSL	Very high-speed Digital Subscriber Line	Сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия
xDSL	Any of the various types of Digital Subscriber Line systems	Система одного из типов цифровой абонентской линии

### 5 Общие положения

#### 5.1 Цели

Учитывая, что цифровой участок доступа между местной АТС и абонентом является ключевым элементом для успешного внедрения новых служб и систем ISDN/xDSL, необходимо принять во внимание следующие требования к сети:

- возможность эксплуатации существующих двухпроводных неиспользуемых (холостых) линий без применения воздушной абонентской проводки;
- целью является достижение 100-процентной загрузки кабеля для использования новыми службами и системами ISDN/xDSL без выбора пары, реорганизации кабеля или отказа от использования кабельных отводов (BT);
- целью является подключение основной массы абонентов к новым службам и системам ISDN/xDSL без использования регенераторов. В остальных случаях могут потребоваться специальные меры;
- совместное использование кабеля с такими существующими службами, как телефония и передача данных в полосе тональных частот;
- различные национальные требования, связанные с электромагнитной совместимостью (EMC);
- обеспечение передачи напряжения питания по сети в нормальном и защищенном режиме;
- обеспечение возможности поддержки функций техобслуживания.



## 5.2 Технологии ISDN/xDSL

В таблице 1 приведены четыре наиболее важные технологии:

- ISDN МСЭ-Т G.961, базовый доступ, скорость передачи данных 160 кбит/с (2В + D) полный дуплекс;
- HDSL МСЭ-Т G.991.1, скорость передачи данных 2 Мбит/с в каждом направлении, однако требуется до трех медных пар;
- SHDSL МСЭ-Т G.991.2, скорость передачи данных 2 Мбит/с в каждом направлении по одной медной паре;
- ADSL МСЭ-Т G.992.1, скорость передачи данных до 8 Мбит/с (для G.992.2 ADSL, 1,5 Мбит/с), полоса пропускания по направлению к абоненту подходит для быстрого доступа в Интернет, но не подходит для передачи видеoinформации.

Рассматриваемые в этой главе технологии являлись наиболее популярными на момент утверждения данной Рекомендации. Этот список должен быть пересмотрен при появлении новых технологий (процессов).

**Таблица 1/L.19 – Скорости передачи данных технологий xDSL**

"Семейство" xDSL	Скорость передачи данных (по направлению к абоненту)	Ссылки
ISDN	160 кбит/с	Рекомендация МСЭ-Т G.961
ADSL	до 8 Мбит/с	Рекомендации МСЭ-Т G.992.1, G.992.2
HDSL	2 Мбит/с	Рекомендация МСЭ-Т G.991.1
SHDSL	до 2 Мбит/с	Рекомендация МСЭ-Т G.991.2

## 5.3 ISDN/xDSL: Технические проблемы

В случае если более одного оператора используют одни и те же кабельные пары, могут возникнуть технические проблемы со службами ISDN/xDSL.

Степень помех между различными службами в одном кабеле зависит от используемых технологий и физических характеристик кабеля (разделение пар, используемая изоляция и т. д.). Технологии большой мощности, такие как ADSL, создают наибольшие проблемы помех.

Существует пять основных технических проблем при внедрении служб ISDN/xDSL:

- необходимость сохранить целостность существующих служб: Помехи, создаваемые линиями xDSL, могут вызвать отказ или значительное ухудшение работы существующих служб (например, ISDN, HDSL по выделенной линии);
- необходимость модификации процедур проведения тестов линий: Применение модема ADSL на абонентской линии усложняет проведение тестов;
- требование минимизации уровня помех между технологиями передачи данных ISDN/xDSL;
- необходимость как можно более широкого использования абонентских линий для широкополосных служб xDSL;
- каким образом лучше всего выбирать линии для использования технологии xDSL: Не все линии подходят для ADSL. Наиболее серьезный фактор, препятствующий использованию ADSL – затухание сигнала. Этот параметр зависит от расстояния, однако точное расстояние, на котором ADSL будет функционировать, также зависит от характеристик линии и предполагаемой скорости передачи данных. Также на качество работы влияют и другие факторы (например, шумы, взаимные или радиочастотные помехи и т. д.).

## 5.4 Среда передачи

Среда передачи, по которой должна работать цифровая система передачи, – сеть доступа на медножильных кабелях, которая обеспечивает подключение абонентов к местной АТС с помощью абонентских линий.

В этой сети для предоставления абонентам услуг используются медножильные кабели.

Предполагается, что меднопроводные местные линии способны обеспечивать одновременную передачу цифровых сигналов ISDN/xDSL в обоих направлениях между линейным окончанием (LT) и сетевым окончанием (NT), как показано на рисунке 1.

Для упрощения предоставления услуг ISDN/xDSL цифровая система передачи должна быть способна обеспечивать приемлемые рабочие характеристики по большинству меднопроводных местных линий без проведения специальной адаптации. Максимальное количество меднопроводных местных линий, которые могут быть использованы для ISDN/xDSL, может быть получено путем использования минимальных требований систем ISDN/xDSL к этим линиям.

В дальнейшем термин "цифровая местная линия" используется для описания меднопроводной местной линии, удовлетворяющей минимальным требованиям систем ISDN/xDSL.

## **6 Рекомендуемые требования к DLL для ISDN/xDSL**

Для технологий передачи данных, описанных в главе 5, необходимо определить соответствующие справочные величины требований к цифровым местным линиям для служб ISDN/xDSL. В соответствии с этими требованиями определяется пригодность абонентской линии для соответствующей службы ISDN/xDSL. В этой главе описываются минимальные требования к DLL, физические и электрические характеристики, а также требования к эксплуатационным характеристикам служб ISDN/xDSL для достижения 100% использования кабеля без выполнения его реорганизации с целью предотвратить возможные технические проблемы.

### **6.1 Минимальные требования к цифровой местной линии для ISDN/xDSL**

Цифровая местная линия для ISDN/xDSL должна удовлетворять следующим требованиям:

- отсутствие удлинительных катушек;
- отсутствие воздушной проводки;
- отсутствие расщепленных пар:

В расщепленной паре один провод подключен к другой паре в месте срачивания и возвращается назад. В основном это случается в кабелях без условной окраски.

В подобной ситуации переходные помехи между расщепленными парами значительно возрастают, и качество передачи данных системами DSL резко ухудшается. Таким образом, расщепленные пары необходимо тщательно проверять;

- минимальное использование кабельных отводов:

Когда присутствуют кабельные отводы (BT), в цифровой местной линии появляются дополнительные потери, которые зависят от частоты сигнала, скорости распространения и длины кабельного отвода. Разделение кабельных отводов рекомендуется только в том случае, если из-за них наблюдается значительное снижение качества передачи данных.

