



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

# МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

# G.101

(11/2003)

СЕРИЯ G: СИСТЕМЫ И СРЕДА ПЕРЕДАЧИ,  
ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Международные телефонные соединения и цепи –  
Общие определения

---

## План передачи

Рекомендация МСЭ-Т G.101

---

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ G  
СИСТЕМЫ И СРЕДА ПЕРЕДАЧИ, ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ЦЕПИ	G.100–G.199
<b>Общие определения</b>	<b>G.100–G.109</b>
Общие Рекомендации по качеству передачи для полного международного телефонного соединения	G.100–G.119
Общие характеристики национальных систем, формирующих часть международных соединений	G.120–G.129
Общие характеристики 4-проводной цепочки, образованной международными цепями и цепями национального расширения	G.130–G.139
Общие характеристики 4-проводной цепочки международных цепей; международный транзит	G.140–G.149
Общие характеристики международных телефонных цепей и цепей национального расширения	G.150–G.159
Аппараты, связанные с протяженными телефонными цепями	G.160–G.169
Аспекты плана передачи специальных цепей и соединений, использующих сеть международных телефонных соединений	G.170–G.179
Защита и восстановление систем передачи	G.180–G.189
Программные инструменты для систем передачи	G.190–G.199
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОБЩИЕ ДЛЯ ВСЕХ АНАЛОГОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧ	G.200–G.299
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ПО МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ЛИНИЯМ	G.300–G.399
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ПО РАДИОРЕЛЕЙНЫМ ИЛИ СПУТНИКОВЫМ ЛИНИЯМ И ИХ СОЕДИНЕНИЕ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ЛИНИЯМИ	G.400–G.449
КООРДИНАЦИЯ РАДИОТЕЛЕФОНИИ И ПРОВОДНОЙ ТЕЛЕФОНИИ	G.450–G.499
ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.500–G.599
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.600–G.699
ЦИФРОВОЕ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.700–G.799
ЦИФРОВЫЕ СЕТИ	G.800–G.899
ЦИФРОВЫЕ УЧАСТКИ И СИСТЕМА ЦИФРОВЫХ ЛИНИЙ	G.900–G.999
КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ – ОБЩИЕ И СВЯЗАННЫЕ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ АСПЕКТЫ	G.1000–G.1999
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.6000–G.6999
ЦИФРОВОЕ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.7000–G.7999
ЦИФРОВЫЕ СЕТИ	G.8000–G.8999

*Для получения более подробной информации просьба обращаться к перечню Рекомендаций МСЭ-Т.*

# **Рекомендация МСЭ-Т G.101**

## **План передачи**

### **Резюме**

В настоящей Рекомендации содержится руководство по планированию передачи в современных сетях электросвязи. Особое внимание уделяется обеспечению телефонных соединений. В устанавливаемом в настоящей Рекомендации плане передачи учитываются параметры передачи и ухудшения, различные конфигурации и элементы сети, современные методы передачи, а также воздействие сочетания различных факторов, влияющее на конечное качество передачи.

### **Источник**

Рекомендация МСЭ-Т G.101 утверждена 13 ноября 2003 года 12-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" ("должен", "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.

© МСЭ 2004

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

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Область применения .....	1
2 Ссылки .....	1
3 Термины и определения .....	3
4 Сокращения .....	3
5 Основные принципы планирования передачи .....	3
6 Базовая эталонная модель и определения.....	6
6.1 Эталонная модель .....	6
6.2 Относительные уровни.....	7
6.3 Цепи и соединения.....	8
7 Типичные сетевые компоненты и конфигурации .....	8
7.1 Сетевые компоненты .....	8
7.2 Конфигурации сети.....	9
8 Технические требования/ухудшения передачи .....	11
8.1 Показатели громкости .....	11
8.2 Шум, переходный разговор и искажения групповой задержки .....	12
8.3 Управление стабильностью путем распределения затухания в цепях .....	12
8.4 Задержка/эхо .....	14
8.5 Потеря пакетов .....	15
8.6 Влияние кодирования и обработки сигналов в цифровом тракте.....	15
8.7 Аппаратура сжатия канала.....	15
8.8 Целостность последовательности битов.....	15
8.9 Показатель ошибок по битам.....	16
8.10 Синхронизация.....	16
8.11 Частотные искажения .....	16
8.12 Эффект слогового клиппирования речи .....	16
8.13 Оценка отдельных ухудшений и в сочетании .....	16
9 Планирование услуг и аспекты QoS.....	17
Приложение А – Терминология, используемая при традиционном планировании передачи ....	17
А.1 Цепи и соединения.....	17
Добавление I – Традиционное планирование сети в регламентируемой среде путем подразделения международного соединения на "национальные системы" и на "международную цепь" .....	20
I.1 Подразделение телефонных сетей с учетом интерфейсов между операторами сетей .....	20
I.2 Общие положения.....	20
I.3 Национальные системы и международная цепь соединения .....	20
I.4 Сети с несколькими операторами .....	24

## **Введение**

Целью настоящего плана передачи является упрощение соединения всех устройств, относящихся к связи (терминалы, элементы сети, сети общего пользования, частные сети и т. д.), независимо от технологии, так чтобы в приложениях конечных пользователей не ощущались неудовлетворительные или раздражающие ухудшения. Для речевых приложений это означает доставку в высшей степени разборчивых, естественно звучащих речевых сигналов на акустических уровнях, близких к оптимальным, которые свободны от раздражающих уровней искажений, эха и задержки. Для неречевых приложений это означает, что ассоциированные транзакции (например, факсимильная связь, интерактивная передача данных, электронная почта, поиск web-документов, потоковое видео) могут быть завершены удовлетворительно.

Настоящий план предусматривает решения поставщиков услуг, которые соответствуют этим критериям или превышают их. И наоборот, если конечный пользователь или сетевой оператор выбирают элементы сети, которые не могут поддерживать этот критерий, то они делают это, понимая, что не все приложения могут работать удовлетворительно и, таким образом, подключение к их сети других сетевых операторов может быть нежелательным.

# Рекомендация МСЭ-Т G.101

## План передачи

### 1 Область применения

Настоящая Рекомендация относится к планированию передачи, требуемому в связи с дерегламентацией электросвязи и, в частности, с разделением ответственности, если в том или ином соединении участвуют несколько сетевых операторов.

Целью настоящей Рекомендации является предоставление руководства по планированию передачи в сетях электросвязи, используемых главным образом для предоставления услуг узкополосной связи. Традиционно это предполагало разделение международного соединения на "национальные системы" и "международную цепь", как правило, в регламентируемой среде. Как и предыдущие версии Рекомендации МСЭ-Т G.101, настоящая версия может быть использована для планирования передачи в такой среде, однако она также может быть применена в нерегламентируемой среде с множеством операторов, в которой нет четкого разделения ответственности. Эталонная модель в настоящей Рекомендации нацелена на поддержку этого последнего случая.

В устанавливаемом в настоящей Рекомендации плане передачи учитываются параметры передачи и ухудшения, различные конфигурации и элементы сети, современные методы передачи, а также воздействие сочетания различных факторов, влияющее на конечное качество передачи. Основное внимание в настоящей Рекомендации уделяется планированию передачи речевых услуг. Также обсуждаются применения, связанные с планированием другого вида услуг, например услуг передачи данных.

Данный план передачи дает возможность для подстройки, т. е. пребывания важных параметров передачи и реализации сетевых конфигураций и компонентов в приемлемых пределах, с тем чтобы гарантировать адекватные сквозные рабочие характеристики передачи в течение всего времени и при всех условиях эксплуатации сети. Целью является предоставление возможности гибкого управления параметрами передачи вместо присвоения определенных предельных значений. Различные параметры передачи не рассматриваются на индивидуальной основе, наоборот, оценивается совместное влияние изменений параметров передачи.

Настоящая Рекомендация создает основу для планирования передачи. Цель состоит в том, чтобы объяснить основные нормы и правила планирования, применимые к современным сетям электросвязи, перечислить основные технические параметры (представляющие важность), и дать ссылки на необходимые Рекомендации МСЭ-Т.

### 2 Ссылки

Нижеследующие Рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые путем ссылок на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие источники являются предметом пересмотра; поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается рассмотреть возможность применения последнего издания Рекомендаций и других ссылок, перечисленных ниже. Перечень действующих на настоящий момент Рекомендаций МСЭ-Т публикуется регулярно. Ссылка на документ, приведенный в настоящей Рекомендации, не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

- ITU-T Recommendation G.100 (2001), *Definitions used in Recommendations on general characteristics of international telephone connections and circuits.*
- ITU-T Recommendation G.100.1 (2001), *The use of the decibel and of relative levels in speechband telecommunications.*
- ITU-T Recommendation G.107 (2003), *The E-model, a computational model for use in transmission planning.*

- ITU-T Recommendation G.108 (1999), *Application of the E-model: A planning guide.*
- ITU-T Recommendation G.108.1 (2000), *Guidance for assessing conversational speech transmission quality effects not covered by the E-model.*
- ITU-T Recommendation G.108.2 (2003), *Transmission planning aspects of echo cancellers.*
- ITU-T Recommendation G.109 (1999), *Definition of categories of speech transmission quality.*
- ITU-T Recommendation G.111 (1993), *Loudness ratings (LRs) in an international connection.*
- ITU-T Recommendation G.113 (2001), *Transmission impairments due to speech processing.*
- ITU-T Recommendation G.113 Appendix I (2002), *Provisional planning values for the equipment impairment factor  $I_e$  and packet-loss robustness factor  $B_{pl}$ .*
- ITU-T Recommendation G.114 (2003), *One-way transmission time.*
- ITU-T Recommendation G.115 (1996), *Mean active speech level for announcement and speech synthesis systems.*
- ITU-T Recommendation G.116 (1999), *Transmission performance objectives applicable to end-to-end international connections.*
- ITU-T Recommendation G.117 (1996), *Transmission aspects of unbalance about earth.*
- ITU-T Recommendation G.120 (1998), *Transmission characteristics of national networks.*
- ITU-T Recommendation G.121 (1993), *Loudness ratings (LRs) of national systems.*
- ITU-T Recommendation G.122 (1993), *Influence of national systems on stability and talker echo in international connections.*
- ITU-T Recommendation G.126 (1993), *Listener echo in telephone networks.*
- ITU-T Recommendation G.131 (2003), *Talker echo and its control.*
- ITU-T Recommendation G.136 (1999), *Application rules for automatic level control devices.*
- ITU-T Recommendation G.142 (1998), *Transmission characteristics of exchanges.*
- ITU-T Recommendation G.161 (2002), *Interaction aspects of signal processing network equipment.*
- ITU-T Recommendation G.164 (1988), *Echo suppressors.*
- ITU-T Recommendation G.165 (1993), *Echo cancellers.*
- ITU-T Recommendation G.167 (1993), *Acoustic echo controllers.*
- ITU-T Recommendation G.168 (2002), *Digital network echo cancellers.*
- ITU-T Recommendation G.169 (1999), *Automatic level control devices.*
- ITU-T Recommendation G.172 (1988), *Transmission plan aspects of international conference calls.*
- ITU-T Recommendation G.173 (1993), *Transmission planning aspects of the speech service in digital public land mobile networks.*
- ITU-T Recommendation G.174 (1994), *Transmission performance objectives for terrestrial digital wireless systems using portable terminals to access the PSTN.*



- ITU-T Recommendation G.175 (2000), *Transmission planning for private/public network interconnection of voice traffic.*
- ITU-T Recommendation G.176 (1997), *Planning guidelines for the integration of ATM technology into networks supporting voiceband services.*
- ITU-T Recommendation G.177 (1999), *Transmission planning for voiceband services over hybrid Internet/PSTN connections.*
- ETSI EN 300 462-1-1 V1.1.1 (1998), *Transmission and Multiplexing (TM); Generic requirements for synchronization networks; Part 1-1: Definitions and terminology for synchronization networks.*
- ETSI EN 300 462-6-1 V1.1.1 (1998), *Transmission and Multiplexing (TM); Generic requirements for synchronization networks; Part 6-1: Timing characteristics of primary reference clocks.*
- ISO/IEC 11573:1994, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Synchronization methods and technical requirements for Private Integrated Services networks.*

### 3 Термины и определения

В настоящей Рекомендации определяется следующий термин:

**3.1 эталонная точка передачи:** Условная точка на передающем конце каждого канала или вблизи него (перед виртуальной точкой коммутации), которая используется в качестве "точки нулевого относительного уровня" при вычислении номинальных относительных уровней. В случае цифровой оконечной станции главный распределительный щит рассматривается как точка 0 дБ.