Кабельные отводы, используемые на абонентской линии, вносят дополнительное затухание в передаваемый сигнал. Затухание возникает за счет отраженной мощности в направлении генератора вследствие прерывности передачи, вызванной открытым окончанием в кабельном отводе.

**ПРИМЕЧАНИЕ 1.** – Кабельный отвод является секцией витой пары без использования окончания, проложенной поперек линии и подключенной в точках сгиба или сращениях.

**ПРИМЕЧАНИЕ 2.** – В случаях, когда присутствует более двух BT, их допустимое количество зависит от длины BT.

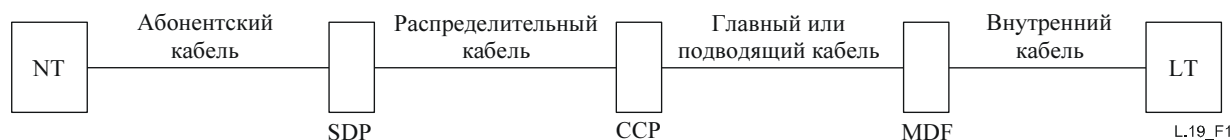
## 6.2 Физические характеристики цифровой местной линии

DLL состоит из одной или более кабельных секций, сращенных или соединенных вместе.

Распределительный или главный кабель имеет следующую конфигурацию:

- каскад кабельных секций различного диаметра и длины;
- могут присутствовать один или несколько кабельных отводов в различных точках подводящего, распределительного и абонентского кабеля.

Общее описание приведено на рисунке 1, а в таблице 2 даны типовые примеры характеристик кабелей, применяемых для цифровых местных линий.



Точки соединения:

- CCP Точка кроссировки (или сростка)
- MDF Основной распределительный фрейм
- SDP Абонентская распределительная точка

Рисунок 1/L.19 – Физическая модель цифровой местной линии

Таблица 2/L.19 – Типовые характеристики кабелей

	Внутренний кабель	Главный кабель	Распределительный кабель	Абонентский кабель
Диаметр проводника (мм)	от 0,3 до 0,6	от 0,3 до 1,4	от 0,3 до 1,4	от 0,3 до 0,9
Структура	SQ или TP L или B	SQ или TP L или B	SQ или TP L или B	SQ, TP или UP
Максимальное количество пар	1200	2400/0,4 мм 4800/0,3 мм	600/0,4 мм	2 (воздушный кабель) 600 (внутренний кабель)
Взаимная емкость (нФ/км на 800 Гц)	от 55 до 120	от 25 до 60	от 25 до 60	от 35 до 120
B	Пучки	TP	Витые пары	
L	Слои	UP	Пары без навивки	
SQ	Звездная скрутка			

## 6.3 Принципиальные электрические и передаточные характеристики для систем и служб ISDN/xDSL

Принципиальные электрические и передаточные характеристики описаны в Рекомендациях МСЭ-Т G.961 для ISDN, G.991.x для HDSL/SHDSL и G.992.x для ADSL. Значения, содержащиеся в таблицах с 3 по 5, приведены в качестве примеров.

### 6.3.1 Вносимые потери

В таблице 3 приведены примерные значения приемлемого уровня максимальных вносимых потерь для систем и служб ISDN/xDSL. Примеры взяты из Рекомендаций по DSL (G.995.1).

**Таблица 3/L.19 – Примерные значения приемлемого уровня максимальных вносимых потерь**

Семейство xDSL	Тестовые частоты (кГц)	Макс. вносимые потери (дБ)
ISDN (Америка)	40	42
ISDN (Европа)	40	36
TCM-ISDN (Япония)	160	50
HDSL	150	30
SHDSL	200	25
ADSL (1,5 Мбит/с – G.992.2)	300	60
ADSL (6 Мбит/с – G.992.1)	300	40

ПРИМЕЧАНИЕ. – Для систем ADSL только AWGN (аддитивный белый гауссов шум) – 140 дБм/Гц рассматривается в качестве шума. Если присутствует любой тип помех, таких как кабельный отвод, переходные шумы и т. д., приемлемый уровень максимальных вносимых потерь будет, соответственно, снижен.

При невозможности проведения высокочастотного теста линии используются значения типового радиуса действия и сопротивления линии DLL по постоянному току, а также вносимые потери. В таблице 4 показаны типовые значения сопротивления по постоянному току (Ом/км), а также характеристики потерь на медножильной линии (дБ/км). В основном значения взяты из Рекомендации МСЭ-Т G.996.1. Типовой радиус действия для каждой из служб указан в таблице 5.

**Таблица 4/L.19 – Типовое сопротивление по постоянному току и потери на медножильной линии**

Диаметр	Сопротивление по пост. току (Ом/км)	Вносимые потери (дБ/км)			
		40 кГц	150 кГц	200 кГц	300 кГц
0,4 мм	280	9,0	12,0	13,0	14,6
0,5 мм	177	6,2	8,5	9,5	11,0

**Таблица 5/L.19 – Типовой радиус действия для служб ISDN/xDSL**

Службы	Макс. сопротивление по пост. току (Ом)	Типовой радиус действия (км)	
		0,4 мм	0,5 мм
ISDN (Северная Америка)	1300	4,6	6,7
ISDN (Европа)	1120	4,0	5,8
TCM-ISDN (Япония)	810	2,7 (одна пара) 4,7 (две пары)	4,3 (одна пара) 6,3 (две пары)
HDSL	700	2,5	3,5
SHDSL	530	1,9	2,6
ADSL (1,5 Мбит/с – G.992.2)	1150	4,1	5,4
ADSL (6 Мбит/с – G.992.1)	760	2,7	3,6

### 6.3.2 Переходные помехи

Шумы переходных помех возникают, в общем случае, из-за потерь оконечного соединения между парами в одном кабеле, особенно расположенными близко друг к другу. Оконечное соединение между парами приводит к созданию сигналом, передающимся по одной DLL (DLL, вызывающая помехи), помех сигналу, передающемуся по соседней DLL (DLL, подверженная помехам). Такой тип помех известен как шум переходных помех. Разновидностями переходных помех являются перекрестная помеха на ближнем конце (NEXT) и перекрестная помеха на дальнем конце (FEXT).

Считается, что перекрестная помеха на ближнем конце (NEXT) является основным типом переходных помех в медножильных кабелях, используемых в симметричных системах. Для систем с асимметричным использованием пар, таких как ADSL, где используются разные частоты для передачи данных в разных направлениях, основным типом переходных помех является FEXT. Поскольку помеха типа FEXT связана с медножильными кабелями, используется термин ELFEXT (перекрестная помеха на дальнем конце с эквивалентным уровнем). Определение ELFEXT приведено в МЭК 62255.

Переходная помеха: Шум, внесенный в подверженную влиянию цифровую местную линию из нескольких вызывающих помехи цифровых местных линий, проявляется, с одной стороны, как наличие одной вызывающей помехи местной линии с потерями соединения и как частотная характеристика, известная как суммарные потери между парами (PSL), с другой стороны.

Рекомендуется, чтобы значения PSL для NEXT и ELFEXT на кабелях с витыми парами для широкополосной передачи данных удовлетворяли значениям, указанным в МЭК 62255. Примерные значения PSL приведены в таблице 6. Для скрученного кабеля значения PSL требуют дальнейшего изучения.

**Таблица 6/L.19 – Примерные минимальные значения PSL на кабелях с витыми парами**

Частота (кГц)	Минимальный NEXT PSL (дБ)	Минимальный ELFEXT PSL (дБ)
150	56	54
300	52	48
1000	44	38

ПРИМЕЧАНИЕ. – Эти значения определены в МЭК 62255.

### 6.3.3 Асимметрия относительно земли

Поскольку увеличивается использование широкополосных служб, переход передаваемого в кабеле сигнала между системами xDSL и радиосигналами может вызвать взаимные помехи. Уровень этого перехода в медной паре зависит от значения асимметрии относительно земли. Цифровая местная линия должна иметь конечную асимметрию относительно земли.

Асимметрия относительно земли описывается с помощью потерь разбалансировки (LCL). Значение LCL для каждой службы определено в Рекомендации МСЭ-Т О.9. В таблице 7 приведены минимальные значения LCL для каждой службы.

**Таблица 7/L.19 – Минимальные требования по LCL, приведенные в Рекомендациях МСЭ-Т**

Службы	Частота (кГц)	LCL	Сопротивление (Ом)	Ссылка
ISDN	80 8–800	44 дБ уменьшение 5 дБ/декада	150, 110	G.961
ADSL	25–1104	40 дБ	100	G.992.1 <sup>a)</sup>

<sup>a)</sup> Это значение определено в А.4.3.1/G.992.1 как LCL на интерфейсе U-C или U-R.

### 6.3.4 Импульсный шум

В цифровой местной линии будет присутствовать импульсный шум, возникший как за счет совместного использования ее несколькими системами, так и за счет воздействия других источников. Импульсный шум в качестве примера должен находиться ниже огибающей, приведенной на рисунке 2.

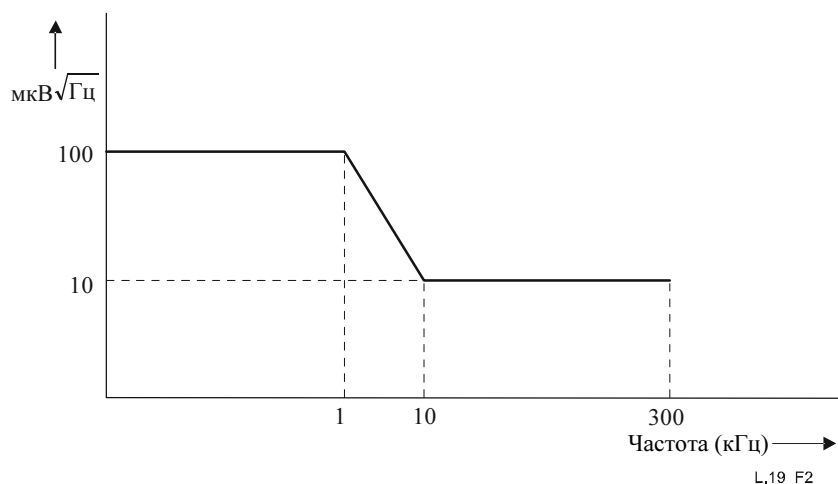
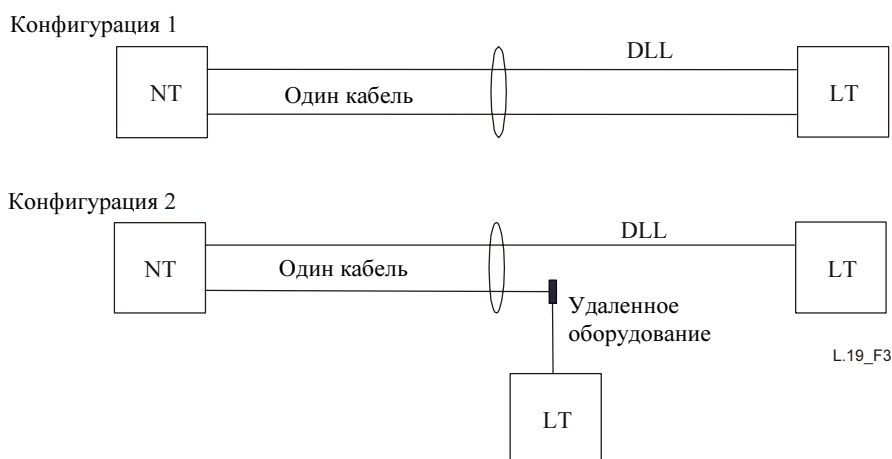


Рисунок 2/L.19 – Импульсный шум

ПРИМЕЧАНИЕ. – Приемлемые уровни импульсного шума для систем ADSL находятся в стадии изучения.

### 6.4 Использование многопарных медных сетевых кабелей, обеспечивающих одновременную работу нескольких служб, таких как POTS, ISDN и xDSL

В настоящее время существует тенденция по поддержке нескольких служб одного или нескольких поставщиков услуг по общему многопарному медному кабелю. Применение оптических систем передачи на участке от местной АТС до удаленного оборудования уменьшает длину цифровой абонентской линии между LT и NT, таким образом, преодолеваются ограничения по расстоянию, и появляется возможность использовать более высокую скорость передачи. Следовательно, различные системы, использующие меднопроводные линии на всем участке или на части участка, могут совместно использовать многопарный кабель. Типовые конфигурации цифровой местной линии показаны на рисунке 3.



Удаленное оборудование расположено в любой точке на маршруте к абонентам

Рисунок 3/L.19 – Конфигурация цифровой местной линии с использованием нескольких служб

С целью обеспечить максимальное использование местной линии с такими конфигурациями без выбора пар требуется применение соответствующего руководства по прокладке кабеля для технологии xDSL.

В случае конфигурации 1, когда ЛТ расположены в одной точке и если вносимые потери на цифровой абонентской линии для каждой службы удовлетворяют значениям, определенным в таблице 3, любая система, приведенная в данной Рекомендации (POTS, ISDN, xDSL), может использовать многопарный кабель одновременно с другими системами. Это возможно за счет того, что каждая система была разработана с учетом возможных переходных помех и допустимого уровня мешающих влияний существующих и новых систем.