### 4 Сокращения

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения:

ИКМ	Hypothetical Reference Connection	Импульсно-кодовая модуляция
HRC	Network Termination Point	Гипотетическое эталонное соединение (ГЭС)
NTP	Pulse Code Modulation	Точка окончания сети
TE	Terminal Equipment	Оконечное устройство
UNI	User-Network Interface	Интерфейс "пользователь–сеть"

### 5 Основные принципы планирования передачи

Обычно хороший план передачи составляется для доставки пользователям сигналов, которые находятся на желательном уровне и свободны от неприемлемых значений задержки, эха и искажений. Так, план передачи должен учитывать параметры передачи и ухудшения, различные конфигурации и элементы сети и обеспечивать руководство по адекватной регулировке настроек сети. В зависимости от типа сети (например, традиционные узкополосные телефонные сети, подвижные сети, сети с коммутацией пакетов) должны быть подготовлены конкретные планы передачи, чтобы позаботиться о конкретных ухудшениях и условиях передачи.

Планирование передачи является подгруппой общего сетевого планирования как при создании новых сетей, так и при расширении существующих. Современные сети обеспечивают весьма значительную гибкость в маршрутизации и "интеллектуальные" коммутационные свойства. Важно, однако, чтобы в процессе планирования не забывались аспекты передачи.

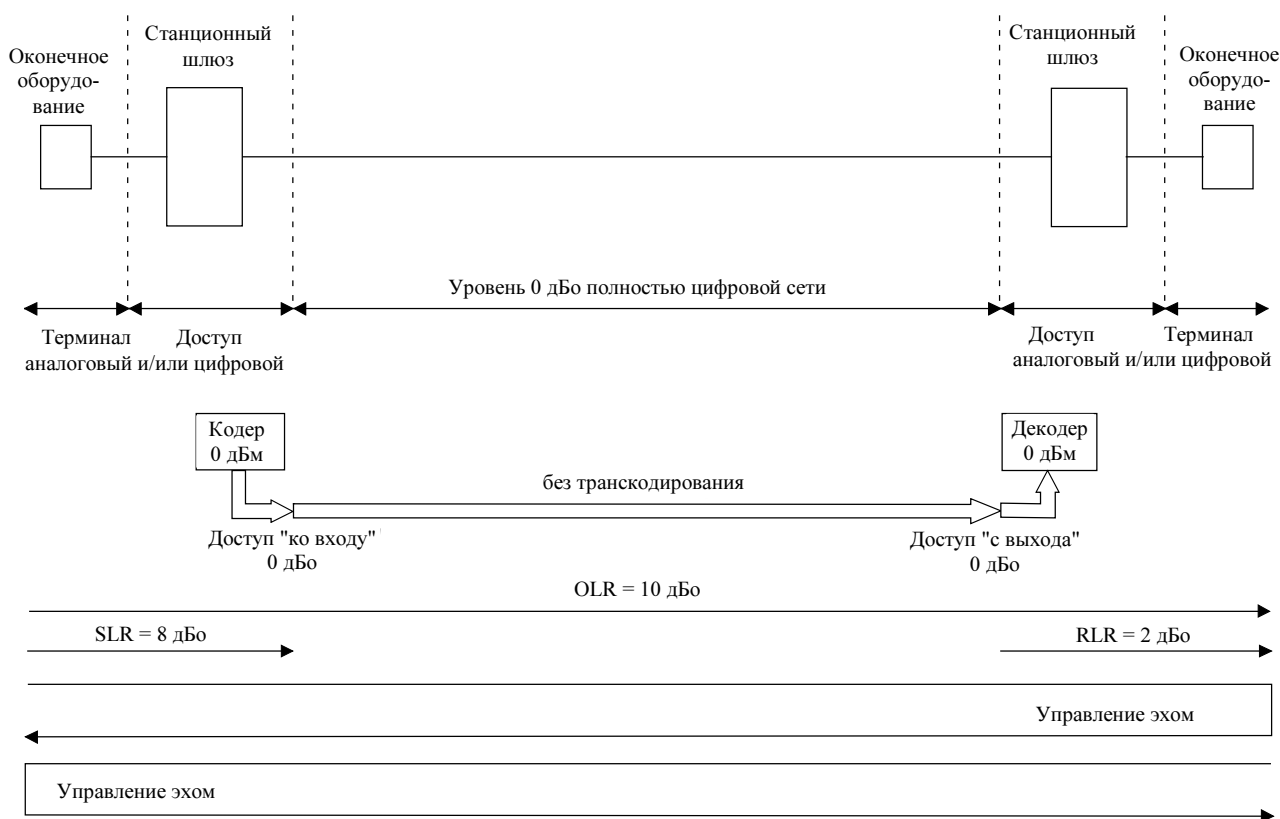
Для сложных сетей следует иметь в виду возможности конкретной реализованной сигнализации. Самые современные системы сигнализации, помимо выполнения обычных функций, могли бы передавать информацию о некоторых параметрах передачи в соединениях. (Примерами представляющих интерес параметров передачи являются накопленная задержка, наличие в тракте эхокомпенсаторов, терминалы, не нуждающиеся в управлении эхом в сети, накопленные ухудшения, выбор отдельных маршрутов для вызовов с особыми требованиями для высококачественных соединений и т. д.)

Для составления плана передачи в первую очередь необходимо проанализировать сквозное соединение (соединения), которое должно быть установлено в планируемой сети электросвязи. Это делается путем определения эталонного соединения/конфигурации; в зависимости от сложности данной сети могут быть необходимы различные эталонные конфигурации. Базовая эталонная конфигурация дана в п. 6.1, а типичные сетевые конфигурации (в качестве примеров) приведены в п. 7.2.

На основе этих сетевых конфигураций необходимо определить сетевые компоненты и результирующие ухудшения передачи. В п. 7.1 содержится руководство по сетевым компонентам, а в разделе 8 – по ухудшениям передачи.

Вся эта информация резюмируется в плане передачи, определяющем сетевую конфигурацию и требования к параметрам передачи.

В следующем абзаце приводится список основных принципов, применимых ко всем видам сетей, которые иллюстрируются на рисунке 1. Кроме того, приводится руководство по планированию характерных сетевых конфигураций.



G.101\_F1

Рисунок 1/G.101 – Основные принципы планирования передачи

- 1) Полностью цифровая сеть представляет собой двунаправленную магистраль данных без потерь. Это в равной степени относится к сетям с ВРК и к сетям с коммутацией пакетов.
- 2) Доступ к полностью цифровой магистрали данных через входы и выходы может осуществляться с цифрового терминала, речевого шлюза (VG)/УАТС плюс аналоговый терминал, линейной карты местной цифровой телефонной станции плюс аналоговый терминал и т. д.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Входы и выходы магистрали данных определяются как точка 0 дБ.

- 3) В идеальном случае затухание/усиление вводится в аналоговой области. Введение затухания/усиления в цифровой области может потенциально привести к искажениям квантования.
- 4) В идеальном случае затухание/усиление вводится в одном месте. Распределенные планы затухания могут потенциально привести к увеличению искажений/сужению динамического диапазона.
- 5) Оконечное устройство/шлюз в сочетании с планом затухания на местной цифровой телефонной станции определяет сквозные акустические уровни.

Оптимальная громкость на всем соединении достигается при общем показателе громкости  $OLR = 10$  дБ.

Следует установить уровни речи, подвергшейся цифровому кодированию, которые передаются по цифровой магистрали данных, для обеспечения оптимального динамического диапазона. Это может быть достигнуто, если показатели громкости передачи и приема будут разделены следующим образом:  $SLR = 8$  дБ, а  $RLR = 2$  дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Показатели громкости определяются согласно Рекомендации МСЭ-Т Р.79.

- 6) Не должно существовать ни одного тракта эха между входами и выходами в сеть, т. е. в магистрали данных шлейфы не разрешаются.

Тракты эха между соответствующими выходами и входами магистрали данных должны управляться для исключения ухудшения из-за эха.

- Это должно достигаться путем соответствующего установления значений TELR (показатель громкости эхосигнала говорящего абонента) для системы доступа согласно Рекомендации МСЭ-Т G.131.
- Эхом можно управлять с помощью пассивных или активных устройств управления эхом или комбинации их обоих.
- В принципе, устройства управления эхом следует размещать как можно ближе к источнику эха, с тем чтобы минимизировать задержку из-за ответвления тракта.

- 7) Следует избегать транскодирования.

Для традиционных сетей, поддерживающих услуги узкополосной связи (например, 64 кбит/с ИКМ в ТСОП), руководящие указания содержатся в существующих Рекомендациях МСЭ-Т серии G.100 (например, G.113, G.131). Для подтверждения того, что общее качество соответствует ожидаемому, рекомендуется использовать E-модель (Рекомендация МСЭ-Т G.107).

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – E-модель представляет собой расчетную модель для оценки общего воздействия изменений нескольких параметров передачи, влияющего на качество речи при телефонном разговоре в полосе частот 3,1 кГц с использованием микротелефонных трубок. Результат, полученный с помощью данной модели, может быть преобразован в оценку восприятия пользователем категорий качества речи, что позволяет произвести относительные сравнения условий передачи при различных сценариях соединений. Комбинированное субъективное воздействие ухудшений, вызванных сжатием речи, задержкой, потерей пакетов и т. д., охватывается E-моделью, но никаким другим методом.

Для сетей, использующих технологию подвижного доступа, низкоскоростное кодирование и/или пакетную транспортировку, требуется дополнительное руководство. Воздействие ухудшений, связанных с этими технологиями, охватывается исключительно E-моделью, поэтому рекомендуется использовать ее в качестве основного инструмента для планирования передачи.

Дополнительные руководства можно найти в следующих Рекомендациях МСЭ-Т:

Руководство по конкретным аспектам планирования передачи:	G.172 Аспекты плана передачи, относящиеся к международной конференцсвязи G.173 Аспекты планирования передачи для речевой услуги в цифровых сетях сухопутной подвижной связи общего пользования G.174 Нормы показателей качества передачи для наземных цифровых беспроводных систем, использующих портативные терминалы для доступа к ТСОП G.175 Планирование передачи для взаимного соединения частных сетей/сетей общего пользования при речевом трафике G.176 Руководящие принципы планирования для интеграции технологии ATM в сети, поддерживающие речевые услуги G.177 Планирование передачи для речевых услуг по составным соединениям Интернет/ТСОП
Руководство по устройствам управления эхом и автоматической регулировки уровня:	G.136 Правила применения для устройств автоматической регулировки уровня G.164 Эхозаградители G.165 Эхокомпенсаторы G.167 Акустические устройства управления эхом G.168 Эхокомпенсаторы цифровых сетей G.169 Устройства автоматической регулировки уровня
Руководство по важным параметрам передачи:	G.111 Показатели громкости (LR) в международном соединении G.113 Ухудшение передачи из-за обработки речи G.114 Время односторонней передачи G.121 Показатели громкости (LR) национальных систем G.122 Влияние национальных систем на стабильность и эхо говорящего абонента в международных соединениях G.126 Эхо слушающего в телефонных сетях G.131 Эхо говорящего и управлением этим эхом
Руководство по E-модели и ее использованию:	G.107 E-модель, расчетная модель для использования в планировании передачи G.108 Применение E-модели: Руководство по планированию G.108.1 Руководство для оценки воздействий на качество передачи речи в режиме диалога, которые не охвачены E-моделью G.108.2 Вопросы планирования передачи при использовании эхокомпенсаторов G.109 Определение категорий качества передачи речи

## 6 Базовая эталонная модель и определения

В настоящей Рекомендации определяются следующие термины:

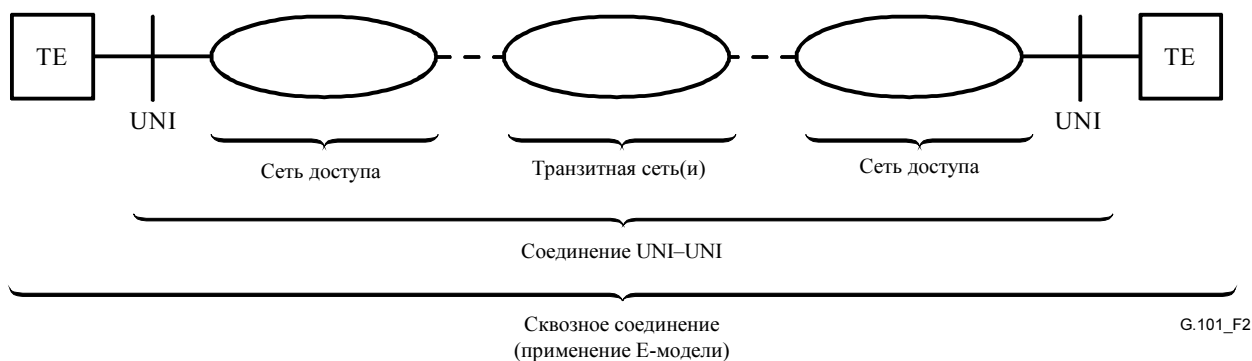
### 6.1 Эталонная модель

Полное соединение/тракт включает два оконечных устройства, соединенных через одну или несколько сетей электросвязи. Существует множество возможных типов соединений, как, например, национальные, международные соединения, соединения, маршрутизируемые через несколько взаимосвязанных сетей, соединения с участием частных сетей и т. д. Кроме того, необходимо учитывать тип соединения и элементы передачи (аналоговые, цифровые, с коммутацией каналов/пакетов, беспроводные и т. д.), используемые в различных составных частях соединения. Вследствие этого разнообразие возможных конфигураций сетей является почти бесконечным и вызывает особые сложности при составлении плана передачи, цель которого состоит в достижении адекватного сквозного качества передачи.