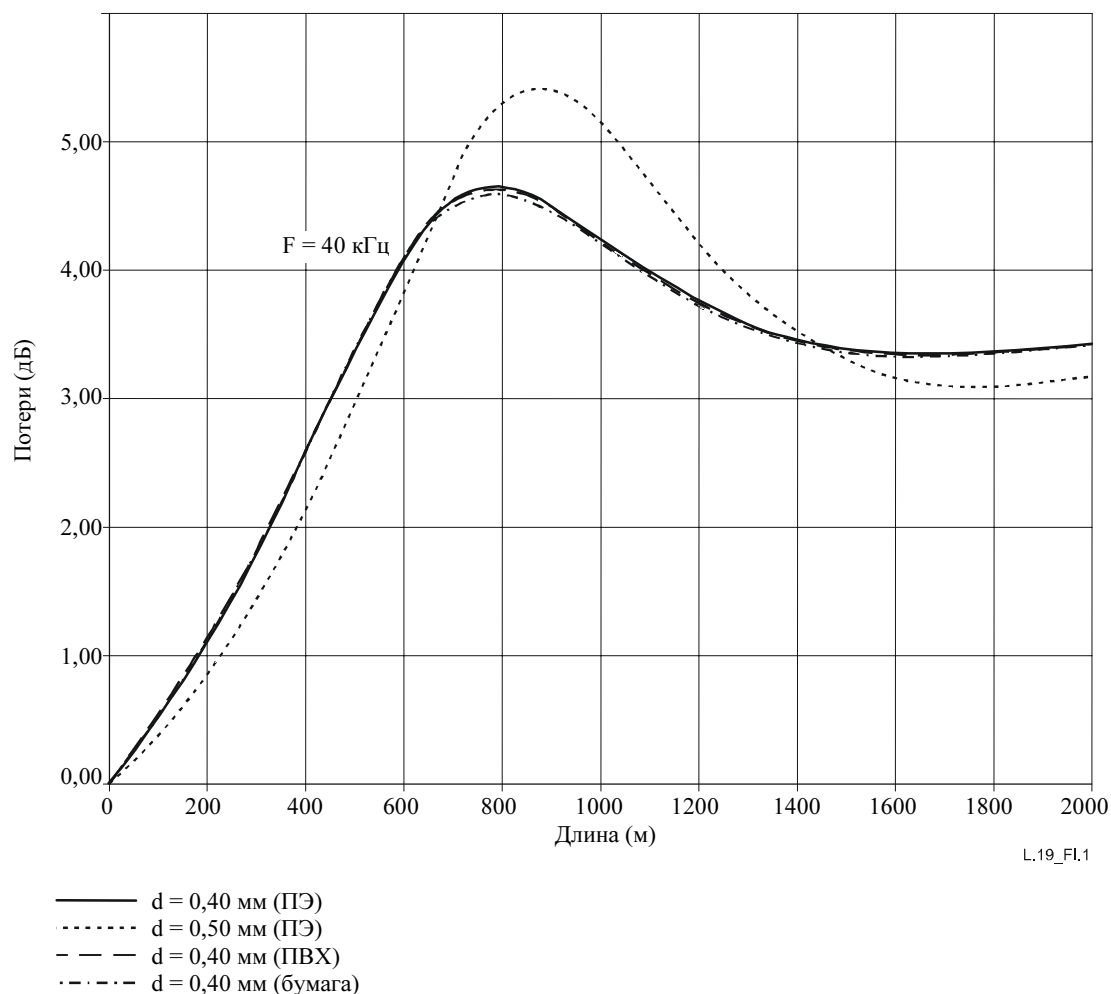
Для цифровой местной линии в конфигурации 2, когда ЛТ расположены в разных точках (включая удаленное сетевое оборудование), системы, использующие перекрываемые частотные диапазоны в одном направлении (к абоненту или от абонента), могут испытывать серьезные переходные помехи за счет разности в мощности сигнала на линии. Таким образом, широкое применение линий между системами, организованными в соответствии с конфигурацией 2 не является предпочтительным. В случаях, когда нельзя избежать использования конфигурации 2, наиболее пристальное внимание должно быть уделено вопросу обеспечения необходимого баланса мощности между ЛТ, расположенными в разных точках.

## Добавление I

### Кабельные отводы (ВТ): Эффект от потерь, связанных с длиной кабельного отвода

Эффект от потерь, связанных с длиной кабельного отвода, был имитирован для систем, приведенных ниже.

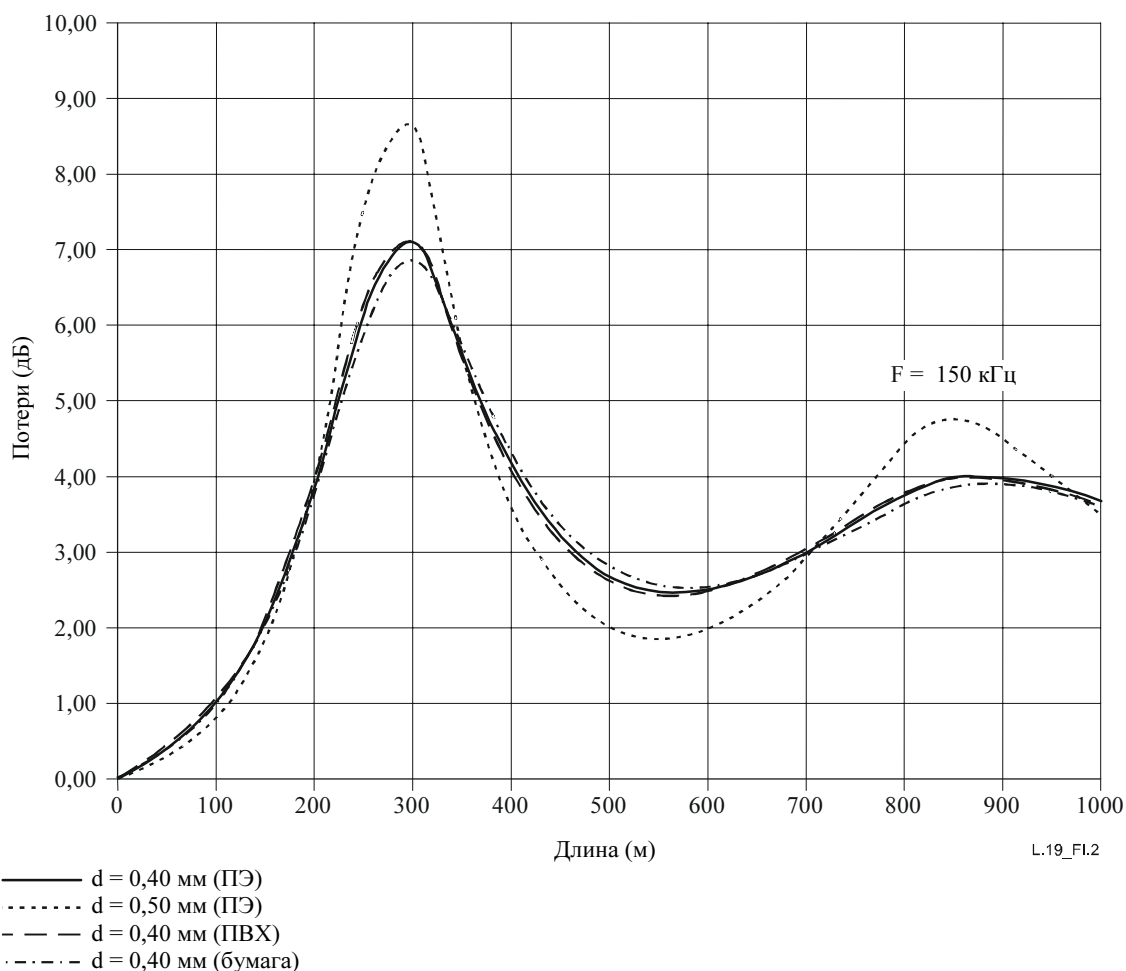
**I.1 Для службы ISDN:** на рисунке I.1 показаны потери передачи в линиях диаметром 0,40 и 0,50 мм или с сопротивлением 140,0 и 89,5 Ом/км, соответственно, на низкой частоте с использованием полиэтиленовой изоляции (ПЭ) и 0,40 мм (26 AWG) с пластиковой изоляцией (135,1 Ом/км) и бумажной изоляцией (135,2 Ом/км). Имитированная линия передачи имеет оконцевание с сопротивлением 135 Ом, и значения потерь имеются только за счет присутствия кабельных отводов. Частота передаваемого тестового сигнала составляет 40 кГц, и на рисунке I.1 показаны потери в зависимости от длины кабельных отводов для таких значений скорости распространения, которые являются функцией от частоты сигнала и характеристик кабеля в линии передачи.