В зависимости от услуги, которую предполагается предоставлять, и участвующей сети (сетей) должны быть проанализированы несколько различных соединений. Обычно во внимание принимаются наиболее типичные, т. е. преобладающие, соединения, что дает сочетание различных соединений, хорошо отражающих реальную ситуацию. Анализ этих соединений традиционно выполнялся с использованием четко определенных гипотетических эталонных соединений (HRC) с фиксированным распределением. Эти HRC были полезны при планировании передачи для обзора рассматриваемого соединения и упрощения идентификации всех оконечных, соединительных и передающих элементов, которые вносят ухудшения в качество сквозной передачи.

Однако в настоящее время предположения, лежащие в основе HRC, по всей вероятности, недействительны, например, концепции национальных сетей и фиксированных распределений больше не применяются. Соответственно, эталонная модель, которая должна использоваться при современном планировании передачи, должна отражать эту реальность, что означает, что количество деталей, которые могут быть представлены в эталонной конфигурации, соответствует приведенному на рисунке 2. Эта конфигурация состоит из сквозного соединения с терминалами на каждом конце соединения и сетей доступа, соединенных транзитными сетями.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** – При планировании передач традиционно предполагалось, что национальные вызовы обрабатываются отдельной национальной "администрацией", а в международных вызовах участвуют несколько сетевых операторов. Это отражалось в делении международного соединения на национальную и международную цепь. В связи с дерегламентацией эта методология уже не может применяться в качестве общей концепции. Однако в некоторых случаях она все еще может быть полезна.



**Рисунок 2/G.101 – Базовая сетевая конфигурация сквозного соединения**

Исходя из этой базовой конфигурации можно оценить соответствующую сквозную (телефонную) конфигурацию, находящуюся на рассмотрении. В реальной жизни эта конфигурация в большинстве случаев станет более сложной, но может оказаться и более простой. Например, в случае местного/национального соединения между двумя конечными пользователями, телефонные аппараты которых прямо подсоединены к данной сети, например, через аналоговую линию доступа, будет использоваться только одна сеть. Сеть общего пользования одновременно представляет собой сеть доступа и транзитную сеть. Для международных соединений сетевая конфигурация в большинстве случаев будет иметь такую же структуру, как на рисунке 1, но может также быть и несколько транзитных сетей.

Эталонная конфигурация предоставляет информацию обо всех необходимых оконечных, соединительных и передающих элементах, оказывающих воздействие на сквозные качественные характеристики соединения. Качественные характеристики подвергаются воздействию различного вида ухудшений, т. е. ухудшаются. Ухудшения определяются и оцениваются параметрами передачи. В зависимости от технологии, используемой для установления сквозного соединения, должны приниматься во внимание конкретные ухудшения/параметры передачи. Общее влияние этих ухудшений передачи определяет конечные сквозные качественные характеристики соединения.

## 6.2 Относительные уровни

Подробная информация об определении относительных уровней и их использовании и применении в руководствах по электросвязи приведена в Рекомендации МСЭ-Т G.100.1.

### 6.2.1 Цифровая эталонная последовательность ИКМ (DRS)

Цифровая эталонная последовательность ИКМ является одной из множества возможных кодовых последовательностей ИКМ, которая при декодировании с помощью идеального декодера создает аналоговый синусоидальный сигнал на эталонной частоте (т. е. 1020 Гц) с уровнем 0 дБм0.

И наоборот, аналоговый синусоидальный сигнал с уровнем 0 дБм0 на эталонной частоте, поданный на вход идеального кодера, будет создавать цифровую эталонную последовательность ИКМ.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Предполагается, что идеальные кодеры и декодеры демонстрируют отношение между аналоговыми и цифровыми сигналами, и наоборот, в точном соответствии с соответствующими таблицами для А-закона или  $\mu$ -закона в Рекомендации МСЭ-Т G.711. Предполагается, что "реальные" кодеры и декодеры являются такими, что эксплуатационные характеристики пары кодер/декодер между портами звуковой частоты будут соответствовать требованиям Рекомендации МСЭ-Т G.712 (см. Рекомендацию МСЭ-Т P.310).

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Вышеупомянутая цифровая эталонная последовательность является теоретической концепцией, используемой для описания преобразования между аналоговыми и цифровыми сигналами в сочетании с планированием передачи. На практике для измерений используются другие цифровые тестовые последовательности, например последовательности, описанные в Рекомендации МСЭ-Т P.310.

### 6.3 Цепи и соединения

Определения и терминология в отношении цепей и соединений приведены в Приложении А.

## 7 Типичные сетевые компоненты и конфигурации

### 7.1 Сетевые компоненты

Передающие компоненты могут быть разбиты на три основные группы: оконечные элементы, соединительные элементы и передающие элементы.

#### 7.1.1 Оконечные элементы

В этом пункте во внимание принимаются только оконечные устройства, предназначенные для передачи речевых сигналов в реальном времени; однако признается, что план передачи поддерживает также и неречевые терминалы.

Речевые терминалы включают все типы телефонных аппаратов – цифровые или аналоговые, проводные, беспроводные или подвижные, включая акустические интерфейсы ко рту и уху пользователя.

В отношении передачи речи телефонные аппараты характеризуются показателем громкости передачи (SLR) и показателем громкости приема (RLR), которые вносят свой вклад в общий показатель громкости (OLR) соединения. Другие параметры, такие как показатель маскирования местного эффекта (STMR), показатель местного эффекта слушающего (LSTR), конструкция микротелефонной трубки (D-фактор), частотные характеристики в передающем и приемном направлениях и шумовой порог, также вносят свой вклад в сквозные качественные характеристики передачи речи.

В случае беспроводных или IP-систем могут быть добавлены дополнительные искажения и задержки, в зависимости от алгоритмов кодирования и модуляции, используемых в таких устройствах. Как отмечается, E-модель может учитывать влияние этих ухудшений.

#### 7.1.2 Соединительные элементы

Соединительные элементы представляют собой все типы коммутационных или маршрутизирующих устройств, таких как местные станции (для прямого подсоединения оконечных элементов) и транзитные станции внутри сети. В них могут применяться технологии, основанные на коммутации каналов или пакетов.

Коммутационные системы вносят свой вклад в сквозную задержку из-за обработки сигнала, а также в искажения квантования, связанные с цифровыми вставками и преобразованием кодов.

Пакетные маршрутизаторы, кроме того, вносят вклад в виде вариаций задержки в сравнении со временем и потерей пакетов. В тех случаях, когда имеют место преобразования 4-проводной цепи в 2-проводную или в интерфейсах коммутационных устройств, вклад в ухудшения вносят отражения сигналов, которые являются причиной эхо-эффектов.

### 7.1.3 Передающие элементы

Передающие элементы представляют собой все виды среды, используемые в качестве технических средств между соединительными элементами и оконечными элементами. Физическая среда этих элементов может быть металлической (например, медной), волоконно-оптической или беспроводной. Поступающий от пользователя сигнал может быть либо аналоговым, либо цифровым, но между соединительными элементами он почти всегда цифровой.

Ухудшения, связанные с передачей аналогового сигнала, включают время распространения сигнала (в общем случае пропорциональное расстоянию), затухание, частотную характеристику и шум (главным образом из-за продольных помех). Для целей планирования ухудшениями, вызванными частотными характеристиками и шумом, при линиях короткой и средней длины обычно можно пренебречь.

Для цифровых передающих элементов причиной основного ухудшения передачи является время распространения сигнала в металлической, оптической или радиосреде. На беспроводных участках вносится дополнительная задержка, зависящая от используемых алгоритмов кодирования и модуляции. В тех случаях, когда передающий элемент включает аналогово-цифровое преобразование, дополнительными ухудшающими факторами являются затухания и искажения.

В цифровых передающих элементах системы используют либо импульсно-кодированную модуляцию (ИКМ) 64-кбит/с согласно Рекомендации МСЭ-Т G.711, либо один из методов сжатия, основанный на низкоскоростных кодеках. Основное влияние на качество передачи этих систем могут оказать дополнительные искажения в виде показателя ухудшения аппаратуры ( $I_e$ ) и дополнительная средняя односторонняя задержка.

Эхокомпенсаторы, если они размещены в сети, также могут классифицироваться как тип передающего элемента. Однако некоторые терминалы также содержат эхокомпенсаторы.

Мультиплексирование обычно используется для транспортировки нескольких каналов по одной физической среде. В существующих сетях используются разнообразные системы мультиплексирования:

- частотное разделение каналов (ЧРК–FDM).
- временное разделение каналов (ВРК–TDM).
- аппаратура концентрации цифровых каналов (DCME).
- оборудование, основанное на коммутации пакетов:
  - с установлением соединения (ATM);
  - без установления соединения (Ethernet, IP).

## 7.2 Конфигурации сети

Возможные конфигурации сети разнообразны почти до бесконечности. Конфигурации сети зависят от типа соединения – короткого, среднего или длинного национального или международного соединения – и типов коммутационных и передающих элементов, используемых в различных составных частях соединения. Здесь приводятся только несколько примеров, чтобы проиллюстрировать некоторые важные случаи.

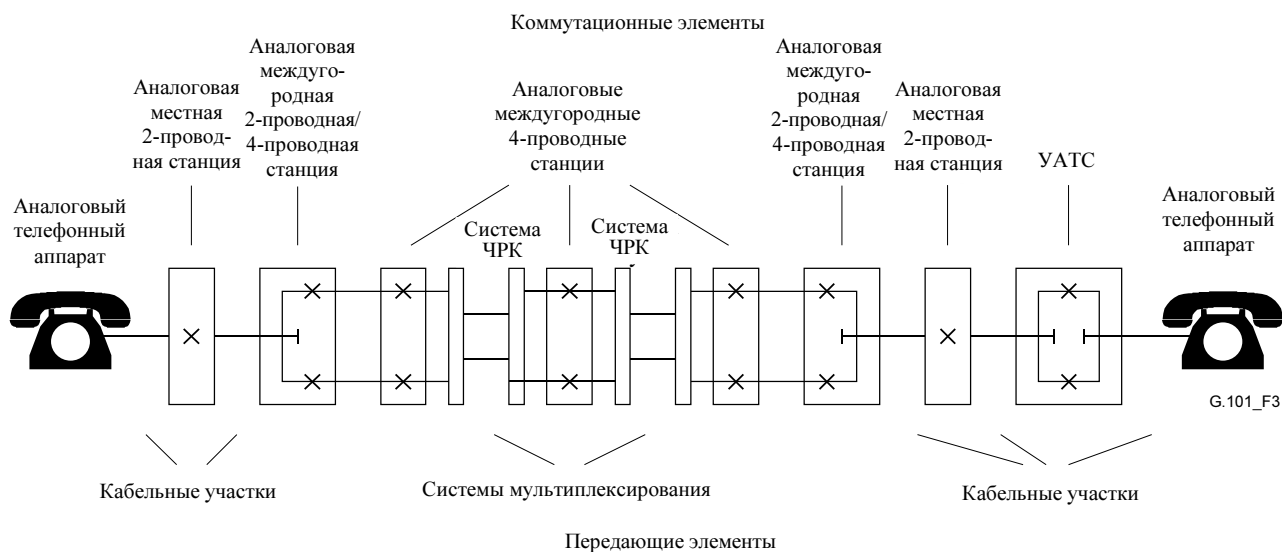
На рисунке 3 изображена полностью аналоговая трасса между двумя аналоговыми аппаратами. Наиболее критическими параметрами являются общий показатель громкости OLR, а в некоторых случаях – шум, при условии что на очень длинных соединениях используются эхокомпенсаторы. (Этот случай в прошлом был наиболее широко распространенным.)

На рисунке 4 цифровой телефонный аппарат соединяется с аналоговым аппаратом через полностью цифровую трассу. В дополнение к традиционным системам ИКМ в данный цифровой тракт включен виртуальный канал ATM. (Такие конфигурации, вероятно, получат довольно широкое распространение в ближайшем будущем.) На аналоговом окончании в дифференциальной системе станции могут возникать отражения. Основные ухудшения при такой конфигурации вызываются воздействием эха говорящего в цифровом телефонном аппарате, времени передачи, которое увеличивается здесь системой ATM, и отражений сигнала в дифференциальной системе на дальнем

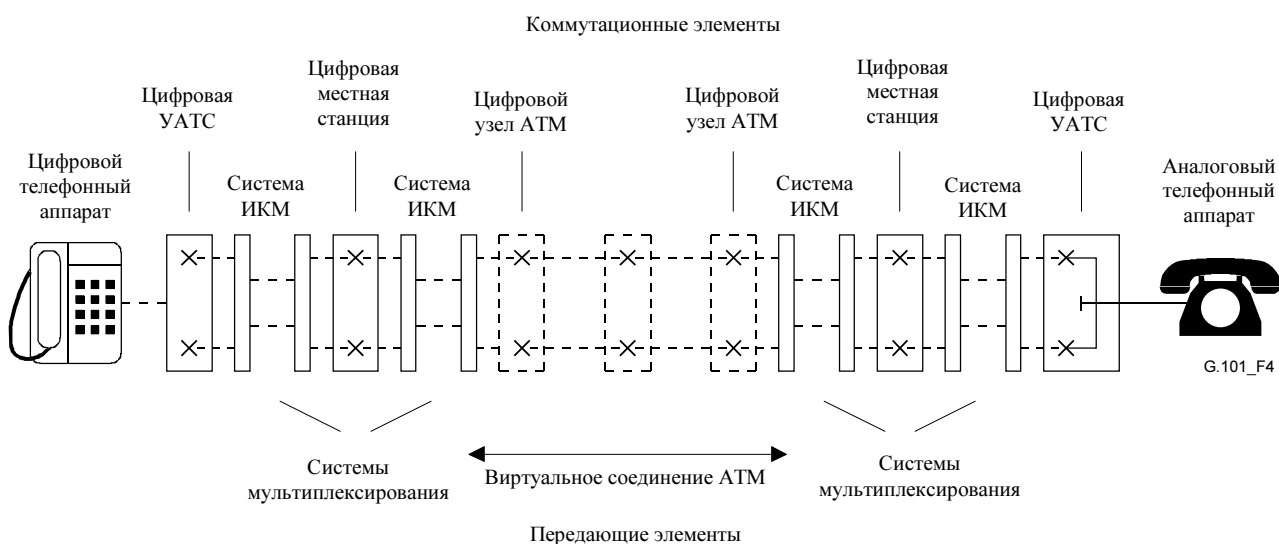
конце. Однако следует отметить, что, даже когда каналы ATM не используются в цифровом тракте, существует возможность заметного эха говорящего.

Несмотря на то что эхо-эффекты могут быть уменьшены с помощью эхокомпенсаторов, само по себе очень длительное время передачи является причиной ухудшения качества передачи речи. Соединение, подвергаемое такому риску, показано на рисунке 5, где изображен вызов с мобильного телефона (например, типа GSM) через спутниковую линию. Хотя это и не показано на данном рисунке, на спутниковых каналах для речевого трафика обычно используются DCME. Этот тип оборудования также увеличивает задержку и может создавать определенный вид искажений, если имеет неправильную размерность.

Последующий пример использования систем DCME показан на рисунке 6, где на одном конце соединения используется бесшнуровой телефон. Здесь последовательное соединение низкоскоростных кодеков в бесшнуровом телефоне и DCME снижает качество передачи.

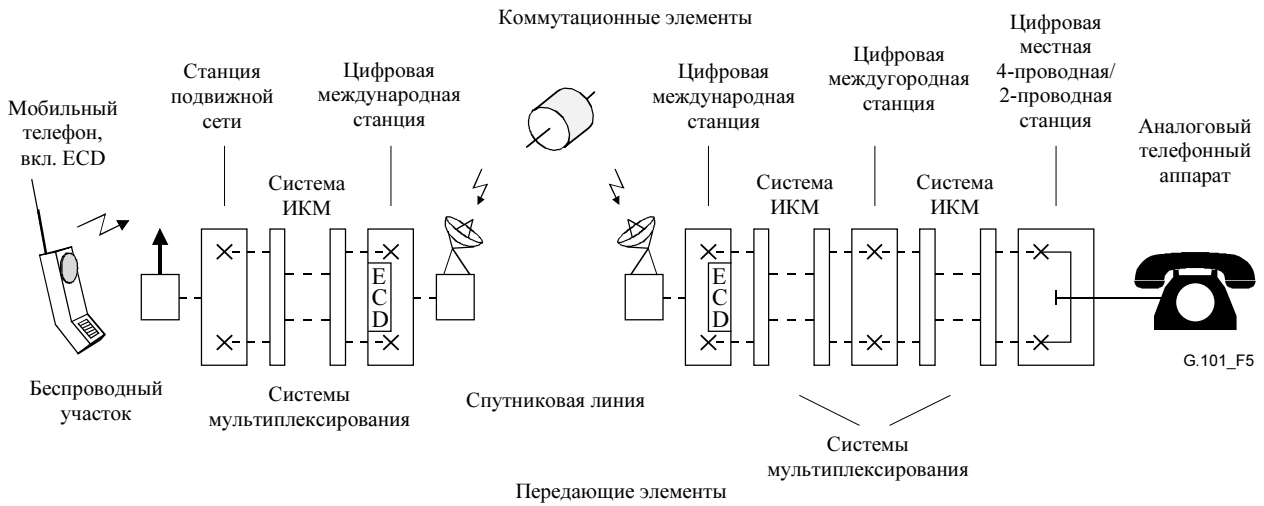


**Рисунок 3/G.101 – Типовая конфигурация полностью аналогового соединения**



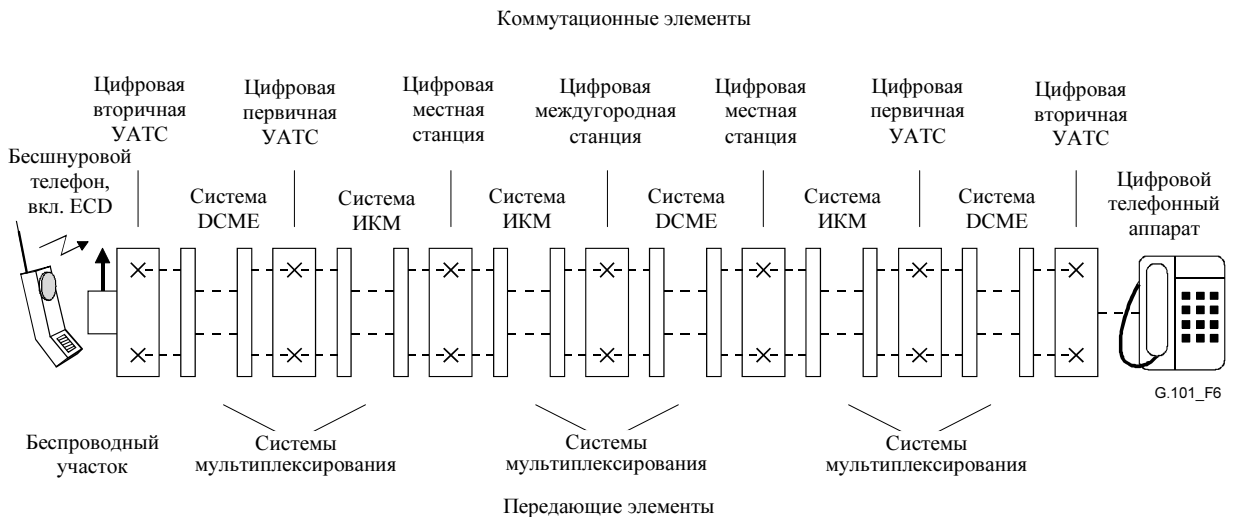
**Рисунок 4/G.101 – Конфигурация полностью цифрового соединения, включающего ATM, между цифровым и аналоговым аппаратом**





ECD Устройство управления эхом

**Рисунок 5/G.101 – Конфигурация для мобильного телефона, подсоединенного к ТСОП, включающей спутниковую линию**



ECD Устройство управления эхом

**Рисунок 6/G.101 – Соединение бесшнурового телефона через линии передачи, содержащие DCME**

## 8 Технические требования/ухудшения передачи

В данном разделе перечисляются важные конкретные параметры передачи. Субъективное воздействие некоторых из этих ухудшений описано в Рекомендации МСЭ-Т Р.11. Параметры передачи подробно не объясняются, однако приводятся ссылки на соответствующие Рекомендации МСЭ-Т, в которых можно найти руководство.

### 8.1 Показатели громкости

Уровень в точке передачи цифровой станции должен быть равен 0 дБ. Затухание на аналоговых участках доступа (т. е. линиях местной станции) должно быть таким, чтобы в точке преобразования А/Ц, Ц/А  $SLR = 8$  дБ и  $RLR = 2$  дБ, когда аналоговые телефоны с номинальными значениями  $SLR/RLR$ , определяемыми в национальных или гармонизированных стандартах, присоединены к NTP.

Когда это возможно, подстройку уровня сигнала следует производить в аналоговой области. Затухание или усиление цифровых удлинителей ограничивает доступный диапазон уровня и увеличивает искажение сигнала, и, по возможности, их не следует использовать.

В Рекомендации МСЭ-Т G.111 приведены номинальные значения показателей громкости, а в Рекомендации МСЭ-Т P.310 – требования к рабочим характеристикам звуковых сигналов  $SLR = 8$  дБ и  $RLR = 2$  дБ и соответствующее тестирование цифровых телефонов в телефонной полосе частот.

## **8.2 Шум, переходный разговор и искажения групповой задержки**

Аналоговые шлейфы местного доступа и системы преобразования А/Ц и Ц/А должны быть спроектированы для обеспечения показателей качества в плане шума, переходного разговора и искажений групповой задержки, которые по меньшей мере соответствуют уровням, рекомендованным в Рекомендациях МСЭ-Т Q.551 и Q.552.

Результирующее искажение групповой задержки в соединении зависит от числа преобразований в полосе тональных частот, которые производятся в сети. В Рекомендации МСЭ-Т G.712 содержится руководство по этому вопросу.

## **8.3 Управление стабильностью путем распределения затухания в цепях**

Более подробная информация приведена в Рекомендации МСЭ-Т G.122. Применение этих правил к типичным цепям иллюстрируется на рисунке 7.

Цепь типа 1 на рисунке 7а) соответствует случаю, когда на всем протяжении цепи используется цифровая передача, а на обоих концах используется цифровая коммутация. Обычно, такая цепь может работать при номинальном затухании передачи 0 дБ, как показано на рисунке, благодаря свойствам передачи, проявляемым такими цепями (например, относительно малым изменениям затухания во времени).

Цепь типа 2 на рисунке 7 б) соответствует случаю, когда тракт передачи установлен по цифровому каналу передачи, последовательно соединенному с аналоговым каналом передачи. На цифровом конце применяется цифровая коммутация, а на аналоговом конце – аналоговая.

В некоторых случаях может оказаться возможным, чтобы цепи типа 2 работали при номинальном затухании 0 дБ в каждом направлении передачи. Например, когда на аналоговом участке может быть обеспечена необходимая стабильность усиления, а искажения затухания допускают возможность такой работы.

Цепь типа 3 на рисунке 7с) соответствует случаю, когда тракт передачи установлен по последовательному соединению, состоящему, как показано, из цифрового/аналогового/цифрового каналов. На обоих концах предполагается цифровая коммутация.

Цепь типа 4 на рисунке 7d) соответствует случаю, когда тракт передачи установлен по последовательному соединению, состоящему, как показано, из аналогового/цифрового/аналогового каналов. На обоих концах предполагается аналоговая коммутация.

Цепь типа 5 на рисунке 7 е) соответствует случаю, когда на всем протяжении цепи используется аналоговая передача и на обоих концах используется аналоговая коммутация.

Для аналоговых или смешанных цифрово-аналоговых соединений рекомендуется, чтобы было введено затухание  $L = 0,5$  дБ.