**Рисунок I.1/L.19 – Потери, вызванные кабельными отводами (ВТ)  
в линии передачи ISDN (40 кГц)**

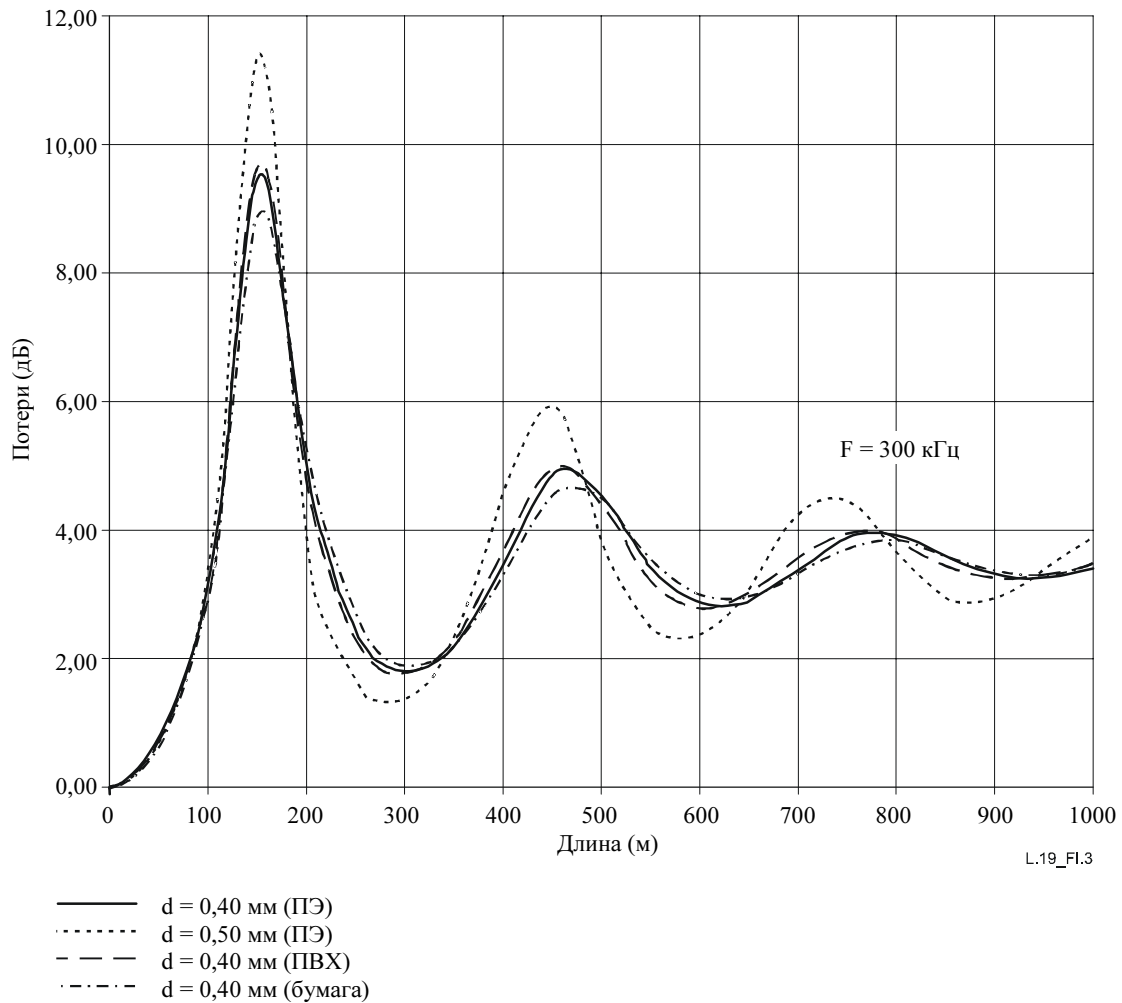
**I.2 Для систем HDSL:** на рисунке I.2 показаны потери передачи в линиях диаметром 0,40 и 0,50 мм или с сопротивлением 140,0 и 89,5 Ом/км, соответственно, на низкой частоте с использованием полиэтиленовой изоляции (ПЭ) и 0,40 мм (26 AWG) с пластиковой изоляцией (135,1 Ом/км) и бумажной изоляцией (135,2 Ом/км). Имитированная линия передачи имеет оконцевание с сопротивлением 135 Ом, и значения потерь имеются только за счет присутствия кабельных отводов. Частота передаваемого тестового сигнала составляет 150 кГц, и на рисунке I.2 показаны потери в зависимости от длины кабельных отводов для таких значений скорости распространения, которые являются функцией от частоты сигнала и характеристик кабеля в линии передачи.





**Рисунок I.2/L.19 – Потери, вызванные кабельными отводами (BT) в линии передачи системы HDSL (150 кГц)**

**I.3** Для систем ADSL и UADSL: на рисунке I.3 показаны потери передачи в линиях диаметром 0,40 и 0,50 мм или с сопротивлением 140,0 и 89,5 Ом/км, соответственно, на низкой частоте с использованием полиэтиленовой изоляции (ПЭ) и 0,40 мм (26 AWG) с пластиковой изоляцией (135,1 Ом/км) и бумажной изоляцией (135,2 Ом/км). Имитированная линия передачи имеет оконцевание с сопротивлением 100 Ом, и значения потерь имеются только за счет присутствия кабельных отводов. Частота передаваемого тестового сигнала составляет 300 кГц, и на рисунке I.3 показаны потери в зависимости от длины кабельных отводов для таких значений скорости распространения, которые являются функцией от частоты сигнала и характеристик кабеля в линии передачи.