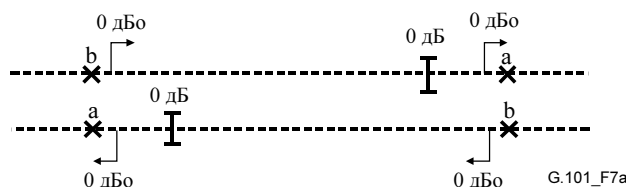
**ПРИМЕЧАНИЕ.** – Общие замечания, касающиеся распределения затухания в смешанных аналогово-цифровых цепях:

В цепях типа 2, 3 и 4 удлинители, необходимые для компенсации нестабильности аналоговых участков цепи (обусловленной изменениями затухания во времени или частотными искажениями), показаны симметрично расположенными в обоих направлениях передачи. Однако на практике подобные устройства могут привести к нестандартным уровням на границах между участками цепи. Администрациям сообщается, что если они предпочтут принять асимметричную схему, например перенести все затухание в направление приема только на одном конце цепи (или участка цепи), и если затухание невелико, например общее затухание не больше 1 дБ, то с точки зрения плана передачи возражений нет.

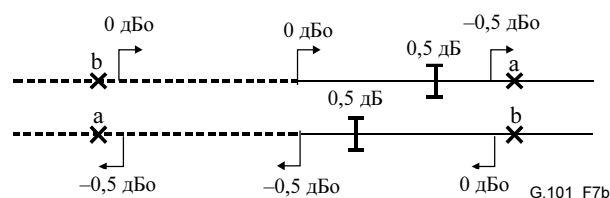
Небольшая асимметрия, возникающая на международном участке соединения, допустима, учитывая, что на практике в большинстве соединений число международных цепей невелико.

Что касается национальных цепей, то администрации могут принимать любую схему, которую они пожелают, при условии соблюдения требований, изложенных в п. 2.2/G.121.

В некоторых случаях могут использоваться трансмультиплексоры, однако при этом цепи могут оказаться недоступными на тональной частоте в точке, которая на изображенных на рисунке 7 схемах обозначена символом удлинителя. Если из-за нестабильности аналоговых участков требуется внести дополнительное затухание, то вопрос о конкретном способе внесения этого затухания решается администрациями на двусторонней основе.

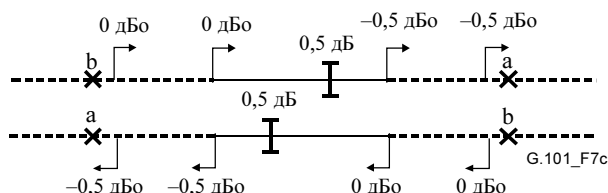


а) Цепь типа 1 – Полностью цифровая цепь с цифровой коммутацией на обоих концах



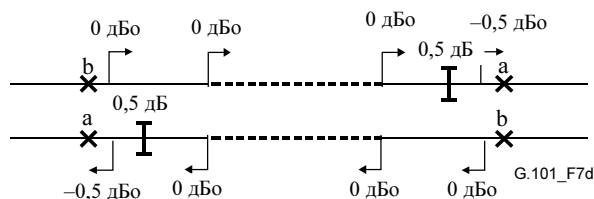
ПРИМЕЧАНИЕ. – Затухание требуется, если аналоговый участок сети вносит значительное искажение или нестабильность затухания во времени.

б) Цепь типа 2 – Цифро-аналоговая цепь с цифровой коммутацией на одном конце и аналоговой коммутацией на другом конце



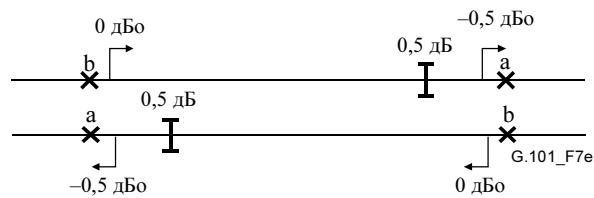
ПРИМЕЧАНИЕ. – Затухание требуется, если аналоговый участок сети вносит значительное искажение или нестабильность затухания во времени.

с) Цепь типа 3 – Цифровая/аналоговая/цифровая цепь с цифровой коммутацией на каждом конце

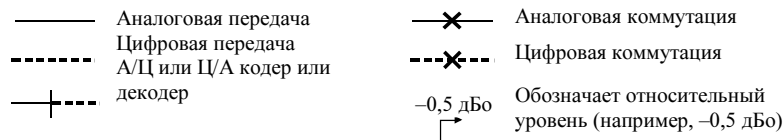


ПРИМЕЧАНИЕ. – Затухание требуется, если аналоговый участок сети вносит значительное искажение или нестабильность затухания во времени.

д) Цепь типа 4 – Аналоговая/цифровая/аналоговая цепь с аналоговой коммутацией на каждом конце



е) Цепь типа 5 – Полностью аналоговая цепь с аналоговой коммутацией на каждом конце



G.101\_F7

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Символы удлинителей в цепях не предназначены для обозначения того, что необходимы реальные ослабители. Такого соглашения между проектировщиками, производящими планирование передачи.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Относительный уровень в точке цифрового канала определяется с использованием идеальных декодеров, как описано в п. 6.5.3/G.100.1.

### Рисунок 7/G.101 – Типы международных цепей

#### 8.4 Задержка/эхо

Независимо от влияния задержки на эхо, абсолютная задержка является ухудшением, и ее следует регулировать. Абсолютная задержка не ухудшает разборчивость речи, но если общая задержка превышает примерно 100 мс от говорящего до слушающего, она начинает влиять на интерактивность телефонных разговоров. Поэтому большие задержки следует по возможности избегать.

Подробное руководство по времени однонаправленной передачи приведено в Рекомендации МСЭ-Т G.114.

Некоторые низкоскоростные кодеры вносят высокие уровни задержки. Некоторое окончное оборудование также вносит большую задержку. Простые терминалы могут не включать средства уменьшения эха.

Управление эхом обычно должно осуществляться с использованием эхокомпенсации, а не эхоподавления. Обеспечение сетью дополнительных устройств для эхокомпенсации (или дополнительных качественных характеристик этими устройствами) должно быть предметом коммерческих переговоров. Например, дополнительная компенсация может проводиться за соответствующую дополнительную плату. В сеть не следует вводить эхотракты.

Терминалы, которые вносят большие задержки (например, некоторые бесшнуровые телефоны), обычно обеспечивают собственное уменьшение эха для компенсации дополнительной задержки. Устройства управления эхом в сети обычно не уменьшают акустическое эхо в терминалах, потому что они предназначены для снижения электрического эха, возникающего в дифференциальных системах. Оконечные устройства должны удовлетворять минимальным требованиям TCLw для эффективного устранения эха.

Для современной сетевой среды управление эхом является одним из ключевых параметров, поскольку рост использования цифровых технологий в передающих и коммутационных системах приводит к снижению затухания и увеличению задержек в соединениях. Это делает влияние эха говорящего более заметным.

Эхо слушающего, как правило, не является проблемой в современных сетях, если оно управляемо. (Руководство можно найти в Рекомендации МСЭ-Т G.126.)

Правила оценки и эха говорящего и управления им даны в Рекомендации МСЭ-Т G.131. Следует отметить, что помехи от эха говорящего зависят не только от среднего времени передачи, но и от показателя громкости эха говорящего (TELR). Последний является функцией чувствительности телефонного аппарата говорящего, степени рассогласования полного сопротивления, вызывающего отражение сигнала и затухание между этим аппаратом и точкой отражения. Одним из способов

уменьшения эха говорящего является использование стратегии выбора подходящего полного сопротивления в 2-проводных частях сети. Этот вопрос обсуждается в Рекомендации МСЭ-Т Q.552.

Эхокомпенсаторы должны соответствовать требованиям Рекомендации МСЭ-Т G.168. Следует отметить, что для того чтобы эхокомпенсаторы работали с максимальной эффективностью, эхотракт должен иметь амплитудную характеристику, близкую к линейной.

## **8.5 Потеря пакетов**

Качественные характеристики передачи ухудшаются вследствие потерь или отбрасывания пакетов. Пакет может быть потерян из-за перегрузки сети; он может быть также отброшен получателем. Это может случиться, например, когда пакет опаздывает на довольно большое время, что получатель объявляет его потерянным. Потеря одного пакета приведет к потере одного или более кодированных речевых кадров, в зависимости от используемого речевого кодера и число кадров, находящихся в пакете. Следовательно, речевой кодер должен быть устойчивым по отношению к потерям кодированных кадров. В частности, если в один пакет собрано несколько кадров, то показатели работы речевого кодера следует оценивать в условиях потери кадров, отражающих формирование пакетов в данной сети.

В пакетных системах обычно используются пакеты с речевым содержанием длительностью 6 мс (например, при АТМ) или 20 мс (например, при VoIP), из-за чего любая потеря пакета потенциально приводит к серьезному ухудшению. Многие низкоскоростные речевые кодеры, используемые для пакетной передачи речи, имеют внутренний механизм сокрытия потерь пакетов, который является эффективным при небольшом количестве потерянных пакетов. Однако алгоритмы сокрытия потерянных пакетов неэффективны при длинных последовательностях потерянных пакетов, которые могут возникать в результате перегрузки в маршрутизаторах.

В Рекомендации МСЭ-Т Y.1541 представлены классы качества обслуживания (QoS) в сети, основанные на потере пакетов, задержке и вариациях задержки. Подобные классы для транспорта АТМ даны в Рекомендации МСЭ-Т I.356.

Влияние потери пакетов на качество передачи охватывается E-моделью. Ухудшения, вызываемые конкретными кодеками, могут быть вычислены и учтены при условиях как случайных, так и пачечных потерь пакетов. Более подробную информацию см. в Рекомендации МСЭ-Т G.107 и Добавлении I к Рекомендации МСЭ-Т G.113.

## **8.6 Влияние кодирования и обработки сигналов в цифровом тракте**

Ухудшения в виде искажений, которые вызываются низкоскоростным кодированием и декодированием или другими видами обработки сигналов в цифровом тракте, описываются и количественно определяются в Рекомендации МСЭ-Т G.113. Следует отметить, что цифровая обработка и низкоскоростное кодирование, как правило, увеличивают время передачи.

В зависимости от технологии кодирования последовательное включение может быть особенно проблематичным, и его следует избегать. Следует отметить, что применение Рекомендации МСЭ-Т G.711 не создает этих проблем.

Для оценки такого влияния низкоскоростных кодеков и помощи в выборе кодера для конкретных конфигураций и применений можно использовать E-модель.

## **8.7 Аппаратура сжатия канала**

Данные о таком оборудовании приведены в Рекомендациях МСЭ-Т G.763 и G.765.

## **8.8 Целостность последовательности битов**

Речь о целостности последовательности битов в сети может идти, если только тракт является полностью цифровым. Она может потребоваться для таких услуг, как неограниченный поток на скорости 64 кбит/с, но не требуется для речи. Устройства обработки сигналов, такие как эхокомпенсаторы, низкоскоростные кодеры и цифровые устройства ослабления и усиления, нарушают целостность последовательности битов. Если должен использоваться вариант, требующий целостности последовательности битов, то должна иметься возможность блокировать эти устройства.

## **8.9 Показатель ошибок по битам**

Цифровое передающее оборудование следует использовать так, чтобы гарантировать, что показатели ошибок, установленные в Рекомендациях МСЭ-Т серии G.820, выполнялись со значительным запасом в условиях нормальной работы. При отсутствии отказов в нормальных рабочих условиях ошибки в передаваемой информации, как правило, вызываются временными местными электромагнитными явлениями. Приведенные в данных Рекомендациях уровни учитывают наличие этих явлений. Оборудование следует спроектировать таким образом, чтобы в отсутствие этих явлений оно намного превосходило указанные требования.

## **8.10 Синхронизация**

Проектирование надлежащей синхронизации является частью стратегии планирования сети, потому что ухудшения синхронизации будут влиять на качество соединений: сети следует синхронизировать, как определено в сериях документов ETSI EN 300 462-1-1/6-1 и ИСО/МЭК 11573, для достижения норм частоты проскальзываний, определенных в Рекомендации МСЭ-Т G.822. В Рекомендации МСЭ-Т G.810 содержатся определения и сокращения, используемые в Рекомендациях, относящихся к синхронизации и хронированию. Для получения информации по управлению фазовым дрожанием и дрейфом в цифровых сетях см. руководство в Рекомендациях МСЭ-Т G.823, G.824 и G.825.

## **8.11 Частотные искажения**

Частотные искажения сквозного соединения зависят от фильтрации в отношении аналогово-цифрового и цифро-аналогового преобразования, так же как и от электроакустических свойств терминала.

Полностью цифровые соединения с аналоговыми интерфейсами доступа должны соответствовать требованиям к частотным искажениям, приведенным в Рекомендации МСЭ-Т G.712 или Рекомендациях МСЭ-Т серии Q.550 соответственно.

На полностью цифровых соединениях, на которых используются цифровые телефонные аппараты и полностью цифровые устройства, частотная характеристика должна соответствовать требованиям к частотным искажениям по Рекомендации МСЭ-Т P.310 для узкополосных телефонов с микротелефонными трубками или по Рекомендации МСЭ-Т P.311 для широкополосных телефонов с микротелефонными трубками, или по Рекомендации МСЭ-Т P.341 для широкополосных головных телефонов.

## **8.12 Эффект слогового клиппирования речи**

Слоговое клиппирование речи (т. е. во временной области) в DCME, PCME или в оборудовании беспроводного доступа будет влиять на качество передачи речи в различной степени в зависимости от длины клиппированных отрезков речи и общего процента времени, в течение которого происходит клиппирование. В настоящее время значимые ориентиры качества передачи речи в присутствии клиппирования речи могут быть получены только путем субъективной оценки.

## **8.13 Оценка отдельных ухудшений и в сочетании**

В Рекомендации МСЭ-Т G.113 приводится руководство по планированию для разработчиков сетей, которые станут частью телефонного соединения, с учетом различных ухудшений передачи, вводимых цифровыми системами обработки речи. Предоставленная информация предназначена для использования в сочетании с подходом к планированию передачи, описанным в Рекомендациях МСЭ-Т G.107, G.108 и G.109, т. е. с методом коэффициента ухудшений, на котором основан алгоритм E-модели (Рекомендация МСЭ-Т G.107). Метод коэффициента ухудшений позволяет оценивать различные ухудшения передачи при планировании передачи.

## 9 Планирование услуг и аспекты QoS

Аспекты передачи, рассмотренные в настоящей Рекомендации, являются основным элементом общего QoS для пользователей. В Рекомендации МСЭ-Т G.1000 дается основа для планирования QoS, а в Рекомендации МСЭ-Т G.1010 приводятся требования к конкретным применениям. Кроме того, в Рекомендациях МСЭ-Т серии G.170 содержится руководство по некоторым специальным конфигурациям сети, например многоточечным телеконференциям, составным сетям АТМ/ТСОП, составным сетям IP/ТСОП и т. д.

## Приложение А

### Терминология, используемая при традиционном планировании передачи

Для целей планирования передачи, относящихся к аналоговым элементам/участкам передачи, главным образом к аналоговому доступу, используются следующие определения и терминология. Эти определения по-прежнему являются действующими и рекомендуемыми. Однако принципы, на которых они основаны, хорошо понятны и используются много лет. В настоящее время необходимо руководство по воздействиям на современные цифровые технологии передачи, например технологии коммутации пакетов и кодирования. Поэтому информация об аналоговых технологиях сведена в настоящем Приложении, а не в основной части настоящей Рекомендации.

#### А.1 Цепи и соединения

При планировании передачи полный тракт передачи делится на участки, именуемые цепями, каждый из которых имеет собственную эталонную точку передачи (TPR) 0 дБм. Цепи, связываемые между собою телефонными станциями, образуют соединения. Чаще всего цепи соединяют коммутационные центры; абонентские линии, подключенные к местной телефонной станции, также называются цепями. Следовательно, цепь образуется всем постоянно подключенным оборудованием. В результате получаются четко определенные сегменты с фиксированными параметрами передачи, которые необходимо подстраивать.

Далее определяются важные цепи, используемые при планировании передачи.

**А.1.1 телефонная цепь:** При планировании передачи и в Рекомендациях МСЭ-Т серии G телефонная цепь означает цепь электросвязи с относящимся к ней оконечным оборудованием, непосредственно соединяющим два коммутационных устройства или телефонные станции, в соответствии с примечанием 2 к общему определению цепи (см. п. 1.4/G.100). Для удобства в Рекомендациях МСЭ-Т серии G вместо термина "телефонная цепь" часто используется термин "цепь".

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Концептуально (телефонные) цепи являются теми частями соединений, которые остаются целыми и постоянно подключенными к коммутаторам на каждом конце после разъединения соединения и до установления нового соединения. Типовые измерения (телефонных) цепей выполняются путем как можно большего приближения к идеальной концепции, т. е. между точками доступа к цепи, между которыми находится как можно большая часть (телефонной) цепи (см. п. 2.1.2/M.565).

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В некоторых случаях, преимущественно в частных сетях, определение цепи неприменимо. Телефонные станции в частных сетях обычно соединяются через арендованные линии, определенные на интерфейсах систем передачи.

**А.1.2 абонентская (телефонная) линия; абонентский шлейф (в телефонии):** Линия между коммутационным объектом общего пользования и телефонной станцией или частной телефонной установкой либо другим терминалом, использующим сигналы, совместимые с телефонной сетью.

ПРИМЕЧАНИЕ. – На французском языке термин "ligne de réseau" используется только тогда, когда частная телефонная установка представляет собой учрежденческую автоматическую телефонную станцию или внутреннюю телефонную систему.

**А.1.3 местная (телефонная) система; местная (телефонная) цепь:** Сочетание абонентской станции, абонентской линии и моста питания, если таковой имеется, см. рисунок А.1.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Этот термин используется в контексте планирования и качества передачи.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В текстах МСЭ-Т на английском языке предпочтительно использовать термин "local (telephone) system" [местная (телефонная) система].

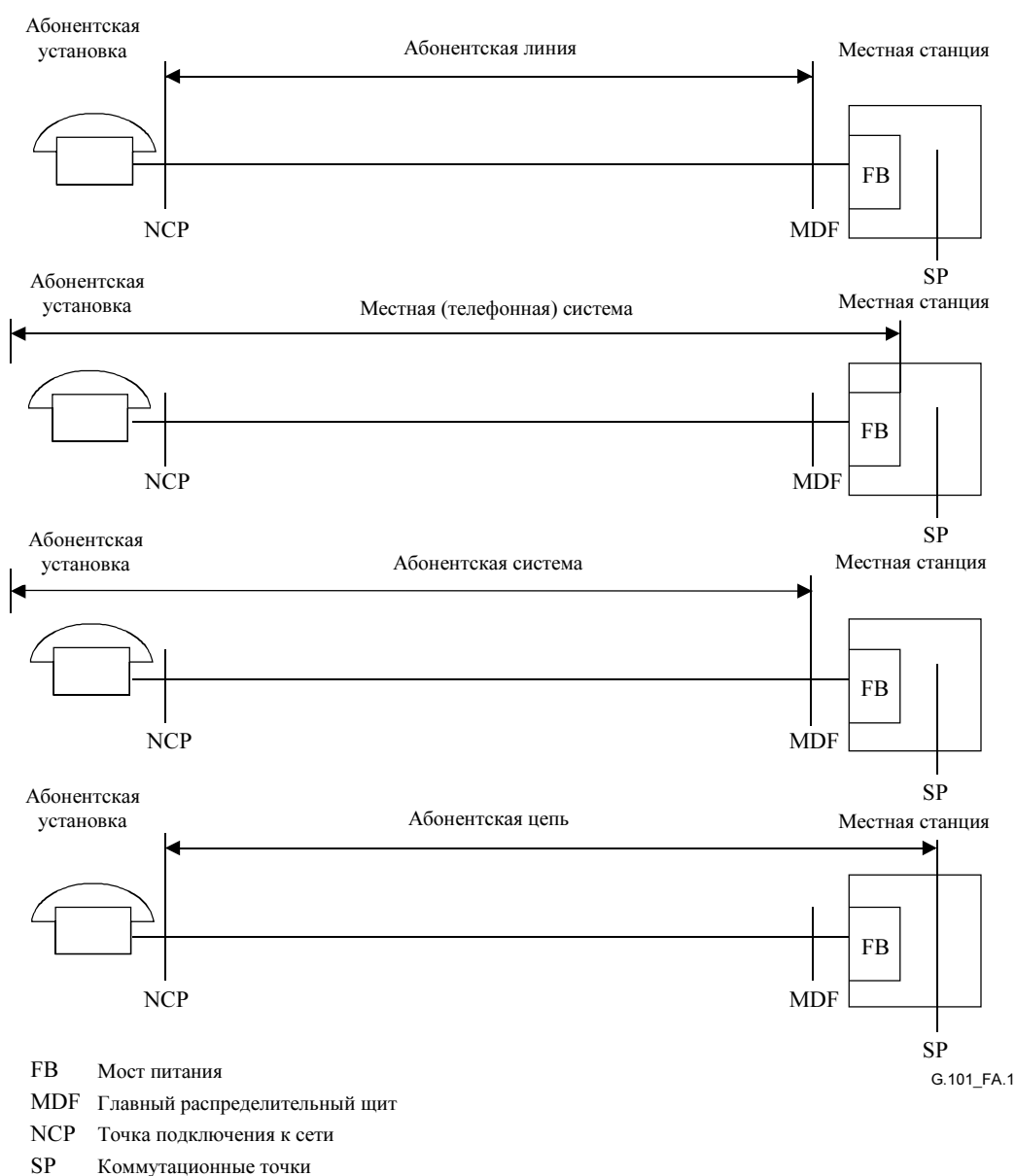
ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Местная сеть включает местную систему, местные телефонные станции и соединительные цепи.

**А.1.4 абонентская система (в планировании передачи):** Абонентская линия, связанная с частью частной телефонной установки, соединенной с этой линией в течение телефонного вызова, см. рисунок А.1.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Этот термин используется в контексте планирования и качества передачи.

**А.1.5 абонентская цепь:** Цепь между местной телефонной станцией и точкой подключения к сети (NCP), т. е. интерфейс между сетью общего пользования и абонентской установкой, см. рисунок А.1. Этот интерфейс может быть, например, на главном распределительном щите (MDF) УАТС, у гнезда для подключения телефонного аппарата и т. д. Местоположение этого интерфейса зависит от национальных правил и практики.

ПРИМЕЧАНИЕ. – На местной телефонной станции абонентская цепь обычно включает "половину" станции, если это аналоговая станция, а на цифровой станции входом и выходом цепи обычно будет цифровой поток, соответствующий "измерительным точкам телефонной станции", определенным в п. 1.2.1.1/Q.551.



**Рисунок А.1/G.101 – Абонентская линия, местная (телефонная) система, абонентская система и абонентская цепь**



**А.1.6 затухание в телефонной цепи:** Это составное затухание на опорной частоте 1020 Гц между входом и выходом цепи, как определено в примечании 1, ниже. Оно будет включать любое затухание в присоединенном оконечном оборудовании коммутационных центров.

**ПРИМЕЧАНИЕ 1.** – Вход и выход цепи, определенные для целей планирования передачи, являются условными точками на телефонной станции, к которым непосредственно подключены цепи (см. п. 2.3.3/М.560) и которые, следовательно, не доступны, например, с целью измерений. Для обеспечения возможности выполнения необходимой корреляции между планируемыми и измеренными значениями в Рекомендации МСЭ-Т М.565 определены "точки доступа к цепи"; их связь с входом и выходом цепи показана на рисунках 1а и 1б/М.565 для аналоговых и цифровых станций соответственно. После завершения измерения между этими точками выполняется любая необходимая коррекция для схем доступа к цепи, чтобы дать возможность определить затухание в цепи (см. п. 3.1.2/О.22).

**ПРИМЕЧАНИЕ 2.** – Для цифровых станций будет показано, что вход и выход цепи соответствуют "измерительным точкам телефонных станций", как определено в п. 1.2.1.1/О.551. Поскольку уровни в этих точках определяются в терминах появляющихся там цифровых потоков, ни схемы цифрового доступа, ни прохождение через блок цифрового коммутатора не будут вызывать никакого затухания или усиления при условии, что последовательность битов не изменяется. С другой стороны, любое перекодирование, например такое, которое производится "цифровым удлинителем", будет приводить к затуханию в цепи. Чтобы допустить по крайней мере обязательные альтернативные "бит-прозрачные" соединения (т. е. сохраняющие целостность последовательности битов, см. п. 3.1.2/О.554), функция "удлинителя" должна быть коммутируемой, т. е. должно быть возможно:

- а) выполнять измерения при условиях, которые по желанию имитируют любые состояния реальной нагрузки, требующие различных значений удлинителя;
- б) проверять коэффициент ошибок по битам (см. п. 3.1.1/О.554), что, безусловно, необходимо делать в отсутствие преднамеренных изменений в потоке битов.

**ПРИМЕЧАНИЕ 3.** – В отношении аналоговых телефонных станций сделано допущение, что номинальные затухания блока коммутатора (определенные в п. 3.2/О.45) разделены поровну между двумя цепями, подключенными к телефонной станции. Колебания затухания, вносимые блоком коммутатора, пренебрежимо малы по сравнению с нормами колебаний затухания в системах передачи (см. п. 1.1.2/М.160).