**Рисунок I.3/L.19 – Потери, вызванные кабельными отводами (ВТ) в системах ADSL и UADSL (300 кГц)**

Полное сопротивление линии передачи в точке кабельных отводов стремится к нулю для кабельных отводов, длина которых равна  $\lambda/4$ , умноженному на нечетное число.

Для очень больших кабельных отводов (более  $5\lambda$ ), имеющих одинаковые характеристики проводов линии передачи, присутствует равномерное затухание 3,52 дБ ( $2/3$  мощности сигнала).

Функция передачи в канале не зависит от расположения кабельного отвода, если линия передачи полностью согласована.

Однако потери будут другими, если отсутствует согласование в линиях передачи или если происходят изменения диаметра проводов.

## Добавление II

### Опыт France Telecom

#### II.1 Массовое развертывание систем ADSL: Процесс оценки канала

Массовое развертывание систем ADSL может привести к неприемлемому уровню затрат из-за таких эксплуатационных вопросов, как предоставление услуг и ремонт. Главная задача заключается в определении способности существующей абонентской линии поддерживать ADSL. Процесс обработки запроса абонента на предоставление услуг у каждого оператора связи построен по своим правилам и здесь рассматриваться не будет.

#### II.2 Максимальный радиус действия систем ADSL

Радиус действия систем ADSL для известной скорости передачи определяется отношением сигнал-шум на обоих концах меднопроводной линии, которое жестко привязано к следующим параметрам: зависимость затухания от частоты, РЧ-помехи, NEXT и FEXT.

При проведении полевых испытаний измерений уровня шума и программных имитаций будет достаточно для определения максимального радиуса действия для данной службы. Максимальный радиус действия может быть рассчитан на основании затухания на частоте 300 кГц. Общие потери должны быть приблизительно оценены путем суммирования потерь за счет длин медножильных кабелей различного диаметра.

Точность такой оценки зависит от надежности записей тестов, проведенных в заводских условиях, которые должны быть предварительно проверены.

#### II.3 Качество медной пары в полевых условиях

С целью уменьшить уровень радиочастотного и импульсного шума медная пара должна быть хорошо сбалансирована. С точки зрения уменьшения стоимости применение сетевого анализатора не рассматривается. В большинстве случаев автоматическое электрическое испытательное измерение выполняется на каждой АТС.

Во-первых, с целью поиска опасных напряжений проводятся измерения по постоянному и переменному току.

Во-вторых, в целях проверки сбалансированности линии очень полезно выполнить электрические измерения сопротивления и емкости.

- Сопротивление измеряется между двумя проводами, а также между двумя проводами и землей с использованием постоянного напряжения до 150 вольт.
- Емкость между двумя проводами и землей измеряется с использованием переменного тока. Также потребуется использовать частоту в несколько десятков герц и инструменты для обработки сигнала.

Для анализа корреляции между продольной разбалансировкой, сопротивлением и емкостью необходимо проводить лабораторные записи.

Сопротивление более 1 Мом и емкость разбалансировки (разность между емкостью провода А по отношению к земле и емкостью провода В по отношению к земле) менее 2% гарантирует отсутствие повреждения на кабеле (влаги и т. д.) и что продольная разбалансировка не вызовет помех.

## Добавление III

### Опыт Индии

Эксплуатация огромных существующих сетей с медножильными кабелями для предоставления нескольких служб в дополнение к обычной телефонии имеет большую важность. Примерами дополнительных служб являются различные типы DSL и ISDN. Возможна ситуация совместного использования одной сети несколькими компаниями-операторами. Необходимо обратить внимание на требования к новым сетям, строящимся с использованием медножильных кабелей, несмотря на то что они могут иметь небольшой размер.

Вопрос должен быть изучен с двух точек зрения, а именно:

- a) требования к электрическим параметрам;
- b) требования по прокладке и техническому обслуживанию.

#### *Требования к электрическим параметрам*

Важными параметрами, на которые следует обратить внимание, являются:

- **Затухание:** Этот параметр в основном определяет диаметр проводника, который необходимо выбрать. Предпочтительным является выбор медного провода диаметром 0,5 мм, поскольку такой провод имеет самый большой диаметр из всех, используемых в сети. Также предлагается использовать одинаковый диаметр проводника от оборудования компании-оператора до абонентского оборудования для упрощения обслуживания линии и улучшения качества предоставления услуг. Кроме того, затухание будет зависеть от длины абонентской линии, которая с целью обеспечения надежного предоставления услуг с высоким качеством должна быть ограничена длиной 4 км. Значения затухания, полученные на современных кабелях с желеобразным наполнением и с полиэтиленовой изоляцией (PIJF), находятся в диапазоне от 12 до 4,4 дБ на км, при измерении на частоте 150 кГц для проводов диаметром 0,4 мм – 0,9 мм. Обычно для проводов диаметром 0,5 мм максимальное значение составляет 8,25 дБ/км. Затухание увеличивается пропорционально корню квадратному частоты и увеличению длины кабеля. Для провода диаметром 0,5 мм затухание, измеренное на частоте 1 кГц, может составить 22 дБ/км.
- **Переходные помехи:** Переходные помехи в существующих сетях с медножильными кабелями, имеющими в основном тип PIJF, могут быть достаточно сильными на высоких частотах. Это предполагает тщательный выбор пар для служб, отличных от обычной телефонии, таких как ISDN, ADSL и других, связанных с высокоскоростной передачей данных. Однако целью является 100% использование кабеля без выбора пар или реорганизации кабеля. Переходные помехи проявляют себя как интерференция в многопарном кабеле по направлению к абоненту. Это подчеркивает важность способности системы выдерживать помехи и требует дальнейшего изучения в сотрудничестве с заинтересованной рабочей группой 15-й Исследовательской комиссии МСЭ-Т. Переходные помехи, полученные в существующей сети с кабелями PIJF, имеют следующие значения:
  - **NEXT:** Лучше 55 дБ и **ELFEXT** 55 дБ/км. Действующие помехи должно быть лучше 67,8 дБ/км на частоте 150 кГц.
- **Сопротивление:** Значение сопротивления – один из параметров, который трудно точно определить при использовании кабелей с витой парой. На практике сопротивление является функцией от частоты и может существенно изменяться от одной пары к другой. Однако несоответствие, обнаруженное на практике, не может серьезно влиять на рабочие характеристики на скоростях передачи до 2 Мбит/с. Для более высоких скоростей передачи необходимо внимательно подходить к выбору пар и проектированию.