**ПРИМЕЧАНИЕ 4.** – Точки доступа к цепи не следует путать с "точками доступа к линии", обычно расположенными в распределительном щите (см. Рекомендацию МСЭ-Т М.120). Эти точки не представляют интереса для планирования передачи, а предназначены только для служб технического обслуживания для целей распознавания и локализации отказов.

**ПРИМЕЧАНИЕ 5.** – Вход и выход международных цепей определяются как виртуальные международные точки соединения, имеющие определенные относительные уровни. Это необходимо, чтобы иметь определенные границы между национальными и международными частями соединения.

**А.1.7 соединение:** Совокупность цепей, соединенных коммутационными точками, между двумя различными точками сети.

При планировании передачи затухание соединения обычно представляет собой сумму затуханий в цепях, образующих соединение. (В затухание цепи обычно включается затухание в коммутационных центрах.)

**ПРИМЕЧАНИЕ 1.** – Полное соединение представляет собой соединение между двумя оконечными устройствами, подключенными к сети.

**ПРИМЕЧАНИЕ 2.** – Когда к телефонным станциям подключены аналоговые или смешанные аналогово-цифровые цепи, часто возникают "скачки уровня". В полном соединении сумма всех "скачков уровня" и цифрового затухания не должна превышать 6 дБ в краткосрочном плане и 3 дБ в долгосрочном плане.

## Добавление I

### Традиционное планирование сети в регламентируемой среде путем подразделения международного соединения на "национальные системы" и на "международную цепь"

#### I.1 Подразделение телефонных сетей с учетом интерфейсов между операторами сетей

ПРИМЕЧАНИЕ. – В настоящем Добавлении выражение "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

#### I.2 Общие положения

В прошлом национальные вызовы телефонных пользователей чаще всего обрабатывались их национальной администрацией. Только при международных вызовах в соединениях участвовал более чем один сетевой оператор. Это было отражено в документах МСЭ-Т путем подразделения полного международного соединения на "национальные системы" и "международную цепь". В п. I.3 описывается эта методология, включая обзор соглашений и предостережений, которые должны соблюдаться.

Хотя эта ситуация во многих случаях еще сохраняется и сегодня, с наступлением дерегуляции многие пользователи будут теперь иметь выбор между различными сетевыми операторами для междугородных вызовов и даже для местных вызовов. Данная тенденция устремлена в будущее, когда появится множество взаимосвязанных сетевых операторов. Безусловно, в таких случаях более уместно использовать другие обозначения для составных частей соединения. Поэтому в п. I.4 вводятся термины "оконечная сеть" и "транзитная сеть". (Отметим, однако, что здесь также применимы многие из соглашений и руководящих принципов, представленных в п. I.3).

Чтобы обеспечить общее (сквозное) качество передачи речи между участвующими в каком-либо соединении операторами должно быть достигнуто соглашение в отношении критических параметров передачи с учетом действительных ожиданий и потребностей телефонных пользователей. Для ситуаций с участием нескольких операторов, рассматриваемых в п. I.4, можно дать несколько меньше правил общего характера, чем для "случая национальной сети", описываемого в п. I.3. Однако обсуждение этого вопроса выходит за рамки настоящей Рекомендации.

Отметим, что технические детали сетей затронуты в разделе 7, однако только в виде представления некоторых типичных примеров сетевых компонентов и конфигураций с комментариями о том, какие типы ухудшений передачи они, вероятно, вызывают.

#### I.3 Национальные системы и международная цепь соединения

##### I.3.1 Определение составных частей

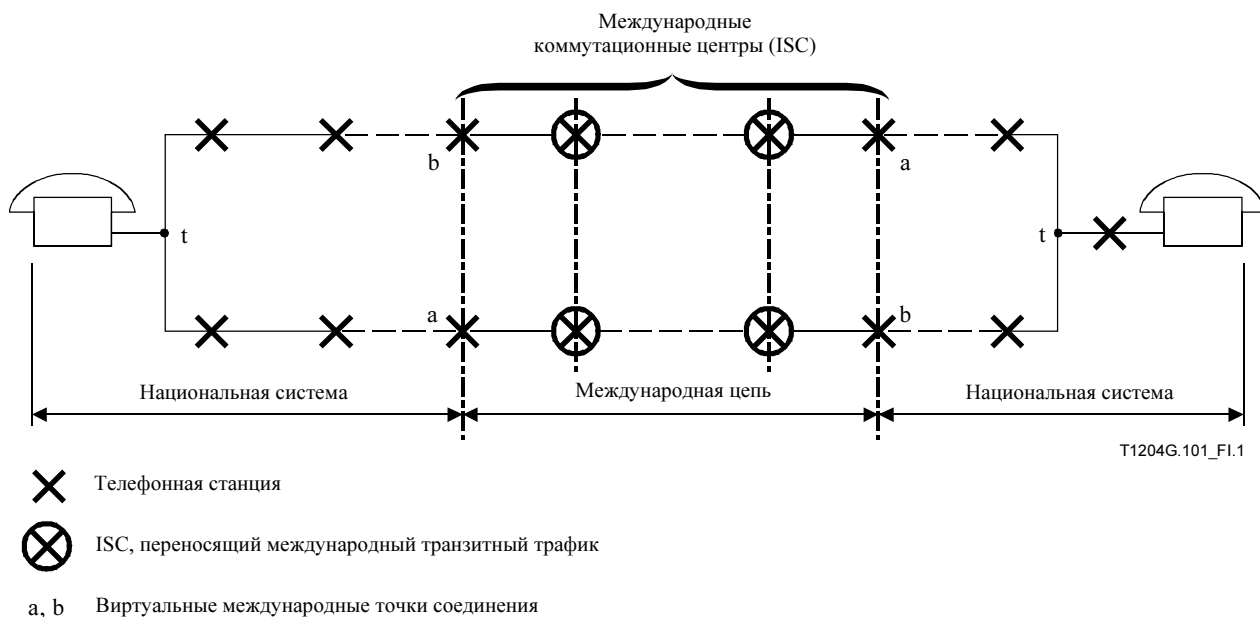
Полное международное телефонное соединение, как показано на рисунке I.1, состоит из трех частей. Точками раздела этих частей являются виртуальные международные точки соединения (Virtual International Connecting Points (VICP)) в исходящих/входящих международных коммутационных центрах (ISC). Это теоретические точки с заданными относительными уровнями (см. пп. I.3.3 и I.3.4).

Тремя частями данного соединения являются:

- Две национальные системы, по одной на каждом конце. Они могут состоять как из одной или более 4-проводных национальных междугородных цепей, соединенных между собой по 4-проводной схеме, так и из цепей с 2-проводной коммутацией для соединения с местными телефонными станциями и абонентскими установками с их абонентскими линиями.
- Международная цепь, состоящая из одной или более 4-проводных международных цепей. Они соединены между собой на 4-проводной основе в международных центрах, которые обеспечивают транзитный трафик, а также соединены на 4-проводной основе с национальными системами в международных центрах.

Международная 4-проводная цепь ограничена своими виртуальными международными точками соединения в международном коммутационном центре.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Виртуальные международные точки соединения могут не совпадать с точками, в которых физически заканчивается цепь в коммутационном оборудовании. Эти последние точки известны как окончания цепи; точное положение этих окончаний в каждом отдельном случае определяется по согласованию с заинтересованной администрацией.



**Рисунок I.1/G.101 – Определение составных частей международного соединения**

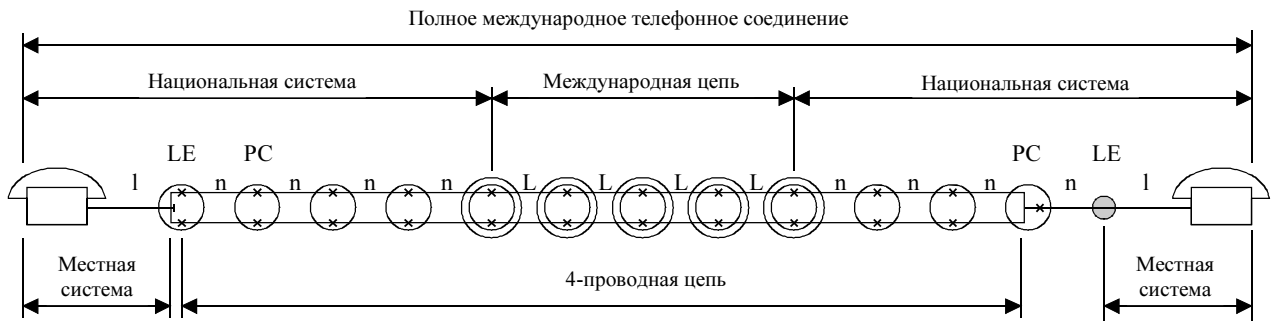
### I.3.2 4-проводная цепь

4-проводная цепь (см. рисунок I.2) обозначает целую ненарушенную последовательность 4-проводных национальных и международных цепей в полном телефонном соединении, включая возможные 4-проводные национальные и международные цепи между первичным центром и местной телефонной станцией и абонентскую линию, например доступ к ЦСИС и 4-проводные УАТС или УАТС, соединенные цифровыми линиями.

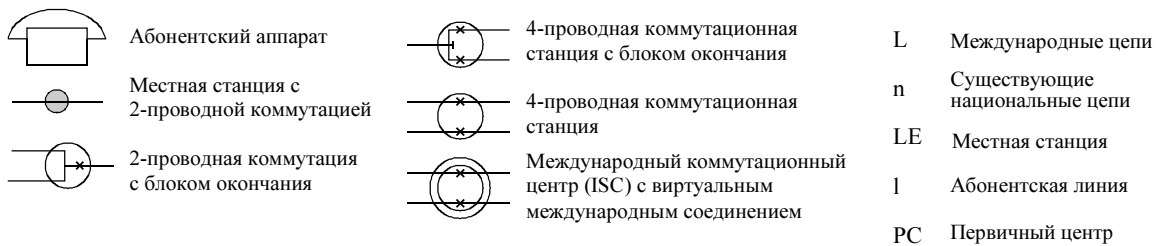
### I.3.3 Виртуальные международные точки соединения (VICP)

Виртуальные международные точки соединения определяют границу между национальной и международной частями соединения; см. рисунок I.1. Международные точки соединения также используются как эталонные точки для количественных показателей передачи, рекомендуемых для национальной и международной частей соединения.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Ранее термины "виртуальные точки коммутации" и "виртуальные аналоговые точки коммутации" использовались для определения границ между национальной и международной частью соединения. Однако этим точкам были присвоены другие относительные уровни.



G.101\_FI.2



ПРИМЕЧАНИЕ. – Схемы для национальных систем приведены только для примера. Во многих случаях местные станции LE (показанные на рисунке как аналоговые) являются цифровыми.

**Рисунок I.2/G.101 – Международное соединение для иллюстрации принятой номенклатуры**

### I.3.4 Относительные уровни, установленные в виртуальных международных точках соединения

Виртуальные международные точки соединения международной 4-проводной телефонной цепи по соглашению относятся к точкам в цепи, где номинальные относительные уровни равны:

- передача: 0 дБо;
- прием: 0 дБо для цифровых цепей или для очень коротких цепей, упомянутых в примечании 4;  
–0,5 дБо для аналоговых или смешанных аналогово-цифровых цепей.

Номинальное затухание передачи в международных цепях равняется 0 дБ для цифровых цепей и 0,5 дБ для аналоговых и смешанных аналогово-цифровых цепей; см. рисунок I.3.