#### *Требования по прокладке и техническому обслуживанию*

Наиболее важными являются места соединения и оконцевания кабелей. В общем случае кабели подземной прокладки имеют места соединения примерно через каждые 200 метров. Поскольку оборудование внешнего размещения должно поддерживать несколько различных служб, его качество и надежность должны быть на очень высоком уровне. Как показывает опыт, часто пара, которая

обеспечивает приемлемые рабочие характеристики при передаче речи, не обеспечивает достаточного качества передачи данных на высокой скорости. Как результат – сильное замедление передачи данных и временами отключение самой службы. Причиной в большинстве случаев является присутствие скрученных соединений и соединений винтового типа.

Стандартизованный метод соединения и оконцевания проводов подразумевает использование технологии с удалением изоляции (Insulation Displacement Connection (IDC)). Отдельные соединители IDC и модульные соединители на 20/25 пар используются для соединения кабелей подземной прокладки. Аналогично, модули IDC используются для оконцевания кабелей в MDF, стойках и распределительных коробах. Для сети, в которой предполагается в дополнение к передаче речи использование служб высокоскоростной передачи данных, настоятельно рекомендуется заменить все скрученные соединения и соединения винтового типа соединителями типа IDC.

Кабели подземной прокладки обычно находятся на глубине примерно одного метра, и их частое обслуживание является очень дорогим мероприятием. Слабым местом является соединение кабелей. Проникновение влаги может серьезно ухудшить рабочие характеристики, особенно на высоких частотах. Наиболее часто используются кабельные муфты с термоусаживаемыми рукавами. При условии аккуратной установки такая муфта обеспечивает надежную защиту от проникновения влаги. Недостатком является необходимость использования источника тепла, в качестве которого обычно выступает газовая горелка. При проведении работ в смотровом колодце газовая горелка должна быть использована в высшей степени аккуратно.

Если предполагается использовать существующую сеть с медножильными кабелями для высокоскоростной передачи данных, некоторые установленные ранее элементы сети, призванные улучшить качество передачи речи, например удлинительные катушки, или для обеспечения гибкости, например кабельные отводы, должны быть удалены.

Упреждающее техническое обслуживание имеет огромное значение при использовании удаленных и/или централизованных систем управления сетью (NMS). Очень важно обеспечивать периодическую очистку оконцеваний кабелей на внешнем оборудовании, например в шкафах и распределительных устройствах.

## **Добавление IV**

### **Опыт Бразилии**

#### **IV.1 Введение**

Большая часть сетей доступа, которые в настоящее время используются телекоммуникационными системами, построены на медножильных кабелях. Такие сети с медножильными кабелями изначально проектировались для передачи голосовой информации традиционных телефонных систем (POTS) и характеризуются узкополосной линией передачи, потерями и помехами, что в совокупности ограничивает максимальную длину линии без использования регенераторов каждые несколько километров.

Существует несколько факторов медножильных сетей, которые должны быть точно скомпенсированы для передачи цифровых сигналов на высокой скорости, даже если они не оказывают влияния на передачу речи. Несмотря на расстояние, не превышающее допустимое, между абонентом и АТС, присутствие кабельных отводов и изменения диаметра проводов ухудшают характеристики передачи кабеля.

Разработка электронных компонентов высокой степени интеграции вместе с улучшением технологии цифровой обработки сигналов сделали возможным использование новых способов высокоскоростной передачи данных по симметричным медным парам.

Эти новые методики позволяют расширить перспективы использования сетей с медножильными кабелями. Вместе оптические и медножильные сети делают возможным, с использованием смешанной архитектуры, предоставление доступа к различным службам с определенной полосой пропускания. Так будет до тех пор, пока оптическое волокно не станет дешевле. Эти методики должны рассматриваться в качестве решений и/или технологий переходного периода, которые обеспечивают более экономичное использование существующих сетей, а также интенсифицируют предложение новых служб, которые будут предлагаться только с введением оптических сетей.

Сеть с медножильными кабелями, которая до настоящего времени использовалась для передачи речи, должна будет выполнять функции широкополосной линии передачи, служащей средством для передачи данных с высокой скоростью. Следовательно, сеть с медножильными кабелями должна быть оценена и освидетельствована для поддержки новых служб, связанных с этими высокими скоростями передачи.

## IV.2 Требования к абонентской линии

### IV.2.1 Сопротивление по постоянному току

Максимальное сопротивление по постоянному току медножильных пар, предназначенных для использования системами HDSL, должно составлять 700 Ом для провода диаметром 0,40 мм.

Для систем ADSL максимальное сопротивление по постоянному току медножильных пар должно стремиться к граничным значениям, показанным в таблице IV.1, для проводов диаметром 0,40 мм и в функции их транспортного класса (2М-1: 6 Мбит/с; 2М-2: 4 Мбит/с; 2М-3: 2 Мбит/с). Транспортные классы 2М-1, 2М-2 и 2М-3 также классифицированы в соответствии с моделью шума, присутствующего в линии передачи. В модели шума "А" не присутствует шума HDB3, а в модели шума "В" шум HDB3 присутствует.

**Таблица IV.1/L.19 – Максимально допустимые значения сопротивления по постоянному току для систем ADSL**

Транспортный класс	Сопротивление по постоянному току (Ом)
2М-1 (А)	800
2М-1 (В)	490
2М-2 (А)	920
2М-2 (В)	590
2М-3 (А)	960
2М-3 (В)	685

Учитывая типовое сопротивление по постоянному току 280 Ом/км для пар диаметром 0,40 мм с полиэтиленовой изоляцией, используемых в сетях, типовое значение радиуса действия показано в таблице IV.2.

**Таблица IV.2/L.19 – Типовой радиус действия систем HDSL и ADSL в соответствии с максимально допустимым сопротивлением по постоянному току**

Системы	Типовой радиус действия (км)
HDSL	2,50
ADSL – 2М-1 (А)	2,86
ADSL – 2М-1 (В)	1,75
ADSL – 2М-2 (А)	3,29
ADSL – 2М-2 (В)	2,11
ADSL – 2М-3 (А)	3,43
ADSL – 2М-3 (В)	2,45

Максимальное сопротивление по постоянному току медножильных пар в сетях с использованием базового доступа ЦСИС (ISDN Basic Access) должно составлять 1300 Ом для провода диаметром 0,40 мм.

Учитывая типовое значение сопротивления по постоянному току 280 Ом/км для пар диаметром 0,40 мм, используемых на бразильских сетях, типовой радиус действия составляет примерно 4,65 км.

В таблице IV.3 показаны типовые значения электрического сопротивления проводников при 20° С, используемых на бразильских сетях: с полиэтиленовой изоляцией для проводов 0,40 и 0,50 мм, а также для проводов 26 AWG (American wire gauge) с бумажной и ПВХ изоляцией.

**Таблица IV.3/L.19 – Типовые значения электрического сопротивления в парах проводников**

<b>Сопротивление (Ом/км)</b>				
<b>Частота (кГц)</b>	<b>Полиэтиленовая изоляция, 0,40 мм</b>	<b>Полиэтиленовая изоляция, 0,50 мм</b>	<b>Изоляция ПВХ 26 AWG</b>	<b>Бумажная изоляция 26 AWG</b>
2,5	280,00	179,02	270,11	270,35
10	280,01	179,24	270,85	270,91
20	280,11	179,97	272,85	272,59
30	281,00	181,16	273,83	273,77
40	281,75	182,79	274,46	274,95
50	282,75	184,82	276,46	277,38
100	290,43	199,61	284,90	286,20
150	302,07	218,72	296,64	298,94
200	316,39	239,13	312,31	315,97
300	349,17	279,17	347,30	353,76
500	417,43	350,24	425,61	437,60
700	481,18	410,91	499,69	515,79
1000	566,52	488,86	596,58	617,34

#### **IV.2.2 Вносимые потери**

Максимально допустимые вносимые потери для систем HDSL составляет 30 дБ на частоте 150 кГц.

Максимально допустимые вносимые потери на частоте 300 кГц для пар, предназначенных для использования системами ADSL в сети медножильных кабелей, показаны в таблице IV.4 в зависимости от транспортного класса.

**Таблица IV.4/L.19 – Максимально допустимые вносимые потери для систем ADSL**

<b>Транспортный класс</b>	<b>Максимальные вносимые потери (дБ)</b>
2М-1 (А)	41
2М-1 (В)	25
2М-2 (А)	47
2М-2 (В)	30
2М-3 (А)	49
2М-3 (В)	35

Максимально допустимые вносимые потери для базового доступа ЦСИС (ISDN Basic Access) составляет 42 дБ на частоте 40 кГц.

Типовые значения затухания, полученные при использовании тестовой частоты для базового доступа ЦСИС 40 кГц, показаны в таблице IV.5.

**Таблица IV.5/L.19 – Зависимость вносимых потерь от радиуса действия базового доступа ЦСИС при работе по металлическим парам**

Диаметр (мм)	Типовое затухание (дБ/км)	Типовой радиус действия (км)
0,30	10,4	4,04
0,40	9,0	4,67
0,50	6,2	6,77
0,65	4,0	10,5
0,90	2,3	18,3

Типовые значения радиуса действия, показанные в таблице IV.5, справедливы для линии передачи без использования кабельных отводов, изменения диаметра проводников или любой другой системы соединения. Потери присутствуют только за счет затухания в среде передачи.

#### IV.2.3 Затухание отражения

Затухание отражения, связанное с оконцеванием линии 135 Ом, на частоте 150 кГц для систем ЦСИС должно составлять по крайней мере 16 дБ.

Зависимость затухания отражения от частоты представлена в следующих публикациях:

- *Transmission and Multiplexing (TM), High Bit-rate Digital Subscriber Line (HDSL) transmission system on metallic local lines; HDSL core specification and applications for 2048 kbit/s based access digital sections including HDSL dual-duplex Carrierless Amplitude Phase Modulation (CAP) based system* (1995 technical report from ETSI);
- *ISDN Basic Access Digital Subscriber Lines* (Technical Reference TR-TSY-000393 from Bellcore);
- *Integrated Services Digital Network (ISDN) – Basic Interface for Use on Metallic Loops for Application at the Network Side of NT, Layer 1 Specification* (ANSI T1.601 – 1998).

#### IV.2.4 Коэффициент ошибок по битам (BER)

Допустимый коэффициент ошибок по битам (BER) для систем HDSL, ADSL и базового доступа ЦСИС должна быть ниже или равна  $10^{-7}$ .

Импульсный шум и нежелательные электромагнитные воздействия в линии передачи являются причинами битовых ошибок в ходе передачи данных.

#### IV.2.5 Разбалансировка

Для систем HDSL разбалансировка на испытываемой металлической паре должна быть выше 42,5 дБ на частоте 150 кГц, уменьшаясь на 5 дБ/декада с увеличением частоты.

Для систем ADSL разбалансировка на испытываемой металлической паре должна быть выше 40 дБ на частотах между 20 и 1100 кГц, а для базового доступа ЦСИС разбалансировка должна быть выше 60 дБ на частотах до 4 кГц и выше 55 дБ на частотах между 4 и 160 кГц.

#### IV.2.6 Перекрестная помеха на ближнем конце (NEXT)

Потери от перекрестной помехи на ближнем конце (NEXT) для систем HDSL должны удовлетворять пределам, определенным в таблице IV.6 на частоте 150 кГц, в зависимости от количества источников помех в группе из 50 пар.



**Таблица IV.6/L.19 – Допустимые потери от перекрестной помехи на ближнем конце**

Количество источников помех	Минимальное затухание (дБ)
1	63
10	60
49	54

Потери NEXT для базового доступа ЦСИС должны удовлетворять пределам, определенным в таблице IV.7 на частоте 40 кГц, в зависимости от количества источников помех в группе из 50 пар.

**Таблица IV.7/L.19 – Допустимые потери от перекрестной помехи на ближнем конце**

Количество источников помех	Минимальное затухание (дБ)
1	72
10	67
49	63

**IV.2.7 Количество пар с сигналами систем HDSL, ADSL и базового доступа ЦСИС в одном кабеле**

Использование металлических пар для систем HDSL, ADSL и базового доступа ЦСИС в одном кабеле или в составе одной группы внутри кабеля в основном определяется условиями электромагнитного сопряжения, которым удовлетворяют эти пары, резистивной и емкостной разбалансировкой, внешними источниками электромагнитного излучения и шума, типом изоляции, экранированием, количеством пар в кабеле.

Электромагнитное сопряжение и основная часть шумов определяются как случайные факторы ухудшения и не могут, таким образом, быть известны заранее или определены как систематические факторы. Это следует из сложности предсказания количества пар внутри кабеля, которые будут использоваться любой системой xDSL или для базового доступа ЦСИС.

**IV.2.8 Системы соединения металлических пар**

Ни одна составная часть систем соединения в сети медножильных кабелей не должна влиять на характеристики передачи сигнала системами HDSL, ADSL и базового доступа ЦСИС.

Характеристическое сопротивление соединения в сети медножильных кабелей не должно изменять характеристическое сопротивление металлических пар, что может привести к увеличению затухания отражения.





## СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия В	Средства выражения: определения, символы, классификация
Серия С	Общая статистика электросвязи
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
<b>Серия L</b>	<b>Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений</b>
Серия M	TMN и техническое обслуживание сетей: международные системы передачи, телефонные, телеграфные, факсимильные и арендованные каналы
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных и взаимосвязь открытых систем
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты межсетевых протоколов (IP) и сети следующего поколения
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи