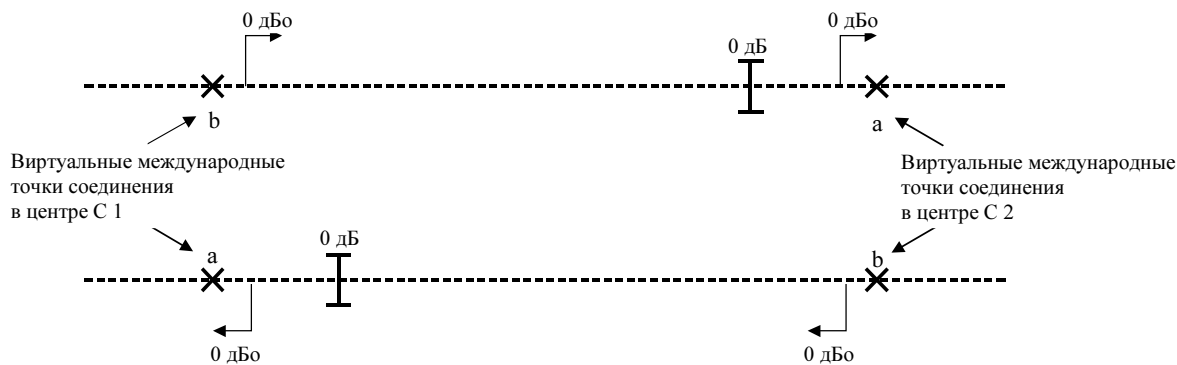
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Обычно затухание 0,5 дБ должно вводиться в смешанную аналогово-цифровую цепь в целях обеспечения соответствия требованиям стабильности.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В ранее использовавшихся "виртуальных точках аналоговой коммутации" относительные уровни равнялись:

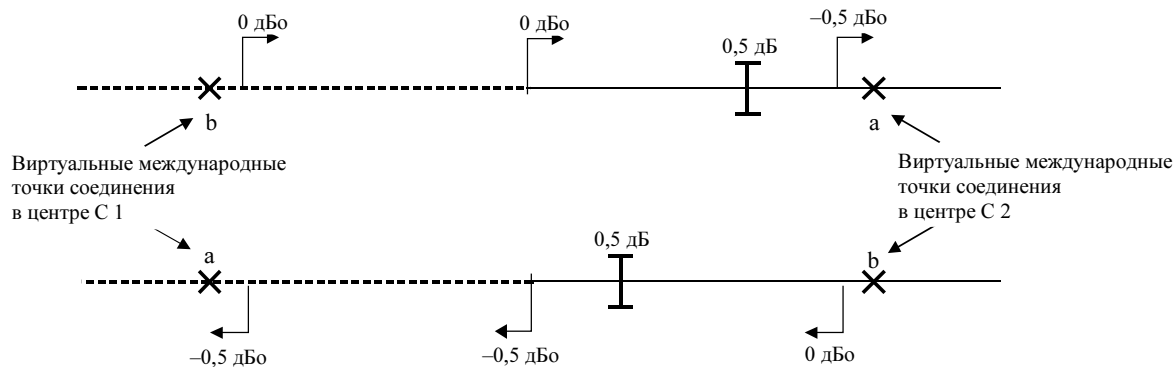
- передача: –3,5 дБо;
- прием: –3,5 дБо для цифровых цепей или очень коротких цепей, упомянутых в Приложении 4;  
–4 дБо для аналоговых и смешанных аналогово-цифровых цепей.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Виртуальные международные точки соединения на цифровых телефонных станциях относятся к цифровому потоку, например к измерительным точкам телефонной станции. На аналоговых телефонных станциях они нередко не доступны и отличаются от коммутационных уровней, используемых на национальном уровне в ISC.

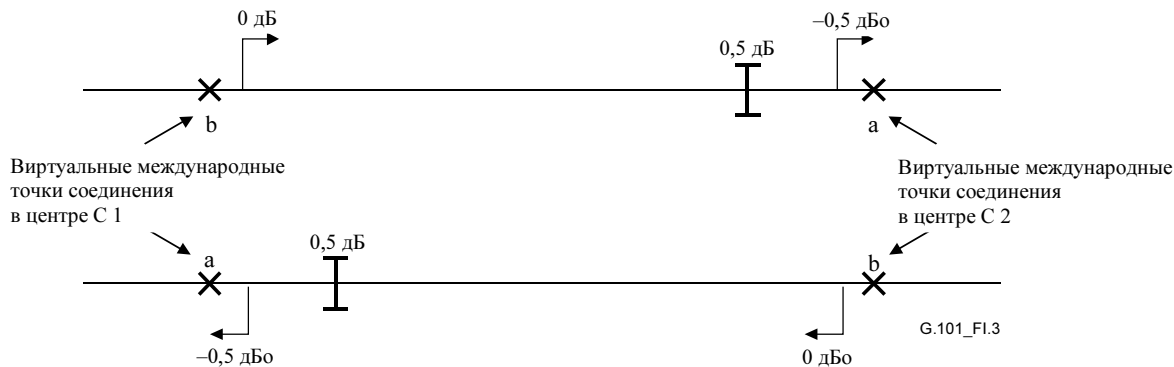
ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Если 4-проводная аналоговая цепь, образующая часть 4-проводной составной цепи, вносит пренебрежимо малые задержки и изменения затухания передачи во времени, то она может работать при нулевом номинальном затухании передачи между виртуальными международными точками соединения. Это допущение относится, в частности, к коротким 4-проводным соединительным цепям между коммутационными центрами, например к цепям между двумя международными коммутационными центрами в одном и том же городе.



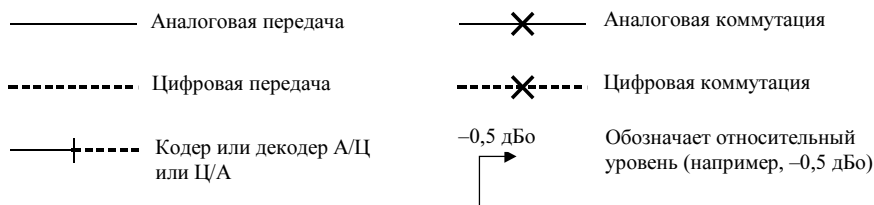
а) Определение виртуальных международных точек соединения для цифровой международной цепи между цифровыми международными центрами



б) Определение виртуальных международных точек соединения для смешанной аналогово-цифровой международной цепи между аналоговым и цифровым международными центрами



с) Определение виртуальных международных точек соединения для аналоговой международной цепи между аналоговыми международными центрами



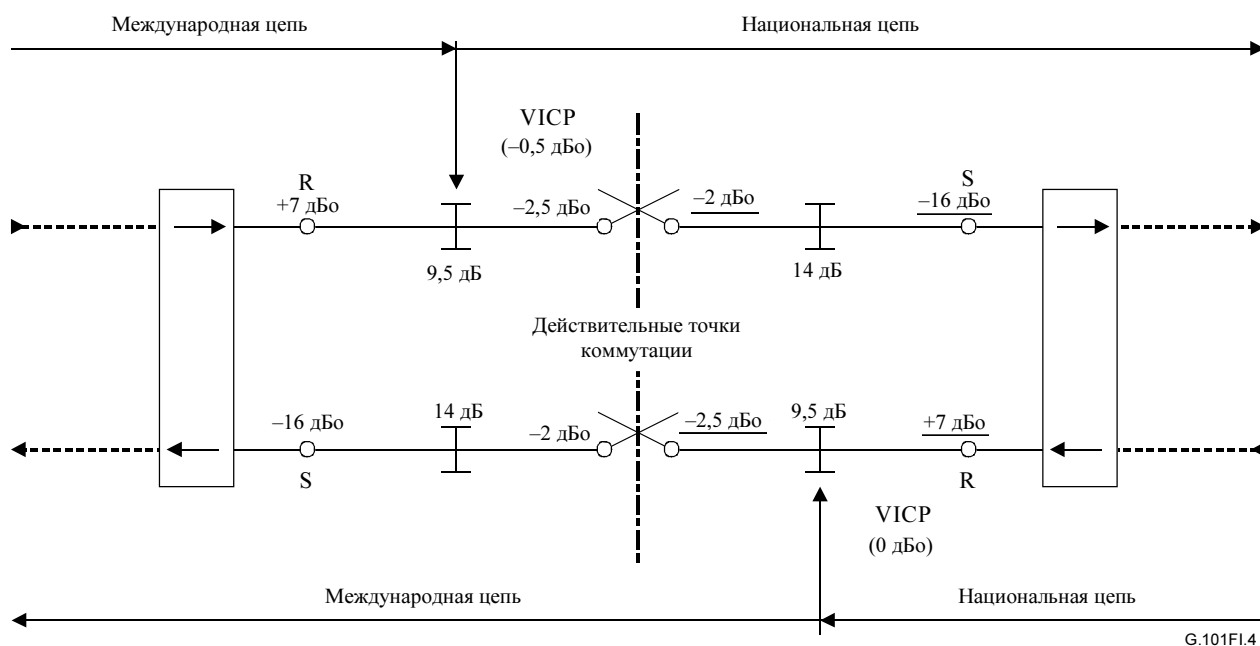
ПРИМЕЧАНИЕ. – Относительный уровень в точке цифровой линии определяется с использованием идеальных декодеров, как описано в п. 6.5.3/G.100.1

Рисунок I.3/G.101 – Определения для международных цепей

### 1.3.5 Точка доступа к цепи

МСЭ-Т определяет точки доступа к цепи как "4-проводные точки доступа, расположенные так, чтобы как можно большая часть международной цепи находилась между соответствующими парами этих точек доступа в двух рассматриваемых центрах" (см. Рекомендацию МСЭ-Т М.565). Эти точки и относительный уровень в них (по отношению к эталонной точке передачи) в каждом случае определяются соответствующей администрацией. Они берутся как базовые эталонные точки с известным относительным уровнем, с которым будут связаны другие измерения передачи. Другими словами, для целей измерений и настройки относительный уровень в соответствующей точке доступа к цепи представляет собой относительный уровень, по отношению к которому настраиваются другие уровни.

Пример, отражающий действительную схему расположения, приведен на рисунке 1.4.



ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Подчеркнутые значения относительных уровней относятся к национальной цепи. Неподчеркнутые значения относительных уровней относятся к международной цепи. В действительном коммутационном центре международные точки соединения могут не существовать физически. Как показано на этом рисунке, VICP находятся внутри удлинительа на 9,5 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Каждый из удлинительа на 9,5 и 14 дБ включает половину затухания телефонной станции.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – В этом примере национальная цепь имеет затухание 0,5 дБ, дающее "скачок уровня" 0,5 дБ в коммутаторе на входе международной цепи.

**Рисунок 1.4/G.101 – Пример, показывающий упрощенное представление транзитного соединения в международном коммутационном центре**

### 1.3.6 Частота для измерений

Для международных цепей эталонная частота для эксплуатационных измерений должна находиться в диапазонах 804–860 Гц или 1004–1020 Гц. (См. Рекомендацию МСЭ-Т О.6.)

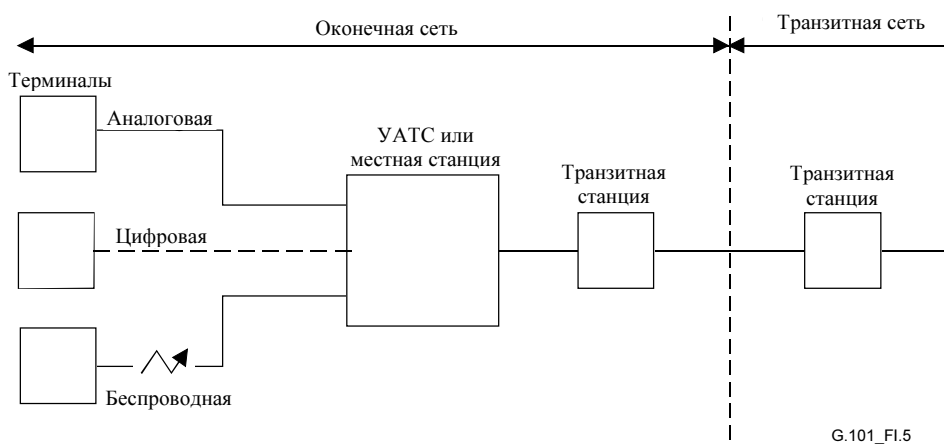
## 1.4 Сети с несколькими операторами

Для сетей с несколькими операторами (что подразумевает дерегламентацию) определениями составных частей являются "оконечные сети" и "транзитные сети", все из которых управляются отдельными операторами. Таким образом, эта терминология отражает *разделение ответственности* между операторами, участвующими в соединениях.

Как следует из названия, участвующие в соединении терминалы должны находиться в оконечных сетях. Каждый вызов исходит из оконечной сети и заканчивается либо в той же, либо в другой оконечной сети. Оконечные сети могут быть соединены друг с другом непосредственно или через одну или несколько транзитных сетей. Оконечная сеть может содержать средства кроссовой коммутации для маршрутизации вызовов к различным коммутируемым сетям.

На рисунке I.5 показан пример транзитной сети, соединенной с оконечной сетью.

Можно предположить, что в современных сетях транзитные сети являются полностью цифровыми. В точках соединения применимы соглашения, определения и правила для цифровых целей, приведенные в п. I.3.



**Рисунок I.5/G.101 – Пример, показывающий простую "оконечную сеть", соединенную с "транзитной сетью", составные части соединений на рынке с несколькими операторами (Оконечные и транзитные сети управляются различными сетевыми операторами)**







## 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
<b>Серия G</b>	<b>Системы и среда передачи, цифровые системы и сети</b>
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
Серия L	Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
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 межсетевого протокола (IP) и сети следующих поколений
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи