A NOTE FROM THE LIBRARY & ARCHIVES SERVICE

Several pages of this volume include annotations/markings; however, the text remains legible. In addition, the content of the volume has been verified and confirmed to be accurate by ITU's Translation Service

This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

هذه النسخة الإلكترونية (PDF) نتاج تصوير بالمسح الضوئي أجراه قسم المحفوظات والمكتبة في الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) نقلاً من وثيقة ورقية أصلية ضمن الوثائق المتوفرة في قسم المكتبة والمحفوظات.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

© International Telecommunication Union

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МККТТ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
КОНСУЛЬТАТИВНЫЙ КОМИТЕТ
ПО ТЕЛЕГРАФИИ И ТЕЛЕФОНИИ

СИНЯЯ КНИГА

ТОМ III - ВЫПУСК III.1

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТЕЛЕФОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ И КАНАЛОВ

РЕКОМЕНДАЦИИ G.101 - G.181

IX ПЛЕНАРНАЯ АССАМБЛЕЯ
МЕЛЬБУРН, 14 – 25 НОЯБРЯ 1988 ГОДА

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МККТТ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
КОНСУЛЬТАТИВНЫЙ КОМИТЕТ
ПО ТЕЛЕГРАФИИ И ТЕЛЕФОНИИ

СИНЯЯ КНИГА

ТОМ III – ВЫПУСК III.1

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТЕЛЕФОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ И КАНАЛОВ

РЕКОМЕНДАЦИИ G.101 – G.181

IX ПЛЕНАРНАЯ АССАМБЛЕЯ
МЕЛЬБУРН, 14–25 НОЯБРЯ 1988 ГОДА

ISBN 92-61-03314-8

© ITU

СОДЕРЖАНИЕ КНИГИ МККТТ, ДЕЙСТВУЮЩЕЙ ПОСЛЕ IX ПЛЕНАРНОЙ АССАМБЛЕИ (1988 г.)

СИНЯЯ КНИГА

Том I

ВЫПУСК I.1 — Протоколы и отчеты Пленарной Ассамблеи. Перечень исследовательских комиссий и изучаемых вопросов.

ВЫПУСК I.2 — Пожелания и резолюции.
Рекомендации по организации и процедурам работы МККТТ (серия А).

ВЫПУСК I.3 — Термины и определения. Аббревиатуры и сокращения. Рекомендации по средствам выражения (серия В) и общей статистике электросвязи (серия С).

ВЫПУСК I.4 — Указатель Синей книги.

Том II

ВЫПУСК II.1 — Общие принципы тарификации — Таксация и расчеты в международных службах электросвязи. Рекомендации серии D (Исследовательская комиссия III).

ВЫПУСК II.2 — Телефонная служба и ЦСИС — Эксплуатация, нумерация, маршрутизация и подвижная служба. Рекомендации E.100—E.333 (Исследовательская комиссия II).

ВЫПУСК II.3 — Телефонная служба и ЦСИС — Качество обслуживания, управление сетью и расчет нагрузки. Рекомендации E.401—E.880 (Исследовательская комиссия II).

ВЫПУСК II.4 — Телеграфная и подвижная службы — Эксплуатация и качество обслуживания. Рекомендации F.1—F.140 (Исследовательская комиссия I).

ВЫПУСК II.5 — Телематические службы, службы передачи данных и конференц-связи — Эксплуатация и качество обслуживания. Рекомендации F.160—F.353, F.600, F.601, F.710—F.730 (Исследовательская комиссия I).

ВЫПУСК II.6 — Службы обработки сообщений и справочные службы — Эксплуатация и определение службы. Рекомендации F.400—F.422, F.500 (Исследовательская комиссия I).

Том III

ВЫПУСК III.1 — Общие характеристики международных телефонных соединений и каналов. Рекомендации G.101—G.181 (Исследовательские комиссии XII и XV).

ВЫПУСК III.2 — Международные аналоговые системы передачи. Рекомендации G.211—G.544 (Исследовательская комиссия XV).

ВЫПУСК III.3 — Среда передачи — Характеристики. Рекомендации G.601—G.654 (Исследовательская комиссия XV).

ВЫПУСК III.4 — Общие аспекты цифровых систем передачи; оконечное оборудование. Рекомендации G.700—G.795 (Исследовательские комиссии XV и XVIII).

ВЫПУСК III.5 — Цифровые сети, цифровые участки и цифровые линейные системы. Рекомендации G.801—G.961 (Исследовательские комиссии XV и XVIII).

ВЫПУСК III.6 — Передача по линии нетелефонных сигналов. Передача сигналов звукового и телевизионного вещания. Рекомендации серий H и J (Исследовательская комиссия XV).

ВЫПУСК III.7 — Цифровая сеть с интеграцией служб (ЦСИС) — Общая структура и возможности служб. Рекомендации I.110—I.257 (Исследовательская комиссия XVIII).

ВЫПУСК III.8 — Цифровая сеть с интеграцией служб (ЦСИС) — Общесетевые аспекты и функции, стыки пользователь — сеть ЦСИС. Рекомендации I.310—I.470 (Исследовательская комиссия XVIII).

ВЫПУСК III.9 — Цифровая сеть с интеграцией служб (ЦСИС) — Межсетевые стыки и принципы технической эксплуатации. Рекомендации I.500—I.605 (Исследовательская комиссия XVIII).

Том IV

ВЫПУСК IV.1 — Общие принципы технической эксплуатации; техническая эксплуатация международных систем передачи и международных телефонных каналов. Рекомендации M.10—M.782 (Исследовательская комиссия IV).

ВЫПУСК IV.2 — Техническая эксплуатация международных телеграфных, фототелеграфных и арендованных каналов. Техническая эксплуатация международной телефонной сети общего пользования. Техническая эксплуатация морских спутниковых систем и систем передачи данных. Рекомендации M.800—M.1375 (Исследовательская комиссия IV).

ВЫПУСК IV.3 — Техническая эксплуатация международных каналов звукового и телевизионного вещания. Рекомендации серии N (Исследовательская комиссия IV).

ВЫПУСК IV.4 — Требования к измерительному оборудованию. Рекомендации серии O (Исследовательская комиссия IV).

Том V — Качество телефонной передачи. Рекомендации серии P (Исследовательская комиссия XII).

Том VI

ВЫПУСК VI.1 — Общие Рекомендации по телефонной коммутации и сигнализации. Функции и информационные потоки для служб в ЦСИС. Дополнения. Рекомендации Q.1—Q.118 bis (Исследовательская комиссия XI).

ВЫПУСК VI.2 — Требования к системам сигнализации № 4 и № 5. Рекомендации Q.120—Q.180 (Исследовательская комиссия XI).

ВЫПУСК VI.3 — Требования к системе сигнализации № 6. Рекомендации Q.251—Q.300 (Исследовательская комиссия XI).

ВЫПУСК VI.4 — Требования к системам сигнализации R1 и R2. Рекомендации Q.310—Q.490 (Исследовательская комиссия XI).

ВЫПУСК VI.5 — Цифровые местные, транзитные, комбинированные и международные станции в интегральных цифровых сетях и смешанных аналого-цифровых сетях. Дополнения. Рекомендации Q.500—Q.554 (Исследовательская комиссия XI).

ВЫПУСК VI.6 — Взаимодействие систем сигнализации. Рекомендации Q.601—Q.699 (Исследовательская комиссия XI).

ВЫПУСК VI.7 — Требования к системе сигнализации № 7. Рекомендации Q.700—Q.716 (Исследовательская комиссия XI).

ВЫПУСК VI.8 — Требования к системе сигнализации № 7. Рекомендации Q.721—Q.766 (Исследовательская комиссия XI).

ВЫПУСК VI.9 — Требования к системе сигнализации № 7. Рекомендации Q.771—Q.795 (Исследовательская комиссия XI).

ВЫПУСК VI.10 — Цифровая абонентская система сигнализации № 1 (ЦАС 1), уровень звена данных. Рекомендации Q.920 и Q.921 (Исследовательская комиссия XI).

ВЫПУСК VI.11 — Цифровая абонентская система сигнализации № 1 (ЦАС 1), сетевой уровень, управление пользователь — сеть. Рекомендации Q.930—Q.940 (Исследовательская комиссия XI).

ВЫПУСК VI.12 — Сухопутная подвижная сеть общего пользования. Взаимодействие с ЦСИС и коммутируемой телефонной сетью общего пользования. Рекомендации Q.1000—Q.1032 (Исследовательская комиссия XI).

ВЫПУСК VI.13 — Сухопутная подвижная сеть общего пользования. Подсистема подвижного применения и стыки. Рекомендации Q.1051—Q.1063 (Исследовательская комиссия XI).

ВЫПУСК VI.14 — Взаимодействие со спутниковыми подвижными системами. Рекомендации Q.1100—Q.1152 (Исследовательская комиссия XI).

Том VII

ВЫПУСК VII.1 — Телеграфная передача. Рекомендации серии R. Оконечное оборудование телеграфных служб. Рекомендации серии S (Исследовательская комиссия IX).

ВЫПУСК VII.2 — Телеграфная коммутация. Рекомендации серии U (Исследовательская комиссия IX).

ВЫПУСК VII.3 — Оконечное оборудование и протоколы для телематических служб. Рекомендации T.0 — T.63 (Исследовательская комиссия VIII).

ВЫПУСК VII.4 — Процедуры испытания на соответствие Рекомендациям по службе телетекс. Рекомендация T.64 (Исследовательская комиссия VIII).

ВЫПУСК VII.5 — Оконечное оборудование и протоколы для телематических служб. Рекомендации T.65—T.101, T.150—T.390 (Исследовательская комиссия VIII).

ВЫПУСК VII.6 — Оконечное оборудование и протоколы для телематических служб. Рекомендации T.400—T.418 (Исследовательская комиссия VIII).

ВЫПУСК VII.7 — Оконечное оборудование и протоколы для телематических служб. Рекомендации T.431—T.564 (Исследовательская комиссия VIII).

Том VIII

ВЫПУСК VIII.1 — Передача данных по телефонной сети. Рекомендации серии V (Исследовательская комиссия XVII).

ВЫПУСК VIII.2 — Сети передачи данных: службы и возможности, стыки. Рекомендации X.1—X.32 (Исследовательская комиссия VII).

ВЫПУСК VIII.3 — Сети передачи данных: передача, сигнализация и коммутация, сетевые аспекты, техническая эксплуатация и административные положения. Рекомендации X.40—X.181 (Исследовательская комиссия VII).

ВЫПУСК VIII.4 — Сети передачи данных: взаимосвязь открытых систем (ВОС) — Модель и система обозначений, определение служб. Рекомендации X.200—X.219 (Исследовательская комиссия VII).

ВЫПУСК VIII.5 — Сети передачи данных: взаимосвязь открытых систем (ВОС) — Требования к протоколам, аттестационные испытания. Рекомендации X.220—X.290 (Исследовательская комиссия VII).

ВЫПУСК VIII.6 — Сети передачи данных: взаимодействие между сетями, подвижные системы передачи данных, межсетевое управление. Рекомендации X.300—X.370 (Исследовательская комиссия VII).

ВЫПУСК VIII.7 — Сети передачи данных: системы обработки сообщений. Рекомендации X.400—X.420 (Исследовательская комиссия VII).

ВЫПУСК VIII.8 — Сети передачи данных: справочная служба. Рекомендации X.500—X.521 (Исследовательская комиссия VII).

Том IX — Защита от мешающих влияний. Рекомендации серии K (Исследовательская комиссия V). Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейных сооружений. Рекомендации серии L (Исследовательская комиссия VI).

Том X

ВЫПУСК X.1 — Язык функциональных спецификации и описания (SDL). Критерии применения формальных методов описания (FDT). Рекомендация Z.100 и приложения A, B, C и E, Рекомендация Z.110 (Исследовательская комиссия X).

ВЫПУСК X.2 — Приложение D к Рекомендации Z.100: руководство для пользователей языка SDL (Исследовательская комиссия X).

ВЫПУСК X.3 — Приложение F.1 к Рекомендации Z.100: формальное определение языка SDL. Введение (Исследовательская комиссия X).

ВЫПУСК X.4 — Приложение F.2 к Рекомендации Z.100: формальное определение языка SDL. Статическая семантика (Исследовательская комиссия X).

ВЫПУСК X.5 — Приложение F.3 к Рекомендации Z.100: формальное определение языка SDL. Динамическая семантика (Исследовательская комиссия X).

ВЫПУСК X.6 — Язык МККТТ высокого уровня (CHILL). Рекомендация Z.200 (Исследовательская комиссия X).

ВЫПУСК X.7 — Язык человек-машина (MML). Рекомендации Z.301—Z.341 (Исследовательская комиссия X).

СОДЕРЖАНИЕ ВЫПУСКА III.1 СИНЕЙ КНИГИ

Часть 1 — Рекомендации G.100—G.181

Общие характеристики международных телефонных соединений и каналов

Рек. №		Стр.
Указатель Рекомендаций по качеству передачи		XI
Таблицы, содержащие сводные данные по Рекомендациям, относящимся к передаче по линии		XIII
РАЗДЕЛ 1 —	*Общие характеристики международных телефонных соединений и международных телефонных цепей*	
1.0	Общие положения	
G.100	Определения, используемые в выпуске III.1	3
G.101	План передачи	9
G.102	Нормы и Рекомендации по качеству передачи	25
G.103	Условные эталонные соединения	28
G.105	Условные эталонные соединения для изучения переходного разговора	37
1.1	Общие Рекомендации по качеству передачи для полного международного телефонного соединения	
G.111	Показатели громкости (ПГ) международного соединения	42
G.113	Снижение качества передачи	63
G.114	Среднее время прохождения в одном направлении	84
G.117	Асимметрия относительно земли. Аспекты передачи (определения и методы)	94
1.2	Общие характеристики национальных систем, образующих часть международных соединений	
G.120	Характеристики передачи национальных сетей	108
G.121	Показатели громкости (ПГ) национальных систем	109
G.122	Влияние национальных систем на устойчивость, эхо говорящего абонента и эхо слушающего абонента в международных соединениях	126
G.123	Шум цепей на национальных сетях	138
G.125	Характеристики национальных цепей, образованных в системах передачи	143

1.3 Общие характеристики четырехпроводной составной цепи, образованной международными цепями и национальными цепями продолжения

G.131 Устойчивость и эхо 143
G.132 Амплитудно-частотные искажения 155
G.133 Искажения групповой задержки 156
G.134 Линейное переходное влияние 157
G.135 Погрешность восстановления частоты 158

1.4 Общие характеристики международной четырехпроводной составной цепи; международный транзит

G.141 Амплитудно-частотные искажения 159
G.142 Характеристики передачи коммутационных станций 160
G.143 Шум цепи и применение компандеров 165

1.5 Общие характеристики международных телефонных цепей и национальных цепей продолжения

G.151 Общие нормы на качество всех современных международных цепей и национальных цепей продолжения 169
G.152 Характеристики цепей протяженностью до 2500 км 174
G.153 Характеристики международных цепей протяженностью более 2500 км 175

1.6 Аппаратура, относящаяся к телефонным цепям большой протяженности

G.161 Эхозаградители, пригодные для телефонных цепей с малым или большим временем распространения 178
G.162 Характеристики компандеров для телефонии 178
G.163 Системы концентрации вызовов 185
G.164 Эхозаградители 186
G.165 Эхокомпенсаторы 221
G.166 Характеристики слоговых компандеров для телефонии, применяемых в системах с большим числом каналов и большой протяженностью 244

1.7 Относящиеся к плану передачи аспекты специальных цепей и соединений, использующих международную телефонную сеть

G.171 Аспекты сетей частного пользования, относящиеся к плану передачи 251
G.172 Аспекты международной конференц-связи, относящиеся к плану передачи 269

1.8 Резервирование и восстановление систем передачи

G.180 Характеристики систем прямого восстановления передачи типа N + M, предназначенных для использования в цифровых секциях, трактах или в цифровой аппаратуре 272
G.181 Характеристики систем восстановления типа 1 + 1 для использования на цифровых трактах передачи 283

Часть II — Дополнения к Разделу 1 Рекомендаций серии G

Рек. №		Стр.
Дополнение № 1	Расчет устойчивости международных соединений, установленных в соответствии с планом передачи и коммутации	289
Дополнение № 2	Эхо говорящего абонента на международных соединениях	289
Дополнение № 3	Оценка устройств уменьшения эхосигнала	296
Дополнение № 10	Применение Рекомендации B.4, касающейся использования децибела	296
Дополнение № 20	Возможные комбинации основных дефектов передачи в условных эталонных соединениях	296
Дополнение № 21	Использование единиц искажений квантования при проектировании международных соединений	297
Дополнение № 24	Соображения, относящиеся к единицам искажений квантования некоторых цифровых устройств обработки кодированных сигналов	297
Дополнение № 25	Указания по размещению микрофонов и громкоговорителей в помещениях для телефонных конференций	297
Дополнение № 29	Нормы для смешанных аналого-цифровых четырехпроводных составных цепей	297
Дополнение № 30	Аспекты плана передачи сухопутных систем подвижной телефонной связи	308

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

1 В настоящем выпуске для краткости термин "Администрация" используется для обозначения как Администрации электросвязи, так и признанной частной эксплуатационной организации.

2 Рекомендации G.106, G.107 и G.108 *Красной книги* перенесены в выпуск II.3 *Синей книги* и имеют номера E.800, E.810 и E. 830, соответственно.

3 В настоящем выпуске термины "Эквивалент затухания" (ЭЗ) и "скорректированный эквивалент затухания" (СЭЗ) больше не используются; в Рекомендациях указываются только значения показателя громкости (ПГ). Однако подробное рассмотрение связи между ЭЗ, СЭЗ и ПГ можно найти в выпуске III.1 *Красной книги*.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

УКАЗАТЕЛЬ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО КАЧЕСТВУ ПЕРЕДАЧИ
(см. примечание)

0	*Определения*	*Рекомендации*
0.1	Условное эталонное соединение	G.103, 212, 215, 222, 801
0.2	Уровни (речевого сигнала, данных)	G.101, § 5.3
0.3	Эталонные точки	G.101, 223, M.120, 580, G.111, 121
1	*Уровни*	
1.1	Показатели громкости	G.111, 121, P.76
1.2	Устойчивость	G.122, 131
1.3	Изменения остаточного затухания	G.122, 131
2	*Амплитудно-частотные характеристики*	
2.1	Эффективно передаваемая полоса	G.132, 151
2.2	Амплитудно-частотное искажение	G.132, 141, 151, 165, 232, H.12
3	*Время задержки и групповая задержка*	
3.1	Суммарное время задержки	G.114, 151, H.12
3.2	Искажения группового времени задержки	G.113, 114, 133, 232, 242
3.3	Фазовые искажения	G.113, 133
4	*Переходные разговоры*	
4.1	Линейный переходный разговор	G.134, 221, P.16
4.2	Переходный разговор на ближнем конце	G.151, P.16
4.3	Переходный разговор на ближнем и дальнем конце	G.151, 232
4.4	Переходный разговор на дальнем конце	G.151
5	*Шум*	
5.1	Шум цепи	G.123, 153, 222, 223
5.2	Нелинейные комбинационные искажения	G.223
5.3	Собственные шумы системы	G.712, 713, 792
5.4	Искажения квантования	G.113, 712, 713
6	*Полное сопротивление*	
6.1	Номинальное полное сопротивление	G.712, 142
6.2	Затухание несогласованности	G.121, 142, 232
6.3	Асимметрия	G.117
6.4	Затухание разомкнутого шлейфа	G.122
6.5	Эхо	G.131
6.6	Входное полное сопротивление	G.111, 121

7	*Нелинейные искажения*	
7.1	Нелинейные искажения	G.151
7.2	Ограничение уровня (ограничение пикового уровня)	G.232
7.3	Искажение квантования	G.113, 712, 713, 714, 733, 792
8	*Снижение качества передачи вследствие переходных процессов*	
8.1	Импульсные помехи	G.113
8.2	Скачки фазы	G.113
8.3	Скачки усиления	G.113
8.4	Пропадание сигнала	G.113
9	*Специальные цепи*	
9.1	Сети частного пользования	G.171
9.2	Соединения для конференц-связи	G.172

Примечание. — В настоящем указателе приведен неполный перечень Рекомендаций, относящихся к качеству передачи. Он также не является полным указателем всех Рекомендаций, затрагивающих проблемы качества, поэтому следует обращаться к Рекомендациям серии P, в которых содержится информация, относящаяся к качеству передачи.

ТАБЛИЦА 1

Сводка основных характеристик, принятых МККТТ для международных телефонных цепей[a)] и международных соединений
(Данная краткая таблица не является Рекомендацией, обращайтесь к полному тексту Рекомендаций)

		Для международной цепи (1)	Для полного соединения или его частей (2)
Показатели громкости		G.111, § 2	Для соединения и национальных систем G.111, § 1; G.121
Номинальное затухание четырехпроводного канала (план передачи, см. G.101)		0,0 дБ G.101 – цифровой 0,5 дБ G.101 – аналоговый Влияния эха (G.131, § 2)	Четырехпроводные национальные каналы, входящие в состав соединения: G.101, § 2.2, G.121, G.122
Устойчивость передачи		G.131, § 1	Балансное затухание национальной сети (G.122)
Полоса эффективно передаваемых частот	Предельные частоты (в Гц)	Не менее 300–3400 (G.151, § 1)	Составное 4-проводное соединение из 6 каналов: 300–3400 (G.132)
	Дополнительное затухание на предельных частотах	9 дБ (G.151, § 1, и G.132)	9 дБ (G.151, § 1, и G.132)
Амплитудно-частотные искажения		G.151, § 1; рисунок 1/G.151	Расчетные значения для 12 каналов (рисунок 1/G.132) Для передачи данных: см. H.12
Групповая задержка (t)		G.114	Для соединения (G.114) $t < 150$ мс, без дополнительных условий $t < 400$ мс, допустимо с ограничениями Для передачи данных: см. H.12
Фазовое искажение (относительно групповой задержки t)		$t_m - t_{min} < 30$ мс[b)] $t_M - t_{min} < 15$ мс[b)] (G.133)	Для 4-проводного составного канала (G.133) $t_m - t_{min} < 60$ мс $t_M - t_{min} < 30$ мс Для каждого национального 4-проводного составного канала: (G.133) $t_m - t_{min} < 15$ мс $t_M - t_{min} < 7{,}5$ мс
Изменение остаточного затухания во времени		Среднее отклонение от номинального значения $< \pm 0{,}5$ дБ Станд. откл. < 1 дБ или 1,5 дБ (G.151, § 3)	Национальные цепи продолжения: как (1) (G.151) Для передачи данных: см. H.12
Линейные переходные разговоры между различными каналами (защищенность Δ на ближнем или дальнем конце)		Δ > 65дБ (G.151, § 4, примечания 1 и 3)	Национальные цепи продолжения: как (1) (G.151)
Защищенность от переходного разговора на ближнем конце между двумя направлениями передачи		Обычные каналы: > 43 дБ (G.151, § 4) С концентратором речи: > 58 дБ С эхозаградителем: > 55 дБ (G.151, § 4) (примечание 4)	Национальные цепи продолжения: как (1) (G.151)

ТАБЛИЦА 1 *(окончание)*

		Для международной цепи (1)	Для полного соединения или его частей (2)
Шум канала		См. таблицу 1 *bis*	
НЧ входное сопротивление аппаратуры индивидуального преобразования			Номинальное значение 600 Ом (G.232, § 11.2)
Расхождение частот на двух концах ВЧ канала		< 2 Гц (G.135, G.225)	G.135, G. 225
Мощность в точке нулевого относительного уровня	Телефония, средняя мощность в ч.н.н.	Речевые сигналы и т.п. 22 мкВт[c] (G.223) Электрические сигналы + звуковые сигналы 10 мкВт (G.223) (см. G.224 для мощности импульсов сигнализации)	
	Тональное телеграфирование. Максимальная мощность на канал в системах тонального телеграфирования, имеющих: 24 канала 18 каналов 12 каналов или меньше	Амплитудная модуляция, мощность при передаче непрерывной посылки [H.23, § 2, a)] 9 мкВт 15 мкВт 35 мкВт	Средняя мощность при частотной модуляции [H.23, § 2, b)] 5,6 мкВт 7,5 мкВт 11,25 мкВт
	Одновременная телеграфная и телефонная передача по выделенному каналу	Уровень телеграфной передачи ≤ –13 дБм0 (H.32)[d]	
	Фототелеграфная передача	Амплитудная модуляция – 3 дБм0. Частотная модуляция – 13 дБм0 (H.41)	
Максимальная мощность при передаче данных по арендованным каналам (H.51, § 1)[d]		1 мВт на абонентской линии Частоты: ≥ 2400 Гц, см. G.224	
		Частотная модуляция: –13 дБм0 или –20 дБм0 Амплитудная модуляция: ≥ –13 дБм0	
Максимальная мощность при передаче данных по каналам коммутируемой сети (H.51, § 2)[d]		1 мВт на абонентской линии Частоты: ≥ 2400 Гц, см. G.224	
		Частотная или фазовая модуляция: ≥ 13 дБм0 Амплитудная модуляция: ≥ –13 дБм0	

m = номинальная минимальная эффективно передаваемая частота.

M = номинальная максимальная эффективно передаваемая частота.

min = частота, соответствующая минимальному групповому времени задержки.

a) Если специально не оговорено, каналы тонального телеграфирования и фототелеграфные каналы имеют такие же характеристики.

b) Эти значения применимы к составному соединению международных цепей.

c) Расчетное номинальное значение или принятое значение для условной эталонной цепи.

d) В этой Рекомендации содержатся ограничения по применению. См. также Рекомендацию H.34.

СВОДНЫЕ ТАБЛИЦЫ

ТАБЛИЦА 1 *bis*

Сводка принятых МККТТ и МККР норм на шумы для телефонных цепей
(Данная краткая таблица не является Рекомендацией, обращайтесь к полному тексту Рекомендаций)

Типы систем				Общие нормы						
				Кабельный[a] или радиорелейный тракт			Спутниковый тракт с одним скачком	Подводный кабель[a]	Все системы	
Рассматриваемые телефонные цепи[b]				Национальные четырехпроводные цепи продолжения и международные цепи протяженностью 250–2500 км	Цепи протяженностью 5000 км	Цепи[c] протяженностью от 2500 до примерно 25 000 км	Цепи протяженностью от 7500 до примерно 15 000 км	Цепи протяженностью от 2500 до примерно 25 000 км	Составное соединение из шести международных цепей	
Рекомендации МККТТ				G.152 G.212[d] G.222 G.226	G.215	G.153		G.153	G.143	G.143
Рекомендации МККР				391, 392 393, 395 396, 397			352 353			
Условная эталонная цепь (УЭЦ) или типовая рассматриваемая цепь				УЭЦ протяж. 2500 км[e] или аналогичная реальная цепь	Цепь протяж. 5000 км[e]	Цепь протяж. 7500 км[e]	Основная УЭЦ протяж. не менее 7500 км		Составная цепь протяж. около 25 000 км	Составная цепь протяж. более 25 000 км
Рекомендуемые нормы	Псофометрическая мощность	Среднечасовая	Суммарная мощность	10 000 пВт					50 000 пВт	
			Оконечная аппаратура	25 000 пВт	2500 пВт0п				Примерно 5000–7000 пВт0п	
			Линия	75 000 пВт, то есть 3 пВт/км	7500 пВт0п 2 пВт0п/км	15 000 пВт[f] 2 пВт/км или лучше[g]	10 000 пВт[f]	1 пВт/км[g]	Примерно 1,5 пВт/км	1 пВт/км для каждого участка протяженностью более 2500 км
		За 1 мин., превышаемая в течение 20% времени месяца	Линия	10 000 пВт0п	5000 пВт0п		10 000 пВт[f]			
		% времени месяца, в течение которого псофометрическая мощность за 1 мин. может быть превышена для указанной линии	47 500 пВт 50 000 пВт 63 000 пВт	0,1	0,1	0,3[f]	0,3[f]			
Невзвешенная мощность		% времени месяца, в течение которого может быть превышено 10^6 пВт (5 мс)		0,1		0,3[f]	0,3[f]			

ТАБЛИЦА 1 *bis* (*окончание*)

Специальные нормы								
На национальных сетях	Радиорелейные линии					Тропосферные радиорелейные линии в особых условиях	Воздушные линии	
Шум, вносимый национальными системами передачи	Цепи, незначительно отличающиеся от УЭЦ протяженностью $280 < L < 2500$ км	Состав линейных трактов, значительно отличающихся от УЭЦ протяженностью				Одна или самое большее две цепи в одном всемирном соединении	до 2500 км	свыше 2500 км
		$50 < L < 280$ км	$280 < L \leq 840$ км	$840 < L \leq 1670$ км	$1670 < L \leq 2500$ км			
G.123							G.311	G.153
Рекомендации МККР	395	395	395	395	395	396; 392		
Общая протяженность L (в км) каналов в системах передачи с ЧРК на национальном составном соединении						УЭЦ протяженностью 2500 км[e)]	УЭЦ протяженностью 2500 км[e)]	Цепь протяженностью 10 000 км
$(4000 + 4\,L)$ пВт или $(7000 + 2\,L)$ пВт[h)]							20 000 пВт[i)]	50 000 пВт[i)]
							2500 пВт	
	$3\,L$ пВт	$(3\,L + 200)$ пВт		$(3\,L + 400)$ пВт	$(3\,L + 600)$ пВт		17 500 пВт	
	$3\,L$ пВт	$(3\,L + 200)$ пВт		$(3\,L + 400)$ пВт	$(3\,L + 600)$ пВт	25 000 км		
	$\frac{L}{2500} \times 0{,}1$	$\frac{280}{2500} \times 0{,}1$	$\frac{L}{2500} \times 0{,}1$	$\frac{L}{2500} \times 0{,}1$	$\frac{L}{2500} \times 0{,}1$	0,5		
						0,5		

a) Для этих систем передачи достаточно проверить, выполняются ли среднечасовые нормы.

b) Специальные нормы для телеграфной передачи указаны в Рекомендациях G.143, G.153 и G.442. Нормы для передачи данных указаны в Рекомендациях G.143 и G.153.

c) Для очень больших стран см. Рекомендацию G.222, § 3.

d) Подробные данные для УЭЦ см. в данной Рекомендации.

e) Нормы на шум линии, указанные в том же столбце, пропорциональны длине для случаев линий меньшей протяженности.

f) Значение временное.

g) Норма 3 пВт/км для наихудших цепей; если в реальной цепи значение превышает 40 000 пВт, то она должна быть оборудована компандером.

h) Для цепей проектирования.

i) За исключением крайне неблагоприятных климатических условий.

Общее замечание. – Все значения, приведенные в настоящей таблице, относятся к точке нулевого относительного уровня телефонного канала, который организован в рассматриваемой системе передачи (для первого канала в случае составного соединения). Кроме того (G.123), псофометрическая эдс шума, индуцируемая линиями электропередачи, не должна превышать 1 мВ на клеммах "линия" абонентского аппарата. Средняя в ч.н.н. величина мощности шума, создаваемого четырехпроводной национальной коммутационной станцией: < 200 пВтп. Предельное значение невзвешенного шума на станции: 100 000 пВт.

ТАБЛИЦА 2

Сводка основных характеристик, принятых МККТТ для оконечной аппаратуры системы передачи

(Данная краткая таблица не является Рекомендацией,
обращайтесь к полному тексту Рекомендаций)

	Полностью кабельные системы передачи (G.232)	Система передачи по воздушным линиям	
		3-канальная (G.361)	12-канальная (G.232)
Уровень остатка тока несущей частоты в линии: a) в полосе частот 60–108 кГц – на канал – на первичную группу[a)] b) вне полосы частот 60–108 кГц	 < –26 дБм0 < –20 дБм0 < –50 дБм0	 < –17 дБм0 < –14,5 дБм0	 < –26 дБм0 < –20 дБм0 < –50 дБм0
Амплитудно-частотные искажения	Рисунки 1/G.232 и 2/G.232		
Групповая задержка	Таблица 1/G.232		
Нелинейные искажения	Рисунок 3/G.232		
Ограничения амплитуды	Определение (G.232, § 8)		
Защищенность от переходного разговора	> 65 дБ для внятного переходного разговора (G.232, § 9) > 60 дБ для невнятного переходного разговора между соседними каналами (G.232, § 9)		
Защищенность от переходного разговора на ближнем конце (А) между точками ВЧ	> 47 дБ без эхозаградителей (G.232, § 9) > 62 дБ с эхозаградителями (G.232, § 9)		
Защищенность от переходного разговора на ближнем конце (Х) между точками ТЧ	> 53 дБ без эхозаградителей (G.232, § 9) > 68 дБ с эхозаградителями (G.232, § 9)		
Относительные уровни	G.232, § 11; Таблица 2/G.232		
Входное сопротивление	600 Ом (G.232, § 12)		
Защита и подавление контрольных частот	G.232, § 13		

a) Когда часть первичной группы передается по воздушным линиям (см. Рекомендацию G.232, § 5.1).

Примечание. – См. Рекомендации G.234 и G.235 для 8-канальной и 16-канальной аппаратуры, соответственно.

ТАБЛИЦА 3

Сводка основных характеристик, принятых МККТТ для первичных и вторичных групп

(Данная краткая таблица не является Рекомендацией, обращайтесь к полному тексту Рекомендаций)

	Первичная группа		Вторичная группа
Защищенность полезной составляющей от перечисленных ниже составляющих, определенных в Рек. G.242, § 1.2:	на 84 кГц (G.242) (дБ)		на 412 кГц (G.242) (дБ)
– внятный переходный разговор[a)]	70		70
– невнятный переходный разговор[a)]	70		70
– возможный переходный разговор	35		35
– мешающие внеполосные составляющие	40		40
– немешающие внеполосные составляющие	17		17
Дополнительное подавление для защиты контрольных частот (G.243)			не менее 40 дБ на 308 кГц ± 8 Гц не менее 20 дБ на 308 и 556 кГц ± 40 Гц (относительно величины на частоте 412 кГц)
Дополнительное подавление для защиты дополнительных измерительных частот (G.243)			не менее 20 дБ на 308 и 556 кГц ± 20 Гц не менее 15 дБ на 308 и 556 кГц ± 50 Гц (относительно величины на частоте 412 кГц) (см. также рисунок 1/G.243)
Изменение вносимого затухания в полосе пропускания аппаратуры транзита	± 1 дБ относительно величины на частоте 84 кГц (G.242)		± 1 дБ (относительно величины на частоте 412 кГц) < 3 дБ для вторичных групп 1 и 3 (G.242)
Изменение вносимого затухания в полосе пропускания аппаратуры транзита при колебаниях температуры от 10 до 40°C	± 1 дБ к 84 кГц по отношению к величине вносимого затухания при температуре 25°C (G.242)		± 1 дБ на 412 кГц по отношению к величине вносимого затухания при температуре 25°C (G.242)
Контрольная частота для (G.241)	Частота (кГц)[b)]	Точность (Гц)	Абсолютный уровень мощности в точке нулевого относительного уровня (что касается допусков, см. G.241) (дБм0)
– основной первичной группы B[c)]	84,080	± 1	–20
	84,140	± 3	–25
– основной вторичной группы	104,080	± 1	–20
	411,860	± 3	–25
	411,920	± 1	–20
	547,920	± 1	–20

a) Для телефонной передачи (G.242).

b) См. Рекомендацию G.241 по использованию этих частот.

c) Относится также к 8-канальным первичным группам (G.234).

ТАБЛИЦА 3 *bis*

Сводка основных характеристик, принятых МККТТ для третичных и четвертичных групп и для блока из 15 вторичных групп

	Третичная группа	Четвертичная группа	Блок из 15 вторичных групп
Защищенность полезной составляющей от перечисленных ниже составляющих, определенных в Рек. G.242, § 1.2:	на частоте 1552 кГц (G.242) (дБ)	на частоте 11 096 кГц (G.242) (дБ)	на частоте 1552 кГц (G.242) (дБ)
– внятный переходный разговор[a)]	70	70	70
– невнятный переходный разговор[a)]	70	70	70
– возможный переходный разговор	35	35	35
– мешающие внеполосные составляющие	40	40	40
– немешающие внеполосные составляющие	17	17	17
Изменение вносимого затухания в полосе пропускания аппаратуры транзита	± 1 дБ по отношению к величине на частоте 1552 кГц (G.242)	± 1,5 дБ по отношению к величине на частоте 11 096 кГц ± 1 дБ в каждой третичной группе (G.242)	± 1,5 дБ по отношению к величине на частоте 1552 кГц ± 1 дБ в каждой вторичной группе (G.242)
Изменение вносимого затухания в полосе пропускания аппаратуры транзита при колебаниях температуры от 10 до 40°C	± 1 дБ на частоте 1552 кГц относительно вносимого затухания при 25° C (G.242)	± 1 дБ на частоте 11 096 кГц относительно вносимого затухания при 25° C (G.242)	± 1 дБ на частоте 1552 кГц относительно вносимого затухания при 25° C (G.242)
Относительные уровни на стойках переключения (G.233)	(дБо)	(дБо)	(дБо)
– передача	–36	–33	–33
– прием	–23	–25	–25 или –33
Затухание отражения на входе преобразователя (G.233)	(дБ) ≥ 20	(дБ) ≥ 20	(дБ) ≥ 20
Контрольные частоты третичных, четвертичных групп или блока из 15 вторичных групп (G.241) в:	Частота (кГц)	Частота (Гц)	Уровень (о допусках см. G.241) (дБм0)
– основной третичной группе	1 552	± 2	–20
– основной четвертичной группе	11 096	± 10	–20
– основном блоке из 15 вторичных групп	1 552	± 2	–20

[a)] Для телефонной передачи (G.242).

ТАБЛИЦА 4

Сводка характеристик, принятых МККТТ для систем передачи по воздушным линиям

(Данная краткая таблица не является Рекомендацией;
обращайтесь к полному тексту Рекомендаций)

	Системы, действующие на каждой паре		
	3-канальные системы	8-канальные системы G.314[c)]	12-канальные системы
Линейные частоты – для одной системы – для нескольких систем на одной линии	Рисунок 1/G.361 (см. также G.361, §§ 1.1, 2.1, 2.2) Рисунок 1/G.361	Рисунок 1/G.314 [G.314, c)]	Рисунок 1/G.311 или Рисунок 2/G.311 См. Рисунок 3/G.311 и Рисунок 4/G.311 для примеров
Контрольные частоты: – частота – уровень	16,110 и 31,110 кГц или 17,800 кГц[a)] (G.361, § 1.3) –15 дБм0	[G.314, d)]	(G.311, § 5) –20 дБм0[b)]
Относительный уровень на выходе оконечной аппаратуры и промежуточных усилителей на частоте, соответствующей 800 Гц на канал	< 17 дБо (G.361, § 1.2)	< 17 дБо [G.314, b)]	< 17 дБо ± 1 дБо (оконечная аппаратура) < 17 дБо ± 2 дБо (промежуточная усилительная аппаратура) (G.311, § 3)
Точность частоты генераторов контрольных и несущих частот	$2{,}5 \times 10^{-5}$ (G.361, §§ 1.3 и 1.8)	1×10^{-5} [G.314, d)]	5×10^{-6} (G.311, § 6)

a) Используется только по соглашению между Администрациями.

b) Временная Рекомендация.

c) Текст этой Рекомендации см. *Оранжевая книга*, том III-1, Женева, 1976 г.

ТАБЛИЦА 5

Сводка характеристик, принятых МККТТ для систем передачи по кабелям с симметричными парами[a)]

(Данная краткая таблица не является Рекомендацией;
обращайтесь к полному тексту Рекомендаций)

	Система			
	1, 2 или 3 группы	4 первичные группы	5 первичных групп	2 вторичные группы
Линейные частоты	Рисунок 2*a*) /G.322	Рисунок 2*b*) /G.322 Схема 1 Схема 1 *bis*[b)]	Рисунок 2*c*) /G.322 Схема 2 Схема 2 *bis*[b)]	Рисунок 4/G.322 Схемы 3 и 4 Схема 3 *bis*[b)]
Относительный уровень на выходе промежуточного усилителя[c)] (системы с малым усилением) (G.322, § 2.2.1)	−11 дБо	−14 дБо	−14 дБо	−14 дБо
Относительный уровень на выходе промежуточного усилителя[c)] (ламповые системы) [G.324, B, b)][d)] – номинальное значение – допустимое отклонение	+ 4,5 дБо ± 2 дБ	+ 1,75 дБо ± 2 дБ	+ 1,75 дБо ± 2 дБ	+ 1,75 дБо ± 2 дБ
Затухание отражения входного сопротивления промежуточного усилителя по отношению к линии [G.322, § 1.5)]	$\leq 0{,}15\sqrt{\frac{f_{max}}{f}}$ или $\leq 0{,}25$	$\leq 0{,}15\sqrt{\frac{f_{max}}{f}}$ или $\leq 0{,}10$	$\leq 0{,}15\sqrt{\frac{f_{max}}{f}}$ $\leq 0{,}15\sqrt{\frac{f_{max}}{f}}$	или ≤ 0,10 (кабели с бумажной изоляцией) или ≤ 0,17 (кабели типов II-*бис* и III-*бис*[b)], G.611)
Относительный уровень на входе промежуточного усилителя[c)]	≥ −56,5 дБо [G.324, B, b)]			
Контрольные частоты	О других методах, см. рисунок 5/G.322			60 кГц ± 1 Гц и 556 кГц ± 3 Гц (G.322, § 1.4.2)
Частоты текущего контроля (системы с малым усилением)	(G.322, § 2.2.2)			
Нелинейные искажения по гармоникам (системы с малым усилением)	См. таблицу 1/G.322			
Нелинейные искажения по гармоникам (ламповые системы)	См. таблицу 1/G.324[d)]			

a) Для систем передачи типа (12 + 12) см. Рекомендации G.325 и G.327.

b) Используется только по согласованию между Администрациями.

c) Не применим в случае усилителей с дистанционным питанием.

d) Текст этой Рекомендации см. *Оранжевая книга*, том III-1, Женева, 1976 г.

ТАБЛИЦА 6

Сводка характеристик, принятых МККТТ для систем передачи по кабелям с коаксиальными парами 2,6/9,5 мм
(Данная краткая таблица не является Рекомендацией; обращайтесь к полному тексту Рекомендаций)

	Система			
	2,6 МГц[a)] (1)	4 МГц (2)	12 МГц (3)	60 МГц (4)
Линейные частоты	Рисунок 1/G.337[d)] и Рисунок 1/G.338[d)]	Рисунок 1/G.338[d)] и Рисунок 3/G.332	Рисунок 1/G.332–Рисунок 4/G.332	Рисунок 1/G.333 и Рисунок 2/G.333
Контрольные частоты – контрольные частоты регулирования линии	60 кГц ± 1 Гц или 308 кГц ± 3 Гц 2604 кГц ± 30 Гц [G.337[d)], A, b)]	60 кГц ± 1 Гц или 308 кГц ± 3 Гц 4092 кГц ± 40 Гц и см. G.338[d)], b) 1)	4287 кГц ± 49,2 Гц для ламповых систем [G.339[d)], b) 1)] 12 435 кГц ± 124,3 Гц для транзисторных систем (G.332, § 2.1)	4287 кГц ± 42,9 Гц 12 435 кГц ± 124,3 Гц 22 372 кГц ± 223,7 Гц 40 920 кГц ± 409,2 Гц (G.333, § 2.1)
– вспомогательные контрольные частоты регулирования линии	[G.337[d)], A, b)]	[G.338[d)], b) 1)]	308 кГц ± 3 Гц и 12 435 кГц ± 124,3 Гц для ламповых систем [G.339[d)] b) 1)] 308 кГц ± 3 Гц и 4287 кГц ± 42,9 Гц для транзисторных систем (G.332, § 2.1)	
Контрольные частоты сличения – национальные	как (2)	60 или 308 кГц, 1800 кГц[b)] [G.338[d)], b) 2)]	300 или 308 кГц (G.332, § 2.2)	
– международные	как (2)	1800 кГц [G.338[d)], b) 2)]	308 и 1800 кГц 300 кГц[b)], 808 кГц[b)] и 1552 кГц[b)] (G.332, § 2.2)	4200 или 8316 кГц (G.333, § 2.2)
Дополнительные измерительные частоты	[G.337[d)], A, c)]	[G.338[d)], b) 4)]	(G.332, § 2.3) и [G.339[d)], b) 3)]	(G.333, § 2.3)
Уровень контрольных частот регулирования линии и дополнительных измерительных частот – номинальное значение	как (2)	–10 дБм0 ± 0,5 дБ [G.338[d)], b)] – 1,2 Нпм0 для некоторых систем [G.338[d)], b)]	–10 дБм0 ± 0,5 дБ [G.332, b) 1)] – 1,2 Нпм0 для ламповых систем [G.339[d)], b)]	как (2)
– погрешность уровней передачи	как (3)	как (3)	± 0,1 дБ (G.332, § 2.1)	как (3)
– отклонение во времени	как (3)	как (3)	± 0,3 дБ (G.332, § 2.1)	как (3)

ТАБЛИЦА 6 (*окончание*)

	Система			
	2,6 МГц[a)] (1)	4 МГц (2)	12 МГц (3)	60 МГц (4)
Согласование входных сопротивлений промежуточных усилителей и линии N (как определено в G.332, § 3)	$N \geqslant 40$ дБ для $f < 300$ кГц [G.338[d)], e)] $N \geqslant 45$ дБ для $f > 300$ кГц [G.338[d)], e)]		$N \geqslant 48$ дБ для $300 \leqslant f \leqslant 5564$ кГц [ламповые системы G.339[d)], e)] $N \geqslant 48$ дБ для $f = 300$ кГц и $N \geqslant 55$ дБ для $f \geqslant 800$ кГц (транзисторные системы G.332, § 5)	$N = 65$ дБ[c)] (G.333, § 5)
Относительный уровень передачи в линии			[G.332, f)] и [G.339[d)], f)]	(G.333, § 6)

a) Использование 6 МГц-системы передачи для телефонии оговаривается особо (см. G.337[d)], B).

b) Используется только по соглашению между Администрациями.

c) Значение 65 дБ справедливо для телефонной передачи.

d) Текст Рекомендаций G.337, G.338 и G.339 см. *Оранжевая книга*, том III-1, Женева, 1976 г.

ТАБЛИЦА 7

Сводка характеристик, принятых МККТТ для систем передачи по кабелям с коаксиальными парами 1, 2/4,4 мм

(Данная краткая таблица не является Рекомендацией; обращайтесь к полному тексту Рекомендаций)

	Система			
	1,3 МГц	4 МГц	6 МГц	12 МГц
Линейные частоты	Рисунок 1/G.341	Схемы 1 и 2 для рисунка 1/G.343	Схемы 1, 2 и 3 для рисунка 1/G.344	(G.345)
Контрольные частоты – контрольные частоты регулирования линии	1364 кГц ± 13,6 Гц (G.341, § 2.1)	См. G.343, § 2.1 и Схема 1 [G.338, b)[c] 1]; Схема 2 (G.332, § 2.1)	308 кГц ± 3 Гц (G.344)	Положения этой Рекомендации аналогичны указанным в Рекомендации G.332 (см. таблицу 6), за исключением согласования входных сопротивлений
– вспомогательные контрольные частоты регулирования линии	60 кГц ± 1 Гц или 308 кГц ± 3 Гц (G.341, § 2.1)	4287 кГц ± 42,8 Гц[a] (G.343, § 2.1)	4287 кГц ± 42,8 Гц[b] 6200 кГц ± 62 Гц (G.344, § 2.1)	
– контрольные частоты сличения	60 кГц или 308 кГц (G.341, § 2.2)	Схема 1 [G.338[c], b) 2)] и Схема 2 (G.332, § 2.2)	Схемы 1 и 2 [G.338[c], b) 2)] Схема 3 (G.332, § 2.2)	
Дополнительные измерительные частоты	(G.341, § 2.3)	(G.343, § 2.3)	(G.344, § 2.3)	
Уровень контрольных частот регулирования линии и дополнительных измерительных частот – номинальное значение	–10 дБм0 или –1,2 Нпм0 для некоторых систем (G.341, § 2)	–10 дБм0 (G.343, § 2)	–10 дБм0 (G.344, § 2)	
– допустимые отклонения		(G.343, § 2)	(G.344, § 2)	
Согласование входных сопротивлений промежуточных усилителей и линии	$N \geqslant 54$ дБ для усилительного участка длиной 6 км $N \geqslant 52$ дБ для усилительного участка длиной 8 км (G.341, § 5)	$N \geqslant 50$ дБ при $f = 60$ кГц $N \geqslant 57$ дБ при $f \geqslant 300$ кГц (усилительный участок длиной 4 км, G.343, § 5)	$N \geqslant 60$ дБ при $f \geqslant 300$ кГц $N = 50$ дБ при $f = 60$ кГц (усилительный участок длиной 3 км, G.344, § 5)	$N = 63$ дБ для усилительного участка длиной 2 км (G.345)
Относительные уровни передачи в линии и взаимное соединение	(G.341, § 6)	–9 дБо на 4028 кГц или –8,5 дБо на 4287 кГц (G.343, § 6)	–17 дБо (G.344, § 5)	(G.332, § 6)

[a] Используется только по согласованию между Администрациями.

[b] Используется только по согласованию между Администрациями.

[c] Текст этой Рекомендации см. *Оранжевая книга*, том III-1, Женева, 1976 г.

ТАБЛИЦА 8

Сводка основных характеристик, принятых МККТТ для международных каналов передачи программ вещания

(Данная краткая таблица не является Рекомендацией; обращайтесь к полному тексту Рекомендаций)

	Тип каналов [a), b)]			
	15 кГц[c), d)]	10 кГц[g)]	5 кГц[h)]	7 кГц
Эффективно передаваемая полоса частот в составном канале (кГц); дополнительное затухание на этих предельных частотах	0,04–15 1,5 дБ на 0,04 кГц 3 дБ на 15 кГц (J.21)[d)]	0,05–10 4,3 дБ J.22	0,07–5 3 дБ J.23	0,05–7 3 дБ J.23
Амплитудно-частотные искажения	± 0,5 дБ; 0,125–10 кГц (J.21, § A.3.1.1)			
Групповая задержка на частоте f (τf) относительно минимального значения групповой задержки	15 кГц < 12 мс 14 кГц < 8 мс 0,075 кГц < 24 мс 0,04 кГц < 55 мс (J.21)	10 000 Гц < 8 мс 1 000 Гц < 20 мс 50 Гц < 80 мс (J.22, § A.3.2)	0,07 кГц < 60 мс 5 кГц < 15 мс J.23	0,5 кГц < 80 мс 0,1 кГц < 20 мс 6,4 кГц < 5 мс 7 кГц < 10 мс J.23
Максимальный абсолютный уровень напряжения в точке нулевого относительного уровня при передаче программ звукового вещания	± 9 дБ (J.14) – пиковое напряжение 3,1 В (рисунок 3/J.13)			
Определение нулевого относительного уровня (в высокочастотном канале)	Уровень не должен давать большей загрузки, чем загрузка заменяемых телефонных каналов (J.31, § 2)	Как для телефонной передачи, в пределах ± 3 дБ (J.14)		
Номинальный относительный уровень напряжения на входе и выходе канала, определенного в J.13	6 дБ (J.14)			
Изменение относительного уровня передачи во времени	< ± 0,5 дБ (суточное изменение) (J.21, § A.2.3)	< ± 0,5 дБ (суточное изменение) (J.22, § A.2.3)	< ± 0,5 дБ (суточное изменение) (J.23, § A.2.3)	
Защищенность от внятного переходного влияния (на ближнем или на дальнем конце)	0,04 кГц > 50 дБ 0,5 кГц > 74 дБ 5 кГц > 74 дБ 15 кГц > 60 дБ (J.21, § A.3.1.8)	Между двумя каналами передачи программ вещания или влияние телефонного канала на канал передачи программы звукового вещания > 74 дБ Влияние канала передачи программы звукового вещания на телефонный канал: > 65 дБ (J.22 и J.23 соответственно)[e)]		

ТАБЛИЦА 8 (*окончание*)

	Тип каналов[a), b)]			
	15 кГц[c), d)]	10 кГц[g)]	5 кГц[h)]	7 кГц
Шум канала, включая нелинейное переходное влияние[f)]	Уровень ≤ –47 дБм0пс (новый взвешивающий контур, соответствующий J.16)	Псофометрическое напряжение на конце: 1) кабельной цепи ≤ 6,2 мВ 2) воздушной цепи ≤ 15,6 мВ		

a) Характеристики применимы к условным эталонным цепям, определенным в Рекомендации J.11.

b) Типы цепей описаны в Рекомендации J.12.

c) Для дополнительных характеристик, определенных МККТТ для 15 кГц-каналов передачи программ стереофонического звукового вещания (см. Рекомендацию J.21).

d) См. Рекомендацию 505 МККР.

e) Необходимы специальные меры в отношении переходного влияния между двумя направлениями передачи (см. Рекомендации J.18 и J.22).

f) Приняты меры для снижения влияния шума в первичном групповом тракте (см. Рекомендацию J.17).

g) См. Рекомендацию 504 МККР.

h) См. Рекомендацию 503 МККР.

ТАБЛИЦА 9

Сводка основных характеристик аналоговых сигналов ТЧ на зажимах ИКМ аппаратуры

(Данная краткая таблица не является Рекомендацией;
обращайтесь к полному тексту Рекомендаций)

Аналоговые характеристики, измеряемые на входе и выходе [a), b)]	Испытательный сигнал			
	Сигнал	Диапазон частот	Уровень мощности, x (дБм0)	
Амплитудно-частотные искажения			Предпочтительный уровень: −10 альтернативный: 0	Рисунок 1/G.712
Искажения групповой задержки			0	Рисунок 2/G.712
Шум свободного канала: – взвешенный – одночастотная помеха – вносимый приемной аппаратурой				 −65 дБм0п −50 дБм0п −75 дБм0п
Зеркальные частоты	синусоидальный	> 4 кГц	x	< x − 25 дБм0
Уровень внеполосных зеркальных сигналов	синусоидальный	300–3400 Гц	0	< − 25 дБм0
Продукты взаимной модуляции: – $2f_1 - f_2$ – любые продукты взаимной модуляции: проект	 два синусоидальных синусоидальный синусоидальный	 f_1 и f_2 (Гц) 300–3400 Гц 50 Гц	 −21 < x < −4 −9 −23	 < x −35 дБм0 −49 дБм0
Изменение усиления: – при наличии входного сигнала (по отношению к входному уровню −10 дБм0) – во времени (стабильность)	 белый шум синусоидальный синусоидальный	 700–1100 Гц 700–1100 Гц	 −55 < x < −10 −10 < x < 3 −55 < x < 3	 Рисунок 7*a*)/G.712 Рисунок 7*b*)/G.712 Рисунок 7*c*)/G.712 ± 0,2 дБ за 10 мин. ± 0,5 дБ за 1 год
Переходное влияние: – между каналами – между прямым и обратным направлениями передачи	 синусоидальный белый шум синусоидальный	 700–1100 Гц 300–3400 Гц	 0 0	 < −65 дБм0 < −60 дБм0 > 60 дБ
Искажения	гауссов шум синусоидальный	 700–1100 Гц	−55 < x < 3 −45 < x < 0	Рисунок 5/G.712 Рисунок 6/G.712

a) Параметры на входе и выходе канала:

- 600 Ом, симметричный, четырехпроводное окончание;
- затухание отражения не менее 20 дБ в диапазоне частот 300–3400 Гц (временная рекомендация).

b) О правильном применении к аппаратуре см. § 1 Рекомендации G.712.

ЧАСТЬ I

Рекомендации G.100—G.181

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТЕЛЕФОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ И КАНАЛОВ

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

РАЗДЕЛ 1

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТЕЛЕФОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ И МЕЖДУНАРОДНЫХ ТЕЛЕФОННЫХ ЦЕПЕЙ

1.0 Общие положения

Рекомендация G.100

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ВЫПУСКЕ III.1

(Мельбурн, 1988 г.)

Введение

Приводимые ниже определения признаны полезными при изучении телефонных соединений и телефонных цепей.

Подробные определения приведены в Рекомендации G.102 и в данной Рекомендации не воспроизводятся.

Определения специальных терминов, которые в данной Рекомендации не приводятся, можно найти:

— в Рекомендации G.106 (для готовности и надежности);

— в Рекомендации G.117 (по асимметрии относительно земли);

— в приложении A к Рекомендации G.111 (по качеству передачи речи);

— в § 1.6 настоящего выпуска (для эхозаградителей, эхокомпенсаторов, компандеров и др.).

1 Общие термины

1.1 условное эталонное соединение

англ.: hypothetical reference connection (HRX)
исп.: conexión fictiva de referencia (CFR)
фр.: communication fictive de référence

Условное соединение определенной структуры, протяженности и качества на сети электросвязи для аналоговой, цифровой (или смешанной) передачи сигналов, используемое в качестве модели для исследований, которые относятся к общему качеству передачи, и допускает сравнение с нормами и стандартами.

1.2 вход/выход (Рекомендации G.111, G.121 и т.д.)

англ.: input/output
исп.: entrada/salida
фр.: entrée/sortie

Термины, используемые для указания направления передачи на интерфейсе устройства. Эти термины позволяют избежать неоднозначности, которая имеет место при использовании терминов "передача/прием",

1.3 относительный уровень (в некоторой точке цепи)

англ.: *relative level (at a point on a circuit)*
исп.: *nivel relativo (en un punto de un circuito)*
фр.: *niveau relatif (en un point d'un circuit)*

Выражение $10 \log_{10} (P/P_0)$ дБо, где P — мощность испытательного сигнала с частотой 1000 Гц в рассматриваемой точке, а P_0 — мощность этого сигнала в *опорной точке передачи.*

Примечание. – Эта величина не зависит от P_0, она представляет собой рабочее усиление (разность уровней). Более подробные сведения можно найти в Рекомендации G.107, § 5.3.2.

1.4 опорная точка (отсчета уровней) передачи

англ.: *transmission reference point*
исп.: *punto de referencia para la transmisión*
фр.: *point de référence pour la transmission*

Условная точка на передающем конце (или близко к нему) каждого канала (перед виртуальной точкой коммутации, определенной МККТТ), используемая в качестве "точки нулевого относительного уровня" при вычислении номинальных относительных уровней.

1.5 затухание отражения

англ.: *return loss*
исп.: *pérdida de retorno*
фр.: *affaiblissement d'adaptation*

Величина, характеризующая степень согласования между двумя полными сопротивлениями Z_1 и Z_2. Она дается выражением:

$$L_R = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_1 + Z_2}{Z_1 - Z_2} \right| \text{ дБ.}$$

2 Нормы на качество передачи

2.1 норма на качество

англ.: *performance objective*
исп.: *objetivo de calidad de funcionamiento*
фр.: *objectif pour la qualité de fonctionnement*

(Определена в Рекомендации G.102.)

2.2 проектная норма

англ.: *design objective*
исп.: *objetivo de diseño*
фр.: *objectif pour les projects*

(Определена в Рекомендации G.102.)

2.3 приемочная норма

англ.: *commissioning objective*
исп.: *objetivo de puesta en servicio inicial*
фр.: *objectif pour la mise en service*

(Определена в Рекомендации G.102.)

2.4 предельные эксплуатационные нормы

англ.: *limits for maintenance purposes (maintenance limits)*
исп.: *limites de mantenimiento*
фр.: *limites de maintenance*

(Определены в Рекомендации G.102.)

3 Снижение качества передачи (дефекты передачи)

3.1 искажения групповой задержки

англ.: *group-delay distortion*
исп.: *distorsión por retardo de grupo*
фр.: *distorsion de temps de propagation de groupe*

Разность между групповым временем задержки на заданной частоте и минимальным групповым временем задержки в полосе частот, представляющей интерес.

3.2 единица искажений квантования (qdu)

англ.: *quantizing distorsion unit (qdu)*
исп.: *unidad de distorsión de cuantificación (udc)*
фр.: *unité de distorsion de quantification (udq)*

(Это понятие см. в Рекомендации G.113.)

4 Время распространения, эхо и устойчивость

4.1 балансное затухание

англ.: *balance return loss*
исп.: *atenuación de equilibrado*
фр.: *affaiblissement d'équilibrage*

В четырехпроводной дифференциальной системе ("дифсистеме") та часть *затухания полушлейфа*, которая обусловлена степенью согласованности между полным сопротивлением, Z_2, подключенным к зажимам двухпроводной линии, и полным сопротивлением балансного контура, Z_B. Оно приблизительно дается выражением:

$$L_{BR} = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_2 + Z_B}{Z_2 - Z_B} \right| \text{ дБ.}$$

Примечание. — В большинстве случаев данное выражение является достаточно точным. Однако для оценки в наихудших случаях необходимо пользоваться точным выражением, а именно:

$$L_{BR} = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_0 + Z_B}{2Z_0} - \frac{Z_2 + Z_0}{Z_2 - Z_B} \right| \text{ дБ,}$$

где Z_0 — полное сопротивление двухпроводного входа. (Если $Z_0 = Z_B$, то оба выражения становятся идентичными.)

4.2 эхо

англ.: *echo*
исп.: *eco*
фр.: *écho*

Мешающий сигнал, задержанный в такой степени, что, например, при телефонной связи он воспринимается отдельно от полезного сигнала (то есть сигнала, передаваемого непосредственно).

Примечание 1. — Различаются *эхо говорящего абонента* и *эхо слушающего абонента.*

Примечание 2. — Как правило, эхо бывает значительно слабее полезного сигнала.

4.3 балансное затухание эха

англ.: *echo balance return loss*
исп.: *atenuación de equilibrado para el eco*
фр.: *affaiblissement d'équilibrage pour l'écho*

Балансное затухание, усредненное по взвешенной мощности $1/f$ в полосе разговорных частот, в соответствии с Рекомендацией G.122, § 4.

4.4 устройство уменьшения эха

англ.: *echo control device*
исп.: *dispositivo de control de eco*
фр.: *dispositif de réduction de l'écho*

Управляемое голосом устройство, размещенное на четырехпроводном участке цепи и используемое для уменьшения влияния эха.

Примечание. — На практике такое уменьшение достигается либо путем вычитания копии эхосигнала из эхосигнала в тракте передачи (то есть путем его компенсации), либо посредством внесения затухания в тракт передачи с целью подавления эхосигнала (эхоподавление).

4.5 **затухание эха, L_{ECHO}**

англ.: *echo loss, L_{ECHO}*

исп.: *atenuación de eco, A_{ECO}*

фр.: *affaiblissement d'écho, A_{ECHO}*

Затухание полушлейфа, усредненное по взвешенной мощности $1/f$ в полосе разговорных частот, в соответствии с Рекомендацией G.122, § 4.

Примечание 1. — В случаях, когда физически существует точка t (точка на двухпроводной цепи), затухание эха приблизительно равно сумме затуханий передачи a-t и t-b и *балансного затухания.* (Точки a и b показаны в Рекомендации G.122.)

Примечание 2. — Можно различать затухание эха данного устройства и затухание эха национальной системы (см. примечание 2 к определению в § 4.11).

4.6 **показатель громкости эха говорящего (в международном соединении)**

англ.: *talker echo loudness rating (of an international connection)*

исп.: *indice de sonoridad del eco para el hablante (en una conexión internacional)*

фр.: *l'équivalent à la sonie pour l'écho pour la personne qui parle (d'une communication internationale)*

Сумма показателей громкости передающей и приемной частей национальной системы говорящего, удвоенной величины затухания международной составной цепи и *затухания эха* (a-b) национальной системы слушающего, определяемого в виртуальной точке коммутации. (Точки a и b указаны в Рекомендации G.122.)

4.7 **эхо слушающего (эхо на приемном конце)**

англ.: *listener echo (receive end echo)*

исп.: *eco para el oyente (eco en la recepción)*

фр.: *l'écho à la réception*

Эхо, создаваемое дважды отраженными сигналами и создающее помехи слушающему, приемной аппаратуре передачи данных в полосе тональных частот и т.д.

Примечание 1. — Некоторые Администрации предпочитают термин "эхо на приемном конце".

Примечание 2. — При небольшой задержке относительно полезного сигнала (менее 3 мс) эхо слушающего может приводить к возникновению *"гулкости"* при телефонной связи. При передаче данных в полосе тональных частот эхо слушающего может вызывать ошибки по битам; в любом случае оно снижает защиту от других помех.

4.8 **затухание эха слушающего (затухание эха на приеме)**

англ.: *listener echo loss (receive echo loss)*

исп.: *atenuación para el oyente (atenuación de eco en la recepción)*

фр.: *affaiblissement de l'écho à la réception*

Степень затухания дважды отраженного сигнала относительно полезного сигнала. Затухание эха слушающего можно выразить через абсолютные затухания этих двух сигналов: $LE = L_2 - L_1$ (см. рис. 1/G.100).

Примечание. — На практике затухание эха слушающего можно считать равным *затуханию разомкнутого шлейфа* (при условии, что последнее превышает 8 дБ). Затухание эха слушающего характеризует помехи, обусловленные *"гулкостью"* звука, а также помехи приемникам модемов для передачи данных, которые работают в полосе тональных частот.

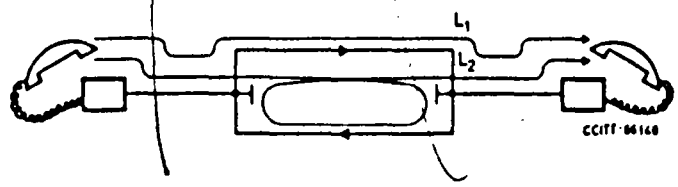


РИСУНОК 1/G.100

4.9 **гулкость**

англ.: *hollowness*

исп.: *cavernosidad*

фр.: *son caverneux*

Искажения при телефонной связи, обусловленные дважды отраженными сигналами и субъективно воспринимаемые как "гулкий звук", то есть как если бы говорящий абонент говорил в пустой сосуд.

Примечание. — Гулкость следует отличать от *эха слушающего.*

4.10 **затухание разомкнутого шлейфа (OLL)**

англ.: *open-loop loss (OLL)*

исп.: *atenuación en bucle abierto (ABA)*

фр.: *affaiblissement en boucle ouverte*

В кольцевом шлейфе, образованном четырехпроводной цепью (или каскадным соединением двух или более четырехпроводных цепей) с двухпроводными окончаниями (то есть имеющей "комплекты окончания четырехпроводной цепи", или дифсистемы, на обоих концах), затухание, измеряемое посредством размыкания шлейфа в какой-либо точке, введения сигнала и измерения затухания, которое имеет место при прохождении сигнала по разомкнутому шлейфу. При выполнении этого измерения должны сохраняться все нагрузки. См. рис. 2/G.100.

Примечание 1. — На практике затухание разомкнутого шлейфа равно затуханию эха слушающего.

Примечание 2. — Затухание разомкнутого шлейфа равно также сумме двух *затуханий полушлейфа.*

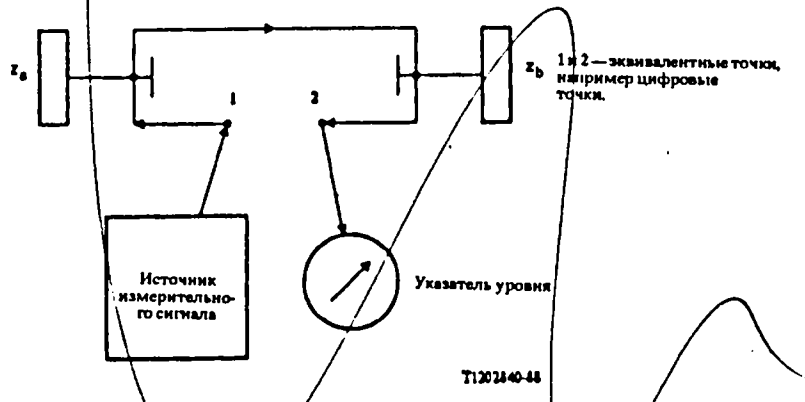


РИСУНОК 2/G.100

4.11 **тракт a-t-b (затухание передачи тракта a-t-b); затухание полушлейфа**

англ.: *path a-t-b (transmission loss of ...); semi-loop loss*

исп.: *atenuación del trayecto a-t-b; atenuación en semibucle*

фр.: *affaiblissement du trajet a-t-b; affaiblissement en demi-boucle*

Затухание передачи между точками "a" и "b" комплекта окончания четырехпроводной цепи (как определяется в виртуальных точках коммутации) независимо от того, существует или нет физическая точка "*t*".

4.11.1 *Возможная альтернатива определению, данному в § 4.11*

затухание полушлейфа

англ.: *semi-loop loss*

исп.: *atenuación en semibucle*

фр.: *affaiblissement en demi-boucle*

В схеме, содержащей четырехпроводную цепь (или каскадное соединение нескольких четырехпроводных цепей) с паразитной связью между прямым и обратным направлениями передачи на концах этой цепи (обычно через комплект окончания четырехпроводной цепи — дифсистему), затухание, которое измеряется между входом и выходом. См. рис. 3/G.100.

Примечание 1. — Затухание полушлейфа является важной величиной при определении *балансного затухания эха, затухания эха, затухания эха слушающего* (см. также *затухание разомкнутого шлейфа*).

Примечание 2. — Можно различать затухание полушлейфа данного устройства и затухание полушлейфа национальной системы. Последнее измеряется в точках с одинаковым уровнем в международном коммутационном центре, который служит для выхода национальной системы на международную сеть.

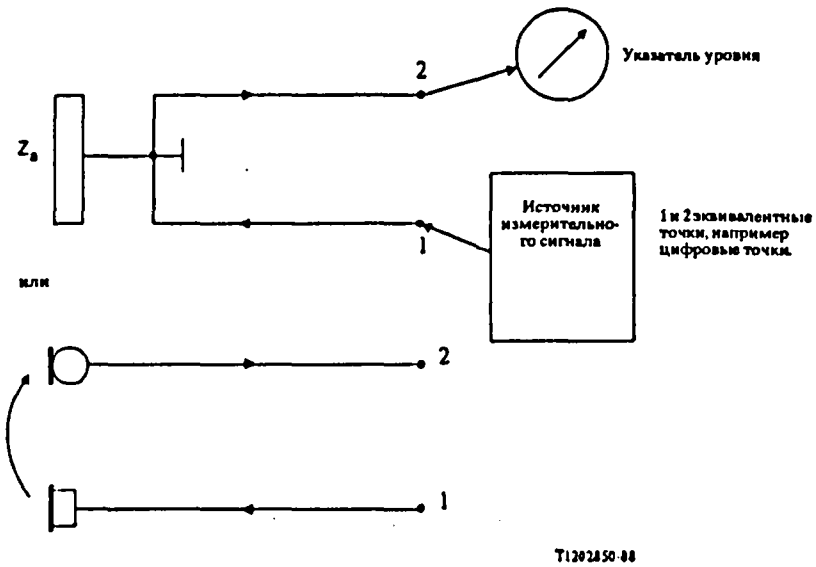


РИСУНОК 3/G.100

4.12 **затухание, обеспечивающее устойчивость**

англ.: *stability loss*

исп.: *atenuación para la estabilidad*

фр.: *affaiblissement pour la stabilité*

Наименьшая величина затухания полушлейфа в рассматриваемой полосе частот.

4.13 **эхо говорящего**

англ.: *talker echo*

исп.: *eco para el hablante*

фр.: *écho pour la personne qui parle*

Эхо, создаваемое отражением вблизи конца соединения, на котором находится слушающий абонент, и мешающее говорящему.

4.14 **испытательное балансное затухание (TBRL)**

англ.: *test balance return loss (TBRL)*

исп.: *atenuación de equilibrado en posición de medida (AEPM)*

фр.: *affaiblissement d'équilibrage en position de mesure*

Балансное затухание, измеряемое при подключении испытательного полного сопротивления (то есть в этом случае полное сопротивление Z_2 — см. определение *балансного затухания* — представляет собой заданное испытательное полное сопротивление).

Примечание. — Испытательное балансное затухание (TBRL) характеризует точность балансного контура.

4.15 среднее время прохождения в одном направлении

англ.: mean one-way propagation time
исп.: tiempo medio de propagación en un sentido
фр.: temps de propagation moyen dans un sens

В соединении это среднее значение времени прохождения в двух направлениях передачи.

Примечание. — Пояснения по использованию данного понятия приводятся в Рекомендации G.114.

5 Аппаратура

5.1 удлинители R или T (в национальной системе)

англ.: R or T pads (in telephone extension)
исп.: atenuadores R o T (en la prolongación telefónica)
фр.: compléments de ligne R ou T (dans un système national)

Удлинитель R или T представляет собой затухание между точками 0 дБо цифро-аналогового кодека и двухпроводной стороны комплекта окончания двухпроводной/четырехпроводной цепи или то же в противоположном направлении, соответственно.

Примечание. — Затухание передачи, вносимое комбинацией удлинителей R и T, является предметом Рекомендаций МККТТ.

Рекомендация G.101

ПЛАН ПЕРЕДАЧИ[1)]

(Женева, 1964 г.; изменена в Мар-дель-Плате, 1968 г., Женеве, 1972, 1976, 1980 гг., и Малага-Торремолиносе, 1984 г.)

1 Принципы

План передачи МККТТ, принятый в 1964 году, был разработан с учетом использования преимуществ четырехпроводной коммутации для международной телефонной связи. Он упоминается в Рекомендациях, помещенных в разделе 1 части I Рекомендаций серии G. Однако Рекомендации, относящиеся к плану, рассматриваются как выполненные, если применение технических средств, которые отличаются от приведенных ниже, обеспечивает эквивалентное качество передачи на международной телефонной станции.

В Рекомендациях G.121 и G.122 приведены условия, которые должны соблюдаться в национальной сети для осуществления этого плана передачи.

Примечание 1. — С точки зрения плана передачи не делается различия между межконтинентальными цепями и прочими международными цепями.

Примечание 2. — Цепи малой протяженности, пересекающие границу, в этом плане передачи не учтены и поэтому должны быть предметом соглашения между заинтересованными Администрациями.

Примечание 3. — Добавление к настоящему разделу 1 Рекомендаций серии G содержит подтверждение величин скорректированных эквивалентов затухания, приведенных в Рекомендациях G.111 и G.121.

2 Определение составных частей соединения

2.1 *Международная составная цепь и национальные системы*

Полное международное телефонное соединение состоит из трех частей, как показано на рис. 1/G.101. Точками раздела этих частей являются *виртуальные точки аналоговой коммутации* международных коммутационных центров (МКЦ), в которых эти части начинаются или заканчиваются. Это теоретические точки с заданными относительными уровнями (см. рис. 2/G.101 и §§ 5.1 и 5.2 настоящей Рекомендации).

---

1) Эта Рекомендация частично воспроизводится в Рекомендации Q.40 [1].

Тремя частями этого соединения являются:

— две национальные системы, по одной на каждом конце. Они могут состоять из одной или более четырехпроводных национальных междугородних цепей, соединенных между собой по четырехпроводной схеме, а также цепей с двухпроводной коммутацией для соединения с местными станциями и абонентскими линиями и установками;

— международная составная цепь, организованная из одной или более четырехпроводных международных цепей. Эти цепи соединены между собой по четырехпроводной схеме на международных транзитных центрах и также соединены по четырехпроводной схеме с национальными системами на международных коммутационных центрах.

Международная четырехпроводная цепь ограничивается своими виртуальными точками аналоговой коммутации на международном коммутационном центре.

Примечание 1. — В принципе выбор значений относительных уровней в виртуальных точках аналоговой коммутации на стороне национальной системы решается национальной Администрацией. На практике несколько стран выбрали значение —3,5 дБо как для приема, так и для передачи. Это теоретические величины; необязательно их получать на некотором специальном устройстве; однако они служат для определения относительных уровней в других точках данной национальной сети. Например, если затухание "*t-b*" или "*a-t*" составляет 3,5 дБ (что имеет место в некоторых странах, ср. таблицу A-1/G.121), то отсюда следует, что относительные уровни в точке *t* равны 0 дБо (вход) и —7 дБо (выход).

Примечание 2. — Виртуальные точки аналоговой коммутации могут не совпадать с точками, в которых цепь физически оканчивается в коммутационном оборудовании. Последние точки называются окончаниями цепи; их точное расположение определяется в каждом отдельном случае заинтересованными Администрациями.

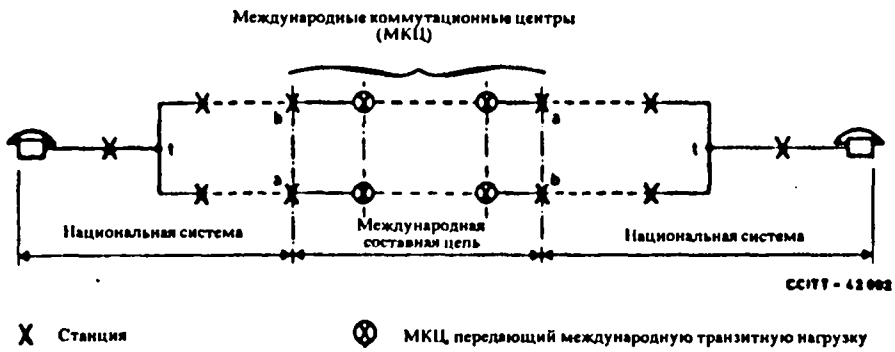


РИСУНОК 1/G.101

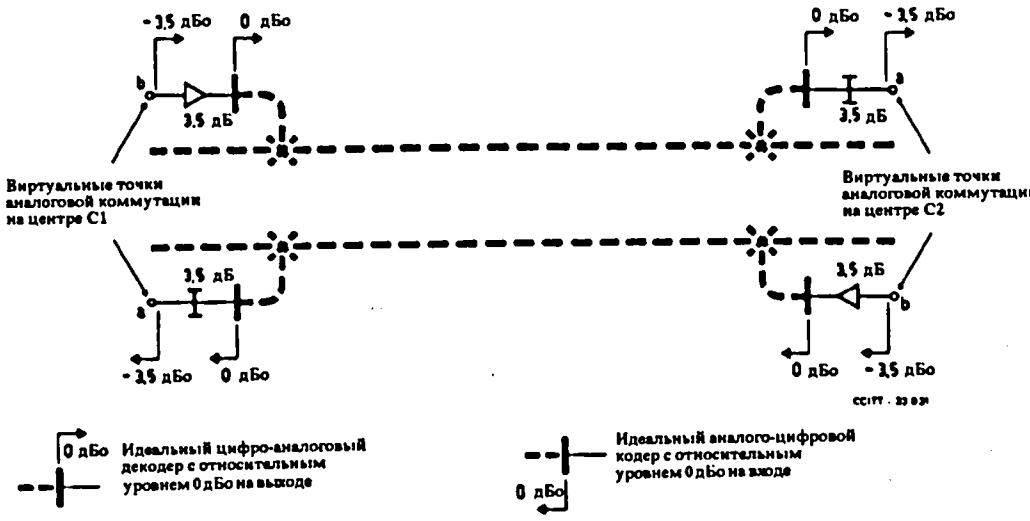
Определение составных частей международного соединения

2.2 *Национальные цепи продолжения: четырехпроводная цепь*

Если максимальное расстояние между международной станцией и абонентом, который может быть к ней подключен, не превышает приблизительно 1000 км или в исключительных случаях 1500 км, то соответствующая страна рассматривается как страна средних размеров. В таких странах в большинстве случаев по четырехпроводной схеме может быть соединено друг с другом и с международными цепями не более трех национальных цепей. Эти цепи должны соответствовать рекомендациям подраздела 1.2.

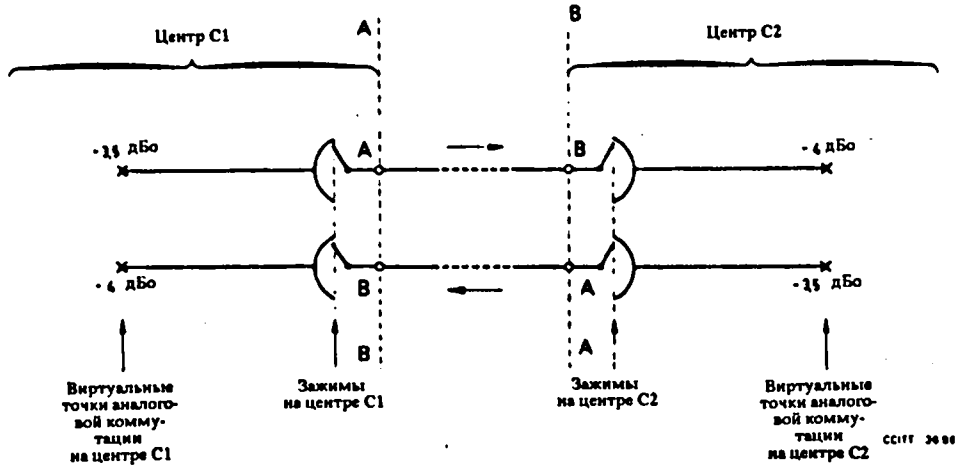
В стране больших размеров в четырехпроводную цепь может быть включена четвертая и даже пятая национальная цепь при условии, что она имеет номинальное затухание передачи и характеристики, рекомендуемые для международных цепей (см. Рекомендацию G.141, § 1, и § 4 настоящей Рекомендации, а также рекомендации подраздела 1.5).

Примечание. — Под термином "четырехпроводная цепь" (см. рис. 3/G.101) понимается цепь, образованная из международной цепи и национальных цепей продолжения, подключенных к ней либо по четырехпроводной схеме, либо каким-нибудь другим эквивалентным способом (как это понимается в § 1, выше).



Примечание. – Предполагается, что идеальные кодеры и декодеры обеспечивают соответствие между аналоговыми и цифровыми сигналами, и наоборот, в точном соответствии с надлежащими таблицами для А-закона и μ-закона в Рекомендации G.711 [2].

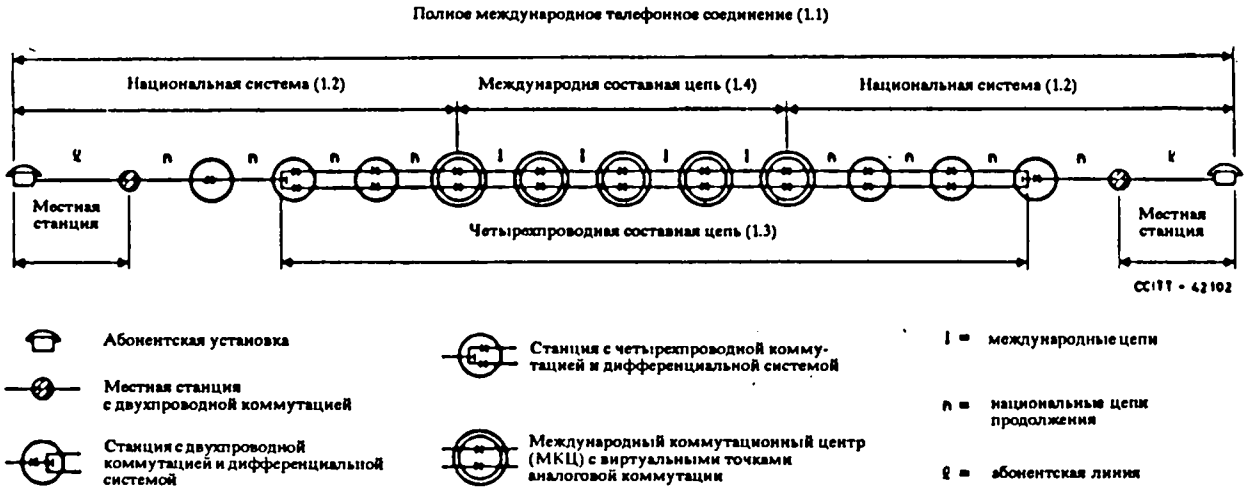
a) *Определение виртуальных точек аналоговой коммутации для цифровой международной цепи между цифровыми международными центрами*



b) *Определение виртуальных точек аналоговой коммутации для аналоговой международной цепи между аналоговыми международными центрами*

РИСУНОК 2/G.101

Определения, относящиеся к международным цепям



Примечание. – Рассматриваемое построение национальных систем приведено лишь в качестве примера. Указанные в скобках цифры обозначают подразделы раздела 1 (выпуск III.1), в которых можно найти рекомендации, относящиеся к соответствующей части соединения. Кроме того, каждая цепь, входящая в составную цепь, должна удовлетворять требованиям подраздела 1.5.

РИСУНОК 3/G.101

Международное соединение, иллюстрирующее принятые обозначения

3 Число цепей в соединении

3.1 *Национальные цепи*

Целесообразно предположить, что в большинстве стран любая *местная станция* может быть подключена к международной сети с помощью составной цепи, содержащей четыре (или менее) национальные цепи. В некоторых странах может потребоваться пять национальных цепей, но маловероятно, чтобы в какой-нибудь стране понадобилось использовать более пяти цепей. В связи с этим МККТТ пришел к заключению, что для значительного большинства международных соединений четыре цепи могут считаться типовым числом.

На большинстве современных национальных сетей четыре цепи будут, вероятно, включать три четырехпроводные цепи с усилением (обычно образованные с помощью систем передачи с ЧРК) и одну двухпроводную цепь, как правило, без усиления. Однако все чаще местные станции соединяются с помощью четырех цепей с усилением, в числе которых встречается хотя бы один ИКМ-канал. Все эти цепи могут быть четырехпроводными.

3.2 *Международные цепи*

Согласно международному плану организации телефонных соединений (Рекомендация E.171) число международных цепей ограничивается четырьмя.

3.3 *Условные эталонные соединения*

См. Рекомендацию G.103.

3.4 В таблицах 1/G.101, 2/G.101 и 3/G.101 указываются относительная и кумулятивная частости (в процентном выражении) числа цепей в международном соединении, вычисленные на основании анкетирования в 1973 году около 270 млн. международных телефонных соединений. В этих таблицах учтено взвешивание в зависимости от нагрузки.

ТАБЛИЦА 1/G.101

Относительные частости количества цепей в двух национальных цепях продолжения и международной составной цепи (в %)

Число цепей	Исходящая страна МС–СТЗ	Международная составная цепь СТЗ–СТЗ'	Оконечная страна СТЗ'–МС'
1	33,8	95,1	32,9
2	38,9	4,5	39,5
3	20,2	0,3	20,4
4	6,0	–	6,1
5	1,0	–	1,0

Примечание. – Относительная частость 6 и 7 цепей в исходящей национальной системе составляет 0,005 и 0,0005%, соответственно. Относительная частость 4, 5 и 6 международных цепей составляет 0,03, 0,00007 и 0,00009%, соответственно.

И среднее, и модальное число национальных цепей равно 2 как на национальной цепи продолжения исходящей страны, так и на национальной цепи продолжения оконечной страны. Среднее число международных цепей составляет 1,1; модальное число – 1.

ТАБЛИЦА 2/G.101

Относительная и кумулятивная частости общего числа цепей между местными станциями (в %)

Число цепей МС–МС'	Относительная частость (%)	Кумулятивная частость (%)
3	10,61	10,61
4	25,44	36,05
5	28,77	64,82
6	20,39	85,20
7	10,08	95,29
8	3,60	98,89
9	0,93	99,81
10	0,17	99,98
11	0,02	100,00

Примечание. – Относительная частость соединений с 12, 13 и 14 цепями составляет 0,0012, 0,000088 и 0,0000049%, соответственно. Среднее значение равно 5,1; модальное значение – 5.

4 Введение неинтегрированных цифровых процессов

4.1 *Общие положения*

В настоящее время мировая телефонная сеть находится в стадии перехода от преимущественно аналогового к смешанному аналого-цифровому режиму работы. В будущем можно предвидеть постепенный переход к преимущественно цифровому режиму работы.

На рис. 4/G.101 представлено, каким образом на международной сети могут проявляться неинтегрированные аналого-цифровые ИКМ-процессы, для чего показан возможный этап развития национальных сетей по мере их перехода от полностью аналоговых к полностью цифровым. Как указано, в стране, где имеются полностью интегрированные цифровые системы передачи и АТС, могут возникать подсети. Такие подсети (иногда называемые "цифровыми зонами") потребуют процессов аналого-цифрового преобразования для подключения к остальной части сети. Кроме того, в некоторых странах соединительные линии от АТС к МТС и международные линии могут образовываться с помощью 7-разрядных систем ИКМ, обслуживающих аналоговые АТС. И наоборот, к некоторым цифровым АТС могут подключаться аналоговые цепи. Следует также принимать в расчет наличие ручных коммутаторов, УАТС и абонентских систем передачи, использующих ИКМ-цифровые методы. Естественно, любая из этих цепей, показанных как 7-разрядные ИКМ, может быть либо аналоговой, либо 8-разрядной ИКМ; но рассматривается один из худших случаев.

ТАБЛИЦА 3/G.101

Относительная и кумулятивная частости числа цепей в четырехпроводной составной цепи (в %)

Число цепей в четырехпроводной составной цепи	Относительная частость (%)	Кумулятивная частость (%)
1	2,65	2,65
2	14,16	16,81
3	27,49	44,30
4	26,43	70,73
5	17,28	88,01
6	8,33	96,34
7	2,83	99,18
8	0,70	99,88
9	0,11	99,99
10	0,0065	100,00

Примечание. – Относительная частость четырехпроводных составных цепей, образованных 11 и 12 цепями, равна 0,000475 и 0,0000322%, соответственно. Среднее значение равно 3,8; модальное значение – 4.

Примечания к таблицам 1/G.101, 2/G.101 и 3/G.101

1 – Основная информация, фигурирующая в таблице 1/G.101, получена на основании анализа подробных данных об организации примерно 270 млн. телефонных соединений (1973 г.), выполненного под эгидой Исследовательской комиссии XIII МККТТ при участии 23 стран. МС означает "местная станция".

2 – Таблица 2/G.101 составлена на основе таблицы 1/G.101; при этом допускается, что три распределения в таблице 1/G.101 некоррелированы.

3 – Таблица 3/G.101 составлена на основе таблицы 1/G.101; при этом допускается:

- 30% всей международной нагрузки, обрабатываемой первичными центрами, исходит из местных станций, совмещенных с первичными центрами, или заканчивается на этих станциях. Оставшиеся 70% передаются по соединительным линиям между местной станцией и первичным центром.

- В случае соединений с использованием одной национальной цепи допускается, что 50% таких цепей являются четырехпроводными и по четырехпроводной схеме коммутируются в центре СТЗ и, следовательно, образуют часть четырехпроводной составной цепи. Оставшиеся 50% коммутируются по двухпроводной схеме в центре СТЗ и, следовательно, не входят в четырехпроводную составную цепь. Это в равной степени допустимо для обеих национальных цепей продолжения.

- Любой национальный участок соединения, содержащий 5–7 национальных цепей, имеет в своем составе соединительную линию с двухпроводной коммутацией до МТС.

- Для всех других соединений (то есть требующих от 2 до 4 национальных цепей) считается, что соединительные линии от АТС к МТС используют или не используют двухпроводную коммутацию в отношении 7:3.

- Пути организации соединений в двух странах не коррелируются.

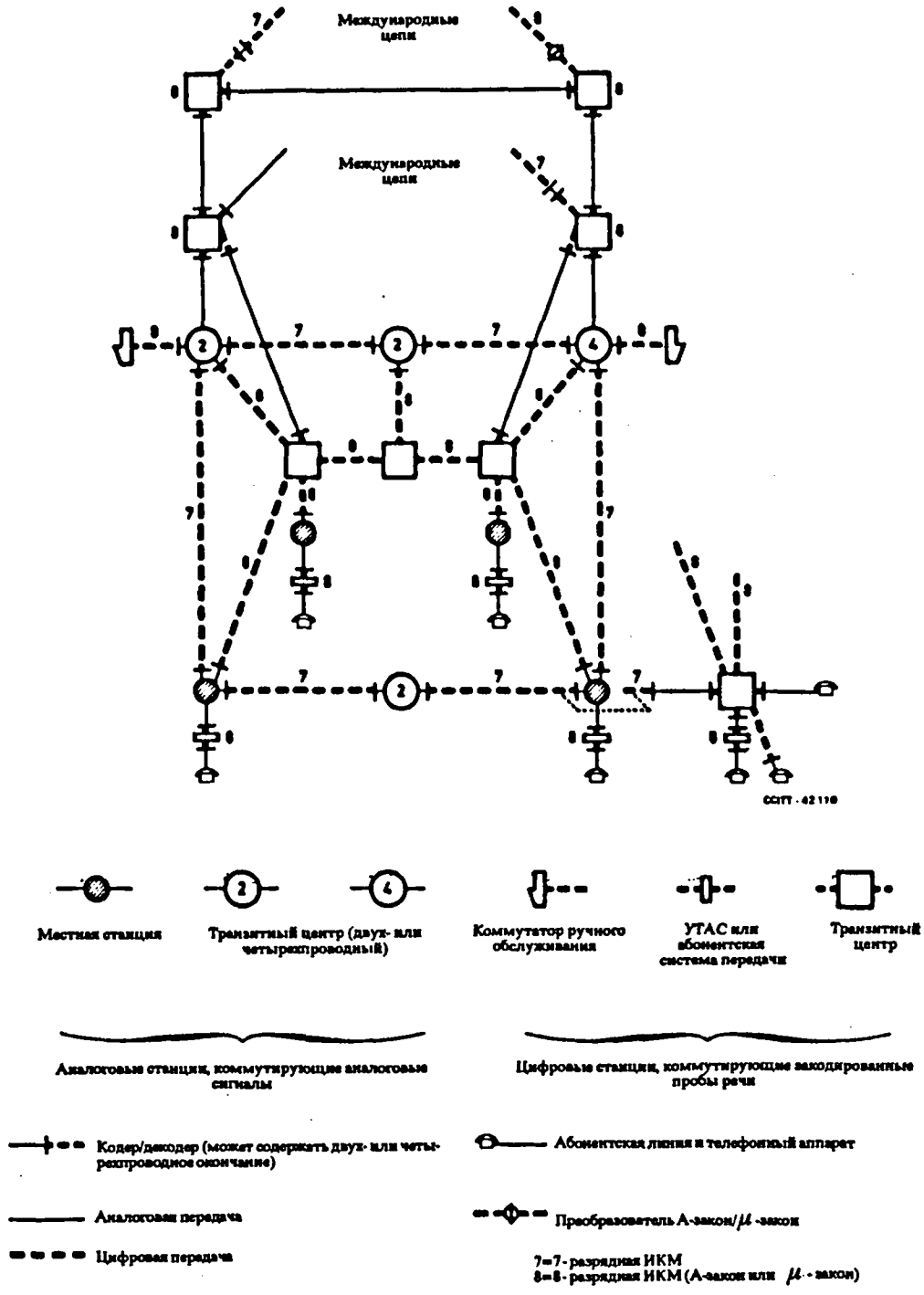


РИСУНОК 4/G.101

Возможный промежуточный этап в развитии национальной сети

В отношении 7-разрядной ИКМ следует отметить, что такие системы не рекомендованы МККТТ. Для аналого-цифрового преобразования (A/D) при телефонной связи рекомендуются только 8-разрядные ИКМ (см. Рекомендацию G.711 [2]). Имеется несколько стран, где действуют 7-разрядные ИКМ системы, расчет и введение в эксплуатацию которых были выполнены до появления Рекомендации G.711; эти существующие системы должны учитываться, несмотря на то, что они носят временный характер и, по всей вероятности, будут выведены из эксплуатации, как только практическая необходимость в них отпадет.

Учитывая вышесказанное, международные телефонные соединения в течение некоторого времени могут включать одну национальную 7-разрядную ИКМ-соединительную линию к МТС (между МТС), в исключительных случаях — две такие линии. Кроме того, могут встречаться международные спутниковые цепи с 7-разрядным ИКМ-кодированием, а также процессы преобразования А-закона в μ-закон и цифровые удлинители.

Предполагается, что период сосуществования аналоговых и цифровых систем продлится довольно много лет. Поэтому нужны гарантии обеспечения приемлемых характеристик передачи в течение этого периода.

4.2 *Типы телефонных цепей*

В период сосуществования аналоговых и цифровых систем передачи международные цепи, в частности, могут быть таких типов, которые представлены на рис. 5/G.101. Во всех случаях должны определяться (концептуально) виртуальные точки аналоговой коммутации с заданными относительными уровнями.

Хотя типы цепей, представленные на рис. 5/G.101, классифицируются как международные цепи, их конфигурации могут встречаться также и на национальных телефонных сетях. Однако на национальных сетях относительные уровни в виртуальных точках аналоговой коммутации цепей могут отличаться от указанных для международных цепей.

Цепь типа 1 на рис. 5a)/G.101 соответствует случаю, когда цифровая передача используется на всем протяжении цепи, а на обоих концах применяется цифровая коммутация. Как правило, такая цепь может работать при номинальном остаточном затухании 0 дБ благодаря характеристикам передачи таких цепей (например, сравнительно небольшие изменения затухания во времени).

Цепь типа 2 на рис. 5b)/G.101 соответствует случаю, когда тракт передачи организуется по цифровому каналу, последовательно соединенному с аналоговым каналом. На цифровом конце применяется цифровая коммутация, а на аналоговом — 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 частотные искажения допускают возможность такой работы.

Цепь типа 3 на рис. 5c)/G.101 соответствует случаю, когда тракт передачи организован по цифровому/аналоговому/цифровому каналам. При этом на обоих концах предполагается цифровая коммутация.

Цепь типа 4 на рис. 5d)/G.101 соответствует случаю, когда тракт передачи организован по аналоговому/цифровому/аналоговому каналам. При этом на обоих концах предполагается аналоговая коммутация.

Цепь типа 5 на рис. 5e)/G.101 соответствует случаю, когда аналоговая передача используется на всем протяжении цепи и на обоих концах применяется аналоговая коммутация.

Международные цепи такого типа, как правило, работают при затухании L, где L номинально равно 0,5 дБ между виртуальными точками аналоговой коммутации.

Примечание. – Общие замечания, касающиеся распределения затухания в смешанных аналого-цифровых цепях.

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

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

Что касается национальных цепей, то Администрации могут принимать любую схему, но при этом должны соблюдаться требования, изложенные в § 2.2 Рекомендации G.121.

Иногда могут применяться трансмультиплексоры; однако при этом цепи могут оказаться недоступными по ТЧ в точке, которая на схемах рис. 5/G.101 обозначена символом удлинителя. Если нестабильность аналоговых участков требует дополнительного затухания, то вопрос о внесении этого затухания в цепи должен быть взаимно согласован Администрациями.

4.3 *Количество неинтегрированных цифровых процессов ИКМ*

Ограничения вследствие снижения качества передачи

В период совместной эксплуатации аналоговых и цифровых систем может возникнуть необходимость включить в международные телефонные соединения большое число неинтегрированных цифровых процессов. Чтобы в результате этого дефекты передачи (искажения квантования, частотные искажения и искажения групповой задержки), вносимые такими процессами, не достигли степени, при которой качество передачи может оказаться существенно сниженным, рекомендуется соблюдать правило планирования, приведенное в § 3 Рекомендации G.113. Это правило ограничивает число неинтегрированных цифровых процессов как на национальных, так и на международных участках телефонных соединений.

При полностью цифровых соединениях снижение качества передачи также может накапливаться из-за включения цифровых процессов (например, цифровых удлинителей). Проблема накопления таких дефектов передачи в полностью цифровом режиме рассматривается также в § 3 Рекомендации G.113.

4.4 *Передача аналоговых и цифровых данных*

В период совместной эксплуатации аналоговых и цифровых систем наличие в телефонных соединениях аналого-цифровых преобразователей, преобразователей законов кодирования (транскодеров), цифровых удлинителей или цифровых процессов других типов не препятствует передаче аналоговых данных. Однако в полностью цифровых соединениях данные цифрового типа могут испытывать вредное влияние со стороны таких устройств, как транскодеры и цифровые удлинители, поскольку они осуществляют повторное кодирование данных. Поэтому для передачи цифровых данных необходимо предусмотреть схемы выключения или обхода любого устройства, которое производит повторное кодирование сигналов цифровых данных.

4.5 *Общий принцип*

Установлено, что в период совместной эксплуатации аналоговых и цифровых систем может иметь место значительное число неинтегрированных цифровых процессов на всемирной телефонной сети. Следовательно, очень важно, чтобы эти процессы включались таким образом, чтобы при появлении возможности интеграции функций на полностью цифровой сети не оставалось ненужного оборудования.

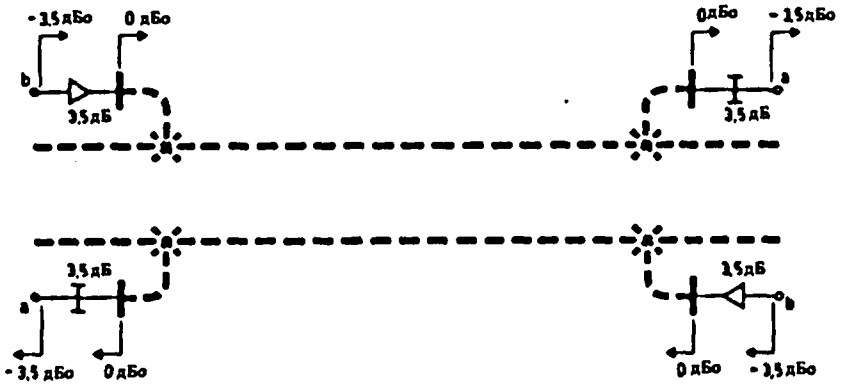
5 Условия и определения

5.1 *Виртуальные точки аналоговой коммутации*

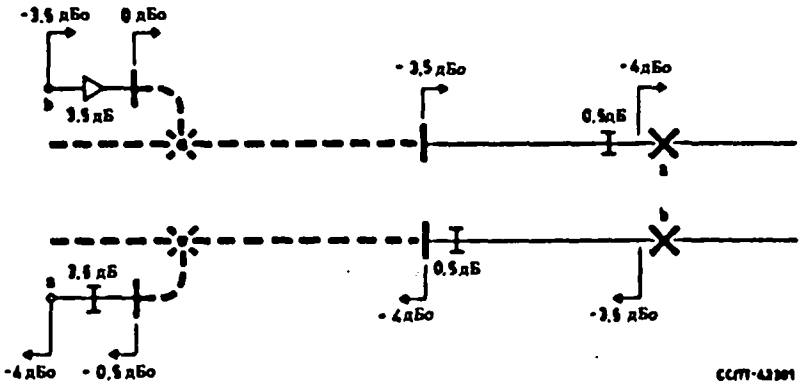
Понятие "виртуальные точки аналоговой коммутации" оказалось полезным при проведении исследований передачи в полностью аналоговых соединениях. Например, эти точки были использованы для определения границы между международными цепями, а также между международными цепями и национальными цепями продолжения. "Виртуальные точки коммутации" являются также удобными точками, относительно которых могут определяться характеристики передачи.

Включение во всемирную телефонную сеть цифровых процессов кодирования не позволяет более во всех случаях определять теоретические точки, которые соответствуют "виртуальным точкам коммутации" полностью аналоговых соединений. Поскольку все же желательно иметь на смешанных аналого-цифровых соединениях аналоговые точки, было принято понятие "виртуальные точки аналоговой коммутации". Это понятие предполагает наличие идеальных кодеков, с помощью которых можно получить желаемые аналоговые точки.

Термин "виртуальные точки аналоговой коммутации" используется также в случаях полностью аналоговых соединений и заменяет прежний термин "виртуальные точки коммутации".

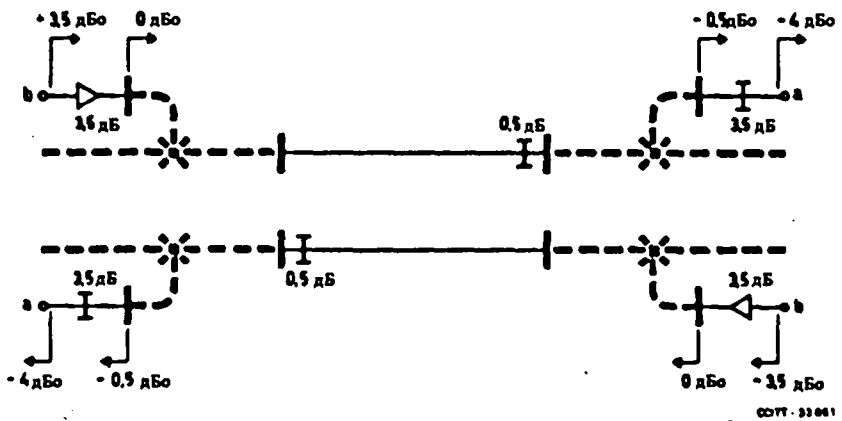


a) Цепь типа 1. — Полностью цифровая цепь с цифровой коммутацией на обоих концах



Примечание. — Удлинители требуются только в том случае, если аналоговый участок цепи вносит большое частотное искажение или нестабильность во времени.

b) Цепь типа 2. — Цифро-аналоговая цепь с цифровой коммутацией на одном конце и с аналоговой — на другом



Примечание. — Удлинители требуются только в том случае, если аналоговый участок цепи вносит большое частотное искажение или нестабильность во времени.

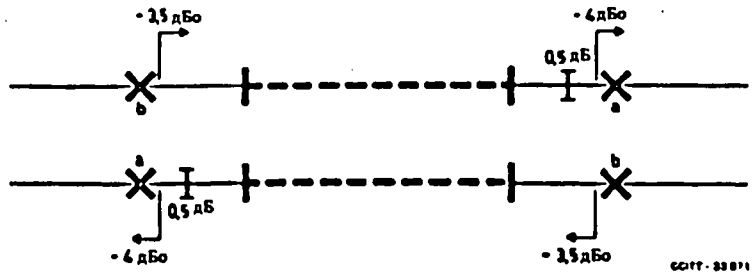
c) Цепь типа 3. — Цифровая /аналоговая/ цифровая цепь с цифровой коммутацией на обоих концах

Примечание. — Условия и символы для "реальных" и идеальных кодеков:

- Предполагается, что идеальные кодеры и декодеры обеспечивают соответствие между аналоговыми и цифровыми сигналами, и наоборот, в точном соответствии с надлежащими таблицами для А-закона и μ-закона в Рекомендации G.711.
- Предполагается, что "реальные" кодеры и декодеры таковы, что качественные характеристики пары кодер/декодер между НЧ зажимами удовлетворяют требованиям Рекомендации G.712.
- Символ, принятый для "реального" кодека, не содержит относительного уровня для аналоговых входных и выходных зажимов. Если требуется определить относительный уровень, то его следует обозначить на аналоговой стороне передачи кодека. Это поможет избежать путаницы с символом, принятым для идеального кодека.

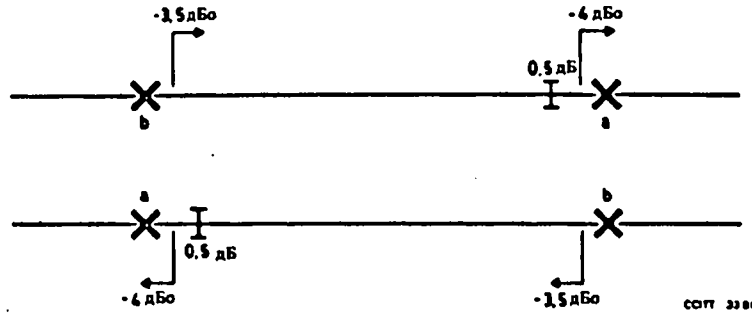
РИСУНОК 5/G.101

Типы международных цепей

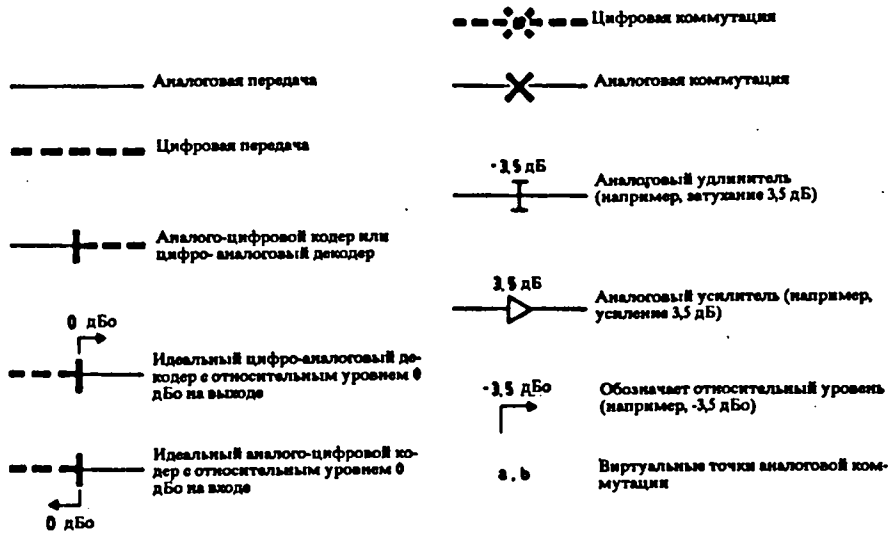


Примечание. — Удлинители требуются только в том случае, если аналоговый участок цепи вносит большое частотное искажение или нестабильность во времени.

d) Цепь типа 4. — Аналоговая /цифровая/ аналоговая цепь с аналоговой коммутацией на обоих концах



e) Цепь типа 5. — Полностью аналоговая цепь с аналоговой коммутацией на обоих концах



Примечание. — Символы, соответствующие удлинителям в цепи, не означают, что требуются реальные удлинители. Это условное обозначение для инженеров-разработчиков плана передачи.

РИСУНОК 5/G.101 (конец)

Типы международных цепей

5.2 *Относительный уровень, нормируемый в виртуальных точках аналоговой коммутации международных цепей*

Виртуальные точки аналоговой коммутации международной четырехпроводной телефонной цепи определяются по условию в точках цепи, где номинальные относительные уровни на опорной частоте таковы:

— передача: — 3,5 дБо;

— прием: — 4,0 дБо для аналоговых или смешанных аналого-цифровых цепей;
— 3,5 дБо для цифровых цепей или для очень коротких цепей, упомянутых в примечании 3, ниже.

Номинальное затухание передачи этой цепи на опорной частоте между виртуальными точками аналоговой коммутации составляет, таким образом, 0,5 дБ для аналоговых и 0 дБ для цифровых цепей.

Примечание 1. — См. определение в § 5.3, ниже. Положение виртуальных точек аналоговой коммутации показано на рис. 2/G.101 и на рис. 1/G.122.

Примечание 2. — Поскольку устройства четырехпроводного окончания образуют часть национальных систем и фактическое их затухание зависит от национального плана передачи, принятого каждой Администрацией, невозможно более определять относительные уровни на международных четырехпроводных цепях относительно уровня на двухпроводных зажимах дифференциальной системы. В частности, при оконечном соединении затухание передачи составной цепи, образованной посредством подключения пары устройств окончаний к четырехпроводной международной цепи, не может быть определено в Рекомендациях одним значением. Следовательно, виртуальные точки аналоговой коммутации цепей могут выбираться как точки с произвольным относительным уровнем. Однако принятые вышеуказанные значения таковы, что они, как правило, дают возможность без особых затруднений перейти от старого плана к новому.

Примечание 3. — Если четырехпроводная аналоговая цепь, образующая часть четырехпроводной составной цепи, вносит пренебрежимо малые значения задержки и изменения затухания во времени, то она может работать при нулевом номинальном затухании передачи между виртуальными точками аналоговой коммутации. Это допущение относится главным образом к коротким четырехпроводным соединительным линиям между коммутационными центрами, например, к линиям между двумя международными коммутационными центрами в одном и том же городе.

5.3 *Определения*

5.3.1 **опорная точка (отсчета уровней) передачи**

англ.: *transmission reference point*

исп.: *punto de referencia para la transmisión*

фр.: *point de référence pour la transmission*

Условная точка, используемая в качестве точки нулевого относительного уровня при вычислении номинальных относительных уровней. В этих точках телефонной цепи должен прикладываться номинальный средний уровень мощности (—15 дБм), который определен в Рекомендации G.223 [3], при проверке соответствия системы передачи нормам шума, определенным в Рекомендации G.222 [4].

Примечание. — Для некоторых систем, например, морских кабельных систем (Рекомендация G.371 [5]), используются другие значения.

Такая точка имеется на передающем конце каждого канала четырехпроводной коммутируемой цепи перед виртуальной точкой коммутации; на международной цепи она определяется как имеющая уровень сигнала на +3,5 дБ выше уровня в виртуальной точке коммутации.

В аппаратуре систем передачи с частотным разделением каналов (ЧРК) условная точка плоского нулевого относительного уровня (то есть там, где все каналы имеют одинаковый относительный уровень) определяется как точка, в которой многоканальный сигнал, если речь идет об исследовании влияния нелинейных искажений, может быть представлен случайным шумовым сигналом однородного спектра, уровень средней мощности которого определен в Рекомендации G.223 [6]. Номинальный уровень средней мощности в каждом телефонном канале равен —15 дБм, как определено в Рекомендации G.223 [3].

5.3.2 **относительный уровень (мощности)**

англ.: *relative (power) level*

исп.: *nivel relativo (de potencia)*

фр.: *niveau relatif de puissance*

5.3.2.1 *Основное значение относительного уровня в системах передачи с ЧРК*

Относительный уровень в некоторой точке системы передачи характеризует мощность передаваемого сигнала в этой точке относительно условного уровня мощности в точке нулевого относительного уровня[2].

[2] Имеются в виду такие аспекты, как (основной) шум, нелинейные помехи, пиковая мощность и т.п. (см. Рекомендацию G.223).

Если, например, в какой-нибудь конкретной точке многоканальной системы передачи с ЧРК средняя мощность, принимаемая для одного телефонного канала, соответствует абсолютному уровню мощности S дБм, то относительный уровень в этой точке равен (S + 15) дБо. В частности, в точке с уровнем 0 дБо условный уровень средней мощности на один телефонный канал составляет −15 дБм.

5.3.2.2 *Определение относительного уровня, вообще применимое ко всем системам*

Относительный уровень в какой-нибудь точке цепи выражается как $10 \log_{10} (P/P_0)$ дБо, где P — мощность синусоидального сигнала в рассматриваемой точке, а P_0 — мощность этого же сигнала в опорной точке передачи. В цифровом выражении он равен рабочему усилению (определение см. в *Желтой книге*, выпуск X.1) между опорной и рассматриваемой точками передачи на номинальной частоте 1000 Гц. Например, если опорный сигнал 0 дБм на частоте 1000 Гц вводится в опорной точке передачи, то уровень в точке x дБо будет равен x дБм (кажущаяся мощность $P_x = 10^{x/10}$ мВт). Кроме того, использование цифровой эталонной последовательности (ЦЭП, § 5.3.3) дает уровень x дБм в точке x дБо. Напряжение сигнала с уровнем 0 дБм0 на любой частоте тонального диапазона в точке x дБо дается выражением

$$V = \sqrt{10^{x/10} \times 1\,\mathrm{W} \times 10^{-3} |Z_R|_{1000}}\ \mathrm{B},$$

где $|Z_R|_{1000}$ — модуль номинального полного сопротивления в этой точке на номинальной частоте 1000 Гц.

Примечание 1. — Номинальная опорная частота 1000 Гц соответствует Рекомендации G.712, § 16. Для существующих (аналоговых) систем передачи можно и в дальнейшем использовать опорную частоту 800 Гц.

Примечание 2. — Относительные уровни в конкретных точках системы передачи (например, вход и выход распределительных щитов или устройств, подобных канальным преобразователям) устанавливаются по соглашению, как правило, между изготовителем и пользователем.

Рекомендации МККТТ разрабатываются с таким расчетом, чтобы абсолютный уровень мощности любого испытательного сигнала, который должен подаваться на вход определенной системы передачи для проверки ее соответствия этим рекомендациям, четко определялся бы, как только установлен относительный уровень в этой точке.

Примечание 3. — Полное сопротивление Z_R может быть активным или комплексным; в последнем случае мощность P_x будет кажущейся мощностью.

Примечание 4. — Подразумевается, что между виртуальными точками аналоговой коммутации цепи, организованной в международных системах передачи, в последних соединяются друг с другом только точки, которые имеют одинаковый относительный уровень, так что затухание передачи этой цепи будет равно разности относительных уровней в виртуальных точках аналоговой коммутации (см. § 5.2 настоящей Рекомендации).

5.3.2.3 *Соотношение между скорректированными эквивалентами затухания на передаче, показателями громкости и относительными уровнями*

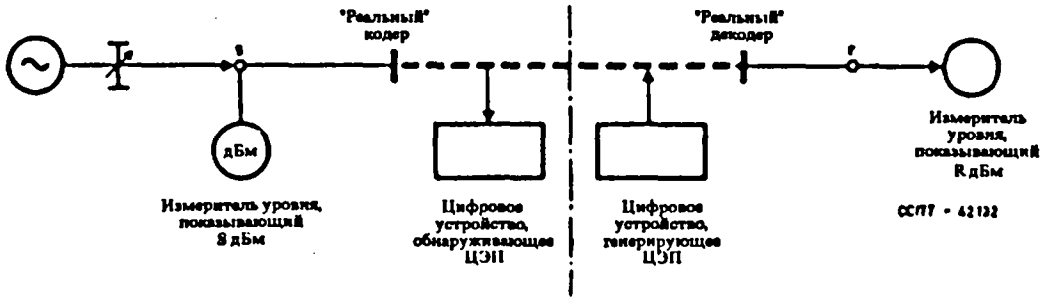
В процессах ИКМ-кодирования и декодирования, нормированных МККТТ, соотношение между точкой 0 дБо и уровнем T_{max} определено в Рекомендации G.711 [2]. В частности, если минимальное номинальное значение скорректированного эквивалента затухания на передаче [СЭЗ (пер.)] местных систем, отнесенное к точке 0 дБо ИКМ-кодера, не менее 3,5 дБ или минимальное номинальное значение показателя громкости на передаче (SLR) при тех же условиях не менее −1,5 дБ, а значение T_{max} кодера установлено +3 дБм0 (более точно — 3,14 дБм0 для А-закона и 3,17 дБм0 для μ-закона), то в соответствии с § 3 Рекомендации G.121 пиковая мощность речи будет контролироваться надлежащим образом.

5.3.2.4 *Совместимость относительных уровней аналоговых и цифровых систем*

Если уровни сигналов контролируются, как описано в § 5.3.2.3, то точки с равными относительными уровнями цепей с ЧРК и ИКМ могут соединяться друг с другом напрямую и каждая будет учитывать расчетные критерии другой. Это очень важно, когда точки этих двух семейств систем передачи соединяются друг с другом с помощью трансмультиплексоров, кодеков или модемов.

5.3.2.5 *Определение относительного уровня*

Принцип определения относительного уровня в аналоговых точках входа и выхода "реального" кодека показан на рис. 6/G.101.



Регулировать аналоговый входной уровень, пока в цифровом потоке не появится ЦЭП. Если этот уровень равен S дБм, то относительный уровень в точке s будет S дБо.

Если аналоговый выходной сигнал равен R дБм, когда ЦЭП поступает в декодер, то относительный уровень в точке r будет R дБо

РИСУНОК 6/G.101

Схема определения относительного уровня в аналоговых точках входа и выхода "реального" кодека, использующего цифровые эталонные последовательности (ЦЭП)

Когда рис. 6/G.101 используется для определения относительных уровней "реального" кодека, сопротивления в аналоговых точках входа и выхода которого не чисто активны, необходимо соблюдать следующие меры:

i) измерительная частота должна быть 1000 Гц с соответствующим сдвигом;

ii) мощность в точках *s* и *r* выражается как кажущаяся мощность, то есть

$$\text{уровень кажущейся мощности} = 10 \log_{10} \left[\frac{(\text{напряжение в точке})^2 \times 10^3}{\begin{array}{c}(\text{модуль номинального (1Вт) полного} \\ \text{сопротивления на частоте 1000 Гц})\end{array}} \right] \text{дБм}$$

iii) точка *r* нагружена номинальным расчетным полным сопротивлением декодера во избежание значительных погрешностей вследствие рассогласования.

Примечание. — Меры, изложенные в пунктах ii) и iii), выше, естественно, в равной степени применимы к случаю активных сопротивлений входа и выхода и, как правило, соблюдаются в обычных измерениях. Однако нормирование опорной частоты, указанное в пункте i), выше, является весьма существенным для комплексных сопротивлений вследствие изменения номинального полного сопротивления в зависимости от частоты.

5.3.2.6 *Относительный уровень в некоторой точке цифрового канала*

Относительный уровень в некоторой точке цифрового канала, соответствующий передаваемому по каналу цифровому потоку, который генерируется кодером, отрегулированным в соответствии с указанными в § 5.3.2.3, выше, принципами, определяется по величине цифрового затухания или усиления между выходом кодера и рассматриваемой точкой. Если такое затухание или усиление отсутствует, то относительный уровень в рассматриваемой точке по условию будет приниматься за 0 дБо.

Эквивалентный абсолютный уровень мощности цифрового канала может быть определен, как показано на рис. 7/G.101, с помощью идеального декодера. Относительный уровень в точке X цифрового потока может быть затем определен путем сравнения мощности на выходе идеального декодера с мощностью в аналоговой точке нулевого относительного уровня, в которой генерируется цифровой сигнал.

5.3.3 цифровая эталонная последовательность ИКМ

англ.: PCM digital reference sequence (DRS)

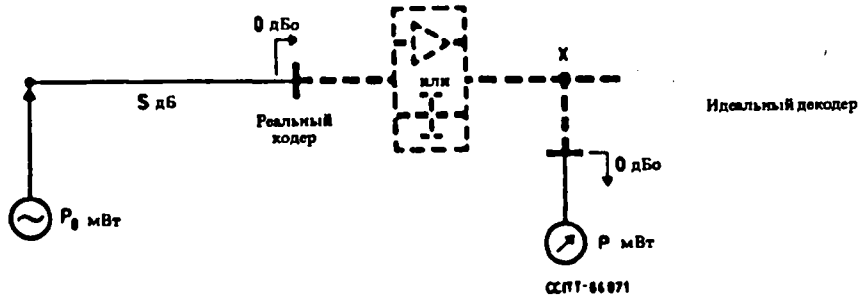
исп.: secuencia de referencia digital MIC (SRD)

фр.: séquence numérique de référence MIC

5.3.3.1 Цифровая эталонная последовательность ИКМ — это одна из множества возможных кодовых последовательностей ИКМ. При декодировании с помощью идеального декодера она создает аналоговый синусоидальный сигнал установленной измерительной опорной частоты (то есть номинальной частоты 800 или 1000 Гц с соответствующим сдвигом) с уровнем 0 дБм0.

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

В Рекомендации G.711 [2] определены некоторые конкретные цифровые эталонные последовательности ИКМ для кодеков А-закона и μ-закона.



Процедура

Аналоговый входной сигнал подается в кодер с уровнем мощности P_0 мВт в точке 0 дБо. Если при этом аналоговый сигнал на выходе идеального декодера имеет мощность P мВт, то

относительный уровень в точке $X = 10 \log_{10} \left(\frac{P}{P_0}\right)$ дБо.

Примечание. – Подразумевается, что сигнал всегда находится в динамическом диапазоне преобразователя.

РИСУНОК 7/G.101

Процедура определения относительного уровня в некоторой точке цифрового канала

5.3.3.2 При исследовании цепей и соединений в смешанных аналого-цифровых сетях полезно применять цифровую эталонную последовательность. Например, на рис. 8/G.101 показаны соотношения различных уровней, которые можно получить (в принципе) на международной цепи типа 2, один конец которой заканчивается на цифровой станции, а другой — на аналоговой. В приведенном на рис. 8/G.101 примере принято, что аналоговая часть требует затухания 0,5 дБ, которое обеспечивается включением удлинителя 1,0 дБ (0,5 дБ для каждого направления передачи) в направлении приема на аналоговой станции. Это было выбрано специально, чтобы показать полезность концепции цифровой эталонной последовательности.

На рис. 8/G.101 приведен пример, где все аналоговое затухание вносится в направлении выхода на аналоговой станции. В этом случае относительные уровни в различных кодеках могут быть однозначно определены либо с помощью цифровой эталонной последовательности ИКМ, либо по отношению к опорной точке передачи на входе международной цепи.

Но если на рис. 8/G.101 аналоговый участок цепи настраивается таким образом, что дает остаточное затухание в направлении b_1—a_2, то необходимо соблюдать осторожность при использовании цифровой эталонной последовательности. В этом случае синусоидальный опорный сигнал 0 дБм0 и цифровая эталонная последовательность могут дать в точке a_2 разные уровни. Это следует принимать во внимание при проектировании процедур настройки смешанных аналого-цифровых цепей.

В принципе относительные уровни на смешанной аналого-цифровой цепи должны быть соотнесены с опорной точкой передачи на входе этой цепи.

5.3.4 измерительная точка цепи

МККТТ определил измерительные точки цепи как "четырехпроводные точки доступа для измерений на цепи, расположенные таким образом, чтобы по возможности большая часть международной цепи, которая связывает два центра, находилась между соответствующими парами этих точек". Эти точки и относительный уровень в них (по отношению к опорной точке передачи) определяются в каждом случае заинтересованной Администрацией. На практике они используются как точки с известным относительным уровнем, с которым должны быть соотнесены другие измерения передачи. Иными словами, для целей измерения и настройки относительный уровень в соответствующей измерительной точке цепи есть относительный уровень, по отношению к которому должны регулироваться другие уровни.

5.3.5 *Измерительная частота*

Для всех международных цепей при выполнении одночастотных профилактических измерений рекомендуется частота 800 Гц. Однако по соглашению между заинтересованными Администрациями для таких измерений может использоваться частота 1000 Гц.

На практике в настоящее время частота 1000 Гц находит широкое применение для одночастотных измерений на некоторых международных цепях.

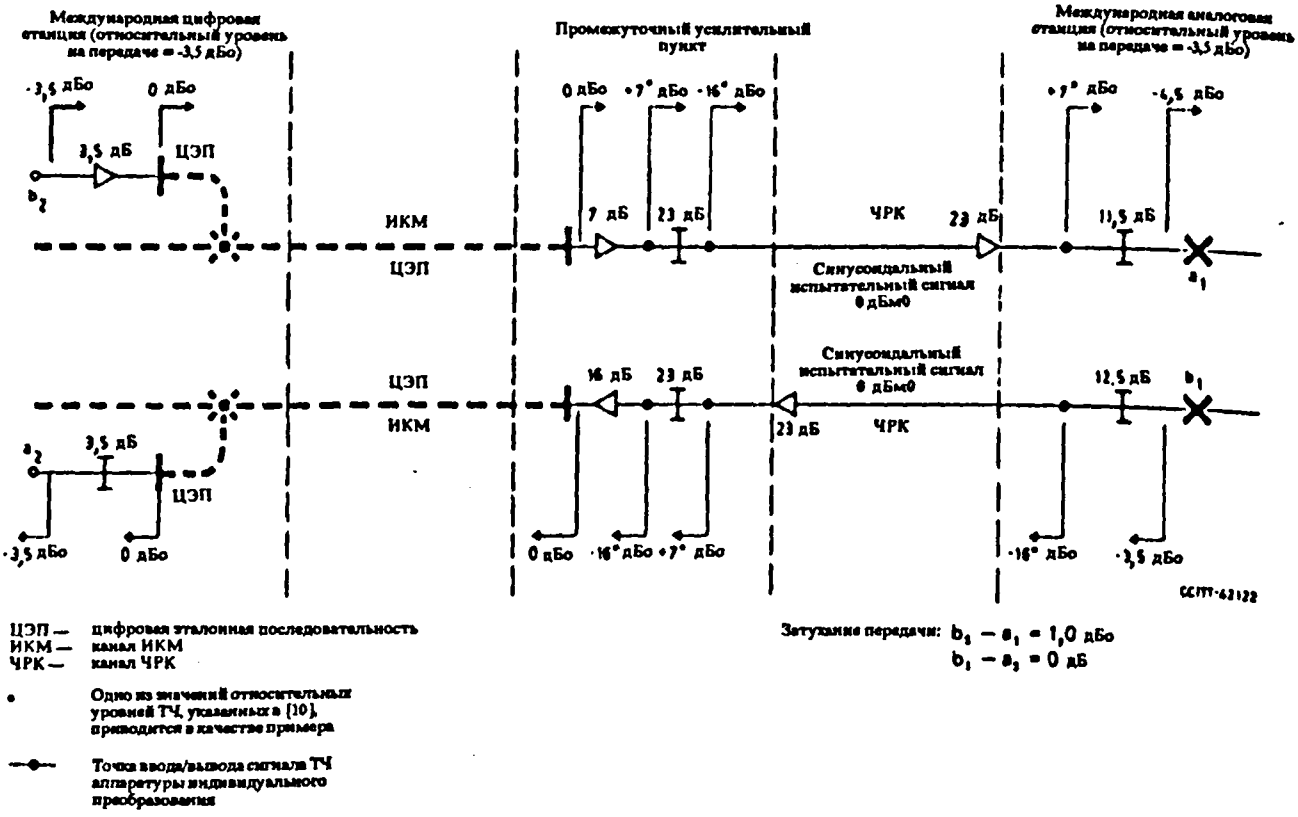
При выполнении многочастотных измерений для определения амплитудно-частотной характеристики используется частота 800 Гц; опорной частотой для этой характеристики все еще может оставаться частота 800 Гц.

Примечание 1. — Определения, приведенные в §§ 5.3.1 и 5.3.2, используются в работе Исследовательской комиссии XII. Определения, приведенные в §§ 5.3.4 и 5.3.5 и взятые из Рекомендаций М.565 [7] и М.580 [8], включены в целях информации.

Примечание 2. — Чтобы учесть ИКМ-каналы и участки цепей, номинальные частоты 800 и 1000 Гц на практике имеют сдвиг на соответствующие величины во избежание взаимодействия с частотами дискретизации. Подробная информация приведена в Дополнении № 3.5 к тому IV [9].

5.4 *Взаимное соединение международных цепей в транзитном центре*

Виртуальные точки аналоговой коммутации двух международных цепей, подлежащих взаимному соединению в транзитном центре, рассматриваются как подлежащие соединению друг с другом напрямую, без какого-либо дополнительного затухания или усиления. В результате составная международная цепь имеет номинальное затухание передачи при транзитном соединении, равное сумме затуханий каждой цепи, которая входит в ее состав.



Примечание. – Значения других символов см. в условных обозначениях к рис. 5/G.101.

РИСУНОК 8/G.101

Использование цифровой эталонной последовательности при расчете и настройке международной цепи типа 2

Библиография

[1] Рекомендация МККТТ "План передачи", том VI, Рек. Q.40.

[2] Рекомендация МККТТ "Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ) тональных частот", том III, Рек. G.711.

[3] Рекомендация МККТТ "Исходные положения для расчета шума в условных эталонных цепях для телефонной связи", том III, Рек. G.223, § 1.

[4] Рекомендация МККТТ "Нормы шумов для расчета систем передачи", том III, Рек. G.222.

[5] Рекомендация МККТТ "Системы передачи по подводному кабелю", том III, Рек. G.371.

[6] Рекомендация МККТТ "Исходные положения для расчета шума в условных эталонных цепях для телефонной связи", том III, Рек. G.223, § 2.

[7] Рекомендация МККТТ "Точки доступа международных телефонных каналов", том IV, Рек. M.565.

[8] Рекомендация МККТТ "Организация и настройка международной цепи для телефонной связи общего пользования", том IV, Рек. M.580.

[9] "Испытательные частоты в каналах, организованных по ИКМ-системам", том IV, Дополнение № 3.5.

[10] Рекомендация МККТТ "12-канальная оконечная аппаратура", том III, Рек. G.232, § 11.

Рекомендация G.102

НОРМЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КАЧЕСТВУ ПЕРЕДАЧИ

(Женева, 1980 г.)

1 Общие положения

Для обеспечения удовлетворительного функционирования сети МККТТ разработал (или разрабатывает) Рекомендации, касающиеся параметров, которые характеризуют снижение качества передачи (именуемые далее дефектами передачи), и их допустимой величины. К таким параметрам относятся, например:

a) показатель громкости (ПГ) и затухание,

b) шум,

c) частотное искажение,

d) переходные помехи,

e) одночастотная помеха,

f) паразитная модуляция,

g) влияние ошибок в цифровых системах.

В некоторых Рекомендациях устанавливаются нормы на отдельные виды дефектов передачи с подразумеваемым допущением того, что другие дефекты (например, шум и затухание) достигают своего максимального значения.

Во многих случаях нормы относятся главным образом к телефонии; поэтому могут потребоваться специальные меры, когда на сети или ее составляющих частях необходимо обеспечить иные виды связи (например, передачу звукового вещания) с более высокими требованиями.

Различают следующие виды норм:

1) нормы на качество функционирования сетей,

2) нормы на качество функционирования цепей и аппаратуры передачи и коммутации,

3) проектные нормы для аппаратуры передачи и коммутации,

4) нормы, используемые при приемке цепей и аппаратуры передачи и коммутации в эксплуатацию (приемочные нормы),

5) предельные нормы, используемые в процессе эксплуатации (технического обслуживания) цепей и аппаратуры передачи и коммутации.

2 Пояснение норм на качество функционирования

Норма на качество функционирования, оговаривающая поддающийся измерению дефект передачи для сетей, полных соединений, национальных систем, которые составляют часть международных соединений, международных составных цепей, отдельных цепей и т.д., часто описывает в статистических выражениях (среднее значение, стандартное отклонение или вероятность превышения установленной величины и т.д.) ту величину, которая задается при проектировании сети передачи или системы. Она определяет такое качество функционирования, к которому, основываясь, например, на субъективных или других проверках качества функционирования, следует стремиться для обеспечения удовлетворительного уровня обслуживания пользователя.

Подразумевается, что элементы (цепи, системы, аппаратура), составляющие сеть, как правило, должны иметь исполнение, которое соответствует рекомендуемым нормам на качество функционирования. В некоторых случаях при расчетах следует применять взвешивание нагрузки.

Мощным инструментом, который может применяться для расчетов, относящихся к сетевым нормам и контролю за их исполнением, являются условные эталонные цепи, описанные в Рекомендации G.103.

3 Пояснение расчетных норм

Расчетная норма, оговаривающая поддающийся измерению дефект передачи (например, шум, коэффициент ошибок, частотные искажения) для данного элемента (например, линейного тракта, телефонной станции), есть величина этого дефекта в условиях, когда рассматриваемый элемент работает в определенном электрическом и физическом режиме, который можно определить такими параметрами, как напряжение питания, величина сигнала, температура, влажность и т.п. Одни из этих параметров могут быть предметом Рекомендаций МККТТ, а другие — нет; Администрациям предоставляется право по своему усмотрению определять их значения в процессе разработки технических требований. Соответствующий запас можно также давать на старение. Часто подразумевается самая неблагоприятная комбинация значений заданных параметров.

Целью введения расчетных норм является обеспечение основы для расчета элемента с точки зрения рассматриваемой величины. Смысл расчетных норм для элементов и примеры относительной частоты значений дефектов передачи показаны на рисунках 1/G.102 и 2/G.102, соответственно.

Во многих случаях расчетные нормы непосредственно составляют основу пунктов технических требований для разработки и/или закупки аппаратуры.

Мощным инструментом, который используется в связи с применением расчетных норм, являются условные эталонные цепи и условные эталонные цифровые тракты (см. соответствующие Рекомендации серий G.100 и G.700).

4 Пояснение приемочных норм

Условия, встречающиеся на реальных цепях и в установленной аппаратуре, могут отличаться от допущений, справедливых для условных эталонных цепей и для расчета аппаратуры. Поэтому качество функционирования, которое следует ожидать во время приемки в эксплуатацию, не может быть однозначно выведено только из Рекомендаций, касающихся условных эталонных цепей. Соответствующие запасы могут быть даны с учетом того, что в состав цепей входит аппаратура различного проектирования, длины линейных трактов существенно отличаются от длины однородного участка и т.п. (см., например, Рекомендацию G.226 [1] для шума в различных трактах).

Приемочные нормы, как правило, не являются предметом Рекомендаций МККТТ.

5 Пояснение предельных норм, используемых в процессе технического обслуживания

При эксплуатации качество работы какого-либо элемента или группы элементов может снижаться по различным причинам: старение, избыточная нагрузка, сложные окружающие условия, ошибки в процессе эксплуатации, выход из строя некоторых компонентов и т.п.; эксплуатационные расходы возрастают, если постоянно при этом сохраняется лишь минимальное снижение качества. Поэтому расчетные нормы выбираются таким образом, чтобы запас был достаточно большим, что гарантирует удовлетворительное качество работы в процессе эксплуатации.

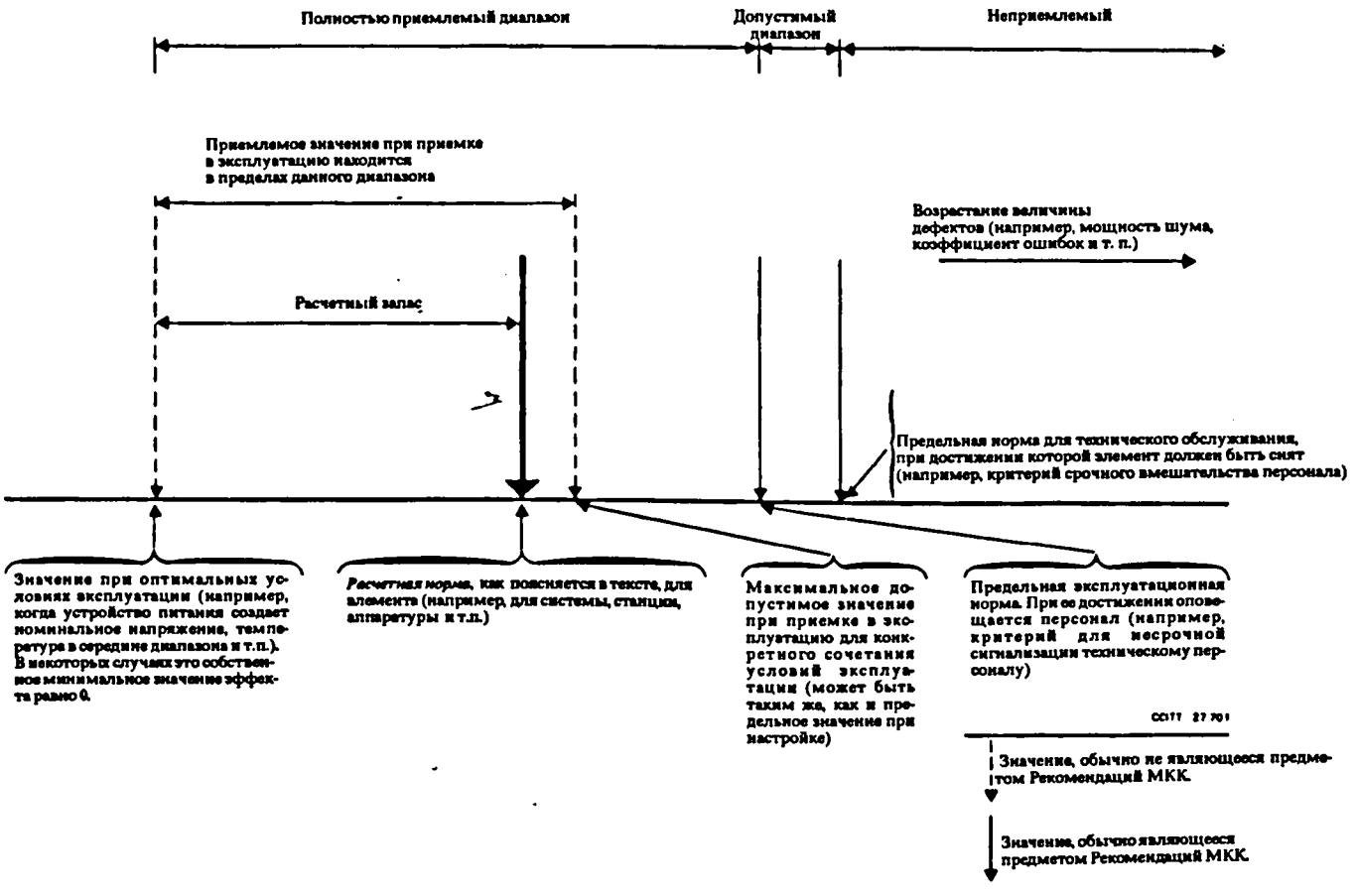


РИСУНОК 1/G.102

Иллюстрация понятия расчетных норм для элементов

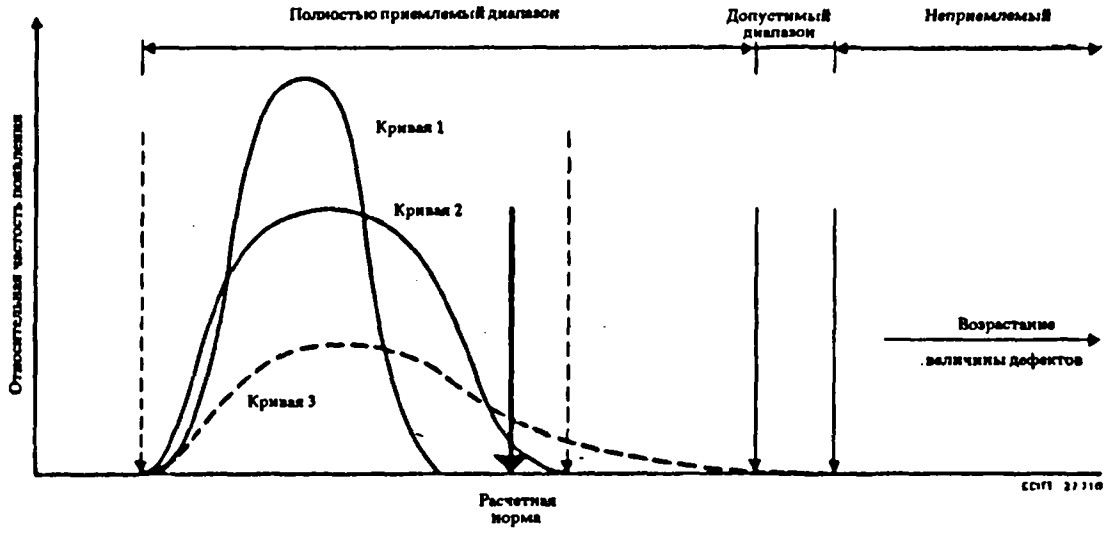
Что касается дефектов передачи, то зачастую не имеется величины, которая представляет собой четкую границу между "допустимым" и "неприемлемым" качеством функционирования, и на практике диапазон значений дефектов, превышающий предусмотренный расчетными нормами, будет обеспечивать удовлетворительное качество обслуживания пользователей. Так обстоит дело в телефонии, но для других видов связи это может быть по-другому.

Тем не менее часто бывает целесообразно определить конкретную величину дефекта, выше которой элемент рассматривается как "неприемлемый" и выводится из эксплуатации при первой же возможности с тем, чтобы можно было выполнить ремонтные работы и восстановить качество функционирования, удовлетворяющее установленному уровню (например, критерий срочного вмешательства технического персонала).

Часто бывает полезно определить предельное значение качества функционирования, при котором персонал извещается, но (по всей вероятности) не принимает никаких немедленных мер (например, критерий для несрочной сигнализации техническому персоналу).

Как правило, эти предельные нормы не зависят от вида связи, обеспечиваемого конкретными средствами. Однако иногда возникает необходимость определить нормы на качество функционирования для какого-либо конкретного вида связи, за пределами которых пользователю уже не обеспечивается удовлетворительное качество обслуживания. Предельное значение может быть разным для различных видов связи, а иногда может совпадать с критерием срочного вмешательства технического персонала (выход из строя).

Эти предельные значения (а если необходимо, то и другие) оказываются выше расчетных норм. Они показаны на рис. 1/G.102 под общим наименованием "предельные нормы".



Такие кривые могут быть получены для группы элементов аппаратуры во время приемки в эксплуатацию. Как вариант могут быть получены кривые качества работы элемента в течение срока его службы.

Кривая 1 – Пример относительной частоты появления дефектов во время приемки в эксплуатацию, в котором расчетная норма удовлетворяется с некоторым запасом. Аналогичное распределение может быть получено при эксплуатации в течение срока службы любого элемента аппаратуры, если влияние окружающих условий и т.п. будет незначительным. Примером могут служить частотные искажения трансформаторов.

Кривая 2 – Пример относительной частоты появления дефектов передачи во время приемки в эксплуатацию, в котором расчетные нормы превышаются с некоторой согласованной вероятностью, поскольку конкретный элемент аппаратуры используется в более жестких условиях, чем предусмотренные в расчетной норме. Примером может быть влияние увеличения сверх ожидаемого расстояния между промежуточными усилителями в радио и проводном линейном тракте.

Кривая 3 – Пример относительной частоты появления дефектов передачи при эксплуатации, где эксплуатационные условия являются более жесткими, чем установленные в технических требованиях. Примерами могут быть влияние избыточной загрузки, отказ некоторых элементов или ошибки эксплуатационного персонала.

РИСУНОК 2/G.102

Примеры относительной частоты значений дефектов передачи

Библиография

[1] Рекомендация МККТТ "Шумы в реальном тракте", том III, Рек. G.226.

Рекомендация G.103

УСЛОВНЫЕ ЭТАЛОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

(Мар-дель-Плата, 1968 г.; изменена в Женеве, 1972, 1976, 1980 гг., и в Малага-Торремолиносе, 1984 г.)

Настоящая Рекомендация относится главным образом к аналоговой сети связи. Рекомендация G.104 относится к полностью цифровой сети связи, а § 4 настоящей Рекомендации — к проблемам переходного периода, когда в аналоговую сеть вводится некоторое количество цифровых каналов. В конечном счете предполагают, что все эталонные соединения, независимо от того, относятся они к аналоговым или цифровым системам, будут объединены в одной Рекомендации.

1 Назначение

Условное эталонное соединение для изучения снижения качества передачи представляет собой модель, в которой описываются снижения качества передачи, вносимые цепями и коммутационными центрами.

Такая модель может быть использована Администрацией:

— для изучения влияния возможных изменений структуры соединений, распределений шума и затуханий передачи в национальных сетях на качество передачи;

— для проверки соответствия правил национального планирования сети статистическим критериям снижения качества передачи, которые могут быть рекомендованы МККТТ для национальных систем.

Для этих целей желательно иметь несколько моделей. Описанные ниже три условные эталонные соединения должны охватить большинство необходимых случаев, которые могут рассматриваться при изучении.

Условные эталонные соединения *не* должны рассматриваться как рекомендации конкретных величин затухания, шума или других параметров снижения качества передачи, хотя указанные значения во многих случаях являются рекомендованными величинами. Условные эталонные соединения *не* предназначаются для использования при расчете систем передачи.

2 Структура условных эталонных соединений

2.1 Структура различных соединений показана на рисунках 1/G.103, 2/G.103 и 3/G.103.

Рисунок 1/G.103. — Международное соединение наибольшей протяженности с максимальным числом международных и национальных цепей, которое может встретиться на практике. Такое соединение обычно имеет высокие скорректированные эквиваленты затухания и большие величины вносимого шума; шум, вносимый международными цепями, может быть значительным. Исключительно высокими могут быть также частотные искажения и искажения групповой задержки, а также групповая задержка. Такие соединения редко встречаются.

Рисунок 2/G.103. — Международное соединение средней протяженности (например, не более 2000 км), имеющее в своем составе наиболее часто встречающееся число международных и национальных цепей. Следует ожидать, что в таком соединении значительный шум будет вноситься национальными системами. Указанное соединение используется для большинства соединений международного обмена.

Рисунок 3/G.103. — Международное соединение, которое содержит практически максимальное число международных цепей и минимальное число национальных цепей. Такие соединения весьма многочисленны.

2.2 *Общие замечания к рисункам 1/G.103, 2/G.103 и 3/G.103*

2.2.1 В условных эталонных соединениях показано, что международные цепи соединяются друг с другом в виртуальных точках коммутации при уровнях 0 дБо и —0,5 дБо, а не в точках с уровнями —3,5 дБо и —4,0 дБо. Представляется, что это удобнее тем, кому приходится использовать эталонные соединения в своих исследованиях.

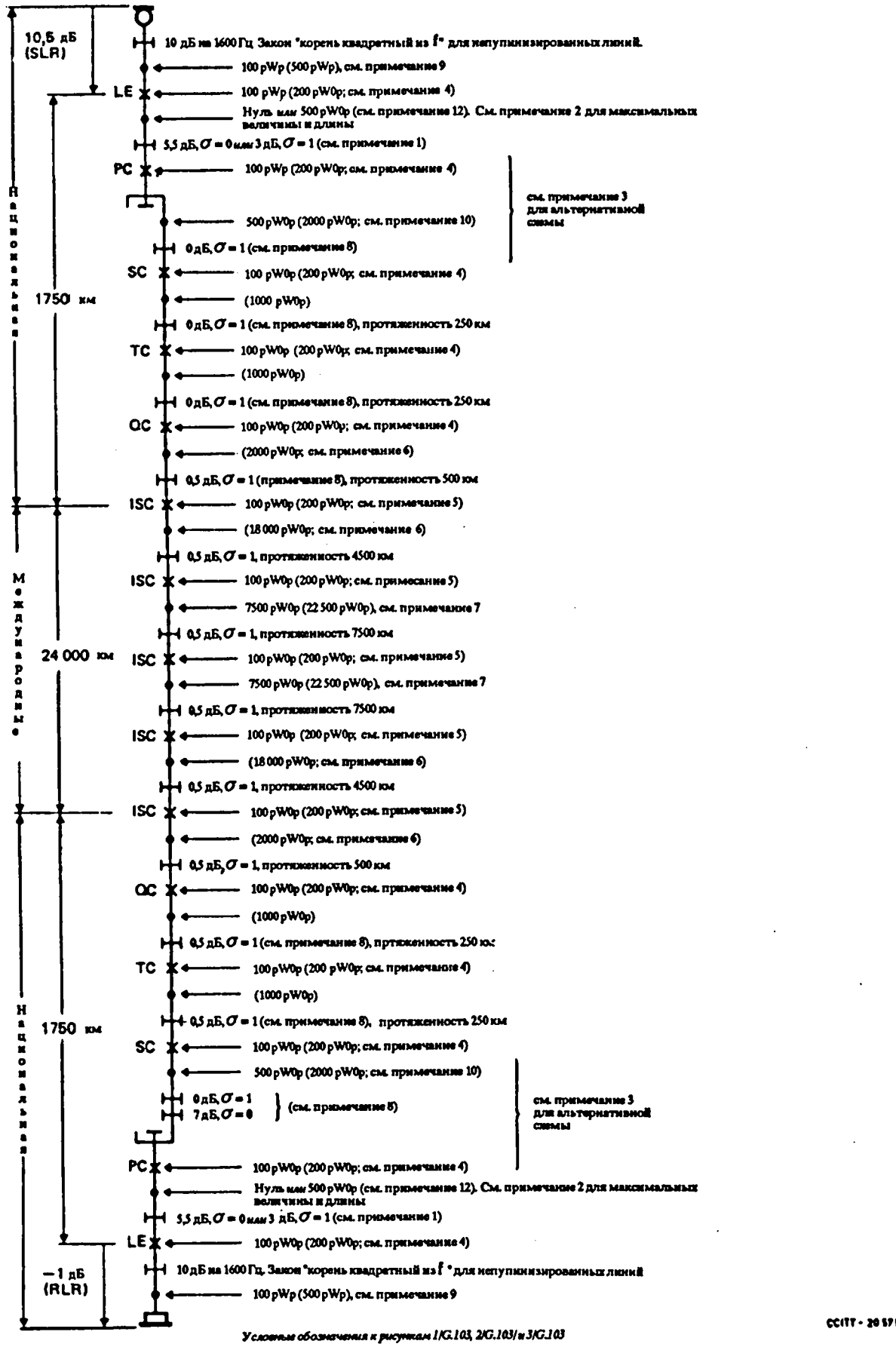
Может показаться несколько непоследовательным, что условные эталонные соединения не используют "типовые" виртуальные точки коммутации —3,5/—4,0 дБо. Однако при использовании в эталонных соединениях таких точек коммутации величины мощности шума на диаграмме больше не совпадали бы с привычными величинами, которые применяются в других Рекомендациях. Подробные пояснения даны в приложении А.

2.2.2 Терминология основана на международном плане соединений, который рекомендован в Рекомендации Е.171, то есть МКЦ — международный коммутационный центр (прежде обозначался СТЗ), ITC — международный центр транзита.

2.2.3 В каждом случае показано только одно направление передачи.

2.2.4 Расчетные значения средних мощностей шума показаны в соответствии с действующими Рекомендациями. Для цепей большой протяженности они пропорциональны длине; принята соответствующая величина мощности шума: 4 пВт/км или 1 пВт/км в зависимости от того, имеет ли условная эталонная цепь протяженность 2500 км или 7500 км.

2.2.5 Для псофометрической мощности шума в пиковаттах в точке нулевого относительного уровня принято сокращение пВт0п. При станционном шуме точка, к которой относятся приведенные величины, находится в цепи непосредственно после этой станции. Мощности шума цепей отнесены к точкам нулевого относительного уровня этих цепей, а не к какой-либо другой точке соединения.



Условные обозначения к рисункам 1/G.103, 2/G.103 и 3/G.103

(SLR) ПГ (пер.) — показатель громкости на передаче
(RLR) ПГ (пр.) — показатель громкости на приеме
(LE) МС — местная станция
(SC) ВЦ — вторичный центр
(TC) ТЦ — третичный центр
(QC) ЧЦ — четверичный центр
(ISC) МКЦ — международный коммутационный центр
pWp — пВтп
pW0p — пВт0п

РИСУНОК 1/G.103

Самое длинное международное соединение, которое может встретиться на практике

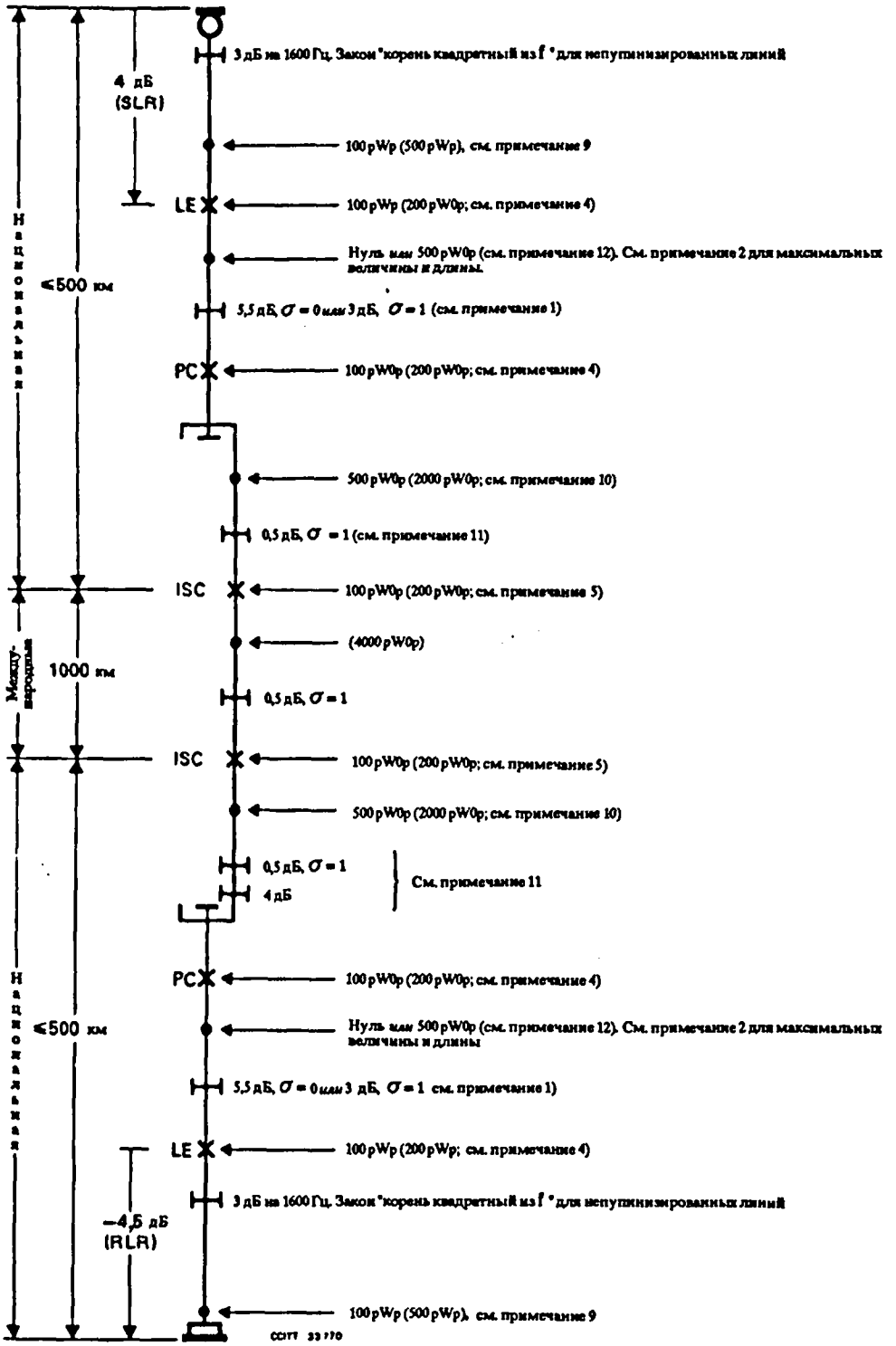


РИСУНОК 2/G.103

Пример международного соединения средней протяженности, имеющего в своем составе только одну международную цепь

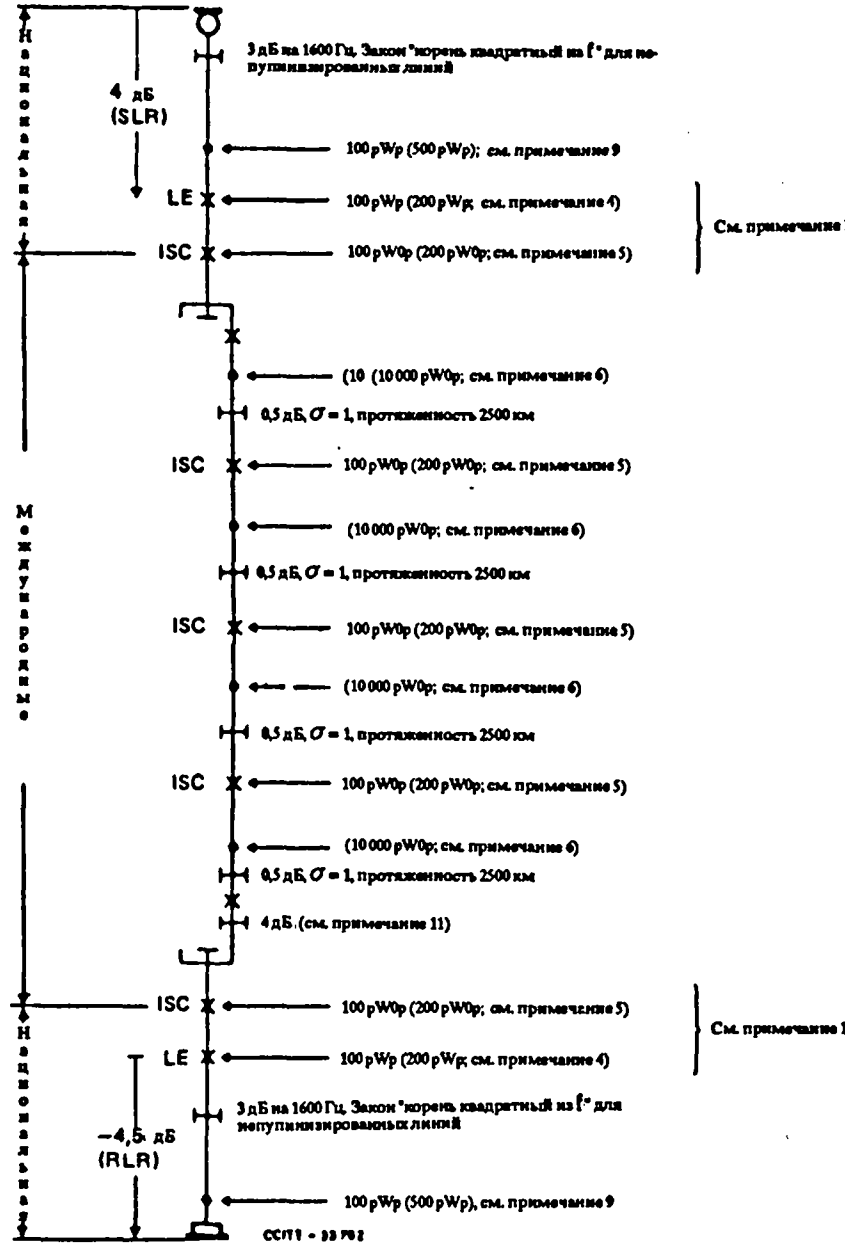


РИСУНОК 3/G.103

Пример международного соединения, имеющего в своем составе четыре международные цепи между абонентами, расположенными недалеко от оконечных международных коммутационных центров

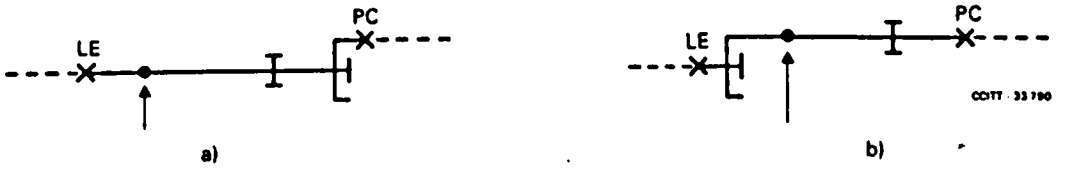
Примечания к рисункам 1/G.103, 2/G.103 и 3/G.103

Примечание 1. – Для цепей на сети физических линий можно принять номинальное максимальное значение ПГ 6 дБ при $\sigma = 0$. Это значение было получено следующим образом: в Рекомендации G.121 указано, что 97% значений показателя громкости на передаче [ПГ (пер.)] по отношению к точке –3,5 дБо международной цепи на международном центре не превышает 20 дБ. Отнеся это значение к точке нулевого относительного уровня на входе цепи, составленной из международных и национальных цепей (то есть первичного центра), можно получить 16,5 дБ. В библиографии [3] указано, что ПГ (пер.) = 10,5 дБ является типичным для максимального числа местных линий, так что для цепи от местной станции до первичного центра остается 6 дБ, включая потери при коммутации (см. общее замечание 2.2.10).

Для цепей, организованных с помощью систем передачи с ЧРК или ВРК на короткие расстояния и коммутируемых по двухпроводной схеме на первичном центре, номинальное значение затухания цепи может быть принято 3 дБ при $\sigma = 1$. Это затухание равно ПГ этой цепи; ее частотные искажения оцениваются посредством включения в соединение дополнительной цепи большой протяженности (Рекомендация G.111, § A.3.2). Эта цепь может, например, быть организована по ИКМ-системе либо с 7-разрядным кодированием ($\mu = 100$ или $A = 87{,}6$), либо с 8-разрядным кодированием ($\mu = 225$ или $A = 87{,}6$). Хотя МККТТ рекомендует только 8-разрядное кодирование, в некоторых странах применяется нерекомендуемое 7-разрядное кодирование.

Примечание 2. – Для цепей, организованных с помощью систем передачи с ЧРК или с ВРК на короткие расстояния, если их протяженность не превышает приблизительно 250 км, максимальное значение мощности шума может быть принято равным 1000 пВт0п. См. Рекомендацию G.123.

Примечание 3. – Если на первичном центре применяется четырехпроводная коммутация (с пространственным или временным разделением каналов), то могут встретиться следующие схемы. В принципе ясно, что дифференциальная система может размещаться в любой точке между двухпроводной и четырехпроводной схемами коммутации, хотя на практике она, как правило, связана либо с одной, либо с другой.



Если применяется схема b), то минимальное затухание *a-t-b* (оговоренное в Рекомендации G.122) должно быть всегда гарантировано, независимо от того, использует национальный план передачи основу 3,5 + 0 + 0 + 0 или 2,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5, поскольку теперь в четырехпроводной составной цепи появляется дополнительная цепь. Если требуется дополнительное затухание 0,5 дБ, то оно может быть внесено либо посредством изменения затухания в цепи "третичный центр – международный коммутационный центр" с 0 на 0,5 дБ, либо посредством его распределения на цепях "первичный центр – местная станция". Такие схемы могут встречаться на любом конце подобного соединения.

Примечание 4. – Величина 200 пВт0п в качестве расчетной нормы для максимальной мощности шума на национальной четырехпроводной автоматической станции взята из Рекомендации G.123, § 3. Эта же величина, то есть абсолютная мощность шума 200 пВт0п, временно была принята для национальных двухпроводных станций. Никакого предположения относительно расположения любой национальной точки нулевого относительного уровня не дается.

Примечание 5. – Величина 200 пВт0п в качестве расчетной нормы для максимальной мощности шума на международной станции указана в Рекомендации Q.45 [4].

Примечание 6. – Величина шума соответствует расчетной норме 4 пВт0п/км для наиболее неблагоприятной мощности шума в течение часа наибольшей нагрузки.

Примечание 7. – Средняя величина 7500 пВт0п для цепей, соединяющих международные коммутационные центры, предполагает, что 1 пВт/км есть средняя величина мощности шума в линии. Для наихудшей цепи величина 3 пВт/км будет расчетной нормой, что определяет предельное значение 22 500 пВт0п. Компандеры применяются для уменьшения шума только в том случае, если он превышает 40 000 пВт0п (см. Рекомендацию G.143).

Примечание 8. – Предполагается, что обе страны используют планы распределения затухания типа 3,5 + 0 + 0 + 0 дБ. Номинальная величина удлинителя в направлении приема на первичном центре включает затухание дифференциальной системы (см. общее замечание 2.2.10).

Примечание 9. – Средняя величина 100 пВтп для шума в абонентской линии рассматривается как типовая и используется по крайней мере одной Администрацией в качестве расчетной нормы для максимального шума в телефоне.

Примечание 10. – Максимальная величина 2000 пВт0п соответствует протяженности линии около 500 км с некоторым запасом.

Примечание 11. – Предполагается, что обе страны используют планы распределения затухания типа 2 + 0,5 + 0,5 + 0,5 дБ. Номинальное значение удлинителя 4 дБ в направлении приема на коммутационном центре включает затухание дифференциальной системы (см. общее замечание 2.2.10).

Примечание 12. – Уровень мощности шума может рассматриваться как незначительный, если цепь организована на сети физических линий. Среднее значение 500 пВт0п приемлемо, если цепь организована по системе передачи с *ЧРК* или с *ВРК* на короткие расстояния.

Примечание 13. – Допускается, что и местная станция и первичный центр располагаются в одном и том же здании с международным коммутационным центром.

2.2.6 Величина затухания удлинителя соответствует номинальной величине затухания канала или цепи, а относительное расположение генератора шума и удлинителя указывает, что если мощность шума должна быть пересчитана к точке приема цепи, то она должна быть изменена на величину, которая соответствует затуханию этого удлинителя.

Если необходимо отнести мощность шума к какой-либо определенной точке соединения (например, к местной станции на стороне приема или к точке нулевого относительного уровня первой международной цепи), то применяется следующее правило:

Если уровень мощности шума в точке *A* отнести к точке *B*, расположенной ниже (далее) по направлению передачи по отношению к точке *A*, то для этого следует увеличить уровень в точке *B* на сумму всех величин затухания, которые необходимо преодолеть от *A* до *B*. Если он должен быть отнесен к точке *C*, расположенной по направлению передачи выше (до) точки *A*, то для этого следует уменьшить уровень в точке *C* на сумму всех величин затухания, которые необходимо преодолеть от *A* до *C*.

2.2.7 Номинальное остаточное затухание соединения (то есть нормальное остаточное затухание минус сумма транзитных затуханий отдельных цепей) показано одним удлинителем, включенным в крайнюю правую цепь четырехпроводной составной цепи. Это позволяет указывать величины мощности шума, как если бы они были внесены в точки нулевого относительного уровня отдельных цепей, как показано в приложении А.

2.2.8 Информация о распределениях частотных искажений и искажений групповой задержки содержится в приложении А к Рекомендации G.113. Вычисленные значения некоторых возможных комбинаций основных параметров снижения качества передачи приведены в Дополнении № 20, *Красная книга*, выпуск III.1.

В Рекомендации G.114 приведена информация о групповой задержке.

2.2.9 Стандартное отклонение затухания передачи цепей соответствует требованиям Рекомендации G.151, § 3, а также результатам, которые получены на практике и приведены в [1].

2.2.10 "Цепь" в этих эталонных соединениях определяется, согласно Рекомендации M.700 [2], как совокупность линии и относящегося к ней оборудования; она находится между коммутационными устройствами двух соседних станций. Таким образом, затухание аппаратуры коммутации и станционной проводки включается в величину остаточного затухания цепи вместе с затуханием (усилением), вносимым системой передачи. Если требуется отдельно обозначить затухание станции, то можно использовать дополнительный удлинитель с соответствующей величиной затухания.

Следует также отметить, что согласно этому условию затухание 3,5 дБ, обычно относимое к дифференциальной системе, не фигурирует отдельно в двух- и четырехпроводных цепях; его величина также включена в остаточное затухание этой цепи.

3 Количество аппаратуры преобразования (модуляции и демодуляции)

Для изучения качества передачи предполагается, что международное соединение наибольшей протяженности (см. рис. 1/G.103) может иметь следующее распределение пар преобразователей (модулятор/демодулятор) в четырехпроводной цепи.

ТАБЛИЦА 1/G.103

	Число пар модулятор/демодулятор в полностью аналоговой четырехпроводной цепи		
	восемь национальных цепей	цепи между МКЦ	всего
Канал	8	4	12
Первичная группа	12	10	22
Вторичная группа	16	20	36

Из 12 пар модулятор/демодулятор максимум три могут быть специального типа, обеспечивающими более 12 телефонных каналов на первичную группу.

4 Эволюция, вызываемая введением цифровых ИКМ-процессов

Всемирная телефонная сеть находится в состоянии перехода от преимущественно аналоговой к смешанной аналого-цифровой сети. В будущем, как ожидается, эта тенденция сохранится и приведет к образованию сети, которая станет преимущественно цифровой. Общая информация, относящаяся к этому переходному процессу, приведена в Рекомендациях G.101, § 4.1, и G.104.

Что касается условных эталонных соединений, представленных на рисунках 1/G.103, 2/G.103 и 3/G.103, то используемые конфигурации с точки зрения числа цепей и числа станций также должны соответствовать требованиям сети в период совместного использования аналоговой и цифровой передачи. Однако при изучении передачи на смешанных аналого-цифровых соединениях следует принимать во внимание все неинтегрированные цифровые процессы, которые могут оказывать серьезное влияние на общее качество передачи, в частности, с учетом таких параметров, как искажение квантования (Рекомендация G.113) и задержка передачи. В приложении В приводятся указания относительно использования соответствующих условных эталонных соединений на смешанной аналого-цифровой сети.

Когда всемирная сеть станет полностью цифровой, многие причины снижения качества передачи, которые имеют место в период совместного использования аналоговых и цифровых систем передачи вследствие наличия неинтегрированных цифровых процессов, будут исключены. Однако некоторые процессы могут оставаться и снижать качество передачи. В основе этих процессов лежит повторное кодирование цифрового потока, как это происходит, например, в случае цифровых удлинителей. Хотя общее снижение качества передачи, вносимое такими процессами, вполне может находиться в рекомендованных пределах, нарушение принципа прозрачности цифрового канала может оказаться серьезным недостатком. Это, в частности, справедливо для служб, требующих сохранения принципа прозрачности при передаче из конца в конец. Следовательно, необходимо по возможности избегать процессов такого типа или применять соответствующие меры для их компенсации в тех случаях, когда службам, требующим прозрачности каналов, приходится использовать соединения, подверженные рассматриваемым воздействиям.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(к Рекомендации G.103)

Пояснения, относящиеся к методу построения условных эталонных соединений, в которых все уровни передачи в точках коммутации равны 0 дБо

А.1 Рассмотрим соединение, показанное на рис. А-1/G.103, где три цепи с затуханием 1, 6 и 2 дБ соединены друг с другом через станции с фактическими уровнями передачи в точках коммутации −2, +1 и −3 дБ.

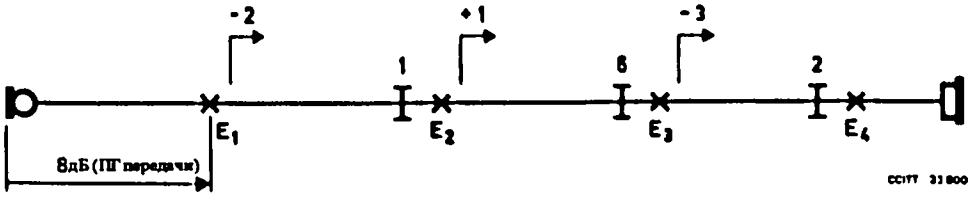


РИСУНОК А-1/G.103

Соединение с различными уровнями передачи в точках коммутации

А.2 Допустим, что мощности шума этих цепей равны N_1, N_2 и N_3 пВт0п, соответственно. На рис. А-2/G.103 представлены эти мощности шума, поступающие в цепи через удлинители, которые выбраны таким образом, чтобы учитывать рассматриваемые уровни коммутации.

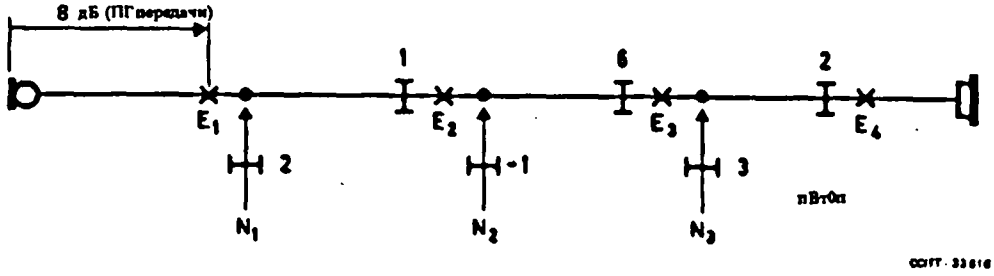


РИСУНОК A-2/G.103

Добавочные мощности шума

A.3 Можно видеть, что N_1 проходит суммарно 11 дБ, чтобы достичь E_4, N_2 — суммарно 7 дБ и N_3 — суммарно 5 дБ. Разность между суммарным показателем громкости на передаче [ПГ (пер.)] и уровнем шума на каждой станции составляет 6 дБ (для N_1), 10 дБ (для N_2) и 12 дБ (для N_3). Поэтому можно заново начертить схему соединения, перераспределив затухания, как показано на рис. A-3/G.103, где все уровни передачи в точках коммутации равны 0 дБо и соблюдаются все прочие требования.

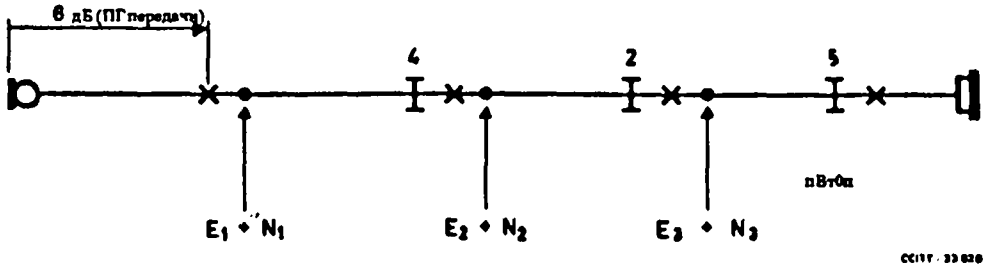


РИСУНОК A-3/G.103

Все уровни передачи в точках коммутации равных 0 дБо

A.4 Поскольку относительный уровень цепи, следующей непосредственно за станцией в каждой точке коммутации, теперь равен 0 дБо, мощности шума станций можно складывать, как это сделано на условных эталонных соединениях в Рекомендации G.103.

ПРИЛОЖЕНИЕ B

(к Рекомендации G.103)

Руководство по условным эталонным соединениям в случае смешанного аналого-цифрового соединения

В настоящем приложении содержится руководство, относящееся к методу моделирования смешанной аналого-цифровой сети. Для простоты и легкости сравнения с полностью аналоговой сетью целесообразно придерживаться конфигураций сети, показанных на рисунках 1/G.103 — 3/G.103. В частности, на рисунках 1/G.103 и 2/G.103 представлены соответственно примеры самого длинного — хотя это встречается нечасто — соединения и соединения средней протяженности, которое встречается чаще всего. Эти три соединения обеспечивают необходимый диапазон типов соединения для большинства случаев, однако желательно иметь руководство по выбору цепей и станций, которые должны быть аналоговыми и которые должны быть цифровыми. Выбор может зави-

сеть от изучаемой проблемы. Для каждого соединения дается два примера: в одном имеет место максимальное увеличение числа цифровых процессов, а в другом рассматривается сеть в процессе эволюции. В наихудшем случае все станции будут цифровыми, а все цепи — аналоговыми. Ряд более характерных соединений получается посредством определения таких островков цифровой связи, что число независимых цифровых процессов в каждом соединении составляет примерно половину максимального. Для таких соединений допускается, что все станции будут цифровыми. Кроме того, допускается, что конкретные цепи, показанные в таблице B-1/G.103, должны быть цифровыми с цифровым соединением к цифровым схемам коммутации на каждом конце цепи. Это создает "цифровые островки" с интегрированными цифровыми процессами, когда каждый островок может рассматриваться как единичный цифровой процесс.

ТАБЛИЦА B-1/G.103

Допустимые цифровые цепи (перечислены сверху вниз)		
Рисунок 1/G.103	Рисунок 2/G.103	Рисунок 3/G.103
ПЦ к ВЦ ТЦ к ЧЦ 1-й МКЦ к 2-му МКЦ 4-й МКЦ к 5-му МКЦ ЧЦ к ТЦ ВЦ к ПЦ	ПЦ к МКЦ МКЦ к ПЦ	МС к МКЦ 2-й МКЦ к 4-му МКЦ[a)] МКЦ к МС

[a)] Единичный цифровой островок.

Примечание. – Объяснение сокращений см. рис. 1/G.103.

Библиография

[1] *Зеленая книга* МККТТ, том IV.2, раздел 4, Дополнения, МСЭ, Женева, 1973 г.

[2] Рекомендация МККТТ "Определения для организации технического обслуживания", том IV, Рек. M.700.

[3] Руководство МККТТ "Распределение затуханий передачи на коммутируемых телефонных сетях", МСЭ, Женева, 1976 г.

[4] Рекомендация МККТТ "Характеристики передачи международной станции", том VI, Рек. Q.45.

Рекомендация G.105

УСЛОВНОЕ ЭТАЛОННОЕ СОЕДИНЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПЕРЕХОДНОГО РАЗГОВОРА

(Женева, 1980 г.)

1 Цель

В настоящей Рекомендации даются руководящие указания, касающиеся применения Рекомендации P.16 [1] в коммутируемой телефонной сети общего пользования, и рекомендации по структуре и параметрам условного эталонного соединения, которое предназначено специально для изучения переходных разговоров.

2 Общие замечания

2.1 *Точность основных данных*

2.1.1 Всегда существует некоторая степень неопределенности в применении к телефонному разговору результатов испытаний, при которых слушающих просили внимательно слушать, чтобы установить, способны ли они обнаруживать наличие внятного переходного разговора. Кроме того, нельзя ожидать, что испытание этого типа будет с высокой надежностью определять, насколько подрывается уверенность абонента в сохранении тайны его собственного разговора при прослушивании им разговора другого абонента. Поэтому основной целью должно быть максимально возможное уменьшение опасности возникновения внятного переходного разговора.

2.1.2 При использовании метода вычисления, приведенного в Рекомендации P.16 [1], ошибки могут возникать, когда затухание и показатели громкости при переходном разговоре будут иметь не нормальное распределение, а асимметричное или искаженное из-за процедур приемочных испытаний. Это обусловлено тем, что мы, как правило, стремимся к обеспечению малой вероятности появления внятного переходного разговора, которая в высшей степени зависит от точного определения хвостов распределений. Одним из способов избежать этого затруднения является применение метода Монте-Карло, как это описано, например, в Руководстве МККТТ, указанном в [2], с достаточным числом итераций, гарантирующим требуемую точность.

2.1.3 С большой тщательностью следует подходить к получению представительных значений затухания и шума в исследуемых трактах переходного разговора. В частности, ошибки, возникающие вследствие небольших изменений средних значений, легко могут привести к десятикратному увеличению или более вероятности прослушивания, которое получено посредством вычисления (см., к примеру, [3]).

2.2 *Влияние линейного шума и шума помещения*

2.2.1 Маскирующий эффект линейного шума — это другой важный аспект, обусловливающий некоторые затруднения. С одной стороны, если — с целью установления предельных величин переходного разговора — допустить, что уровень линейного шума является незначительным, то к переходному затуханию, которое должно вноситься элементами установки, могут предъявляться нереальные требования. С другой стороны, если допустить, что цепи и станции, которые находятся в эксплуатации, вносят уровни мощности шума, сравнимые с их проектными нормами, например, с хорошо известным значением 4 пВт0п/км, то прослушивание может оказаться недопустимо высоким, особенно при мало загруженной сети, когда можно ожидать, что уровни мощности шума будут наименьшими.

Как это часто случается при изучении передачи, необходимо находить компромисс между двумя крайними решениями. В некоторых случаях может оказаться необходимым исходить из измерения уровней мощности шума на эксплуатируемой сети в часы наименьшей и наибольшей нагрузки. Однако следует заметить, что установленные сегодня нормы должны по возможности учитывать завтрашний день. Очень мудрый принцип заключается в том, что хорошая работа аппаратуры на одном участке сети не должна зависеть от случайных снижений качества на ее других участках, особенно если такие недостатки будут, по всей вероятности, исключены или уменьшены в будущем посредством, к примеру, применения новых проектов местных станций или благодаря широкому использованию цифровых систем передачи на большие расстояния.

2.2.2 В отличие от шума линии влияние шума помещения может быть снижено внимательным слушателем. Поэтому в Рекомендации P.16 [1] рекомендуется при определении проектных норм для аппаратуры допускать, что шум помещения имеет пренебрежимо малые значения.

2.3 *Вероятности и распределения*

2.3.1 При определении распределения переходного затухания, вносимого аппаратурой и кабелями, целесообразно рассматривать наихудшие (допустимые) значения. Например, в 10-парном кабеле следует принимать в расчет только источник наибольшей помехи для каждой пары, то есть 10 значений. Это распределение не должно маскироваться другими 80 более благоприятными значениями. В течение периода занятости может стать активным наихудший потенциальный источник помех.

2.3.2 Что касается внятного переходного разговора между соединениями, которые устанавливаются в пределах сети одной местной станции, то вероятность того, что мешающий абонент устанавливает соединение одновременно с абонентом, подверженным влиянию, может быть, конечно, довольно небольшой, когда дело идет о квартирных абонентах, хотя это, по всей вероятности, и не так у абонентов учреждений и УАТС. Сведения, касающиеся этого вопроса и указывающие, каким образом можно вычислить эти вероятности, приведены в [4].

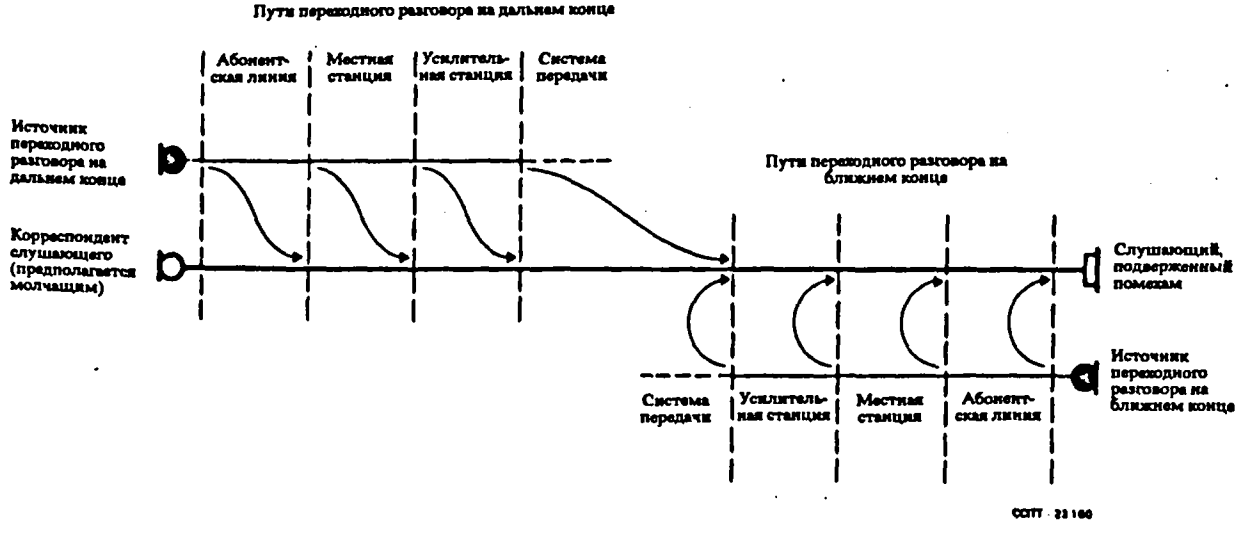
2.3.3 Попадание в телефонный канал нескольких сигналов внятного переходного разговора, имеющих высокие уровни и один источник, настолько маловероятно, что им вообще можно пренебречь при установлении проектных предельных норм. Поэтому при установлении норм для конкретного механизма переходного разговора этот механизм считается доминирующим, а все другие источники считаются пренебрежимо малыми, и, следовательно, можно отдать всю допустимую норму на этот механизм.

Однако при распределении нормы на качество сети при переходном разговоре между станциями и цепями, составляющими соединение, может оказаться необходимым принимать во внимание число возможных путей переходного разговора от различных источников. Например, могут быть определены нормы переходного разговора для полных трактов передачи станций и для полных соединительных или междугородних линий. Так, на простых соединениях с другими станциями (не принимая в расчет переходный разговор, который возникает в местных кабелях) имеют три доминирующих источника переходного разговора, и если, например, ставилась бы цель иметь не более одного такого соединения из 100, то вероятность переходного разговора для каждого источника должна быть уменьшена до 1 из 300 (при этом предполагается, что вероятности равны, а между источниками не имеется корреляции).

На рисунках 1/G.105 и 2/G.105 показано несколько важных путей переходного разговора.

3 Условные эталонные соединения для переходного разговора

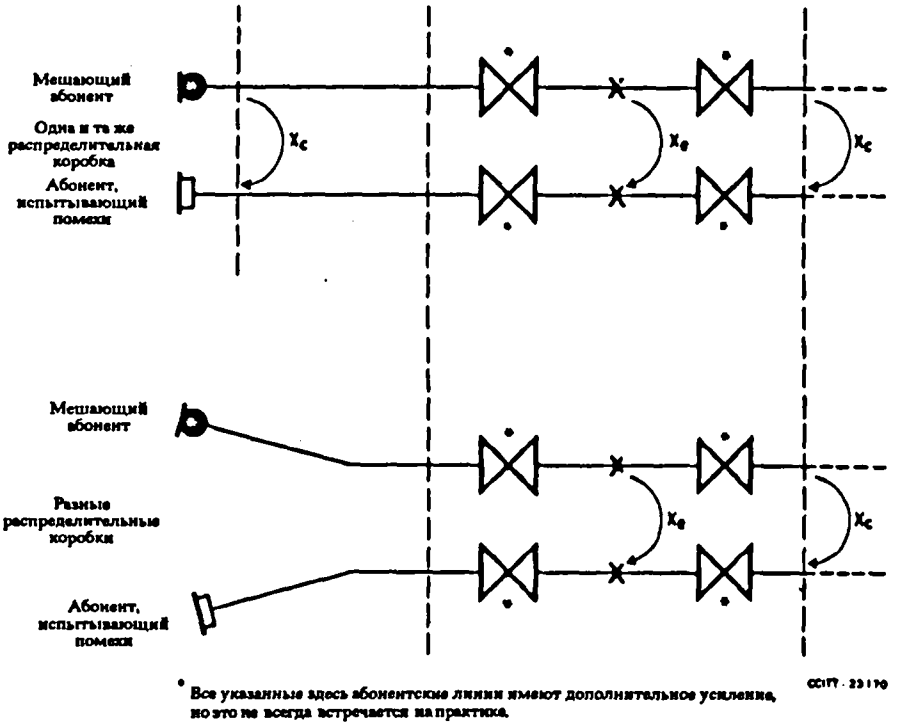
На рис. 3/G.105 представлены важные элементы двух условных эталонных соединений, пригодных для изучения переходных разговоров в случае телефонных цепей и станций. Очевидно, что эти соединения гораздо проще рассматриваемых в Рекомендации G.103 и предназначенных для изучения шума и затухания. Было бы неуместно изучать опасность возникновения внятного переходного разговора между двумя соединениями, которые содержат по 12 цепей с почти максимальными значениями длины и шума, с целью установления, например, нормы переходного разговора в канальной аппаратуре, поскольку основным назначением канальной аппаратуры, закупаемой и устанавливаемой согласно этим техническим требованиям, являются намного более простые, но многочисленные соединения с малыми шумами.



Примечание. – Отдельные нормы на переходный разговор для "усилительных станций" (например, аппаратура группообразования) и "систем передачи" не являются предметом настоящей Рекомендации, в которой рассматриваются только абонентские линии, коммутационные станции и межстанционные цепи. В частности, нормы, рекомендованные для цепей, должны распределяться соответствующими Исследовательскими комиссиями МКК.

РИСУНОК 1/G.105

Некоторые важные пути переходного разговора на дальнем и ближнем концах при изучении возможного внятного переходного разговора между телефонными соединениями



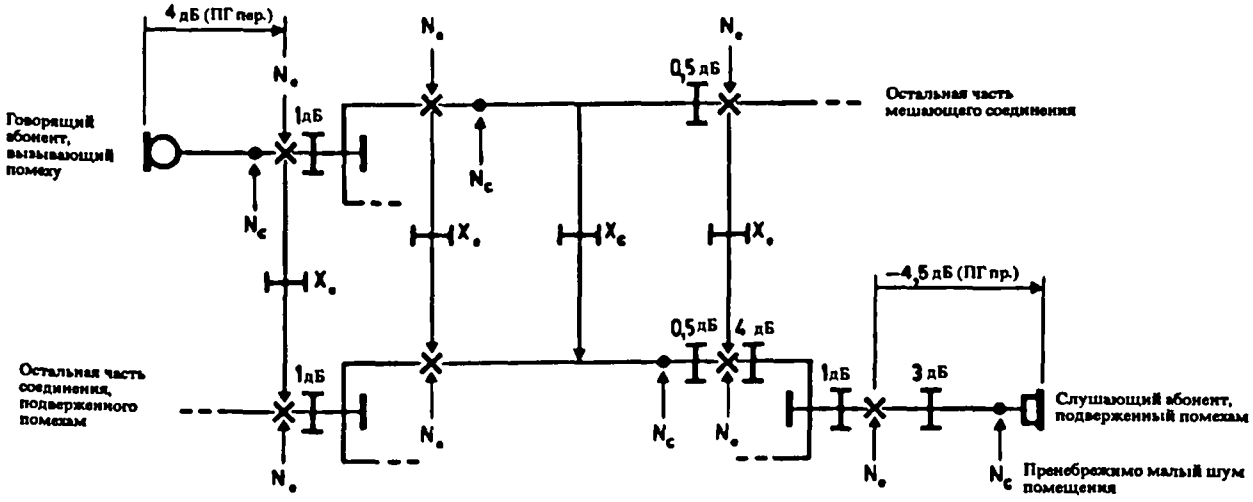
Примечание 1. – В случае соединений между абонентами одной и той же телефонной станции можно допустить, что прослушивание между абонентами, которые обслуживаются разными распределительными коробками, обусловлено только переходным разговором на телефонной станции или переходными помехами в местных кабелях (переходный разговор на ближнем и дальнем концах) на дальней стороне станционной коммутационной аппаратуры. В случае соединений между абонентами разных станций допускается, что пути переходного разговора возникают в пределах станции и между станционными соединительными линиями или между междугородними линиями.

Примечание 2. – В случае переходного разговора между абонентами, которые обслуживаются одной распределительной коробкой, следует также допустить, что переходный разговор может возникать в местном кабеле (переходный разговор на ближнем конце) или в другом оборудовании, подключенном постоянно. Для конкретных абонентов, попавших в такие неблагоприятные условия, ситуация в значительной степени зависит от типа используемых местных телефонных цепей. При использовании телефонных аппаратов с регулировкой по току абоненты местных линий ограниченной протяженности оказываются в самых неблагоприятных условиях вследствие того, что на этих линиях величины чувствительности телефонных аппаратов будут наибольшими.

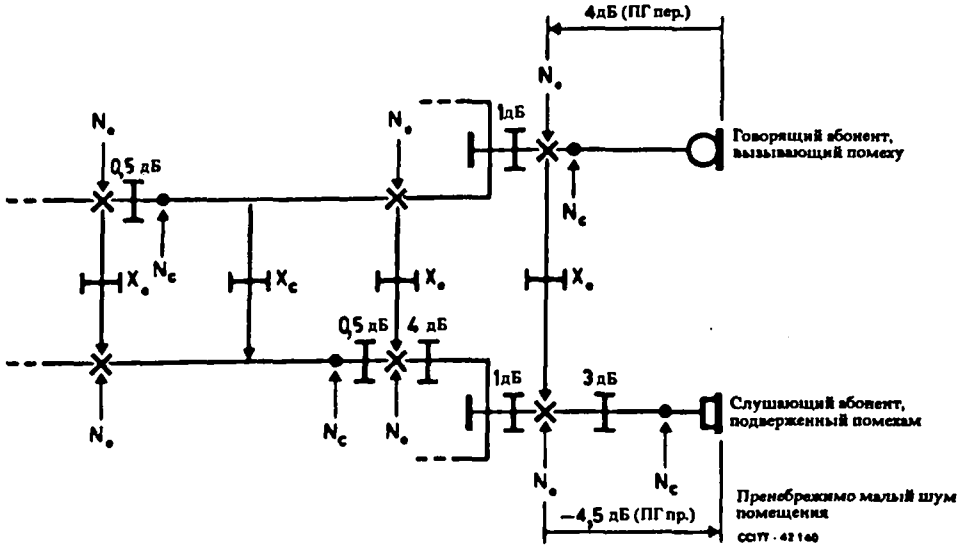
Примечание 3. – При необходимости следует принимать во внимание влияние дополнительного усиления на станции, которое иногда связано с линиями большой протяженности.

РИСУНОК 2/G.105

Некоторые условные эталонные пути переходного разговора для изучения переходного разговора на сети местной станции



a) Тракты переходного разговора на дальнем конце



b) Тракты переходного разговора на ближнем конце

Примечание 1. – Считается, что соединение, которое подвержено помехам, является очень простым; слушающий, испытывающий помехи, подключается к местной станции, которая размещается в том же здании, что и междугородняя станция (например, первый МКЦ или национальный первичный центр).

Примечание 2. – Соответствующие значения мощности шума на различных цепях и станциях таковы:

Шум цепи (N_c):	местная абонентская линия:	100 пВтп
	четырехпроводная цепь:	500 пВт0п
	(спутниковая цепь:	10 000 пВт0п)
Шум станции (N_e):	местная станция:	50 пВтп или пВт0п (по необходимости)
	четырехпроводная станция:	100 пВт0п

Примечание 3. – В соответствии с договоренностью, принятой в Рекомендации G.103, уровень передачи в точках коммутации на всех станциях равен 0 дБо. На практике встречаются и должны учитываться при изучении другие величины относительного уровня.

Примечание 4. – Допускается, что в любой отдельный момент доминирует только один механизм переходного разговора.

РИСУНОК 3/G.105

Условные эталонные соединения для переходных влияний между коммутируемыми телефонными соединениями

Библиография

[1] Рекомендация МККТТ "Субъективные эффекты прямого переходного разговора; пороговые значения слышимости и разборчивости", том V, Рек. P.16.

[2] Руководство МККТТ "Распределение затуханий передачи на коммутируемых телефонных сетях", МСЭ, Женева, 1976 год.

[3] *Social Crosstalk in the Local Area Network.* Electrical Communication (ITT), Vol. 49, No. 4, pp. 406—417, 1974.

[4] LAPSA (P.M.): Calculation of multidisturber crosstalk probabilities, *Bell System Technical Journal,* Vol. 55, No. 7, September 1976.

1.1 Общие Рекомендации по качеству передачи для полного международного телефонного соединения

Рекомендация G.111

ПОКАЗАТЕЛИ ГРОМКОСТИ (ПГ) МЕЖДУНАРОДНОГО СОЕДИНЕНИЯ

(Женева, 1964 г.; изменена в Мар-дель-Плате, 1968 г., Женеве, 1972, 1976 и 1980 гг.; Малага-Торремолиносе, 1984 г., и в Мельбурне, 1988 г.)

Преамбула

Пункты 1—5 настоящей Рекомендации применимы, как правило, ко всем международным телефонным соединениям, которые могут быть полностью аналоговыми, смешанными аналого-цифровыми и полностью цифровыми. В § 6 даются рекомендации по конкретным вопросам, касающимся смешанных аналого-цифровых или полностью цифровых соединений.

В международном плане распределения затуханий передачи величина показателя громкости (ПГ) между двумя абонентами не является строго ограниченной; ее максимальное значение определяется Рекомендациями, которые приводятся ниже.

МККТТ,

учитывая,

(a) что показатели громкости (ПГ), определенные в Рекомендации P.76, были определены с помощью субъективных испытаний, которые описаны в Рекомендации P.78, и что разность между значениями, определенными подобным образом в различных лабораториях (в том числе и в Лаборатории МККТТ), меньше, чем для эквивалентов затухания;

(b) что для целей проектирования показатели громкости определяются с помощью объективных методов, как описано в Рекомендациях P.65, P.64 и P.79;

(c) что формулы преобразования от эквивалентов затухания (ЭЗ) и скорректированных эквивалентов затухания (СЭЗ) (см. приложение C) недостаточно точны, чтобы их можно было использовать для конкретных аппаратов; что вследствие этого Администрациям, которые все еще пользуются значениями эквивалентов затухания (которые в прошлом были определены в Лаборатории МККТТ) для применяемых ими типов телефонных аппаратов, необходимо отыскивать в документации МККТТ рекомендованные значения скорректированных эквивалентов затухания,

рекомендует

использовать указанные ниже значения ПГ для проверки того, обеспечивается ли при международных телефонных соединениях необходимая громкость речи на приеме.

Администрации, использующие СЭЗ, должны (предпочтительно) переводить указанные в настоящей Рекомендации показатели громкости в свои национальные СЭЗ, применяя методы, которые изложены в приложении С, либо (что менее желательно) принять значения, которые приведены в томе III *Красной книги*.

Примечание 1. — Основные термины, которые используются в настоящей Рекомендации, определены и/или пояснены в приложении А.

Примечание 2. — Для большого числа телефонных аппаратов, в которых применяются угольные микрофоны, значения показателя громкости передачи (SLR) и затухания местного эффекта по методу маскирования (STMR) не могут быть определены достаточно точно.

1 Номинальные ПГ национальных систем

1.1 *Определение* номинальных ПГ национальных систем

Показатели громкости передачи (SLR) и показатели громкости приема (RLR), соответственно, могут быть в принципе определены на любом стыке телефонной сети. Однако при определении показателей громкости национальной системы этот стык выбирается на международной станции.

Все возрастающее число международных систем будет подключаться к национальным системам через *цифровые* стыки, где по определению относительные уровни составляют 0 дБо. Поэтому в настоящей Рекомендации и в Рекомендации G.121 показатели громкости передающей и приемной частей *национальных систем* (SLR и RLR) отнесены к *точке 0 дБо* международной станции (см. Рекомендацию G.101, § 5). Это положение применимо как к цифровым, так и к аналоговым соединениям между национальными и международными системами (если нет других оговорок в конкретных случаях).

Но если эти соединения осуществляются на аналоговой основе, то заинтересованная Администрация может выбирать реальные уровни на стыке. Так, если стандартизированные относительные уровни на аналоговом стыке составляют S дБо и Q дБо для передающей и приемной частей (национальных) систем, соответственно, то соотношения между реальными показателями громкости на этом стыке и в точке 0 дБо будут следующими:

ПГ передачи (стык) = *ПГ передачи* – S

ПГ приема (стык) = *ПГ приема* – Q

(см. рис. 1/G.111).

Кроме того, для целей планирования передачи часто использовалось понятие виртуальных точек аналоговой коммутации (VASP). Виртуальные точки аналоговой коммутации вообще физически не существуют; однако было установлено, что они очень удобны при исследовании полностью аналоговых или смешанных аналого-цифровых соединений. Для аналогового или смешанного аналого-цифрового международного участка относительные уровни в виртуальной точке аналоговой коммутации по определению составляют:

$S = -3{,}5$ дБо

$Q = -4{,}0$ дБо.

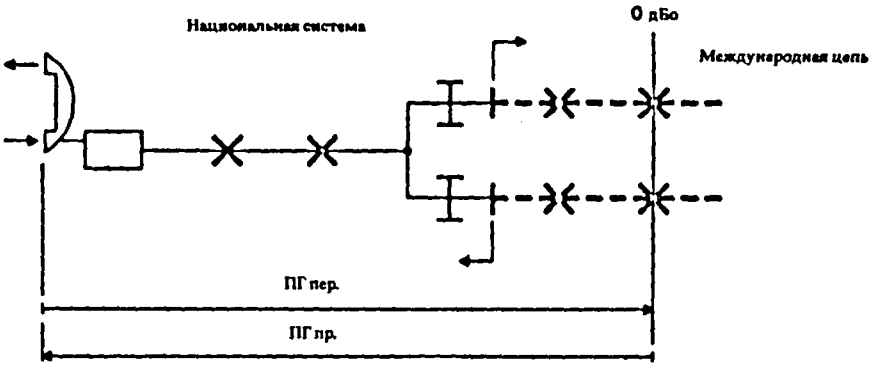
Примечание 1. — $Q = -4{,}0$ дБо соответствует номинальному затуханию 0,5 дБ между виртуальными точками аналоговой коммутации международной цепи. Однако если на сравнительно коротких и прямых международных соединениях используется только одна международная цепь, то это затухание можно увеличить, если благодаря этому можно избежать применения устройств уменьшения эха. См. Рекомендацию G.131, § 2.1. Таким образом, в подобных случаях значение Q будет соответственно уменьшаться.

Примечание 2. — Если на международной аналоговой цепи имеют место существенные частотные искажения, то полный показатель громкости (OLR) международного соединения может возрастать несколько больше, чем номинальное затухание между виртуальными точками аналоговой коммутации. См. § А.4.2.

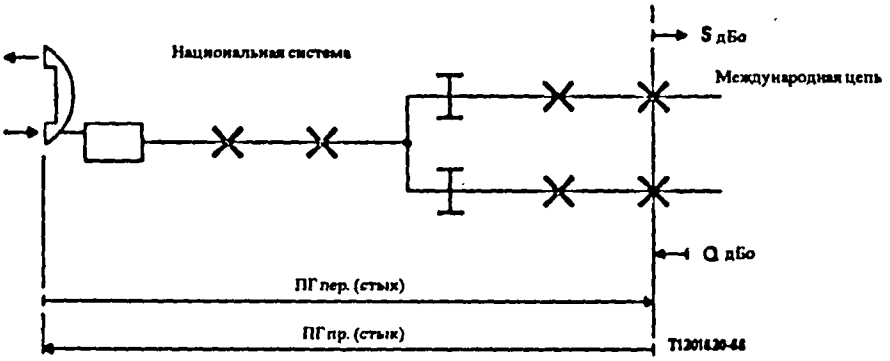
Понятие виртуальных точек аналоговой коммутации нашло применение также и для цифровых международных цепей. Тогда:

$S = -3{,}5$ дБо

$Q = -3{,}5$ дБо.



a) *ПГ передачи и ПГ приема, отнесенные к точке 0 дБо соединения*



b) *ПГ передачи и ПГ приема, отнесенные к реальной аналоговой точке соединения*

РИСУНОК 1/G.111

Определение опорных точек ПГ передачи и ПГ приема для национальной системы

1.2 *Рекомендуемые величины*

Нормы для номинальных ПГ передачи и приема в национальных системах приведены в Рекомендации G.121.

2 Номинальное остаточное затухание международной составной цепи

Номинальное остаточное затухание между виртуальными точками коммутации любой международной аналоговой цепи должно быть в принципе равно 0,5 дБ на частоте 1020 Гц. Однако некоторые цепи могут использоваться при бо́льших величинах затухания (см. Рекомендацию G.131, § 2.1), некоторые аналоговые цепи — при нулевом остаточном затухании (см. Рекомендацию G.101, § 5, примечание 3). Цифровые цепи используются при номинальном значении остаточного затухания равном 0 дБ (см. § 6).

Что касается передачи, не существует строгого ограничения числа международных аналоговых цепей, которые могут быть соединены последовательно при условии, что каждая из них имеет номинальное затухание между виртуальными точками коммутации 0,5 дБ при транзитном соединении и что соединение этих цепей производится по четырехпроводной схеме. Естественно, что чем меньше число последовательно соединенных цепей, тем, по всей вероятности, лучше качество передачи (см. Рекомендацию G.101, § 3).

Примечание. — Информация о фактическом числе цепей в международных соединениях приводится в Рекомендации G.101, § 3).

3 ПГ для двух направлений передачи полного соединения

3.1 *Номинальные ПГ для каждого направления передачи*

В пунктах А.3 и А.4 приложения А указано, каким образом производится вычисление полного ПГ всего соединения. Номинальное значение полного ПГ международного соединения представляет собой сумму следующих величин:

— номинального ПГ передающей части национальной системы (см. Рекомендацию G.121, § 4, и приложение А);

— номинального вносимого затухания по громкости международной составной цепи (см. приложение А);

— номинального ПГ приемной части национальной системы (см. Рекомендацию G.121, § 4, и приложение А).

3.2 *Взвешенные средние по трафику значения полных показателей громкости*

В нормальных условиях эксплуатации подходящим значением полного показателя громкости в большинстве случаев, по-видимому, является 10 дБ.

Примечание. — Исследования показали, что для соединений, полностью свободных от влияний эха и местного эффекта, оптимальное значение полного показателя громкости будет несколько ниже, — приблизительно 5 дБ — однако оптимум выражен не резко, так что небольшие отклонения от данной величины имеют незначительное субъективное влияние. (Однако "предпочитаемый полный показатель громкости" в конкретном применении будет до некоторой степени зависеть от величины, к которой уже привык абонент. Так, на некоторых аналоговых УАТС внутренние вызовы имеют очень малый полный показатель громкости. При замене таких УАТС цифровыми, имеющими более высокий полный показатель громкости, некоторые абоненты могут отмечать "низкие уровни речи". Некоторые Администрации решили эту проблему с помощью ручной регулировки волюма речи в приемной части телефонного аппарата; при этом весь диапазон изменения составляет 10—12 дБ. Следует отметить, что в случае подвижной телефонной связи общепринято использовать регулировку волюма речи, которая оказывает влияние и на приемную, и на передающую стороны, но в противоположных направлениях.)

Перспективная расчетная величина для среднего, взвешенного по трафику значения должна находиться в диапазоне 8—12 дБ.

Нормирование среднего значения обеспечивает удовлетворительное качество передачи для большинства абонентов.

Примечание 1. — Перспективные нормы не могут быть достигнуты в настоящее время; соответствующая норма на ближайшее будущее для полного ПГ находится в диапазоне от 8 до 21 дБ.

Примечание 2. — Учитывалось остаточное затухание 0,5 дБ для каждой аналоговой цепи международной составной цепи (см. § 2, выше), а в качестве среднего числа международных цепей, входящих в международное соединение, принята величина 1,1 (см. Рекомендацию G.101, § 3).

В результате вышеупомянутые диапазоны не включают допусков для международных соединений, которые содержат:

— более одной международной цепи с затуханием 0,5 дБ;

— только одну международную цепь с затуханием свыше 0,5 дБ в случаях, предусмотренных в Рекомендации G.131, § 2.1.

Примечание 3. — В § 1 Рекомендации G.121 указываются величины для национальных систем, которые основаны на общих нормах настоящей Рекомендации.

Примечание 4. — Значения, указанные для полного показателя громкости, используются для планирования и не включают производственные и измерительные допуски.

Примечание 5. — Помимо громкости при планировании передачи должны рассматриваться и другие важные факторы. Местный эффект, эхосигнал и устойчивость могут вызывать снижение общего качества речи в соединении. Так, важно принять правильную *стратегию в отношении полных сопротивлений* в национальном плане передачи во избежание недопустимых рассогласований на сети. (Пример приведен в Дополнении № 10 выпуска VI.1.)

3.3 *Разность затуханий передачи двух направлений передачи*

В международном соединении между местными станциями вклад обеих национальных систем в асимметрию передачи не должен превышать значения, содержащиеся в § 2.2 Рекомендации G.121. Международные цепи, встречающиеся на практике в обстоятельствах, которые описаны в § 4 (Общие положения) Рекомендации G.101, могут вносить дополнительную асимметрию. Эта дополнительная асимметрия должна быть как можно меньше.

4 Изменения во времени и влияние шума цепи

4.1 *Изменения во времени*

Значения ПГ, вычисленные для национальных систем (Рекомендация G.121, § 4), не включают изменений во времени затухания различных частей национальной системы. В § 3 Рекомендации G.151 приводятся нормы, рекомендованные МККТТ для изменений остаточного затухания на международных цепях и национальных цепях продолжения по сравнению с номинальными значениями.

4.2 *Влияние шума цепи*

См. Рекомендацию G.113.

5 Практические предельные значения полного ПГ между двумя телефонистками или между одной телефонисткой и одним абонентом

Должны применяться те же предельные значения показателя громкости, что и между двумя абонентами.

6 Введение цифровых процессов ИКМ на международных соединениях

6.1 *Соединения с цифровой четырехпроводной составной цепью, доходящей до местных станций*

По мере развития национальной сети международное телефонное соединение сможет иметь конфигурацию, показанную на рис. 2/G.111, в которой аналого-цифровой стык имеется на местной станции. В таком соединении номинальное затухание передачи, вносимое четырехпроводной цепью, которая состоит из национальных и международных цифровых цепей, равно 0 дБ. Следовательно, четырехпроводная составная цепь, как правило, не помогает в борьбе с неустойчивостью и подавлении эха. Однако часть затухания, необходимого для обеспечения устойчивости и подавления эха, включается на местной станции, как показывают удлинители R и T; остальное — это балансное затухание дифференциальной системы (см. также Рекомендацию G.122).

Значения R и T рассматриваются в § 6 Рекомендации G.121; там делается вывод о том, что эти значения могут выбираться с учетом национальных затуханий и уровней при условии, что Рекомендации МККТТ по международным соединениям всегда выполняются. Так, например, необходимо, чтобы сумма R и T была достаточно высокая, чтобы выполнить требования, изложенные в Рекомендации G.122. Это должно быть особо отмечено в случаях, когда балансные затухания, обеспечивающие устойчивость, приближаются к 0 дБ в устройстве перехода с двухпроводной на четырехпроводную цепь. Примеры значений R и T, принятых некоторыми Администрациями, приведены в приложении C к Рекомендации G.121.

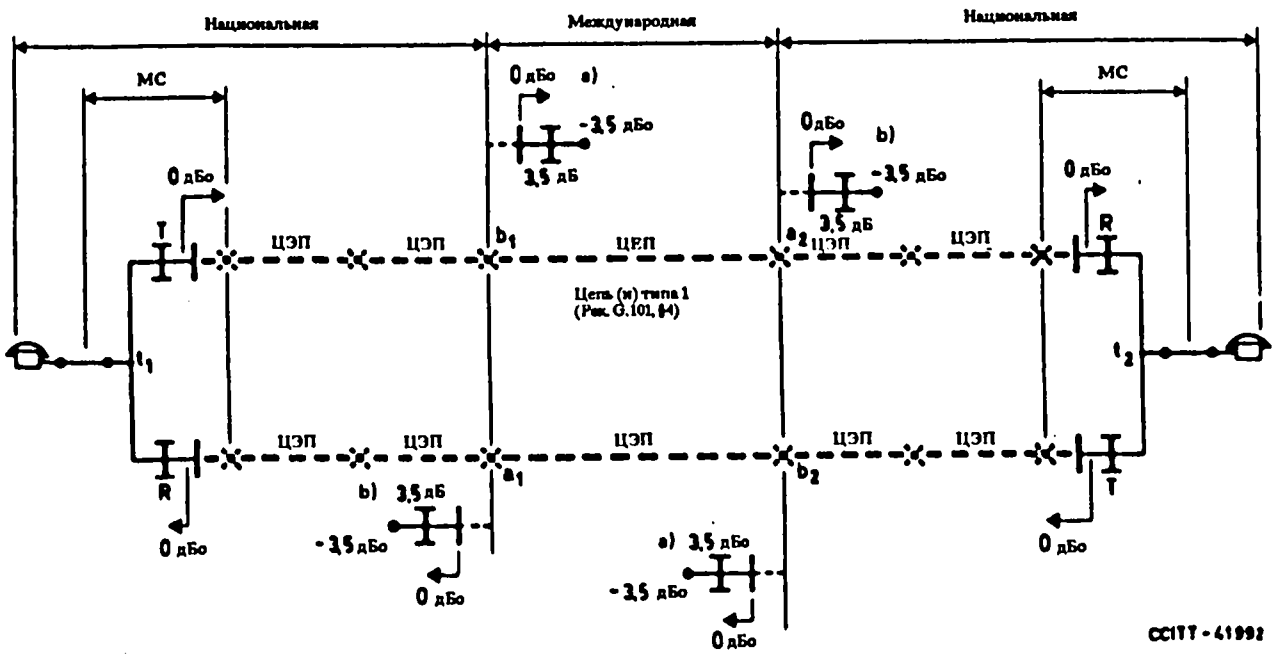
Среди других параметров передачи, которые должны учитываться при проектировании соединений, включающих четырехпроводные местные станции на смешанной аналого-цифровой сети, можно назвать загрузку системы и переходные влияния.

На рис. 2/G.111 показаны также удлинители R и T аналогового типа. Это нужно не всегда, поскольку при определенных условиях может оказаться более целесообразным внести требуемое затухание с помощью удлинителей цифрового типа. Однако при использовании таких удлинителей следует принимать во внимание неблагоприятное воздействие, которое они оказывают на цифровую передачу данных или другие службы, требующие неискаженной цифровой передачи из конца в конец, как указано в Рекомендации G.101, § 4.4, и в Рекомендации G.103, § 4.

6.2 *Смешанные аналого-цифровые соединения*

Чтобы обеспечить удовлетворительную передачу по международным соединениям в период существования смешанных аналого-цифровых сетей, может возникнуть необходимость изменить существующие национальные планы передачи или разработать новые для соответствующих национальных цепей продолжения. Следует соблюдать все Рекомендации МККТТ, относящиеся к этому вопросу. Рекомендации, касающиеся национальных цепей продолжения с составными четырехпроводными цепями и четырехпроводными местными станциями, приводятся в Рекомендации G.121, § 6.

Таким образом, при планировании передачи в переходный период не следует закладывать снижение качества, которое отмечалось ранее.



ЦЭП — Цифровая эталонная последовательность

Аналоговая передача

Цифровая передача

R T — Аналоговые удлинители (представляют номинальное затухание между четырехпроводной схемой коммутации и двухпроводной точкой, включая затухание дифференциальной системы)

Цифровая коммутация

a), b) — Виртуальные точки аналоговой коммутации

Аналого-цифровой кодер и цифро-аналоговый декодер

0 дБо — Идеальный цифро-аналоговый декодер с относительным уровнем 0 дБо на выходе

Идеальный аналого-цифровой кодер с относительным уровнем 0 дБо на входе — 0 дБо

МС Местная станция

РИСУНОК 2/G.111

Пример международного соединения, в котором цифровая четырехпроводная составная цепь продолжается до четырехпроводной местной станции с двухпроводными аналоговыми абонентскими линиями

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(к Рекомендации G.111)

Определения, относящиеся к Рекомендациям G.111, G.121, G.122, G.131, G.134: свойства и применения показателей громкости

Примечание. – Определения МККТТ, относящиеся к показателям громкости, содержатся в томе V.

А.1 *Общие пояснения, относящиеся к терминам, которые связаны с показателем громкости и используются в Рекомендациях серии G*

А.1.1 *Показатель громкости (ПГ)*

Показатель громкости, используемый в Рекомендациях серии G для планирования, является *объективным* критерием потери громкости, то есть взвешенным электроакустическим затуханием между некоторыми стыками на телефонной сети. (Характер взвешивания рассмотрен ниже.) Если цепь между такими стыками разбить на участки, то сумма показателей громкости отдельных участков будет равна полной величине показателя громкости.

В §§ А.3 и А.4 описано, каким образом определяются и используются показатели громкости в Рекомендациях серии G. Эти методы достаточно точны для всех практических целей. (По существу, в основу показателей громкости положены субъективные методы, описание которых приведено в Рекомендациях Р.76 и Р.78. Однако субъективно измеряемые величины, как правило, сильно изменяются во времени и зависят от бригады, выполняющей измерения, чтобы они были действительно полезны для разработки планов передачи.)

При рассмотрении показателей громкости абоненты с точки зрения измерений представлены искусственным ртом и соответственно искусственным ухом, которые строго нормированы.

А.1.2 *Полный показатель громкости (OLR)*

Потеря громкости на всем соединении между ртом говорящего абонента и ухом слушающего абонента.

А.1.3 *Показатель громкости передачи (SLR)*

Потеря громкости между ртом говорящего абонента и некоторым электрическим стыком на сети. [Потеря громкости здесь определяется как взвешенное среднее значение (в дБ) возбуждающего акустического давления по отношению к измеряемому напряжению.]

А.1.4 *Показатель громкости приема (RLR)*

Потеря громкости между некоторым электрическим стыком на сети и ухом слушающего абонента. [Потеря громкости здесь определяется как взвешенное среднее значение (в дБ) возбуждающей э.д.с. по отношению к измеряемому акустическому давлению.]

А.1.5 *Показатель громкости цепи (CLR)*

Потеря громкости между двумя электрическими сетевыми стыками, каждый из которых нагружен на свое номинальное полное сопротивление, которое может быть комплексным. [Потеря громкости здесь приблизительно эквивалентна взвешенному среднему значению (в дБ) рабочего электрического затухания.]

Примечание. — Показатель громкости соединительной линии (JLR) представляет собой особый случай показателя громкости цепи (CLR) с активными нагрузками 600 Ом.

А.1.6 *Снижение громкости местного эффекта*

А.1.6.1 *Местный эффект говорящего абонента, показатель маскирования местного эффекта (STMR)*

Потеря громкости между ртом абонента и его ухом (телефоном) в *электрическом* тракте местного эффекта (полное определение см. в Рекомендации Р.10).

A.1.6.2 *Показатель громкости местного эффекта у слушающего абонента (LSTR)*

Потеря громкости между источником шума помещения типа Hoth и ухом абонента (телефоном) в *электрическом* тракте местного эффекта (полное определение см. в Рекомендации P.10).

A.1.7 *Потери громкости эхосигнала*

A.1.7.1 *Показатель громкости эхосигнала говорящего абонента (TELR)*

Потеря громкости звучания голоса говорящего, попадающего в его ухо как запаздывающее эхо.

A.1.7.2 *Показатель громкости эхосигнала слушающего абонента (LELR)*

Разность между потерями громкости прямого сигнала от говорящего абонента и его запаздывающего эхосигнала, попадающего в ухо слушающего абонента.

A.1.8 *Показатель громкости принимаемого переходного разговора (XRLR)*

Потеря громкости в тракте переходного разговора между электрическим стыком, оказывающим мешающее влияние, и ухом абонента, испытывающего помеху.

A.2 *Психоакустическая модель для показателей громкости*

По основному определению показателей громкости *плоское затухание* (то есть затухание, не зависящее от частоты), введенное в тракт, увеличивает показатель громкости на эту же величину. Однако при оценке влияния затухания, зависящего от частоты, требуется психоакустическая модель того, каким образом мозг интерпретирует звуковые ощущения. В связи с этим дается краткое описание простой модели, которая считается приемлемой при рассмотрении планирования показателей громкости. (Более полные пояснения см. в Рекомендации P.79.)

Ухо может быть представлено как гребенка полосных фильтров, приблизительно одинаково отстоящих друг от друга по логарифмической шкале частот. Если в какой-либо полосе звуковой сигнал превышает порог слышимости, то соответствующий фильтр выдает выходной сигнал. Затем выходные сигналы всех фильтров суммируются и создают ощущение звука, причем закон сложения зависит от уровня звука.

При очень *низких* уровнях звука (близких к порогу слышимости) выходные сигналы фильтров суммируются по мощности. При нормальных уровнях звука показатель громкости описывается как получаемый суммированием не по мощности и не по напряжению, а скорее как сумма *логарифмов* выходных сигналов фильтров. Эта процедура может быть описана уравнением (A.2-1), которое охватывает уровни звука от очень низких до нормальных. (Этот алгоритм на практике совпадает с алгоритмом, приведенным в Рекомендации P.79, хотя он записан в несколько другой форме.)

$$LR = L_0 - \frac{10}{m}\log_{10}\left\{\sum_{i=1}^{N} K_i \cdot 10^{-0,1mL_i}\right\}, \qquad \text{(A.2-1)}$$

где

L_0 — постоянная (например, L_0 равна 0 для CLR, LELR), зависящая от рассматриваемого ПГ.

N — число эквивалентных полосных фильтров; индекс i относится к фильтру № i на частоте f_i. (Как правило, рассматриваемые "фильтры" выбраны с интервалом 1/3 октавы по шкале частот. Вопрос о соответствующей полосе частот рассматривается ниже.)

L_i — затухание в рассматриваемом тракте на частоте f_i. (При условии, что уровень звука на этой частоте выше порога слышимости.)

m (коэффициент возрастания громкости) — константа, зависящая от уровня звука,

m = 0,2 для нормальных уровней звука,

m = 0,5 для "более низких" уровней звука (соответствующих сложению по напряжению),

m = 1 для очень низких уровней звука, вблизи порога слышимости (соответствующих сложению по мощности).

$m = 0{,}2$ — величина, применимая к полному ПГ, ПГ передачи и приема, ПГ соединительной линии, ПГ цепи и явлениям местного эффекта, в то время как $m = 0{,}5$ и 1 применимы к эхосигналу и переходным разговорам;

K_i — коэффициент взвешивания на частоте f_i. Значения K_i имеют общее свойство, которое заключается в том, что их сумма равна 1 в рассматриваемом диапазоне частот:

$$\sum_{i=1}^{N} K_i = 1 \qquad \text{(A.2-2)}$$

Значения K_i определяются следующими факторами:

a) спектр речи "среднего" говорящего;

b) острота слуха "среднего" слушающего;

c) частотная характеристика "номинального" тракта, типичного для рассматриваемого показателя громкости.

Форма взвешивания K_i не имеет особого значения. Для целей планирования передачи чаще всего применяется плоское взвешивание. Этот вопрос рассматривается в §§ A.3 и A.4, ниже.

Уравнение (A.2-1) может быть использовано в различных расчетах показателей громкости. Примеры приведены в Дополнении № 19, том V.

Какой диапазон частот должен использоваться при выполнении таких расчетов? Что касается планирования ПГ, то следует рассматривать только такой диапазон частот, в котором обеспечивается передача. Как правило, для международных связей он составляет 300—3400 Гц. Однако в случае очень слабых звуков реки, как, например, едва различимый переходный разговор, полоса частот для расчетов может быть уже — порядка 500—2000 Гц. Это объясняется тем, что острота слуха человека падает на краях полосы частот при низких уровнях звука.

Примечание. — Значения K_i для полос 300—3400 Гц и 500—2000 Гц не одинаковы.

Из уравнений (A.2-1) и (A.2-2) непосредственно следует, что плоское затухание порядка L дБ увеличивает ПГ на такую же величину. Отсюда также следует, что если значения L_i будут иметь *умеренный* разброс, то уравнение (A.2-1) можно упростить следующим образом:

$$LR = L_0 + \sum_{i=1}^{N} K_i \cdot L_i \qquad \text{(A.2-3)}$$

Эта линейная аппроксимация обусловливает возможность определения полного показателя громкости соединения простым сложением показателей громкости всех частей соединения. Процедура, которой необходимо следовать, рассмотрена в § A.4. [Практическое правило: если $m = 0{,}2$ и разброс значений L_i меньше, чем 10—15 дБ, то можно использовать уравнение (A.2-3).]

A.3 *Измерение показателей громкости телефонных аппаратов*

Показатели громкости телефонных аппаратов определяются объективно с помощью специальных измерительных приборов, которые удовлетворяют требованиям Рекомендаций P.64, P.65 и P.79 по физической реализации и алгоритму вычисления, соответственно. Что касается аналоговых телефонных аппаратов, то используемая измерительная схема должна включать необходимый мост питания, а также может включать (или не включать) непупинизированные (искусственные) абонентские линии различной длины. Подобным образом обычно измеряются такие параметры, как ПГ передачи и приема и показатель маскирования местного эффекта.

Однако эти результаты не следует использовать непосредственно для целей планирования передачи без соблюдения некоторых мер предосторожности в отношении ширины полосы и оконечных полных сопротивлений.

Коммерческие измерительные приборы, удовлетворяющие требованиям Рекомендации P.79, используют полосу частот шириной 200—4000 Гц или даже 100—8000 Гц. Она значительно шире, чем полоса, в которой гарантируют передачу Рекомендации МККТТ, а именно 300—3400 Гц. (См., например, Рекомендации G.132 и G.151.) Таким образом, следует учитывать, что в национальной системе, которая может быть включена в международное соединение, показатель громкости аналогового телефонного аппарата несколько меньше, чем величина, измеренная по Рекомендации P.79.

Следует отметить также, что в соответствии с требованиями, которые изложены в Рекомендациях P.64—P.79, измерения показателей громкости должны производиться при нагрузочном сопротивлении 600 Ом. В большинстве случаев это сопротивление не соответствует входному сопротивлению двухпроводной части сети. По разным причинам многие Администрации в настоящее время нормируют комплексное номинальное сопротивление. Таким образом, будет иметь место рассогласование.

Изучение показателей громкости передачи и приема (SLR и RLR) было проведено для различных характеристик чувствительности и входных сопротивлений, а также номинальных полных сопротивлений типовых аналоговых телефонных аппаратов. В результате с достаточно высокой для практики точностью 1 дБ должен прибавляться к измеренным величинам ПГ передачи и ПГ приема *аналоговых* телефонных аппаратов при планировании показателей громкости для сетей, которые могут быть включены в международное соединение. Таким образом, обозначая SLR_w и RLR_w измеренные значения, получаем:

$$SLR = SLRw + 1$$
$$RLR = RLRw + 1 \qquad \text{(A.3-1)}$$

Подобная корректировка применима также, когда при измерениях, описанных в Рекомендации P.79, используется непупинизированный абонентский кабель.

Для *цифровых* телефонных аппаратов подобная корректировка *не* нужна, поскольку кодек и фильтры телефонного аппарата ограничивают в определенной степени ширину полосы.

Приведенные ниже обозначения ПГ передачи и ПГ приема всегда относятся к величинам, используемым для целей планирования. В частности, ПГ передачи (апп) и ПГ приема (апп) относятся к собственно телефонному аппарату без абонентского кабеля, включая поправку порядка 1 дБ для аналоговых телефонных аппаратов.

Другие параметры, которые представляют интерес для проектировщика, это — входное сопротивление Z_c телефонного аппарата и/или его затухание отражения по отношению к номинальному полному сопротивлению цепи.

Для измерения показателя маскирования местного эффекта величина сопротивления нагрузки линии должна быть установлена таким образом, чтобы она отражала реальные условия на сети, то есть нагрузку не обязательно на 600 Ом.

Помимо непосредственных измерений показателя маскирования местного эффекта полезно определять так называемое "полное сопротивление линии при отсутствии местного эффекта" Z_{s0}, или эквивалентное балансное сопротивление местного эффекта. Зная Z_{s0} помимо ПГ передачи и ПГ приема, проектировщик передачи в состоянии более точно оценить величину местного эффекта при разнообразных условиях, которые могут иметь место на сети. Дополнительные подробности см. в § A.4.3. (Следует отметить, что Z_{s0} может изменяться в зависимости от тока в линии.)

Местный эффект для слушающего абонента может вызывать определенные затруднения, когда современные высокочувствительные телефонные аппараты, имеющие линейные микрофоны, применяются при высоких шумах в помещениях. Для количественной оценки данной проблемы необходимо измерить кривые чувствительности телефонного аппарата на передаче как для прямого звука (речь), так и для рассеянного звука (шум помещения). Более подробную информацию см. в *Руководстве по телефонометрии* [4] и Рекомендации P.64.) Результат предпочтительно представлять в виде разности:

$$DELSM = S_s \text{ (рассеян.)} - S_s \text{ (прямой)} \qquad \text{(A.3-2)}$$

(См. § A.4.3.3.)

Примечание 1. — Параметр DELSM, по существу, является константой по отношению к частоте. (Измерения чувствительности в рассеянном поле должны производиться с использованием препятствия, напоминающего голову человека перед микрофоном микротелефонной трубки. В современной практике в качестве подобного препятствия применяется искусственный рот для исследования показателей громкости. Подробности процедуры измерения в настоящее время изучаются.)

Примечание 2. — Действительная форма кривой взвешивания K_l в зависимости от частоты, указанная в алгоритме Рекомендации P.79 при измерениях телефонных аппаратов, непосредственного интереса для разработки плана передачи не представляет. Однако взвешивание, рассматриваемое в Рекомендации P.79, по всей вероятности, не очень точно отражает речь и слух "обычных людей". Поэтому если необходимо проанализировать влияние частотных искажений и ограничения полосы частот только на громкость, то к результатам, которые приведены в Рекомендации P.79, следует подходить осторожно.

Примечание 3. — До настоящего времени при составлении национальных планов передачи большинство Администраций используют другие виды объективных измерительных приборов для снятия параметров телефонных аппаратов. Перевод такого плана передачи в термины показателей громкости означает соответствующее преобразование "старых" данных, относящихся к телефонному аппарату. Такое преобразование должно выполняться посредством действительных *измерений* показателей громкости типичных образцов используемых телефонных аппаратов. (Общие формулы преобразования слишком неоднозначны, чтобы их можно было использовать для получения показателей громкости по расчетному значению эквивалента затухания, скорректированного эквивалента затухания, норм на ПГ Института IEEE и т.п.)

А.4 *Использование показателей громкости в Рекомендациях серии G*

А.4.1 *Общие замечания*

Теоретически можно определить общую амплитудно-частотную характеристику между входными и выходными зажимами и вычислить рассматриваемый показатель громкости, используя алгоритм, который приведен в § А.2. Однако для целей планирования передачи удобнее оценивать показатели громкости *отдельных* частей. Это в особенности справедливо для настоящей ситуации, отмеченной увеличением количества типов телефонных аппаратов на сетях большинства Администраций. В связи с этим влияние телефонных аппаратов на показатели громкости будет характеризоваться значениями их ПГ передачи и (или) ПГ приема.

Самым важным при составлении планов передачи с использованием показателей громкости является применение *четких* правил, даже если они и будут простые. Попытка получить высокую точность результатов вычисления является довольно иллюзорной. Например, абонент может весьма существенно управлять субъективной громкостью с помощью своей микротелефонной трубки: намеренно — прижимая трубку к своему уху более или менее сильно (диапазон 10 дБ?) и непроизвольно — отводя микрофон от его нормального положения.

А.4.2 *Нормальная передача речи*

На рис. А-1/G.111 представлено телефонное соединение между двумя абонентами, которое состоит из нескольких каскадно включенных частей.

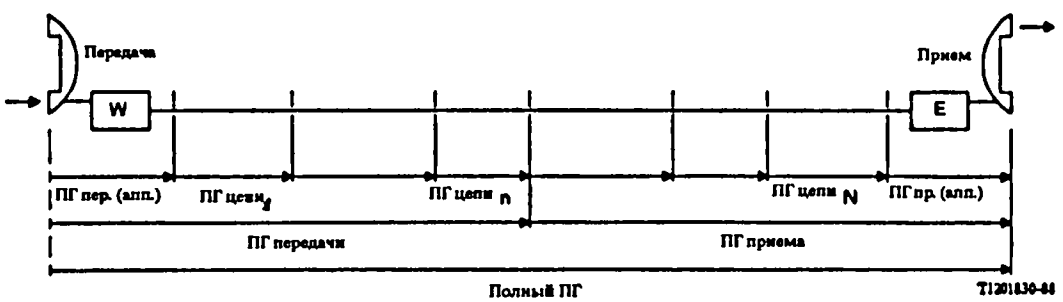


РИСУНОК А-1/G.111

Показатели громкости в нормальном телефонном соединении

Показатели громкости передачи и приема собственно телефонных аппаратов обозначены как SLR (апп) и RLR (апп), соответственно, а показатели громкости цепи — CLR_n (Пояснения даны в § А.1). В этом случае на стыке $i = n$ в направлении от S к R мы имеем:

$$SLR = SLR(\text{апп}) + \sum_{i=1}^{n} CLR_i$$

$$RLR = RLR(\text{апп}) + \sum_{i=n+1}^{N} CLR_i \qquad \text{(А.4-1)}$$

$$OLR = SLR + RLR$$

Значения SLR (апп) и RLR (апп) определяются (измеряются) в соответствии с принципами, описание которых дано в § А.3.

Когда затухание цепи является частотно-независимым, то ПГ цепи, естественно, равен рабочему затуханию на опорной частоте 1020 Гц с учетом номинальных полных сопротивлений, соответствующих конкретным стыкам. Таким образом, значения ПГ цепи, как правило, равны *разности относительных уровней* между соответствующими стыками. (Исключение составляет случай, когда цепь включает стык, имеющий "скачок" относительного уровня. Более подробно см. в Рекомендации G.121, § 6.3.)

Если частотные искажения заметны, то ПГ цепи равен *усредненному затуханию* в полосе частот 300—3400 Гц на логарифмической шкале частоты, то есть используется плоское взвешивание K_l в уравнении (А.2-3) и константа $L_0 = 0$. [Если частотные искажения очень велики, то должно использоваться уравнение (А.2-1) с $m = 0{,}2$.] Это затухание должно измеряться или вычисляться как *затухание по напряжению*, скорректированное частотно-независимым членом, то есть затухание равно сумме рабочего затухания на частоте 1020 Гц и отклонения затухания по напряжению от величины затухания на частоте 1020 Гц. (Эта практика соответствует требованиям § 5.3.2.2 Рекомендации G.101.)

Примечание 1. — Вместо этого некоторые Администрации могут пожелать использовать искажения рабочего затухания в качестве основы для вычисления ПГ цепи при составлении своих национальных планов передачи. Кроме того, в настоящее время Исследовательская комиссия XII занимается изучением различных аспектов частотных искажений в полном соединении пользователя.

Когда затухание определяется с помощью измерения, последнее должно проводиться в условиях номинально согласованных полных сопротивлений. На практике это означает *либо* между двумя физическими нагрузками, как при измерениях на нагрузках 600 Ом, *либо* между генератором с малым полным сопротивлением и указателем с большим полным сопротивлением. В зависимости от практических потребностей может быть использован любой из этих методов. Результаты измерений различаются незначительно. В последнем случае, естественно, должна быть внесена поправка 6 дБ.

Интересно отметить, что для участков *непупинизированного абонентского кабеля* значения ПГ цепи равны рабочему затуханию на опорной частоте 1020 Гц с достаточно большой для целей планирования точностью, то есть они равны разности относительных уровней на стыках. (Оказывается, что с точки зрения громкости меньшие затухания на частотах ниже 1020 Гц компенсируют бо́льшие затухания на частотах выше 1020 Гц).

Примечание 2. — В конкретном случае абонентского кабеля телефонный аппарат и станция могут иметь разные номинальные входные сопротивления. Строго говоря, в этом случае можно рассматривать "вносимое затухание", а не "рабочее затухание", в качестве основы для ПГ цепи, поскольку линия нулевой протяженности должна давать $CLR = 0$. Однако рассогласование входных сопротивлений телефонного аппарата и станции, как правило, не приводит к существенному рабочему затуханию на частоте 1020 Гц. Следовательно, в этом случае может также использоваться термин "рабочее затухание".

Показатель громкости цепи на километр непупинизированного абонентского кабеля может также оцениваться на основании характеристик кабеля с помощью следующего выражения:

$$CLR = K\sqrt{R \cdot C}, \qquad \text{(А.4-2)}$$

где

R — активное сопротивление кабеля в Ом/км,

C — емкость кабеля в нФ/км,

K — константа, значение которой зависит от оконечной нагрузки кабеля:

$K = 0{,}014$, если $Z_0 = 900$ Ом (активное)

$K = 0{,}015$, если $Z_0 = 600$ Ом (активное)

$K = 0{,}016$, если Z_0 есть комплексное полное сопротивление.

Примечание 3. — "Комплексное полное сопротивление" в данном случае означает такие 3- или 2-элементные RC полные сопротивления, которые были выбраны Администрациями для имитации характеристического сопротивления непупинизированных кабелей.

Примечание 4. — Уравнение (А.4-2) дает собственное затухание на частоте примерно 800 Гц для $K = 0{,}014$ и примерно 1020 Гц для $K = 0{,}016$. Некоторые Администрации используют собственное затухание кабеля на определенной частоте (например, 1600 Гц) в качестве критерия допустимого затухания для абонентской сети. Однако это же численное значение не должно автоматически использоваться в качестве допустимого показателя громкости цепи при преобразовании плана передачи в единицы показателей громкости.

Примечание 5. — Чаще всего погрешности величины ПГ цепи при использовании уравнения (А.4-2) меньше 0,4 дБ.

В большинстве случаев при оценке ПГ цепи современная канальная аппаратура, в том числе и цифровые станции, может рассматриваться как имеющая по существу плоские амплитудно-частотные характеристики. Пример более заметных частотных искажений можно найти в Рекомендации G.132, в которой рассматриваются предельные значения амплитудно-частотных искажений для 12 четырехпроводных каналов, включенных последовательно. В предположении, что кривая максимальных искажений затухания только касается *верхних* углов на рис. 1/G.132, расчеты показывают, что частотные искажения вносят 2,4 дБ в величину ПГ цепи, которые следует прибавить к величине затухания на частоте 1020 Гц (то́ есть приблизительно 0,2 дБ на цепь).

Примечание 6. — Полный ПГ (OLR) = 9 дБ может рассматриваться как вполне соответствующий оптимальному диапазону значений громкости соединения. Интересно, что при этом значении среднее акустическое затухание от рта говорящего абонента до уха слушающего абонента на логарифмической шкале частот составляет примерно 0 дБ.

А.4.3 *Местный эффект*

А.4.3.1 *Общее замечание*

Как было упомянуто выше, величины местного эффекта — показатель маскирования местного эффекта и ПГ эха слушающего относятся исключительно к сигналам, достигающим уха по *электрическому* тракту местного эффекта.

А.4.3.2 *Показатель маскирования местного эффекта для говорящего абонента (STMR)*

Показатель маскирования местного эффекта может быть *измерен*, как указано в § А.3, с помощью величины сопротивлений нагрузки, в действительности имеющих место на сети.

Во многих случаях может оказаться более удобным *вычислить* величину показателя маскирования местного эффекта по данным, которые относятся к телефонному аппарату и сети.

Для целей составления плана передачи можно пользоваться показателями громкости телефонного аппарата и значениями балансного затухания между полным сопротивлением линии и балансным сопротивлением. На практике, как правило, достаточно точным является следующий алгоритм:

$$STMR = SLR\ (\text{апп}) + RLR\ (\text{апп}) + A_m - 1, \qquad (\text{А.4-3})$$

где

SLR (апп), RLR (апп) относятся, как и прежде, к телефонному аппарату. A_m — это среднее взвешенное балансного затухания A_{rst}:

$$A_m = -\frac{10}{m}\log_{10}\left\{\sum_{i=1}^{N} K_i - 10^{-0,1mA_{rst}}\right\}, \qquad (\text{А.4-4})$$

где

$m = 0{,}2$; значения K_i можно найти в таблице А-1/G.111 и

$$A_{rst} = 20\log_{10}\left|\frac{Z_c + Z_{s0}}{2Z_c}\cdot\frac{Z + Z_c}{Z - Z_{s0}}\right| \qquad (\text{А.4-5})$$

Здесь

Z_c — входное сопротивление телефонного аппарата,

Z_{s0} — балансное сопротивление телефонного аппарата (эквивалент),

Z — полное сопротивление линии, "наблюдаемое" телефонным аппаратом при установлении соединения.

Примечание 1. — A_{rst} примерно равно затуханию отражения между Z_{s0} и Z.

Примечание 2. — Когда известны *действительные* кривые чувствительности передающей и приемной частей телефонного аппарата в зависимости от частоты, имеется возможность точно смоделировать измерения показателя маскирования местного эффекта с помощью более тщательно разработанного алгоритма (Рекомендация Р.79, § 8).

Как видно из таблицы А-1/G.111 и рис. А-2/G.111, при взвешивании показателя маскирования местного эффекта весьма мало влияние нижних частот. Это обусловлено тем, что тракт "местного эффекта человека", проходящий через черепную кость, доминирует над электрическим трактом в этом диапазоне частот.

Примечание 3. — $STMR$ = 7 или 8 дБ находится в предпочитаемом диапазоне значений местного эффекта для говорящего абонента. При этом значении усредненное акустическое затухание от рта говорящего абонента до его уха по электрическому тракту местного эффекта составляет, как правило, примерно 0 дБ (усреднение выполняется при взвешивании K_i согласно таблице А-1/G.111).

ТАБЛИЦА A-1/G.111

Взвешивание показателя маскирования местного эффекта (STMR)

i	F_i (кГц)	K_i
1	0,2	0
2	0,25	0,01
3	0,315	0,02
4	0,4	0,03
5	0,5	0,04
6	0,63	0,05
7	0,8	0,08
8	1	0,12
9	1,25	0,12
10	1,6	0,12
11	2	0,12
12	2,5	0,12
13	3,15	0,12
14	4	0,05

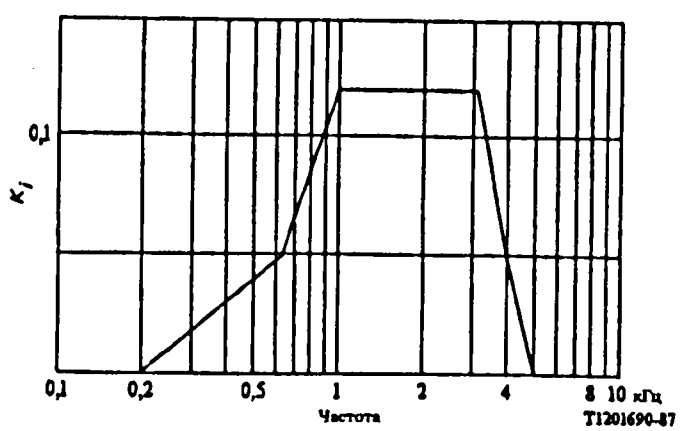


РИСУНОК A-2/G.111

Коэффициент взвешивания K_i местного эффекта, как указано в таблице A-1/G.111

А.4.3.3 *Показатель затухания местного эффекта слушающего абонента (LSTR)*

Сильный шум помещения слушающего абонента оказывает мешающее влияние на принимаемую речь несколькими путями:

a) шум, воспринимаемый "свободным" ухом. Этой помехой здесь можно пренебречь, поскольку мозг обладает способностью к стереофоническому анализу и "отключает" посторонние сигналы, поступающие с нежелательной стороны;

b) шум, просачивающийся в ухо сквозь телефон микротелефонной трубки;

c) шум, воспринимаемый микрофоном микротелефонной трубки и передаваемый в телефон микротелефонной трубки по электрическому тракту местного эффекта.

На практике явления, указанные в пункте c), зачастую бывают причиной наибольшего беспокойства. (Естественно, они являются также единственными, которые могут регулироваться при составлении планов передачи.)

Исследования показали, что на низких частотах просачивание сквозь раковину телефона микротелефонной трубки доминирует над электрическим трактом местного эффекта почти так же, как и проницаемость черепной кости в случае местного эффекта говорящего абонента. Следовательно, может быть использовано такое же взвешивание K_i, что и в случае показателя маскирования местного эффекта. (По крайней мере, если раковина телефона микротелефонной трубки имеет не слишком неудобную форму.) Таким образом, затухание местного эффекта слушающего абонента может быть вычислено по величине показателя маскирования местного эффекта и средней взвешенной величины разности между кривыми чувствительности к рассеянному и прямому звуку телефонного аппарата (DELSM) (см. § А.3).

$$LSTR = STMR + D$$

$$D = -\sum_{i=1}^{N} K_i \cdot (DELSM)_i \qquad \text{(А.4-6)}$$

Примечание 1. — Для современных телефонных аппаратов с линейными микрофонами D составляет 1,5—4 дБ. До некоторой степени величина D зависит от геометрической формы микротелефонной трубки, а не от уровня шума в помещении. Однако телефонные аппараты с угольными микрофонами, как правило, имеют порог чувствительности, который делает их менее восприимчивыми к шуму помещения. Их величины D составляют 6—8 дБ при шуме помещения порядка 60 дБА. Однако некоторые современные аппараты с линейными микрофонами (особенно головные телефоны) также имеют порог чувствительности, делающий их менее восприимчивыми к шуму помещения.

Примечание 2. — Физически на частотах выше 800—1000 Гц раковина телефона микротелефонной трубки защищает ухо слушающего абонента от прямого восприятия шума помещения, однако шум проникает по обходному электрическому тракту. При сильном шуме помещения (60 дБА или больше) и большом затухании соединения затухание местного эффекта для слушающего абонента должно быть больше 13 дБ. Это приблизительно соответствует раковине телефона микротелефонной трубки, имеющей эквивалентный защитный эффект по отношению к шуму помещения 5—6 дБ на более высоких частотах.

А.4.4 *Эхо и переходный разговор*

А.4.4.1 *Общие замечания*

Звуки эхосигнала и переходного разговора намного слабее нормальной речи. Поэтому выбираемый "коэффициент возрастания громкости" m в алгоритме оценки (уравнение А.2-1) должен быть больше 0,2. Практика показала целесообразность следующей процедуры.

Рассматриваемый тракт с полным показателем громкости делится на две части, показатели громкости которых суммируются. Это следующие части:

1) схемы передачи и приема в телефонном аппарате (аппаратах),

2) чисто электрические схемы.

Для телефонного аппарата (аппаратов) используются нормальные значения ПГ передачи и ПГ приема. Для электрических схем потеря громкости оценивается при m = 0,5 или 1, что соответствует сложению по напряжению или по мощности. (Ниже для каждого случая применения указано, какие значения m и какой диапазон частот следует использовать.)

Потери громкости LC в электрической схеме вычисляются по уравнению (A.2-1) при плоском взвешивании в (логарифмической) полосе частот 300—3400 Гц. Логарифмическая полоса делится на $(N - 1)$ равных участков, то есть N точками.

$$LC(m) = -\frac{10}{m}\log_{10}\sum_{i=1}^{N} K_i \cdot 10^{-0,1mL_i}, \qquad \text{(A.4-7)}$$

где

$$K_1 = K_N = \frac{1}{2(N-1)}$$

$$K_i = \frac{1}{N-1}\,;\ i = 2\cdots(N-1) \qquad \text{(A.4-8)}$$

Если суммирование (или интегрирование) производится по линейной шкале частот, то уравнение (A.4-7) преобразуется в:

$$LC(m) = \frac{1}{m}C - \frac{10}{m}\log_{10}\int_{300}^{3400} 10^{-0,1mL(f)}\frac{1}{f}\,df, \qquad \text{(A.4-9)}$$

где

$$C = 10\log_{10}\left\{\ln\left(\frac{f_2}{f_1}\right)\right\}. \qquad \text{(A.4-10)}$$

Так, если $f_1 = 300$ Гц; $f_2 = 3400$ Гц, то $C = 3,9$ дБ, (A.4-11)

а если $f_1 = 500$ Гц; $f_2 = 2000$ Гц, то $C = 1,4$ дБ. (A.4-12)

A.4.4.2 *Показатель громкости эхосигнала говорящего абонента (TELR)*

Следуя принципам, изложенным в § A.4.4.1, мы имеем:

$$TELR = SLR\ (\text{апп}) + RLR\ (\text{апп}) + L_e, \qquad \text{(A.4-13)}$$

где SLR (апп), + RLR (апп) относятся к рассматриваемому телефонному аппарату.

Затухание эхосигнала L_e вычисляется по уравнению (A.4-7) или (A.4-8) при $m = 1$ и $f_1 = 300$ Гц, $f_2 = 3400$ Гц.

$$L_e = LC\,(m = 1) \qquad \text{(A.4-14)}$$

Примечание 1. — При $TELR = 9$ дБ эхосигнал голоса говорящего абонента достигает его уха с затуханием примерно 0 дБ, усредненным по логарифмической шкале частот.

Примечание 2. — Величина L_e, вычисленная по этому методу, идентична величине, полученной по методу, который описан в Рекомендации G.122, § 4.2.

Примечание 3. — Различие между местным эффектом говорящего абонента и эхосигналом говорящего абонента заключается в том, что последний, естественно, связан с задержкой. Недавно выполненные исследования показывают, что при задержке порядка 2—4 мс эффект эхосигнала говорящего абонента становится четко различимым даже от сильного местного эффекта говорящего абонента. Во избежание раздражения, которое возникает у абонента при появлении эхосигнала, последний требует более сильного подавления, чем сигналы местного эффекта, причем тем более сильного, чем больше задержка. Эта проблема изучается в рамках Вопроса 9/XII.

Примечание 4. — Для цепей, заканчивающихся цифровым четырехпроводным телефонным аппаратом, эхотракт создается акустическим трактом от телефона к микрофону. В этом случае затухание в эхотракте [L_l или $L(f)$ в уравнении (А.4-7) и (А.4-9), соответственно] включает акустический тракт, а также характеристики передачи и приема микротелефонной трубки. Целесообразно относить взвешенную меру затухания эхотракта к четырехпроводным точкам 0 дБо, используя уравнение (А.4-7) или (А.4-9) при $m = 1$. Эта взвешенная мера обозначается AEL (0).

А.4.4.3 *Показатель громкости эхосигнала слушающего абонента (LELR)*

Показатель громкости эхосигнала слушающего абонента — это взвешенное среднее эхосигнала слушающего абонента LE в диапазоне частот 300—3400 Гц. Взвешивание должно выполняться в соответствии с уравнениями (А.4-6) или (А.4-8) при $m = 0{,}5$.

Примечание. — В североамериканской практике используется термин "взвешенное затухание эхотракта" (WEPL). При вычислении величины затухания WEPL коэффициент $m = 0{,}5$; однако взвешивание плоское в *линейной* шкале частот. Как правило, ПГ эхосигнала слушающего абонента и взвешенного затухания эхотракта численно различаются очень мало.

А.4.4.4 *Показатель громкости принимаемого переходного разговора (XRLR)*

Мешающий эффект переходного влияния, естественно, непосредственно связан с фактическим уровнем речи в мешающем канале. К сожалению, как показали исследования, отсутствует четкая связь между показателем громкости передачи и уровнем речи на телефонной сети. Следовательно, было бы неправильным включать ПГ передачи в показатель громкости переходного разговора. Ожидаемые уровни речи (среднее значение и стандартное отклонение) должны оцениваться по другим параметрам сети. Эта проблема рассматривается в Рекомендации Р.16.

Следуя принципам, изложенным в § А.4.4.1, мы имеем:

$$XRLR = RLR\ (\text{апп}) + L_x, \qquad (\text{А.4-15})$$

где RLR (апп) относится к рассматриваемому телефонному аппарату.

Переходное влияние L_x вычисляется в соответствии с уравнением (А.4-9) или (А.4-8) при $m = 1$, $f_1 = 500$ Гц, $f_2 = 2000$ Гц.

$$L_x = LC\ (m = 1) \qquad (\text{А.4-16})$$

Примечание. — На практике было установлено, что величина переходного влияния на частоте примерно 1020 Гц достаточно точно выражается L_x (см. Рекомендацию G.134, § А.3.1)

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(к Рекомендации G.111)

Рекомендуемые величины и предельные значения показателей громкости цепей в международных соединениях

Конфигурация соединения представлена на рис. В-1/G.111, а величина ПГ — в таблице В-1/G.111.

Предполагается, что стыки между национальными и международными участками имеют относительный уровень 0 дБо, как в случае цифровых соединений. Связь между показателями громкости в точке 0 дБо и в виртуальной точке аналоговой коммутации (VASP) рассмотрена в § 1.1. (См. также таблицу D-1/G.111.)

Примечание. — Перспективные взвешенные по трафику средние значения показателей громкости должны быть одинаковыми для каждого *основного* типа категорий абонентов, таких как городские, пригородные и сельские. Если при составлении плана передачи принимать в расчет только среднее значение для *всей* страны, то это может привести к тому, что не будут учитываться интересы некоторых важных групп пользователей.

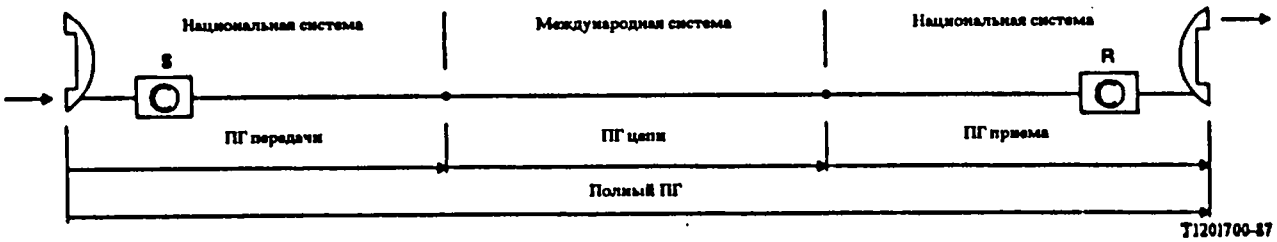


РИСУНОК B-1/G.111

Распределение ПГ в международном соединении

ТАБЛИЦА B-1/G.111

Значения показателей громкости (ПГ), указанные в Рекомендациях G.111 и G.121

	ПГ передачи	ПГ цепи	ПГ приема	Полный ПГ
Взвешенные по трафику средние значения ПГ:				
перспективные	7–9[b)]	0–0,5[e)]	1–3[b), f)]	8–12[a), e), f)]
текущие	7–15[b)]	0–0,5[e)]	1–6[b), f)]	8–21[a), c), f)]
Максимальные значения для страны средних размеров	16,5[c)]		13[c)]	
Минимальное значение	–1,5[d)]			

a) Рекомендация G.111, § 3.2.

b) Рекомендация G.121, § 1.

c) Рекомендация G.121, § 2.1.

d) Рекомендация G.121, § 3.

e) В случае цифрового международного соединения ПГ цепи = 0. Если в состав международного соединения входит одна аналоговая цепь, то ПГ цепи = 0,5, а полный ПГ увеличивается на 0,5 дБ. (Если частотные искажения этой цепи резко выражены, то ПГ цепи может увеличиться еще на 0,2 дБ. См. § A.4.2.)

f) См. также замечания в § 3.2.

ПРИЛОЖЕНИЕ C

(к Рекомендации G.111)

Пересчет значений показателя громкости в значения скорректированного эквивалента затухания

Подробное обсуждение изложено в приложении D, в котором рассматриваются общие связи между эквивалентами затухания (ЭЗ), скорректированными эквивалентами затухания (СЭЗ) и показателями громкости (ПГ). Строго говоря, следует проводить различия между:

a) СЭЗ, вычисленными по субъективным ЭЗ,

b) эквивалентами R25, измеренными субъективно,

c) объективными эквивалентами R25, измеренными объективно.

Однако Администрации, по-видимому, используют термин СЭЗ для всех трех категорий, так что эта практика принята и здесь.

Связь между СЭЗ и ПГ может быть записана следующим образом:

$$SCRE = SLR_w + x$$

$$RCRE = RLR_w + y$$

(Индекс w в данном случае указывает, что измерение выполнялось в соответствии с Рекомендацией P.79 в полосе частот 0,2 — 4 кГц).

В Рекомендации G.111 *Красной книги,* выпуск III.1, мы находим:

$$x = 5; y = 5.$$

Однако эти величины являются всего лишь общими средними. Администрации должны определять x и y с помощью *реальных объективных измерений ПГ* на типовых телефонных аппаратах, значения СЭЗ которых были установлены на их национальных сетях. Большие расхождения могут иметь место для конкретных телефонных аппаратов по сравнению с общими средними величинами.

ПРИЛОЖЕНИЕ D

(к Рекомендации G.111)

Обоснование значений ПГ, используемых в Рекомендациях G.111 и G.121

D.1 *Общие положения*

D.1.1 *Общие принципы*

При составлении новых проектов Рекомендаций G.111 и G.121 на основе СЭЗ в 1980 году были соблюдены следующие два принципа:

a) Администрации, которые пользуются методами составления планов на основе ЭЗ, не должны испытывать серьезных затруднений при применении новых Рекомендаций.

b) Качество передачи, обеспечиваемое абонентам, не должно снижаться.

Когда в Рекомендациях G.111 и G.121 *Красной книги* были рекомендованы значения ПГ, этот принцип нельзя было строго соблюсти по следующим причинам:

— разность $CRSE - SLR$ зависит от типа используемой микротелефонной трубки;

— в любом случае разности на передаче и на приеме для телефонных аппаратов различных типов могут изменяться, поскольку в разных лабораториях или разными испытательными бригадами могут быть получены разные значения ЭЗ.

Для соблюдения принципа b), выше, было решено использовать $SLR = CSRE - 5$ и $RLR = CRRE - 5$ дБ, которые являются средними значениями (для различных типов телефонных аппаратов) разностей, установленными в Лаборатории МККТТ в течение определенного периода. Это означает, что качество передачи будет в целом сохраняться, но что некоторые Администрации могут столкнуться с трудностями при попытках соблюдать рекомендованные значения ПГ.

D.1.2 *Оптимальные значения*

Нет ясности в вопросе преобразования "предпочитаемых значений", которые ранее были выражены в ЭЗ.

На основании информации, полученной в 1984 году [1], был рекомендован полный ПГ = 5 дБ, однако следует учитывать, что в присутствии эхосигналов предпочтительным может оказаться большее значение.

D.1.3 *Суммирование показателей громкости в случае аналоговых абонентских установок*

Определим национальную систему для СЭЗ (см. вариант данной Рекомендации, §§ A.3.3 и A.3.4, в *Красной книге*). Полный СЭЗ соединения следующий:

$$Y = CSNRE + CRNRE + X + D_0 + A, \qquad \text{(D-1)}$$

где $CSNRE = CSRE + b + c$ (передача) и $CRNRE = CRRE + b + c$ (прием),

где

$CSRE$ и $CRRE$ относятся к местным системам,

b — СЭЗ межстанционной соединительной линии,

c — сумма затуханий (на частоте 800 или 1000 Гц) национальных цепей большой протяженности, станций и дифференциальной системы,

X — суммарное затухание международной цепи,

D_0 и A (эквивалент частотных искажений, ADE) определены в приложении B *Красной книги*.

Аналогичным образом полный ПГ будет:

$$Z = SNLR + RNLR + X + D'_0 + A' \qquad \text{(D-2)}$$

при

$$SNLR = SLR + b' + c, \qquad \text{(D-3)}$$

где

D'_0 пренебрежимо мало,
A', b' виртуально равны A, b (см. примечание B, *Красная книга*).

Если предположить (§ D.1.1, выше), что $SLR = CSRE - 5$, $RLR = CRRE - 5$ и $D'_0 = -4$ (поскольку эти Рекомендации первоначально применялись к абонентским телефонным аппаратам старого типа), то $Z = Y - 6$дБ.

В действительности рекомендованные значения были получены из $Z = Y - 5$ дБ, что не составляет существенного отличия, однако рекомендации для национальной системы являются несколько более жесткими, поскольку в эту национальную систему был включен эквивалент частотных искажений (ADE) национальных цепей большой протяженности.

D.2 *Показатели громкости, рекомендованные в 1988 году*

D.2.1 Были сохранены максимальные и минимальные значения для передачи; прочие значения, как поясняется ниже, отличаются от рекомендованных в 1984 году.

D.2.2 *Оптимальное значение*

Значения, определенные непосредственно в единицах полного ПГ (Рекомендации P.78 или P.79), были получены при следующих условиях:

Компания "Бритиш Телеком" [1] в присутствии шума помещения определила максимальное число средних мнений (MOS) для полного ПГ = 3 дБ и минимальный процент затруднений для полного ПГ = 7,2 дБ. Было предложено принять 5 дБ в качестве оптимального значения и почти такое же высокое качество передачи было установлено в диапазоне от 1 до 10 дБ.

Корпорация NTT [2] получила значения между 4 и 6 дБ в условиях шума; в модели OPINE используется оптимальный полный ПГ = 5,34 дБ.

В соответствии с моделью TRANSRAT [3] максимальное число средних мнений (MOS) было получено для L_e = 7,5 [что соответствует L'_e = 8,5 в Дополнении № 3, § 1, том V, где L_e = полный ПГ (EARS)]. Имеются основания полагать, что L_e будет выше, чем полный ПГ (см. Рекомендацию P.79) на несколько децибел, так что эта величина не должна существенно отличаться от вышеуказанных значений; данная проблема в настоящее время изучается в рамках Вопроса 7/X.II.

В любом случае такой оптимум не имеет критических значений, и, вполне очевидно, что в присутствии эхосигналов будут применяться более высокие значения. Можно сделать временное заключение, что для получения наилучшего качества передачи полный ПГ (см. Рекомендацию P.79) не должен превышать 10 дБ, но и не должен быть намного ниже.

D.2.3 *Взвешенные по трафику средние значения показателей громкости*

В качестве оптимального было принято значение полного ПГ = 10 дБ, которое подразделяется на ПГ передачи и приема таким же образом, как и показатели громкости цифровых абонентских телефонных аппаратов (последние отнесены к точке 0 дБо). Это позволяет получить перспективные нормы.

Значения A (см. § D.1.3), которые использовались прежде и учитывали влияния частотных искажений как на громкость, так и на естественность звучания речи, были заменены фиксированным допуском порядка 2 дБ (1 дБ в каждой национальной системе, см. § A.3) для случая применения аналоговых абонентских телефонных аппаратов. Это вместе с небольшим запасом в предыдущем варианте данной Рекомендации (см. § D.1.3 настоящего приложения) позволяет увеличить взвешенные по трафику средние значения для передачи примерно на 4 дБ и сохранить те же полные значения.

D.3 *Выводы*

В таблице D.1/G.111 приводятся значения показателя громкости, рекомендованные в 1984 году, и значения, рекомендуемые в настоящее время.

ТАБЛИЦА D-1/G.111

Значения (в дБ) показателей громкости передачи, приема, цепи и полного показателя громкости, указанные в Рекомендациях G.111 и G.121

	Рекомендованные в 1984 г.			Рекомендованные в 1988 г.					
	ПГ прд.	ПГ прм.	полный ПГ	ПГ прд.		ПГ прм.		ПГ цепи	полный ПГ
	VASP	VASP		0 дБо	VASP	0 дБо	VASP		
Оптимальное значение			≈ 5						≈ 10
Взвешенные по трафику средние значения:									
(минимальное)	6,5	−2,5	8	7	10,5	1	−3	(Примечание 1)	8
перспективная норма (максимальное)	8	−1	11	9	12,5	3	−1	(Примечание 1)	12
текущая норма (максимальное)	14	2,5	20,5	15	18,5	6	2	(Примечание 1)	21
Максимальные значения для страны средних размеров	20	9	•	16,5	20	13	9	n x 0,5 (Примечание 2)	
Минимальное значение для передачи	2			−1,5	2				

Примечание 1. – ПГ цепи = 0 для цифровой международной цепи, 0,5 дБ – для аналоговой цепи. Среднее число международных цепей равно примерно 1.

Примечание 2. – n – это число аналоговых международных цепей.

Примечание 3. – VASP (виртуальные точки аналоговой коммутации) определены в Рекомендации G.101.

Библиография

[1] Вклад № 97 Исследовательской комиссии XII МККТТ (Бритиш телеком), исследовательский период 1981—1984 гг.

[2] OSAKA (S.) and KAKEHI (N.): Objective model for evaluating telephone transmission performance, *Review of the Electric Communication Laboratories*, Vol. 34, No. 4, pp. 437-444, 1986.

[3] HATCH (R.W.) and SULLIVAN (J.L.): Transmission rating models for use in planning of telephone networks, *Conference Record NTC 76*, pp. 23.2-1 to 23.2-5, Dallas, 1976.

[4] Руководство МККТТ по телефонометрии, МСЭ, Женева, 1987 г.

Рекомендация G.113

СНИЖЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ

(Женева, 1980 г.; изменена в Малага-Торремолиносе, 1984 г., и Мельбурне, 1988 г.)

1 Снижение качества передачи

1.1 В Рекомендации G.132 приведены нормы на частотные искажения четырехпроводной составной цепи максимальной протяженности, а в § 2 настоящей Рекомендации — нормы на не зависящий от сигнала шум в подобных соединениях максимальной протяженности. Учитывая, что более простые соединения (которые являются и более многочисленными) имеют меньшие частотные искажения и шум, чем соединения максимальной протяженности, можно полагать, что средние и минимальные значения показателя громкости, рекомендованные в Рекомендации G.121, будут обеспечивать необходимое качество передачи на международных соединениях.

1.2 Если предусматриваются значения частотных искажений или шума, существенно отличающиеся от рекомендованных МККТТ для систем и аппаратуры, то указания, касающиеся возможных изменений качества передачи, можно найти в Рекомендации P.11 и приложениях [1] с учетом возможных компромиссов между ними.

2 Сетевая норма шума цепи для полных телефонных соединений

МККТТ рекомендует, чтобы сетевая норма на качество для среднего значения, выраженного в децибелах и взятого для большого количества мировых соединений (каждое из которых включает четыре международные цепи), распределения одноминутных средних значений мощности не зависящего от сигнала шума для этих соединений не превышала —43 дБм0п по отношению к входу первой цепи международного соединения.

3 Снижение качества передачи, обусловленное цифровыми процессами

Включение в международные телефонные соединения неинтегрированных цифровых процессов, в частности, в период совместного использования аналоговых и цифровых систем передачи, может привести к заметному накоплению дефектов передачи. Поэтому необходимо гарантировать, чтобы это накопление не достигало величины, при которой оно может привести к серьезному ухудшению общего качества передачи.

3.1 *Искажения квантования*

С точки зрения искажений квантования рекомендуется вводить в международные телефонные соединения не более 14 единиц искажений квантования (qdu).

Для телефонных соединений, включающих неинтегрированные цифровые процессы, можно просто добавить единицы искажений квантования, которые были выделены для конкретных цифровых процессов с целью определения полных искажений квантования. В § 3.2 указаны некоторые источники искажений квантования и единицы, временно выделенные для них.

По определению средняя пара 8-разрядных кодеков (аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразований, закон А или закон μ), которая удовлетворяет требованиям Рекомендации G.711, вносит одну единицу искажений квантования (1 qdu). Средняя пара кодеков вносит искажения квантования, которые на 2 дБ меньше предельных значений, приведенных в Рекомендации G.712. Это соответствует отношению сигнал/искажение 35 дБ для метода измерений с помощью синусоидального сигнала и приблизительно 36 дБ для метода измерений с помощью шумового сигнала. (Общее число четырнадцать 8-разрядных ИКМ процессов, каждый из которых полностью удовлетворяет предельным значениям отношения сигнал/искажение, указанным в Рекомендации G.712, было бы неприемлемым.) Аналогичный принцип должен использоваться, когда предлагаются проектные нормы единиц искажения квантования для других цифровых процессов.

В принципе число единиц для других цифровых процессов определяется путем сравнения с парой 8-разрядных ИКМ кодеков так, что для оценки искажений исследуемого цифрового процесса выделяется *n* единиц искажения квантования, если эти искажения эквивалентны *n* 8-разрядным ИКМ неинтегрированным процессам, следующим друг за другом. Возможны несколько методов сравнения; к их числу относятся объективные измерения (или эквивалентный анализ), субъективные испытания и испытания методом передачи данных, при которых в качестве критерия используется измерение коэффициента ошибок на выходе приемника модема, работающего в полосе разговорных частот.

В настоящее время отсутствуют методы объективных измерений, которые могли бы дать результаты (например, отношение сигнал/помеха), хорошо скоррелированные с результатами, которые получены посредством субъективных измерений влияния, оказываемого на качество передачи разговорных сигналов многочисленными изучаемыми цифровыми процессами. Следовательно, число единиц искажений квантования в цифровых процессах должно, как правило, определяться с помощью методов субъективных измерений, подобных описанным в Рекомендации P.81. В некоторых случаях число единиц искажений квантования для цифрового процесса может быть определено без субъективных измерений посредством деления цифрового процесса на две или более частей и выделения для них соответствующего количества из общего числа единиц, которые отведены для данного цифрового процесса. Однако, хотя этот метод может рассматриваться как объективный метод для определения числа присвоенных указанным частям процесса единиц искажений квантования, все же в качестве отправной точки служит субъективно определенное значение. Кроме того, за исключением сравнительно простых цифровых процессов, раздел которых не создает никаких проблем, этот метод нельзя считать надежным и им следует пользоваться с достаточной осторожностью.

Правила планирования должны быть применимы ко всем сигналам, передаваемым в полосе разговорных частот. Поэтому, как правило, следует рассматривать и качество речи, и качество передачи данных. Качество речи должно оцениваться субъективными испытаниями, а качество передачи данных — по результатам объективных измерений, которые позволяют оценивать ожидаемый коэффициент ошибок по битам и качество сигнализации. Однако в настоящее время вследствие отсутствия объективного метода оценки влияния цифровых процессов на качество передачи данных в полосе разговорных частот, правила составления плана в настоящей Рекомендации ограничены целями составления плана только для телефонных соединений. В § 4 рассматриваются некоторые проблемы, связанные с разработкой правила составления плана для соединений, по которым передаются данные в полосе разговорных частот и прочие неречевые сигналы. В основу такого правила будет положена единица, отражающая вклад цифровых процессов в снижение качества, которое оказывает влияние на модемы для данных и/или системы сигнализации в полосе разговорных частот. Такой единицы пока еще не существует.

Примечание. — Влияние искажений квантования на передачу речи изучается в рамках Вопроса 18/XII, а влияние на передачу данных — в рамках Вопроса 25/XII.

3.2 *Источники искажений квантования*

Число единиц искажений квантования (qdu), временно выделенных для нескольких цифровых процессов, приведено в таблице 1/G.113. Общая информация, относящаяся к этим величинам, приведена в Дополнениях № 21 и № 22, *Красная книга*, выпуски III.1 и III.2, соответственно, и в примечаниях к таблице 1/G.113.

Теоретически число единиц искажений квантования, выделенное для какого-либо конкретного цифрового процесса, должно отражать влияние только искажений квантования, которые обусловлены воздействием этого процесса на речь. Практически же число единиц искажений квантования должно определяться субъективными измерениями реальных или моделируемых процессов, при которых субъекты будут подвергаться влиянию не только искажений квантования, но и других дефектов передачи, вносимых измеряемыми цифровыми процессами.

Поэтому результаты субъективных испытаний будут смещаться под влиянием указанных дефектов передачи, если величины последних будут в большей или меньшей степени отличаться от величин, порождаемых ИКМ процессами (эталон). Это смещение приведет к тому, что полученное число единиц искажений квантования не будет истинной мерой влияния искажений квантования. Вместо этого полученное число единиц искажений квантования будет отражать влияние всех этих дефектов передачи на качество речи. Таким образом, для уменьшения возможности возникновения подобного смещения оценки при определении числа единиц искажений квантования для цифровых процессов необходимо разработать субъективное испытание, чтобы:

1) свести к минимуму долю дополнительных дефектов передачи иных, чем искажения квантования, в результатах субъективного испытания или

2) уравнять уровни этих дополнительных дефектов в условиях испытаний и в контрольных условиях.

3.3 *Влияние случайных ошибок по битам*

Влияние случайных ошибок по битам рассматривается в рамках Вопроса 25/XII.

3.4 *Частотные искажения и искажения группового времени задержки*

Временная рекомендация, представленная в § 3.1, указывает, что общие искажения квантования, которые вносятся неинтегрированными цифровыми процессами в международных телефонных соединениях, должны быть ограничены максимально 14 единицами. Ожидается, что если эта временная рекомендация будет выполняться, то суммарные частотные искажения и суммарные искажения группового времени задержки, вносимые неинтегрированными цифровыми процессами в таких соединениях, также будут находиться в допустимых пределах.

Примечание. — Соотношения между ограничениями, которые обусловлены искажениями квантования, частотными искажениями и искажениями группового времени задержки, в настоящее время изучаются Исследовательской комиссией XII.

3.5 *Временное правило планирования*

Как следствие соотношения, указанного в § 3.4, выше, и касающегося искажений квантования, частотных искажений и искажений группового времени задержки, можно рекомендовать временное правило планирования, которое определяет включение неинтегрированных цифровых процессов в международные телефонные соединения. Это временное правило выражается в единицах снижения качества передачи, которые численно совпадают с единицами искажений квантования, выделенными для конкретных цифровых процессов, как показано в таблице 1/G.113. Временное правило планирования гласит:

Число единиц снижения качества передачи в международном телефонном соединении не должно превышать: 5 + 4 + 5 = 14 единиц.

В соответствии с этим правилом каждый из двух национальных участков международного телефонного соединения может вносить снижение качества передачи, составляющее максимум 5 единиц, а международный участок — максимум 4 единицы.

Примечание. — Считается, что в период совместной аналоговой и цифровой эксплуатации в течение какого-то времени для некоторых стран на своих национальных участках невозможно ограничиться снижением качества передачи, составляющим максимально 5 единиц. С учетом таких стран в настоящее время допускается временное отступление от вышеупомянутого временного правила планирования. В соответствии с этим отступлением допускается внесение национальным участком международного телефонного соединения снижения качества передачи до 7 единиц. Теоретически это может привести к тому, что снижение качества передачи в международных телефонных соединениях может в сумме достигать 18 единиц искажений квантования. Такие соединения будут вносить дополнительное снижение качества передачи с точки зрения телефонной связи. Администрациям, считающим необходимым на своих национальных участках допустить снижение качества передачи более чем на 5 единиц (но не более 7 единиц), следует обеспечить положение, при котором только небольшой процент нагрузки на национальных цепях продолжения будет превышать 5 единиц.

3.6 *Ограничения временного правила планирования*

В § 3.5 допускается, что для оценки снижения качества передачи, которое обусловлено неинтегрированными цифровыми процессами в международных телефонных соединениях, единицы снижения качества передачи соответствуют единицам искажений квантования; допускается также простое сложение таких единиц.

В случае международных телефонных соединений, которые включают последовательные цифровые процессы при полностью цифровой передаче, сложение единиц искажений квантования может не точно отражать накопленные искажения квантования (и, следовательно, накопленные единицы снижения качества передачи). Это может произойти по той причине, что отдельные значения мощности искажений квантования, обусловленные различными цифровыми процессами, могут оказаться некоррелированными, и поэтому при определенных обстоятельствах сложение отдельных единиц искажений квантования дает сумму, которая отличается от наблюдаемой на практике. Это явление достаточно подробно рассматривается в Дополнении № 21, *Красная книга*, выпуск III.1.

Хотя правило 5 + 4 + 5 = 14, рассмотренное в § 3.5, может при определенных условиях давать лишь приблизительные результаты, оно все же считается пригодным для большинства целей планирования, в особенности в случаях, когда имеют место неинтегрированные цифровые процессы. Примерами последовательных цифровых процессов, которые точно учтены в таблице 1/G.113, являются преобразования кодов А-μ-А, μ-А-μ и преобразование ИКМ-АДИКМ-ИКМ.

ТАБЛИЦА 1/G.113

Планируемые значения для искажений квантования
(только речевые службы; см. § 4, относящийся к передаче данных в полосе разговорных частот)
(см. примечания 1, 11 и 12)

Цифровой процесс	Единицы искажений квантования (qdu)	Примечания
Процессы, включающие аналого-цифровое преобразование		
Пара 8-разрядных ИКМ кодеков (в соответствии с Рекомендацией G.711 [2], A- или μ-закон)	1	2, 3
Пара 7-разрядных ИКМ кодеков (A- или μ-закон)	3	3, 4, 5
Пара трансмультиплексоров, основанных на 8-разрядной ИКМ по A- или μ-закону) (в соответствии с Рекомендацией G.792)	1	3
32 кбит/с АДИКМ (с адаптивным предыскажением) (комбинация пары 8-разрядных ИКМ кодеков с последовательным преобразованием ИКМ/АДИКМ/ИКМ)	3, 5	6
Чисто цифровые процессы		
Цифровой удлинитель (8-разрядная ИКМ, A- или μ-закон)	0,7	7
Преобразователь A/μ- или μ/A-законов (в соответствии с Рекомендацией G.711 [2])	0,5	10
Последовательное преобразование A/μ/A-законов	0,5	
Последовательное преобразование μ/A/μ-законов	0,25	
Последовательное преобразование ИКМ/АДИКМ/ИКМ (в соответствии с Рекомендацией G.721)	2,5	8, 9
8-7-8-разрядное транскодирование (A- или μ-закон)	3	9

Примечание 1. – В качестве общего замечания следует сказать, что число единиц искажений квантования, выделяемых для различных цифровых процессов, есть величина, которая определяется на среднем уровне гауссова сигнала приблизительно –20 дБм0. Этому подходу соответствуют случаи, рассматриваемые в Дополнении № 21 (в конце настоящего выпуска).

Примечание 2. – По определению.

Примечание 3. – Для целей общего планирования половина указанного значения может выделяться либо для стороны передачи, либо для стороны приема.

Примечание 4. – Эта система не рекомендована МККТТ, однако некоторые Администрации используют ее на своих национальных сетях.

Примечание 5. – Снижение качества передачи, указанное для этого процесса, основано на субъективных испытаниях и сообщено Исследовательской комиссией XII.

Примечание 6. – Для этого 32 кбит/с АДИКМ процесса значение 3,5 единицы было получено Исследовательской комиссией XII по результатам субъективных измерений, выполненных на комбинации пары 8-разрядных ИКМ кодеков и преобразование ИКМ/АДИКМ/ИКМ в соответствии с Рекомендацией G.721.

Примечание 7. – Указанное снижение качества передачи является, по существу, приблизительно одинаковым для всех значений цифровых удлинителей в диапазоне 1–8 дБ. Исключение составляет удлинитель 6 дБ по A-закону, который вносит весьма незначительное снижение качества передачи для сигналов примерно до –30 дБм0 и, таким образом, дает 0 единиц для искажений квантования.

Примечание 8. – Значение 2,5 единицы получено посредством вычитания значения для пары 8-разрядных ИКМ кодеков из 3,5 единицы, которое определено субъективно для комбинации пары 8-разрядных ИКМ кодеков и преобразования ИКМ/АДИКМ/ИКМ. Многократным синхронным цифровым преобразованиям, таким как ИКМ/АДИКМ, ИКМ/АДИКМ/ИКМ, приписывают значение 2,5 единицы.

Примечание 9. – Этот процесс может быть использован в цифровой системе интерполяции речи.

Примечание 10. – Число единиц искажений квантования, вносимое преобразователями законов кодирования (например, μ-закона в A-закон), предназначено для международной части.

Примечание 11. – Выделение единиц искажений квантования для этих цифровых процессов отражает, по возможности, только влияние искажений квантования на качество речи. Прочие дефекты передачи, такие как шум цепи, эхо и частотные искажения, также оказывают влияние на качество речи. Поэтому влияние последних дефектов необходимо учитывать при проектировании.

Примечание 12. – Число единиц искажений квантования, указанное в настоящей таблице, определено при предположении пренебрежимо малой ошибки по битам.

4 Влияние дефектов передачи на качество передачи данных в полосе разговорных частот

Влияние снижения качества передачи на качество передачи данных в полосе разговорных частот изучается в рамках Вопроса 25/XII. Информация, представленная одной Администрацией, приведена в приложении 4 к этому Вопросу.

Дефекты передачи, возникающие в телефонных соединениях, оказывают влияние как на качество речи, так и на качество передачи данных по телефонным каналам. На любом соединении имеется большое число различных дефектов передачи; одни из них относятся к стационарным (например, затухание, шум, искажения квантования, дрожание фазы, гармонические и комбинационные нелинейные искажения, искажения группового времени задержки, эхо, частотные искажения), другие же — к нестационарным (например, импульсные помехи, броски фазы или усиления и пропадания сигналов); они могут возникать довольно редко. Оба вида дефектов передачи могут оказывать влияние на речь и на данные, передаваемые в полосе разговорных частот. Однако нестационарные дефекты почти всегда оказывают более существенное влияние на передачу данных, чем на передачу речи. Это также относится и к некоторым из стационарных дефектов, например, к дрожанию фазы и искажениям группового времени задержки. Поэтому правила составления планов для цепей, по которым передается речь, обычно сосредоточены на ограничении стационарных дефектов передачи и меньше внимания уделяют нестационарным дефектам. Если нужно создать новые правила планирования, преследующие цель ограниченя накопления тех дефектов передачи, которые являются важными для передачи данных в полосе разговорных частот, то эти новые правила должны учитывать как стационарные, так и нестационарные дефекты передачи.

Степень, в которой определенные дефекты передачи влияют на данные, передаваемые в полосе разговорных частот, зависит от быстродействия модема, вида модуляции и других характеристик, например, от наличия в модеме корректора искажений группового времени задержки. Низкоскоростные модемы, работающие на скоростях 1200 бит/с и ниже, могут, как правило, допускать худшее отношение сигнал/шум, чем высокоскоростные. Кроме того, они, как правило, оказываются менее чувствительными к искажениям группового времени задержки, чем высокоскоростные модемы. Модемы, работающие на скоростях 4800 бит/с или выше, как правило, имеют в своем составе корректоры, которые предназначены для сведения к минимуму влияния искажений группового времени задержки на рабочие характеристики. Нестационарные процессы в большей или меньшей степени сказываются на всех модемах, что зависит от многих факторов.

Имеются два других фактора, определяющих степень влияния дефектов передачи на качество передачи данных в полосе разговорных частот:

a) используются ли методы обнаружения и/или исправления ошибок,

b) каким образом осуществляется кодирование информации, подлежащей передаче.

Если исправление ошибок не применяется, то дефект передачи, вызывающий появление ошибок, вызовет появление ошибок в выходных данных. Но если исправление ошибок применяется, то воздействие дефектов, вызывающих ошибки, будет лишь уменьшать скорость передачи данных. В зависимости от того, каким образом осуществляется кодирование информации абонента, ошибки могут оказывать более или менее серьезные влияния. Например, потеря буквы в слове, обусловленная ошибкой в 8-разрядной комбинации, представляющей буквы алфавита, будет, по всей вероятности, менее важной, чем ошибка в 8 битах, используемых для передачи информации о размере, форме или местоположении какого-либо графического символа в изображении.

Техника сжатия битов, например АДИКМ (в соответствии с Рекомендацией G.721), оказывает очень существенное влияние на рабочие характеристики высокоскоростных ($\geqslant$ 4800 бит/с) модемов (см. приложение C).

С точки зрения разработки простого правила планирования, которое может использоваться для оценки влияния цифровых процессов на качество передачи данных в полосе разговорных частот, весьма важными являются следующие факторы:

1) Большое значение для оценки качества передачи данных в полосе разговорных частот имеют иные, чем обычно контролируемые оценки качества передачи речи, дефекты передачи (особенно нестационарные).

2) Простая оценка стационарного дефекта передачи (например, отношение сигнал/суммарный шум) может оказаться недостаточным основанием для правила планирования передачи данных в полосе разговорных частот. Может оказаться необходимым, чтобы такое правило планирования учитывало нестационарные дефекты.

3) Должны учитываться тип и быстродействие модема. Таким образом, в отличие от правил планирования для передачи речи правила для передачи данных в полосе разговорных частот могут оказаться специфичными для модемов разных типов.

4) Вид службы данных может оказывать влияние на степень важности, которую могут иметь определенные типы ошибок в данных и, следовательно, определенные дефекты передачи. Таким образом, правила планирования могут быть специфичными для конкретных служб.

5) Только объективный метод оценки, учитывающий четыре выше изложенных фактора, будет, по всей вероятности обеспечивать достаточное основание для составления полезных правил планирования.

6) В настоящее время такой метод оценки отсутствует.

Следовательно, до тех пор, пока не будет достигнут более существенный прогресс в определении того, какие дефекты передачи вредно влияют на качество передачи данных в полосе разговорных частот, как оценивать эти дефекты, какие уровни подобных дефектов имеют существенное значение и каким образом можно учитывать различия в типе, быстродействии и прочих характеристиках модемов, применение настоящей Рекомендации должно быть ограничено только службами передачи речи.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(к Рекомендации G.113)

Информация для целей планирования, касающаяся частотных искажений и искажений группового времени задержки, которые вносятся цепями и станциями коммутируемой телефонной сети

А.1 Информация, приведенная в таблицах А-1/G.113 – А-6/G.113, получена на основании измерений[1]), которые выполнены на современной аппаратуре. Можно предполагать, что характеристики фактических соединений в коммутируемой телефонной сети будут хуже вычисленных на основании приведенных в таблицах данных вследствие:

— несогласованности и отражения,

— непупинизированных абонентских линий,

— пупинизированных, с низкой частотой среза соединительных линий к МТС,

— наличия устаревшей аппаратуры.

ТАБЛИЦА А-1/G.113

Двухпроводные местные и первичные станции

Частота (Гц)	Частотные искажения		Искажения группового времени задержки	
	среднее значение	стандартное отклонение	среднее значение	стандартное отклонение
	(дБ)	(дБ)	(мс)	(мс)
200	1,69	1,20	0,56	0,07
300	0,63	0,81	0,28	0,05
400	0,30	0,43	0,23	0,05
600	0	0,28	0,11	0,03
800	0	0	0,05	0,02
1000	–0,05	0,11	0,03	0,01
2000	–0,04	0,35	0	0
2400	–0,29	0,45	0	0
2800	–0,45	0,50	0	0
3000	–0,24	0,65	0	0
3400	–0,29	0,63	0	0

Примечание. – Искажения группового времени задержки могут быть отнесены к частоте порядка 2000 Гц.

[1]) Представлена компаниями АТТ, "Телеком" Австралии, "Бритиш Телеком", Японской телеграфно-телефонной публичной корпорацией (NTT), Италией и Швейцарией.

ТАБЛИЦА A-2/G.113

Четырехпроводные станции

Частота (Гц)	Частотные искажения		Искажения группового времени задержки	
	среднее значение	стандартное отклонение	среднее значение	стандартное отклонение
	(дБ)	(дБ)	(мс)	(мс)
200	0,32	0,14	0,40	0,02
300	0,16	0,28	0,14	0,02
400	0,13	0,21	0,14	0,03
600	0,02	0	0,07	0,02
800	0	0	0,03	0,01
1000	0	0	0,02	0,01
2000	0,01	0,14	0	0
2400	0,06	0,21	0	0
2800	0,02	0,02	0	0
3000	0,10	0,07	0	0
3400	0,20	0,50	0	0

Примечание. – Искажения группового времени задержки могут быть отнесены к частоте порядка 2000 Гц.

ТАБЛИЦА A-3/G.113

Соединительные линии к МТС

Частота (Гц)	Частотные искажения		Искажения группового времени задержки	
	среднее значение	стандартное отклонение	среднее значение	стандартное отклонение
	(дБ)	(дБ)	(мс)	(мс)
200	4,29	1,95	3,05	0,36
300	0,86	0,49	1,42	0,18
400	0,36	0,31	0,78	0,09
600	0,09	0,17	0,34	0,06
800	0	0,03	0,16	0,02
1000	−0,03	0,04	0,08	0,02
2000	0,14	0,20	0,02	0,01
2400	0,33	0,29	0,06	0,03
2800	0,58	0,35	0,18	0,06
3000	0,88	0,55	0,31	0,11
3400	2,21	1,06	0,92	0,26

Примечание 1. – Искажения группового времени задержки могут быть отнесены к частоте порядка 1500 Гц.

Примечание 2. – Группа соединительных линий, организованных по металлическим линиям, по системам с ЧРК и ИКМ.

Примечание 3. – На частоте 2000 Гц каналы с ИКМ могут иметь несколько меньшие частотные искажения, чем указано выше.

Примечание 4. – Величины, указанные для соединительных линий к МТС, учитывают дифференциальные системы.

ТАБЛИЦА A-4/G.113

Цепи, организованные по прямой первичной 12-канальной группе

Частота (Гц)	Частотные искажения		Искажения группового времени задержки	
	среднее значение	стандартное отклонение	среднее значение	стандартное отклонение
	(дБ)	(дБ)	(мс)	(мс)
200	1,56	0,92	5,42	0,22
300	0,39	0,43	2,97	0,35
400	0,11	0,30	1,45	0,22
600	0,05	0,18	0,76	0,10
800	0	0	0,44	0,05
1000	−0,01	0,11	0,26	0,02
2000	−0,03	0,19	0,01	0,01
2400	0,04	0,21	0,06	0,02
2800	0,13	0,33	0,21	0,04
3000	0,16	0,43	0,45	0,04
3400	1,03	0,56	1,97	0,20

Примечание 1. – Искажения группового времени задержки могут быть отнесены к частоте порядка 1800 Гц.

Примечание 2. – Данные относятся к аппаратуре индивидуального преобразования с интервалом между несущими 4 кГц, которая является основным источником искажений в телефонных цепях, организованных по прямым первичным 12-канальным группам, то есть по цепям, которые содержат только один участок.

ТАБЛИЦА A-5/G.113

Цепи, организованные по прямой первичной 16-канальной группе

Частота (Гц)	Частотные искажения		Искажения группового времени задержки	
	среднее значение	стандартное отклонение	среднее значение	стандартное отклонение
	(дБ)	(дБ)	(мс)	(мс)
200	2,80	1,63	9,74	0,40
300	0,04	0,19	4,39	0,27
400	−0,07	0,20	2,49	0,09
600	0,02	0,09	1,02	0,56
800	0	0	0,47	0,35
1000	0,09	0,08	0,19	0,28
2000	0,06	0,12	0,03	0,14
2400	0,03	0,14	0,36	0,31
2800	0,03	0,16	1,59	1,06
3000	−0,01	0,28	4,29	0,38

Примечание 1. – Искажения группового времени задержки могут быть отнесены к частоте порядка 1200 Гц.

Примечание 2. – Данные относятся к аппаратуре индивидуального преобразования с ЧРК с интервалом между несущими 3 кГц, которая является основным источником искажений в телефонных цепях, организованных по прямым первичным 16-канальным группам, то есть по цепям, которые содержат только один участок.

ТАБЛИЦА A-6/G.113

Цепи, содержащие три участка (4 кГц + 3 кГц + 4 кГц)

Частота (Гц)	Частотные искажения		Искажения группового времени задержки	
	среднее значение	стандартное отклонение	среднее значение	стандартное отклонение
	(дБ)	(дБ)	(мс)	(мс)
200	5,92	2,09	20,58	0,51
300	0,82	0,64	10,33	0,56
400	0,15	0,47	5,39	0,32
600	0,12	0,27	2,54	0,58
800	0	0	1,35	0,36
1000	0,07	0,17	0,71	0,28
2000	0	0,29	0,05	0,14
2400	0,11	0,33	0,48	0,31
2800	0,29	0,49	2,01	1,06
3000	0,31	0,67	5,19	0,38

Примечание 1. – Настоящая таблица составлена на основе таблиц A-4/G.113 и A-5/G.113 и относится к международным цепям, в которых средний участок организуется с помощью канальной аппаратуры с интервалом 3 кГц, например, морской участок цепи.

Примечание 2. – Искажения группового времени задержки могут быть отнесены к частоте порядка 1400 Гц.

A.2 Опорной частотой для частотных искажений является частота 800 Гц. Для искажений группового времени задержки опорная частота (то есть частота, на которой групповая задержка минимальная) указана в каждом конкретном случае.

A.3 В результатах, указанных для цепей, не учитывается оконечная аппаратура линейной сигнализации, хотя в некоторых случаях эти искажения включены в данные, относящиеся к станциям.

Библиография

[1] Рекомендация МККТТ "Влияние снижения качества передачи", том V, Рек. P.11, и приложения.

[2] Рекомендация МККТТ "Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ) для сигналов тональной частоты", том III, Рек. G.711.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(к Рекомендации G.113)

Влияние снижения качества передачи на передачу данных в полосе разговорных частот

(от компании АТТ)

В.1 *Введение*

Действующий план передачи для международных соединений является руководством по контролю за качеством передачи главным образом для обеспечения удовлетворительной передачи разговорных сигналов. Существенные дефекты передачи и их влияние на разговорные сигналы описаны в Рекомендации Р.11. К этим дефектам относятся: потеря громкости, шум цепи, потеря громкости вследствие местного эффекта, шум помещения, частотные искажения, эхосигнал говорящего абонента, эхосигнал слушающего абонента, искажения квантования и дрожание фазы. Качество передачи данных по арендованным каналам рассматривается также в Рекомендациях Н.12, М.1020 и М.1025.

Использование международных соединений для передачи неречевых сигналов, таких как сигналы данных в полосе разговорных частот, приводит к необходимости расширить область применения плана передачи, включив в него руководство по ограничению дополнительных дефектов передачи. К числу важных для передачи данных в полосе разговорных частот дефектов относятся импульсные помехи, искажения группового времени задержки, дрожание фазы, нелинейные искажения, отношение сигнал/шум, сдвиг частоты, изменения фазы и усиления в неустановившемся режиме. В нижеследующих разделах приводится информация, основанная на опыте компании АТТ и относящаяся к этим дефектам. Все указанные значения иллюстрируют минимальные нормы на качество при передаче из конца в конец по *ныне расформированной* коммутируемой сети общего пользования компании АТТ. Типичные значения, полученные на этой сети, намного лучше минимальных норм. Эти нормы рассматриваются как соответствующие удовлетворительному качеству функционирования модемов, которые работают на скоростях до 4,8 кбит/с. Для удовлетворительной работы на более высоких скоростях, например, на скорости 9,6 кбит/с, требуются более жесткие минимальные нормы. Указанные значения являются лишь иллюстрацией, их не следует рассматривать в качестве предлагаемых в настоящей Рекомендации.

В.2 *Импульсные помехи*

Импульсные помехи определяются как любое отклонение шумового сигнала в канале, которое превышает определенный порог. Импульсные помехи оцениваются подсчетом числа отклонений в течение установленного временно́го интервала. Для того, чтобы свести к минимуму вклад тепловых шумов, минимальный порог, как правило, устанавливается приблизительно на 12—18 дБ выше среднеквадратичного значения тепловых шумов. Уровень импульсных помех обозначается тем порогом, при котором средняя скорость счета равна 1 в минуту.

В измерительных приборах, применяемых для подсчета импульсов помех, могут использоваться либо электромеханические, либо электронные счетчики. В некоторых приборах максимальная скорость счета ограничивается 7 в секунду.

Доля, вносимая импульсными помехами в коэффициент ошибок, становится существенной, когда пики шумов достигают уровня на 3—12 дБ ниже среднеквадратичного значения сигнала данных в зависимости от вида модуляции модемов данных, от скорости передачи в битах в секунду и от величины других дефектов передачи в канале. Минимальная норма на импульсные помехи составляет не более 15 отсчетов за 15 минут, регистрируемых на пороге, который на 6 дБ ниже уровня принимаемых данных. Этот контроль основывается на опыте эксплуатации и измеряемых уровнях импульсной помехи.

Поскольку большинство импульсных помех возникает в нестационарных процессах при срабатывании реле и других переключающих устройств, правила эксплуатации и меры защиты направлены на экранирование сигналов с низким уровнем от влияний, связанных с такими нестационарными процессами.

В.3 *Групповое время задержки*

Групповое время задержки определяется как производная по частоте фазовой характеристики канала. Поскольку измерения этой производной не практикуются, ее получают путем аппроксимации измерений разностей. Существует много разнообразных приборов для измерений группового времени задержки, в которых используются различные полосы частот для измерения этих разностей. Стандартом для компании АТТ является 166·2/3 Гц. В результатах измерений эти различия проявляются в разрешающей способности при описании деталей характеристики группового времени задержки. При малой ширине полосы частот разрешающая способность прибора будет выше, а точность измерения — ниже.

В каналах электросвязи частота минимального группового времени задержки находится, как правило, вблизи 1800 Гц. Следовательно, измерения группового времени задержки обычно приводятся к нулю на частоте 1800 Гц. Отклонения от нуля на других частотах рассматриваются как искажения группового времени задержки. Эти искажения вызывают межсимвольные помехи при передаче данных, что обусловливает возникновение ошибок и повышенную чувствительность к фоновым шумам.

На сети групповое время задержки обусловливается главным образом при разработке фильтров и прочей аппаратуры индивидуального преобразования. Типичные минимальные нормы для искажений группового времени задержки составляют не более 800 мкс в полосе частот 1004—2404 Гц и не более 2600 мкс в полосе частот 604—2804 Гц.

B.4 *Дрожание фазы*

Дрожание фазы определяется как нежелательная угловая модуляция передаваемого сигнала. Его наиболее часто наблюдаемое свойство состоит в том, что оно меняет моменты переходов сигнала через нуль. Поскольку шум также оказывает мешающее влияние на эти моменты, он, как правило, вызывает показания прибора для измерения дрожания фазы, даже если отсутствует какая бы то ни было случайная модуляция.

Дрожание фазы снижает качество передачи данных, вызывая уменьшение защищенности приемника данных по отношению к другим дефектам передачи. Дрожание фазы обусловливается при разработке аппаратуры передачи. Хотя конкретные источники дрожания фазы, например, задающие генераторы несущих частот, уже работают на сети, методы борьбы с дрожанием фазы требовали, как правило, изменений в разработке конкретной аппаратуры. Минимальная норма дрожания фазы на полное соединение составляет 10° от пика до пика в полосе частот 20—300 Гц и 15° от пика до пика в полосе частот 4—300 Гц.

B.5 *Нелинейные искажения*

Нелинейные элементы в аппаратуре передачи вызывают искажения по гармоникам и по комбинациям, которые обобщенно рассматриваются как нелинейные искажения. Измерения нелинейных искажений выполняются, как правило, в единицах измерения комбинационных искажений.

В более широком смысле нелинейные искажения могут быть определены как возникновение из передаваемого сигнала новых составляющих, которые суммируются с передаваемым сигналом, как правило, нежелательным образом. Рассматриваемые здесь нелинейные искажения — это искажения, которые локализуются внутри телефонного канала. Эти искажения не следует путать с нелинейными шумами, обусловленными нелинейностями в аппаратуре группообразования и в линейных усилителях системы с ЧРК. Хотя эти нелинейности могут вносить нелинейные искажения на разговорных частотах, их влияние, как правило, незначительно.

Обычно нелинейные искажения измеряются и идентифицируются по тому влиянию, которое они оказывают на некоторые сигналы. Например, если рассматриваемый сигнал есть тональный сигнал с частотой A, то нелинейные искажения проявляются как гармоники входного сигнала, то есть они имеют вид тональных сигналов $2A$, $3A$ и т.п. Поскольку бо́льшая часть энергии продуктов искажений приходится, как правило, на вторую и третью гармоники, для количественной оценки этих искажений измеряется мощность каждой из этих гармоник, и эти искажения называются гармоническими искажениями второго и третьего порядка. Если величина нелинейных искажений измеряется суммой мощности всех гармоник, то результат называется суммарным гармоническим искажением. Мощности этих искажений не имеют большого значения, если мощность требуемого сигнала (основной частоты) неизвестна, так что измеренные величины, как правило, относятся к мощности основной частоты и называются гармоническими искажениями (второго, третьего порядка или суммарными).

В прошлом использовались два разных метода измерения нелинейных искажений в каналах ТЧ: метод с одним тональным сигналом и метод с четырьмя тональными сигналами. Однако первый из них больше не применяется.

Во втором методе четыре тональных сигнала с одинаковыми уровнями передаются как два набора тональных сигналов с суммарной мощностью сложного сигнала данных с уровнем (—13 дБм0). В один набор входят сигналы с частотами 856 и 863 Гц (отстоящие друг от друга на 7 Гц). Второй набор использует частоты 1374 и 1385 Гц (отстоящие друг от друга на 11 Гц). Частотный интервал в каждом наборе не является решающим фактором, но для каждого набора должен быть свой. Обозначим эти четыре сигнала A_1, A_2, B_1 и B_2. Продукты второго порядка $(A + B)$ будут $A_1 + B_1$, $A_1 + B_2$, $A_2 + B_1$ и $A_2 + B_2$. Если интервал между A_1 и A_2 будет таким же, что и между B_1 и B_2, то $A_1 + B_2 = A_2 + B_1$, и эти две составляющие будут складываться по напряжению, в результате чего будем иметь неправильные показания.

Продукты третьего порядка ($2B - A$) будут $2B_1 - A_1$, $2B_1 - A_2$, $2B_2 - A_1$, $2B_2 - A_2$, $B_1 + B_2 - A_1$ и $B_1 + B_2 - A_2$. В приемнике для выбора продуктов $A + B$, $B - A$ и $2B - A$ применяются фильтры, полоса которых имеет ширину 50Гц. R_2 — это отношение мощности принимаемых основных частот к среднему значению мощности продуктов $A + B$ и $B - A$. R_3 — это отношение мощности принимаемых основных частот к мощности продуктов $2B - A$.

Преимущество этого четырехчастотного метода, применяемого компанией АТТ в настоящее время, заключается в том, что испытательный сигнал, состоящий из 4 тональных сигналов, имеет функцию плотности вероятности распределения амплитуды, аналогичную этой функции сигнала данных. Однако вследствие сравнительно широкой (50 Гц) полосы пропускания фильтра приемника на измерения, выполняемые с помощью четырехчастотного метода, оказывает большее влияние шум цепи.

Продукты взаимной модуляции, обусловленные влиянием нелинейных искажений, суммируются с полезным сигналом и оказывают на него почти то же влияние, что и шум. Однако это влияние оказывается более вредным, поэтому отношение основного сигнала к продуктам второго и третьего порядка должно составлять 25—38 дБ — в зависимости от типа передачи данных — для получения удовлетворительного функционирования.

Величины нелинейных искажений закладываются, в первую очередь, при разработке аппаратуры. Однако такие факторы, как старение электронных ламп в старых типах аппаратуры и плохая настройка индивидуального ИКМ-оборудования могут приводить к превышению нелинейными искажениями проектных норм. Полная минимальная норма нелинейных искажений между абонентами, для измерения которой применяется четырехчастотный метод, составляет не менее 27 дБ для R_2 и 32 дБ для R_3.

B.6 *Отношение тональный сигнал/шум*

При передаче речи наиболее важен шум, который прослушивается в интервалах разговора, и именно он оценивается стандартной измерительной аппаратурой. При передаче данных большое значение имеет шум в канале в моменты активной передачи и соответствующее отношение сигнал/шум. В системах, где применяются компандеры или устройства квантования, во время активной передачи шум возрастает. Для измерения этого шума с дальнего конца испытываемого канала передается испытательный тональный сигнал —16, —13 или —10 дБм0, который отфильтровывается, прежде чем попадет в устройство для измерения шумов. Используемый для этой цели фильтр представляет собой узкополосный запирающий фильтр со средней частотой данного тонального сигнала. Такой тип измерения называется также измерением шума в присутствии тонального сигнала. В настоящее время имеется прибор, позволяющий выполнять измерения с тональным сигналом 1004 Гц.

Шум, конечно, может вызывать ошибки при передаче данных; норма на отношение тональный сигнал/шум по крайней мере порядка 24 дБ должна выдерживаться для обеспечения удовлетворительного качества передачи. Величина шума обусловливается разработкой аппаратуры передачи, расчетом систем передачи (с учетом таких факторов, как расстояние между промежуточными усилителями) и техническим обслуживанием этих систем.

B.7 *Частотный сдвиг*

Когда в полосе передачи тонального сигнала по каналу изменяется частота сигнала, говорят, что в канале имеет место частотный сдвиг. Частотный сдвиг можно измерить с помощью частотомеров на обоих концах канала. Если частота на входе отличается от частоты на выходе, то разность между ними и будет составлять величину частотного сдвига данного канала.

В современной аппаратуре электросвязи частотный сдвиг, если он вообще имеет место, составляет, как правило, 1 Гц или меньше. В некоторых более старых системах передачи частотный сдвиг может иметь значительные величины, например, 15—20 Гц.

Частотный сдвиг имеет важное значение в системах, в которых применяются узкополосные фильтры на приеме, например, в устройствах многократного телеграфирования и дистанционного считывания показаний измерительных приборов. Когда в системах, использующих такие виды передачи, возникает частотный сдвиг, принятые сигналы оказываются вне полосы пропускания этих фильтров. Частотный сдвиг может возникать в системах, которые используют передачу на одной боковой полосе. В системах, эксплуатируемых компанией АТТ, ограничение частотного сдвига осуществляется с помощью сети синхронизации частот. Минимальная норма частотного сдвига составляет ± 5 Гц.

B.8 *Процессы установления усиления и фазы*

В каналах электросвязи могут возникать очень быстрые изменения усиления и фазы. Некоторые из общих причин таких явлений — это автоматическое переключение на резерв каналов или генераторного оборудования, подмена работающих каналов для выполнения профилактического технического обслуживания, замирания или переключения в трактах радиорелейных линий, а также нестационарные шумы, связанные с источниками несущей частоты. Усиление и фаза (или частотный сдвиг) могут возвратиться к своей прежней величине через короткое время или оставаться равными новым величинам в течение неопределенного времени.

Обычно изменения усиления обнаруживаются по изменениям в цепи автоматического регулирования усиления, а фазовые — в цепи фазовой автоподстройки. Для защиты от ложного срабатывания детекторов измерительного прибора при пиках некоррелированных шумов (импульсная помеха) в приборах — указателях пиковых значений усиления или фазы предусматривается защитный интервал порядка 4мс. К сожалению, такой защитный интервал будет также эффективно игнорировать истинные скачки фазы длительностью менее 4 мс, которые не сопровождаются пиковыми отклонениями амплитуды. Такая опасность считается вполне обоснованной в то время, когда производится сравнение известных относительных частостей возникновения скачков фазы с относительными частостями появления импульсных помех.

Прибор, применяемый для измерения скачков усиления и фазы, как обычно называются быстрые изменения усиления и фазы, осуществляет это посредством непрерывного контроля (мониторинга) амплитуды и фазы синусоидального тонального сигнала. Скачки регистрируются и накапливаются в счетчиках с регулируемыми порогами. Как правило, счетчики скачков усиления накапливают значения, превышающие пороги 2, 3, 4 и 6 дБ, хотя они не различают возрастание и уменьшение амплитуды. Аналогичным образом счетчики скачков фазы накапливают изменения с пороговыми значениями от 5° до 45° ступенями по 5°. Они реагируют на любой скачок, равный или превышающий выбранное пороговое значение. Когда подозревается наличие импульсных скачков фазы, может понадобиться переключатель, который по усмотрению пользователя устраняет возможность запирания импульсной помехи. Большое разнообразие формы скачков, влияние шума на результаты, а также неизбежные допуски для порогов и измерительных схем могут, как правило, приводить к различиям в подсчете скачков даже в однотипных измерительных приборах. Все это может вызвать некоторую путаницу в результатах, получаемых при измерениях с использованием счетчиков скачков, изготовленных разными фирмами. Альтернативные требования к схемотехнике счетчиков скачков в настоящее время исследуются в Институте инженеров по электротехнике и радиоэлектронике.

Скачки усиления начинают вызывать ошибки при высокоскоростной передаче данных, когда их амплитуда составляет 2—3 дБ. Скачки фазы начинают вызывать ошибки, когда их амплитуда составляет 20—25°. Минимальная норма на полное соединение для скачков усиления должна составлять не более 8 скачков усиления, превышающих 3 дБ, за 15 минут; минимальная норма для скачков фазы должна составлять не более 8 скачков за 15 минут при пороге 20°. Пропадание сигналов определяется как снижение уровня до 12 дБ или ниже в течение по крайней мере 4 мс. Минимальная норма для пропадания должна составлять не более двух пропаданий за час.

ПРИЛОЖЕНИЕ С

(к Рекомендации G.113)

Влияние адаптивной дифференциальной импульсно-кодовой модуляции (АДИКМ) на качество передачи данных в полосе разговорных частот

(от компании АТТ)

(в соответствии с G.721)

Общие положения

Настоящее приложение имеет в своей основе главным образом доклад "Белл лэбораториз" компании АТТ, подготовленный для конференции "IEEE Global Telecommunications Conference", которая состоялась 2—5 декабря 1985 года. Оно разработано в поддержку Рекомендации G.113 в части, касающейся качества передачи данных в полосе разговорных частот. Результаты показывают, что определение числа единиц искажений квантования при передаче данных аппаратурой, использующей АДИКМ на скорости передачи 32 кбит/с (Рекомендация G.721), является весьма трудной задачей, поскольку качество передачи в весьма значительной степени зависит от быстродействия и типа модема.

В данном приложении излагаются результаты серии измерений коэффициента ошибок, вносимых высокоскоростным модемом передачи данных по каналам ТЧ, при его работе по каналам, образованным каскадно и асинхронно соединенными системами АДИКМ со скоростью 32 кбит/с (по Рекомендации G.721), в которые искусственно вводились аналоговые дефекты передачи. Были испытаны представительная выборка при передаче со скоростью 4,8 кбит/с и два устройства на 9,6 кбит/с: экспериментальная разработка для передачи по Рекомендации V.32 МККТТ на скорости 9,6 кбит/с для полнодуплексного модема и серийная продукция для передачи на 9,6 кбит/с (аналогичная модему по Рекомендации V.29). Результаты этих испытаний показывают, что при одних и тех же условиях передача данных в полосе разговорных частот на скорости 4,8 кбит/с по асинхронно и последовательно включенным АДИКМ системам будет проходить нормально, а передача на скорости 9,6 кбит/с ограничивается, и с некоторыми модемами будет неприемлемой.

C.1 *Введение*

Во многих случаях оказывается возможным использовать адаптивную дифференциальную импульсно-кодовую модуляцию (АДИКМ) со скоростью передачи ниже 64 кбит/с при меньшем, чем пропорциональное, снижении качества аналоговой передачи. Поэтому применение алгоритма АДИКМ на скорости 32 кбит/с в каналах передачи речи, по существу, будет удваивать пропускную способность каналов соответствующих систем.

При потенциальном экономическом выигрыше, обусловленном более высокой пропускной способностью, ожидается также снижение качества передачи по отдельным каналам. Наши результаты показывают, что при использовании этой новой техники при высокоскоростной передаче данных в полосе разговорных частот (например, на скорости 4,8 кбит/с или выше) будет происходить существенное снижение качества.

В данном приложении излагаются результаты серии измерений коэффициента ошибок, вносимых высокоскоростным модемом передачи данных по каналам ТЧ, при работе по каналам, образованным каскадно соединенными системами [1] АДИКМ со скоростью 32 кбит/с (по Рекомендации G.721), в которые искусственно вводились аналоговые дефекты передачи. Конфигурации каналов задавались как представительные для реальных структур, возможных на коммутируемой сети общего пользования с АДИКМ. В состав этих испытательных каналов входит асинхронно и каскадно включенная аппаратура систем АДИКМ[2)] числом от 0 до 7; аналоговые дефекты передачи, вводившиеся в эти системы, были определены на основе распределений дефектов передачи, которые получены в процессе исследований соединений на оконечных станциях [2], изучения абонентских шлейфов в 1970 году [3], а также обзора абонентских шлейфов в 1980 году. Мы проверяли также качество передачи с помощью соединений, составленных асинхронно, и каскадно включенными ИКМ системами со скоростью 64 кбит/с (с аппаратурой индивидуального преобразования типа D4) для сравнения с теми АДИКМ конфигурациями, которые имели очень плохое качество передачи, так что можно было определить, что именно является причиной этого: АДИКМ алгоритм или ИКМ кодирование.

Модемы, которые использовались при этих испытаниях, относятся к типу высокоскоростных. Были испытаны представительная выборка для скорости 4,8 кбит/с (типа V.29) и два модема на 9,6 кбит/с: экспериментальная разработка полнодуплексного модема по стандарту V.32 МККТТ и серийный модем (типа V.29). Все эти устройства представляют собой двухпроводные модемы, которые поступают на рынок и предназначены для применения на коммутируемой сети общего пользования.

Результаты наших испытаний показывают, что при одних и тех же условиях передача данных в полосе разговорных частот на скорости 4,8 кбит/с будет нормально проходить по асинхронно и последовательно включенным АДИКМ системам, а передача на скорости 9,6 кбит/с ограничивается, и с некоторыми модемами будет неприемлемой.

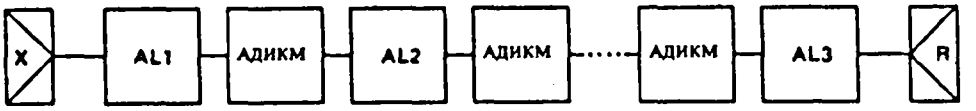
C.2 *План испытаний*

Известно, что точность АДИКМ алгоритма в значительной степени зависит от характера сигнала, который подлежит кодированию и передаче. Сигналы, имеющие немного стохастических элементов или не имеющие их вовсе, например, чистые тональные сигналы, очень хорошо передаются по этим системам: с весьма малыми искажениями или вообще без искажений. С другой стороны, сигналы высокоскоростной передачи данных в полосе разговорных частот, которым свойственны существенные стохастические элементы и большая ширина полосы, сильно поражаются АДИКМ кодированием. Именно поэтому в плане наших испытаний предусмотрено исследование таких высокоскоростных модемов. Кроме того, мы попытались существенно ограничить количество необходимых испытаний путем применения универсальной для всех исследований схемы.

C.2.1 *4,8 кбит/с – полудуплекс*

На рис. C-1/G.113 представлена схема испытаний 4,8 кбит/с — полудуплекса. На обоих концах данная схема имеет модемы. Совокупность добавочных элементов в таблице начинается слева вводимым аналоговым дефектом (AL1), отображающим абонентский аналоговый шлейф и линию доступа (AT). Затем следует длинный междугородний участок, состоящий из АДИКМ системы, эквивалента аналоговой системы передачи типа L протяженностью примерно 800 км (AL2), за которой следуют от 1 до 6 АДИКМ систем, соответственно. Эта структура отражает участок между коммутационными станциями, состоящий из нескольких звеньев, и моделирует отрезок, в котором все аналоговые дефекты передачи сосредоточены в его начале. Хотя подобное размещение аналоговых дефектов является несколько консервативным, оно компенсируется тем, что это дефекты единственного тракта системы L и хорошо отражает реальность, учитывая трудности, связанные с использованием одного имитатора дефектов передачи всего отрезка большой протяженности. Наконец, выход к приемнику производится через другой имитатор аналоговых дефектов передачи (AL3), отображающий абонентский аналоговый шлейф и линию доступа. Подобная имитация аналоговых дефектов в соединениях АДИКМ систем более точно отражает реальную топологию сети и применения, чем просто сосредоточение всех аналоговых дефектов передачи в одном месте.

[2)] Асинхронное каскадное включение имеет место, когда производится декодирование ранее кодированного АДИКМ сигнала в его аналоговую версию, а затем вновь кодирование в следующей АДИКМ системе.



Модем	Доступ	Участок большой протяженности			Выход	Модем
	Loop&AT	АДИКМ	1 LMX	n(АДИКМ)	AT&Loop	Число испыт.
4,8 кбит/с	85	Нет	85	Нет	85	1
	Нет	АДИКМ	Нет	1-6 АДИКМ	Нет	6
	Нет	ИКМ	Нет	1-6 ИКМ	Нет	6 AN
	μ, 85	АДИКМ	μ, 85	1-6 АДИКМ	μ, 85	48
	μ, 85	ИКМ	μ, 85	1-6 ИКМ	μ, 85	48 AN

T12018-90-88

РИСУНОК C-1/G.113

Архитектура для испытания модема, работающего на скорости 4,8 кбит/с

Для рассматриваемой конфигурации необходимо определить тип и реальные значения аналоговых дефектов передачи, отображаемых имитаторами AL1, AL2 и AL3. Используя в качестве инструмента моделирования качества сети результаты изучения соединений на оконечных станциях (EOCS) и предполагая, что пользователи высокоскоростных служб передачи данных подключаются к сети с помощью коннекторов аппаратуры данных, мы вычислили значения основного поднабора дефектов в среднем (M) и для 85% полных соединений каналов коммутируемой сети. Следует отметить, что хотя мы рассматриваем канал, в котором уровень каждого дефекта составляет 85%, как канал 85%-го квантиля, это несколько пессимистично, поскольку фактически все дефекты одновременно при 85% в одном канале будут возникать менее чем в 15% времени. Тем не менее мы распределили эти значения для полного соединения между имитаторами аналоговых дефектов. Результаты этого распределения, типы дефектов передачи и значения для полного соединения представлены в таблице C-1/G.113. Обозначенные величины распределяются от среднего значения (M) для полного соединения, а величины, обозначенные "85", распределяются от значений дефектов полного соединения на уровне 85%. Теперь рассмотрение рис. C-1/G.113 можно дополнить описанием различных значений аналоговых дефектов, а также типов и количества рассматриваемого цифрового оборудования. В первой конфигурации нет АДИКМ систем, но представлены распределенные дефекты для канала из 85%. Затем в качестве дополнительного эталона мы произвели испытание шести каналов, содержащих только от 2 до 7 АДИКМ систем и без аналоговых дефектов. Еще шесть ИКМ асинхронно и последовательно включенных каналов должны были быть испытаны, если и только эти предшествующие соответствующие испытания, выполненные с помощью АДИКМ систем, дали плохие результаты. Наконец, были выполнены важные испытания от 2 до 7 АДИКМ систем (или в случае необходимости ИКМ систем) с имитацией аналоговых дефектов, соответствующих среднему (μ) и 85%-му каналу.

C.2.2 *9,6 кбит/с – дуплекс и полудуплекс*

На рис. C-2/G.113 представлены конфигурация и таблица для проведения испытаний. Экспериментальная модель полнодуплексного модема на 9,6 кбит/с по V.32 была испытана с включением аналоговых дефектов, аналогичных использованным для модема на 4,8 кбит/с. Хотя участки канала на рисунке представлены одинаково, мы проводили испытания только с 1—3 АДИКМ системами на участке большой протяженности. Смоделированный полнодуплексный режим был испытан при передаче данных по каналу обратного направления при отношении сигнал/эхо слушающего абонента, равном 12 дБ, и задержке эха слушающего абонента 25 мс в соответствии с испытаниями, о которых ранее уже сообщалось Исследовательской комиссии XVIII [4]. Для этих испытаний необходимые значения аналоговых дефектов для имитаторов представлены в таблице C-1/G.113.

Представлены также результаты трех испытаний полудуплексного модема на 9,6 кбит/с только через АДИКМ. Этот модем специально разработан для использования на коммутируемой сети общего пользования и представляет качество, ожидаемое от большинства модемов на 9,6 кбит/с, которые используются в настоящее время.

ТАБЛИЦА C-1/G.113

Условия испытаний, полученные из EOCS

	Аналог. шлейф 1	Аналог. шлейф 2	Аналог. шлейф 3	Полное соединение
Дефекты передачи	μ/85	μ/85	μ/85	M/85
Затухание (дБ)	11,0/11,4	1,1/1,7	11,0/11,4	23,0/24,5
Шум (контур взвешивания C) (дБмС)	32,0/35,6	37,5/38,5	24,0/27,6	29,4/31,0
Наклон (дБ)	1,5/3,0	0,0/0,2	1,5/3,0	2,9/6,1
Искажения группового времени задержки (мкс)	226/388	632/755	226/388	1084/1535
Продукт второго порядка (дБ)	66,0/50,2	58,4/53,8	66,0/50,2	52,7/46,3
Продукт третьего порядка (дБ)	74,0/53,0	56,9/50,3	74,0/53,0	51,7/44,3
Дрожание фазы (р-р)	0,5/0,7	1,9/3,7	0,5/0,7	3,5/5,1
Уровень (дБм)				– 27,0/28,5
Отношение сигнал/шум				31,6/28,5

Модем	Доступ	Участок большой протяженности			Выход	Модем
	Loop&AT	АДИКМ	1 LMX	n(АДИКМ)	AT&Loop	Число испыт.
V.32	85	Нет	85	Нет	85	1
9,6 кбит/с	Нет	АДИКМ	Нет	1-3 АДИКМ	Нет	3
V.32	Нет	ИКМ	Нет	1-3 ИКМ	Нет	3 AN
	μ, 85	АДИКМ	μ, 85	1-3 АДИКМ	μ, 85	24
	μ, 85	ИКМ	μ, 85	1-3 ИКМ	μ, 85	24 AN

T1201150-88

РИСУНОК C-2/G.113

Архитектура для испытания модема, работающего на скорости 9,6 кбит/с

С.2.3 *Качество передачи через АДИКМ системы на скорости 4,8 кбит/с*

Интересные результаты испытаний передачи на скорости 4,8 кбит/с представлены на рис. С-3/G.113. Показаны четыре кривые: одна пара соответствует коэффициентам ошибок в блоках по 1000 бит (BLER), а другая пара — коэффициентам ошибок по битам (BER), причем одна кривая из каждой пары — для среднего канала, а другие — для 85%-го канала EOCS. По абсциссе отсчитывается число асинхронно и последовательно включенных в соединение АДИКМ систем. В соответствии с архитектурой испытаний они нумеруются как 1 + *n*. "1" соответствует АДИКМ системе между AL1 и AL2, а "*n*" — числу АДИКМ систем между AL2 и AL3.

Рассматриваемые кривые четко показывают, что все оценки коэффициента ошибок ухудшаются с увеличением числа асинхронно и последовательно включенных АДИКМ систем и что качество передачи 85%-го канала с худшими значениями аналоговых дефектов ниже качества передачи среднего канала. Предполагается, что приемочная норма на верность передачи модема соответствует для 85%-го канала значению BER < 10^{-5} и BLER < 10^{-2}. Следовательно, для 85%-го канала по EOCS качество передачи на 4,8 кбит/с приемлемо при числе АДИКМ систем 4—5 для BLER и 3—4 для BER. Недавно полученные результаты показывают, что для некоторых модемов оценка по BER будет предельной при трех последовательно включенных АДИКМ системах, а приемлемой — только при двух. Нам, безусловно, известно, что оценка по BER является более жесткой, чем по BLER, поскольку ошибки по битам имеют тенденцию к группированию, так что качество передачи может быть значительно повышено в блочном режиме с помощью протокола обнаружения/исправления ошибок. Тем не менее мы выполнили испытания и представили оба результата, выбор между которыми будет диктоваться условиями применения по желанию пользователя.

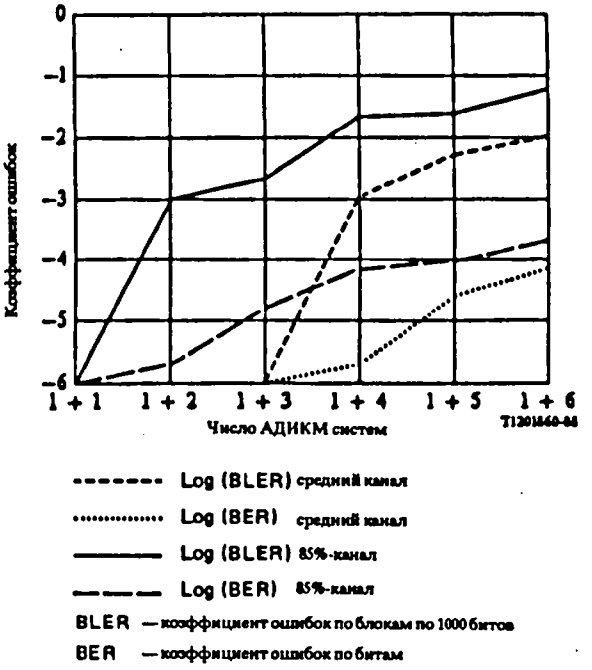


РИСУНОК С-3/G.113

Качество передачи модемов, работающих на скорости 4,8 кбит/с, при использовании АДИКМ систем (для среднего и 85%-каналов)

С.2.4 *Качество передачи через АДИКМ системы для модема типа V.32*

Результаты испытаний на стенде устройства 9,6 кбит/с по Рекомендации V.32 представлены на рис. С-4/G.113. Опять показаны четыре кривые. Как и прежде, качество передачи 85%-го канала оказалось хуже, чем среднего. По оценке BLER, для 85%-го канала предел приемлемого качества соответствует 2—3 асинхронно и последовательно включенным АДИКМ системам, а по BER число таких систем равно 0—1. Какой из этих критериев будет более подходящим, зависит от потребностей пользователя. Здесь мы наблюдаем, что увеличение стохастической составляющей в сигнале данных приводит к росту коэффициента ошибок модема. В этом случае при той же топологии использование модема на 9,6 кбит/с приводит к явному снижению качества передачи по сравнению с модемом на 4,8 кбит/с.

Интересно также проследить, оказывает ли влияние на качество передачи модема изменение расположения сегментов, имеющих худшие значения дефектов передачи. На рис. С-5/G.113 представлены три кривые BLER для модемов, соответствующих требованиям Рекомендации V.32, где 85%-дефекты приходятся на первый участок, затем на участок большой протяженности и, наконец, на выходной участок испытываемого канала; при этом другие участки имеют средние значения дефектов. Во-первых, следует отметить, что эти кривые проходят между 85%-ым каналом и средним. Затем отметим, что зависимость от расположения более серьезных дефектов передачи не слишком сильна. Худшие дефекты, располагающиеся ближе к передатчику, оказывают, по всей вероятности, более серьезное влияние на оценку по BLER, чем если бы они располагались ближе к приемнику. Это означает, что аналоговые дефекты в линиях доступа, по всей вероятности, более серьезны с точки зрения их влияния на коэффициенты ошибок модема, чем аналоговые дефекты на участке сети большой протяженности или на выходе сети. Однако наблюдаемое влияние оказывается менее жестким, по всей вероятности, по той причине, что снижение качества передачи в 85%-ом канале в действительности не намного хуже, чем в случае среднего канала.

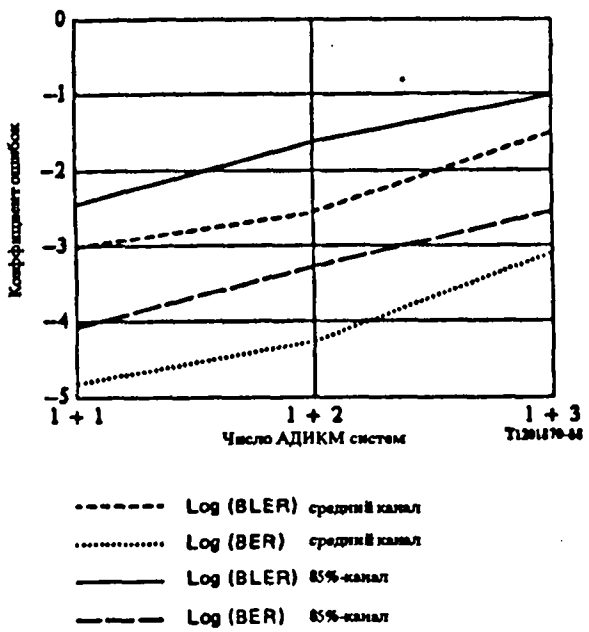


РИСУНОК С-4/G.113

Качество передачи модема типа V.32 при использовании АДИКМ системы (средний и 85%-каналы)

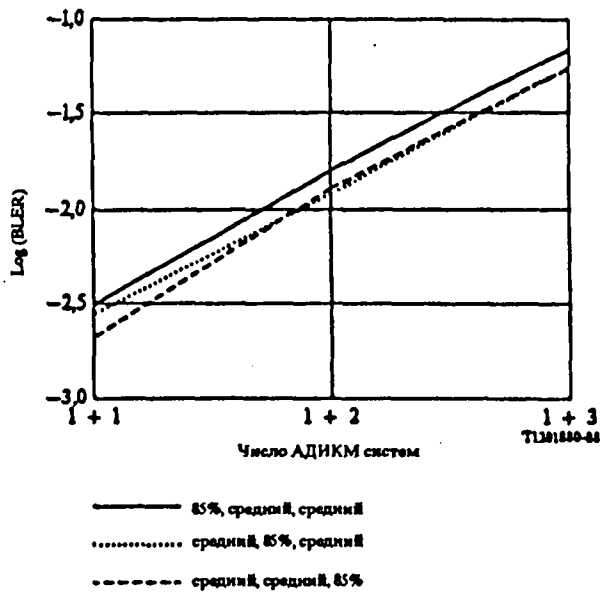


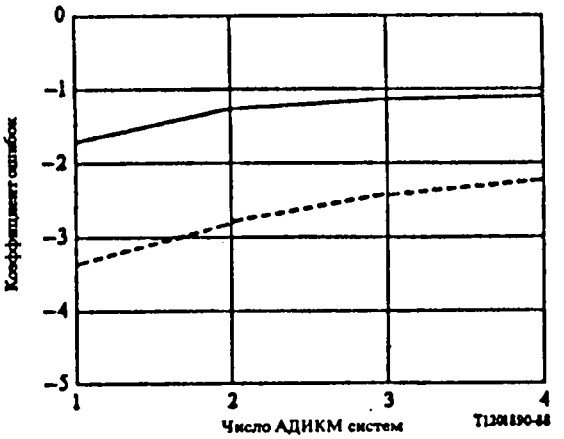
РИСУНОК С-5/G.113

Качество передачи модема типа V.32 при использовании АДИКМ системы (изучение расположения дефектов передачи)

С.2.5 *Качество передачи через АДИКМ системы на скорости 9,6 кбит/с*

В ходе последнего испытания мы рассмотрели работу еще одного модема на 9,6 кбит/с, выполненного технически более традиционно, через несколько асинхронно и последовательно включенных АДИКМ систем. Это двухпроводный модем, рекомендованный изготовителем к использованию на коммутируемой сети общего пользования при скорости передачи 9,6 кбит/с. Мы проверили качественные показатели этого модема при отсутствии аналоговых дефектов передачи в испытательном канале. В процессе испытания было установлено, что взаимодействие стартовой последовательности модема с алгоритмом АДИКМ препятствовало установлению связи между передатчиком и приемником. Поэтому пришлось запускать модем в обычном ИКМ канале, после чего врубать системы АДИКМ для наблюдения за качеством передачи. Аналогичные проблемы готовности возникают, по всей вероятности, для любого высокоскоростного модема, обучающая последовательность которого аналогична используемой для этого модема на 9,6 кбит/с.

На рис. С-6/G.113 представлены характеристики качества передачи, полученные с помощью этого модема. В отсутствие аналоговых дефектов передачи число АДИКМ систем может обозначаться просто порядковыми номерами. Оценка по BLER показывает, что качество передачи может быть удовлетворительным только в том случае, когда число АДИКМ систем равно 0 или 1. Что же касается оценки по BER, то по нашему нормальному критерию вновь представляется, что АДИКМ несовместима с хорошей работой модема. Поскольку ожидается, что многие изготовители модемов заявят, или уже заявили, о том, что двухпроводный модем предназначен для применения на коммутируемой сети общего пользования, присутствие АДИКМ систем на этих каналах будет, по всей вероятности, создавать проблемы для модемов, аналогичных испытываемому с точки зрения установления связи, модуляции и детектирования.



——— Log (BER)

------- Log (BLER)

РИСУНОК C-6/G.113

Качество передачи модема, работающего на скорости передачи 9,6 кбит/с при использовании АДИКМ системы (без аналоговых дефектов)

C.3 *Выводы*

В настоящем приложении мы сделали сообщение об архитектуре, конфигурации лабораторных приборов и результатах испытаний по определению коэффициента ошибок модемов высокоскоростной передачи данных в полосе разговорных частот по каналам, образованным асинхронно и последовательно включенными АДИКМ системами с моделируемыми аналоговыми дефектами передачи. Эти результаты в сжатой форме представлены в таблице C-2/G.113, которая показывает, что передача на скорости 4,8 кбит/с может осуществляться через большее количество асинхронно и последовательно включенных АДИКМ систем, чем в случае передачи на скорости 9,6 кбит/с. Кроме того, передача на скорости 9,6 кбит/с вообще может оказаться невозможной при оценке по BER, но иногда она все же возможна, если допустима оценка по BLER. Использование того или другого критерия зависит от потребностей пользователя.

ТАБЛИЦА C-2/G.113

Число допустимых АДИКМ систем для EOCS 85%-канала

Модем	BER = 10^{-5}	BLER = 10^{-2}
4,8 кбит/с (V.29)	3/4[a)]	4/5
V.32	0/1	2/3
9,6 кбит/с	0	0/1

[a)] Самые последние результаты показывают, что диапазон 2/4.

Библиография

[1] Draft-Proposed American National Standard 32 kbit/s ADPCM Algorithm and Line Format, Committee T1, Subcommittee T1Y1, Document No. T1Y1, LB 85—01, 28 March, 1985.

[2] CAREY, (M.B.), CHEN, (H.-T.), DESCIOUX, (A), INGLE, (J.F) and PARK, (L.I.): 1982/83 End Office Connection Syudy: Analog voice and Voiceband Data Transmission Performance Characterization of the Public Switched Network, *AT&T Bell Lab. Tech. J.*, 63, 2059, 1984.

[3] MANHIRE, (L.M) Physical and Transmission Characteristics of Customer Loop Plant, *BSTJ, 57, 1/70.*

[4] KALB, (M.) MORTON (C.H.) and SHYNK, (JU.J.): DATACAL — A Voiceband Data Communication Connection Performance Model, *Proc. of the Second International Network Planning Symposium, University of Sussex*, Brighton, UK, 21—25 March, 1983.

Рекомендация G.114

СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ ПРОХОЖДЕНИЯ В ОДНОМ НАПРАВЛЕНИИ

(Женева, 1964 г.; изменена в Мар-дель-Плате, 1968 г., Женеве, 1980 г., Малага-Торремолиносе, 1984 г., и Мельбурне, 1988 г.)

Рассматриваемые в настоящей Рекомендации величины времени представляют собой средние значения времени прохождения в двух противоположных направлениях передачи соединения. Когда противоположные направления передачи организуются по разным средам (например, по спутниковому каналу в одном направлении и по наземному — в другом), два значения времени прохождения, определяющие среднее время, могут значительно отличаться друг от друга.

1 Предельные значения для соединения

В международном телефонном соединении необходимо ограничить время прохождения между абонентами. По мере увеличения времени прохождения увеличиваются трудности для абонентов, возрастает также и скорость нарастания затруднений. Соответствующие данные приведены в библиографии [1] — [10], особенно в отношении излагаемого ниже пункта b).

Поэтому для оценки качества работы сети МККТТ *рекомендует* использовать следующие градации средних значений времени прохождения в одном направлении при наличии источников эхосигнала и соответствующих устройств уменьшения эхосигнала, таких как эхозаградители и эхокомпенсаторы:

a) от 0 до 150 мс, приемлемо;

Примечание. — Эхозаградители, которые рассматриваются в Рекомендации G.161 *Синей книги* [11], могут использоваться при значениях группового времени прохождения, не превышающих 50 мс (см. Рекомендацию G.131, § 2.2).

b) от 150 до 400 мс, допустимо при условии, что, когда среднее значение времени прохождения в одном направлении превышает 300 мс, в соединениях применяются дополнительные меры, а также при условии, что используются устройства уменьшения эхосигналов (такие как эхозаградители и эхокомпенсаторы), предназначенные для цепей с большими значениями времени прохождения;

c) свыше 400 мс, неприемлемо. Соединения, имеющие такие значения времени прохождения, должны использоваться лишь в исключительных случаях.

До тех пор, пока дополнительная обоснованная информация не даст администрациям возможности принять твердое решение относительно предельных значений допустимого времени прохождения при выборе вариантов, которые обеспечивают значения времени прохождения, не превышающие величин, указанных в пункте b), выше, они должны принимать во внимание документы, упомянутые в библиографии.

Примечание 1. — Вышеуказанные значения относятся только ко времени прохождения между двумя абонентами. Однако для других целей (например, см. Рекомендацию G.131) должно оцениваться среднее значение времени прохождения в одном направлении по тракту эхосигнала. Указанные в § 2 значения могут быть использованы в подобных оценках.

Примечание 2. — Имеются все основания говорить о том, что качество работы, обеспечиваемое эхокомпенсаторами, подключенными на обоих концах соединения с большим временем прохождения, как правило, выше, чем качество, которое обеспечивается современными типами эхозаградителей (более подробно см. в Рекомендации G.131, § 2.2).

Примечание 3. — Следует отметить, что, хотя эхозаградитель и эхокомпенсатор одного и того же соединения совместимы (они могут взаимодействовать вполне удовлетворительно), все же наиболее полную выгоду дает применение эхокомпенсаторов на обоих концах. В частности, Администрация, которая в одностороннем порядке заменяет эхозаградители эхокомпенсаторами, принесет мало пользы своим абонентам при международных соединениях, если на другом конце все еще будут оставаться эхозаградители.

Примечание 4. — Имеющиеся экспериментальные данные (приложение А) показывают, что соединения с временем прохождения, несколько превышающим 400 мс, могут быть вполне приемлемыми при условии, что применяются эхокомпенсаторы, которые удовлетворяют техническим требованиям, изложенным в Рекомендации G.165, или другие устройства уменьшения эхосигнала с эквивалентными характеристиками. Однако использование соединений с временем прохождения, превышающим 400 мс, в настоящее время не рекомендуется; оно изучается в рамках Вопроса 24/XII.

Примечание 5. — Применение оборудования, вносящего клиппирование, шумовой контраст, малое улучшение затухания эхосигнала или другие дефекты передачи, которые могут ухудшить защиту от эхосигнала (например, как это может быть в аппаратах без микротелефонных трубок, особенно в условиях меняющегося шума помещения), должны контролироваться с тем, чтобы получить приемлемое качество передачи на соединениях с временем прохождения от 150 до 400 мс. Эта проблема изучается в рамках Вопроса 11/XII.

2 Величины для цепей

При разработке общего плана соединений в рамках предельных значений, указанных в § 1, следует учитывать время прохождения в одном направлении как для национальных цепей продолжения, так и для международных цепей. Время прохождения цепей и соединений состоит из нескольких компонентов: например, из групповой задержки в кабелях и фильтрах, которые используются в модемах систем с ЧРК различных типов. Цифровая передача и коммутация также вносят свою долю в задержку. Условные планируемые величины, которые приведены в § 2.1, могут быть использованы для оценки полного времени прохождения конкретных комбинаций, составляющих цепи или соединения.

2.1 *Условные планируемые величины времени прохождения*

В качестве временных могут использоваться условные планируемые величины времени прохождения, которые приведены в таблице 1/G.114.

2.2 *Национальные цепи продолжения*

Основные магистрали национальных сетей должны состоять из линий с высокой скоростью распространения. В этих условиях время прохождения между международным центром и абонентом национальной сети, который находится на самом дальнем расстоянии от этого центра, будет следующим:

a) на полностью аналоговых сетях время прохождения, по всей вероятности, не должно превышать:

$$12 + (0{,}004 \times \text{расстояние в км}) \text{ мс.}$$

В этом случае коэффициент 0,004 основан на предположении, что национальные междугородние цепи будут организовываться по линиям с высокими скоростями распространения (250 км/мс). Постоянная 12 мс учитывает оконечное оборудование и вероятное наличие в составе национальной сети некоторого количества пупинизированных кабелей (например, три пары устройств индивидуального преобразования плюс примерно 160 км пупинизированных кабелей типа Н 88/36). Для страны средних размеров (см. рис. 2/G.103) время прохождения в одном направлении будет менее 18 мс;

b) на смешанных аналого-цифровых сетях время прохождения может, как правило, оцениваться с помощью уравнения, которое приведено для полностью аналоговых сетей. Однако при определенных неблагоприятных условиях может иметь место более высокое значение времени прохождения по сравнению с временем прохождения на полностью аналоговой сети. Это наблюдается, в частности, в том случае, когда цифровые коммутационные центры связаны с аналоговыми системами передачи с помощью последовательно включенных ИКМ/ЧРК устройств или трансмультиплексоров. По мере повышения уровня цифровизации время прохождения будет постепенно приближаться к величине, принятой для полностью цифровых сетей;

ТАБЛИЦА 1/G.114

Среда передачи	Вклад в величину времени прохождения в одном направлении	Замечания
Наземная коаксиальная кабельная или радиорелейная система; передача с ЧРК и цифровая передача	4 мкс/км	Включая задержку в усилителях и регенераторах
Волоконно-оптическая кабельная система; цифровая передача	5 мкс/км	Включая задержку в усилителях и регенераторах
Морская коаксиальная кабельная система	6 мкс/км	
Спутниковая система – высота 14 000 км – высота 36 000 км	 110 мс 260 мс	Только между земными станциями
Канальный модулятор или демодулятор с ЧРК	0,75 мс[a)]	Полусумма времени прохождения в обоих направлениях передачи
Модулятор или демодулятор канала с ЧРК с компандером	0,5 мс[b)]	
Кодер или декодер с ИКМ	0,3 мс[a)]	
Транскодирование ИКМ/АДИКМ/ИКМ	0,5 мс	
Трансмультиплексор	1,5 мс[c)]	
Цифровая транзитная станция, цифра-цифра	0,45[d)]	
Цифровая местная станция, аналог-аналог	1,5 мс[d)]	
Цифровая местная станция, аналоговая абонентская линия-цифровая соединительная линия	0,975 мс[d)]	
Цифровая местная станция, цифровая абонентская линия-цифровая соединительная линия	0,825 мс[d)]	
Эхокомпенсаторы	1 мс[e)]	

a) Эти значения учитывают искажения групповой задержки вблизи частот пиковой мощности речи и задержку аппаратуры промежуточного группообразования более высокого порядка и аппаратуры транзита.

b) Это значение относится к аппаратуре с ЧРК, предназначенной для использования с компандером и специальными фильтрами.

c) Для спутниковых цифровых соединений, в которых трансмультиплексор размещен на земной станции, это значение может увеличиваться до 3,3 мс.

d) Это средние значения: в зависимости от нагрузки трафика могут встречаться более высокие значения, например 0,75 мс (1,925 мс, 1,350 мс или 1,250 мс) при вероятности непревышения 0,95 (подробности см. Рекомендацию Q.551).

e) Эхокомпенсаторы, если они включены в линию, вносят дополнительно задержку до 1 мс в направлении передачи каждого эхокомпенсатора. Такая задержка исключает задержку каждого кодека в эхокомпенсаторе. В тракте приема эхокомпенсатора не должно быть существенной задержки.

c) на полностью цифровых сетях между коммутационными центрами (например, на сети ЦИС) время прохождения, как определено выше, по всей вероятности, не будет превышать:

3 + (0,004 x расстояние в км) мс.

Постоянная 3 мс учитывает один ИКМ кодер или декодер и пять станций с цифровой коммутацией.

Примечание. — Величина 0,004 — это среднее значение для систем передачи, организованных по коаксиальным кабелям или радиорелейными линиями; для волоконно-оптических систем передачи следует использовать величину 0,005;

d) на полностью цифровых сетях между абонентами (например, сети ЦСИС) величина времени прохождения, указанная в пункте c), выше, должна быть увеличена до 3,6 мс в случае использования передачи "залпами" (burst-mode) по двухпроводным линиям местных абонентов.

2.3 *Международные цепи*

Для организации международных цепей[1)] должны использоваться системы с высокой скоростью распространения (например, наземные кабельные или радиорелейные системы, морские или спутниковые системы передачи). Могут быть использованы величины для планирования, указанные в § 2.1.

Принимая во внимание среднее значение времени прохождения в одном направлении для цепей, организованных по системам связи через спутники на высокой орбите, желательно устанавливать определенные ограничения в отношении маршрутов их использования. Подробно эти ограничения рассматриваются в Рекомендации Q.13 [12] (см. также приложение A, ниже).

ПРИЛОЖЕНИЕ A

(к Рекомендации G.114)

Соображения, касающиеся большого времени прохождения и эха на телефонных цепях

A.1 *Введение*

Для международных соединений (см. рис. 1/G.103 или рис. 1/G.104), в состав которых входят морские кабели, максимальные значения времени прохождения (задержки) в одном направлении могут составлять порядка 170 мс. В настоящем приложении рассматриваются основные проблемы, относящиеся к национальным и международным соединениям, которые по своей природе обладают сравнительно большими задержками при прохождении в одном направлении.

Спутниковое соединение с одним скачком и даже с одним межспутниковым участком (ISL) средней протяженности вносит задержку в одном направлении передачи не более рекомендованного предельного значения 400 мс. Однако тщательный анализ возможных дополнительных задержек, обусловленных цифровой обработкой сигнала (например, TDMA, DSI, DCME, низкоскоростное кодирование на скоростях передачи 16 кбит/с и 32 кбит/с, регенерация битов, коммутация пакетов и т.п.), помимо прочих источников, приводит к мысли о том, что рекомендованный для среднего времени прохождения в одном направлении предел 400 мс может быть необоснованно ограничительным.

В свете недавних технических достижений в области уменьшения эхосигнала можно рассматривать расширение этого предела. Администрациям предлагается принимать во внимание тот факт, что исследования в этой области должны проводиться непрерывно.

---

1) На участках небольшой протяженности для передачи на короткие расстояния могут использоваться также кабели электросвязи, работающие на тональных частотах в условиях, которые описаны во введении к подразделу 5.4 выпуска III.2.

Для дальнейшего анализа этой проблемы будем считать, что в связи со средним временем прохождения в одном направлении должны быть рассмотрены два различных эффекта, а именно: снижение качества речи под влиянием эхосигнала и затруднения в разговоре, которые обусловлены собственно задержкой. Для борьбы с первым эффектом можно с успехом применять устройства уменьшения эхосигнала, то есть эхозаградители и особенно эхокомпенсаторы.

Четырехпроводные цепи обеспечивают хорошую аппроксимацию соединения, свободного от влияний эхосигнала, при предположении о минимальной акустической связи в микротелефонной трубке. В перспективе с расширением внедрения сетей ЦСИС предполагается увеличение числа используемых четырехпроводных цепей. Однако в обозримом будущем, по всей вероятности, все еще будут, хотя и в разной степени, применяться двухпроводные цепи и связанные с ними дифференциальные системы, а также другие элементы, обусловливающие возникновение эхосигнала. Таким образом, в настоящее время наиболее эффективным методом решения этой проблемы на спутниковых каналах является применение современных эхокомпенсаторов при условии, что характеристики тракта эхосигнала, которые должны моделироваться эхокомпенсатором, являются линейными и стабильными во времени либо изменяющимися очень медленно по сравнению со скоростью сходимости эхокомпенсатора.

Ниже кратко обсуждаются измерения времени прохождения, его влияние на качество цепи и реакция абонентов.

А.2 *Влияние на абонента больших значений задержки передачи*

А.2.1 *Первые испытания*

На рис. А-1/G.114 показано влияние большой задержки на затруднения, испытываемые абонентом в процессе разговора. Кривая 1 получена в результате исследований, проведенных в 1964 и 1965 годах [5, 8 и др.], когда при вводе в эксплуатацию первого спутника связи "Early Bird" были выполнены испытания на цепях между Францией, Соединенным Королевством, США и ФРГ. Эти цепи были оснащены первыми вариантами различных эхозаградителей, имели значительную величину мощности шума (порядка 20 000 пВт0п) и различные полосы частот на кабельной магистрали ТАТ-3 (230—3200 Гц) и спутниковой линии (170—3400 Гц). Кривая 1 (F/P) отражает результаты, полученные при тех же испытаниях, и соответствует оценкам абонентов "удовлетворительно" или "неудовлетворительно" (fair/poor).

Из кривой 1 можно видеть, что при задержках порядка 400 мс более 50% абонентов испытывают затруднения в процессе разговора. 40% затруднений соответствует значениям задержки порядка 300 мс. С другой стороны, число оценок "удовлетворительно" или "неудовлетворительно", данных абонентами, примерно на 15% меньше, чем количество затруднений. Это может быть обусловлено тем, что некоторые из опрошенных абонентов, несмотря на испытываемые затруднения, считают качество слышимой речи хорошим или отличным.

На основании этих наблюдений в прежних вариантах Рекомендации G.114 задержки порядка 300 мс были выбраны в качестве крайних значений с точки зрения затруднений, а задержки 400 мс — как максимально допустимые на международных телефонных соединениях.

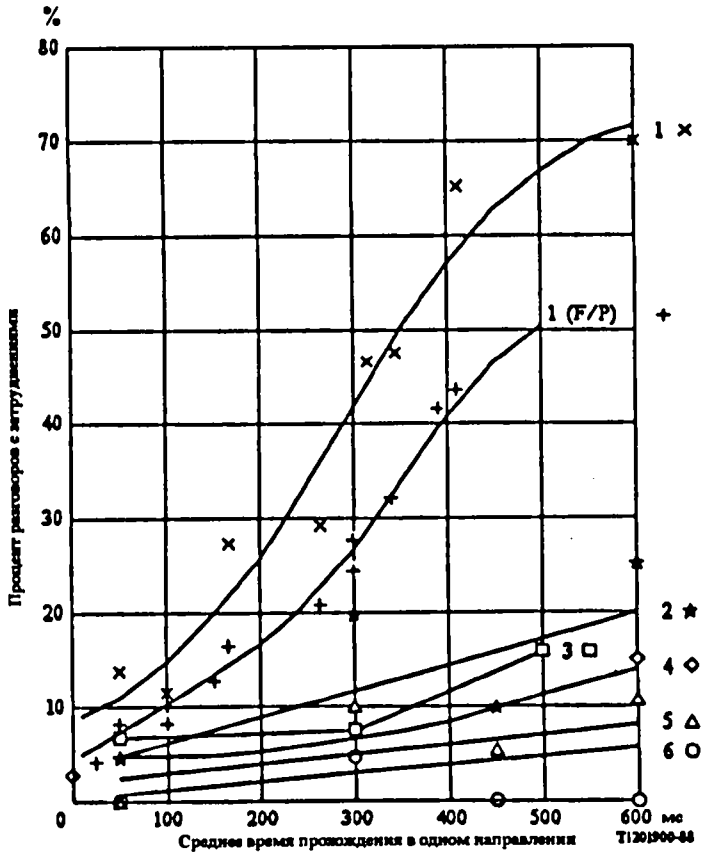
Помимо этих результатов имеются и другие, полученные еще раньше. Williams и Moye [30, 31] изучали влияние на разговор неподавленного эхосигнала на моделируемых телефонных линиях с различными значениями затухания отражения эхосигнала и с плоскими или частотно-зависимыми формами частотных характеристик трактов эхосигнала.

Кривыми 2, 5 и 6 представлены результаты для соединений с затуханием отражения эхосигнала порядка 37 дБ (частотно-зависимое), 37 дБ (плоское) и 50 дБ (плоское или частотно-зависимое). Кривая 4 отражает результаты лабораторных испытаний [32] для смоделированных соединений, оснащенных эхозаградителями и имеющих затухание отражения эхосигнала порядка 20 дБ. Результаты этих испытаний были получены для линейного, не меняющего свои характеристики во времени тракта эхосигнала.

На рис. А-1/G.114 показаны также некоторые результаты, полученные недавно на цепях с большим временем задержки, которые были оснащены современными эхокомпенсаторами и имели затухание отражения эхосигнала порядка 18 дБ [29] (см. § А.2.3).

Из кривых 2—6 (в которых использовались лучшие методы уменьшения эхосигнала или большие значения затухания отражения эхосигнала) можно видеть, что влияния больших задержек на затруднения, возникающие в процессе разговора, оказываются гораздо меньшими, чем показанные на кривой 1, при получении которой применялись эхозаградители старых типов.

Другие исследования, кратко изложенные в [33], результаты которых были получены на цепях только с собственно задержкой (то есть на четырехпроводных цепях, свободных от влияния эхосигналов), показывают, что средние значения времени прохождения в одном направлении до 600 мс не оказывали существенного влияния на субъективные оценки телефонных абонентов.



Условия проведения испытаний:

№ кривой	Способ уменьшения эхо	Тип испытания	Балансное затухание эхо (дБ)	Шум линии	Шум помещения [дБ (А)]	Библиография
1	Эхозаградитель	Международные линейные испытания (1964/65 гг.)		20 000 пВт0п	–	/5, 8/
2	–	Лабораторные испытания (1970 г.)	37 (частотно-зависимое)	– 61,5дБмп	50	/30, 31/
3	Эхокомпенсатор	Национальные линейные испытания (1967 г.)	18	–	–	/29/
4	Эхозаградитель	Лабораторные испытания (1970 г.)	> 20	– 50 дБм0п	50	/32/
5	–	Лабораторные испытания (1970 г.)	37 (плоское)	– 61,5дБмп	50	/30, 31/
6	–	Лабораторные испытания (1970 г.)	50	– 61,5дБмп	50	/30, 31/

РИСУНОК A-1/G.114

Влияние больших значений среднего времени прохождения в одном направлении на затруднения, возникающие в процессе разговора

А.2.2 *Последующие испытания*

На основе дальнейших технических достижений, конструктивных разработок и улучшения рабочих характеристик эхокомпенсаторов [16—19] были проведены эксперименты Helder и Lopiparo [20], Di Biaso [21], Post и Silverthorn [22] и другими, в результате которых были сделаны субъективные оценки качества работы эхозаградителей и эхокомпенсаторов на спутниковых и наземных цепях в США, Канаде и других национальных сетях спутниковой связи.

Helder и Lopiparo [20] сообщили о результатах испытаний, проведенных в США на ряде наземных и спутниковых цепей с полускачком[2)] и с одним скачком в течение 1976 и 1977 годов. В основу работы Dibiaso [21] положено изучение испытаний и субъективных оценок методов уменьшения эхосигнала, выполненных в 1975—1977 годах Американской телефонно-телеграфной компанией (ATT) и другими организациями на национальной спутниковой сети США (COMSTAR) с использованием традиционных аналоговых эхозаградителей (ES), цифровых эхозаградителей (DES) [23] и экспериментальных эхокомпенсаторов (EC) [24—25] на наземных соединениях и на спутниковых соединениях с полускачком, одним и двумя скачками, соответственно. Подробное рассмотрение результатов этих испытаний изложено в [26]. Результаты этих испытаний, представленные в виде процента разговоров с оценкой "неприемлемы" для вышеупомянутых различных случаев обобщены на рис. А-2/G.114. Эта диаграмма показывает улучшение, которое может быть достигнуто благодаря применению цифровых эхозаградителей и эхокомпенсаторов на спутниковых соединениях с полускачком и с одним скачком, соответственно; в обоих случаях качество передачи практически эквивалентно качеству передачи по наземным цепям с эхозаградителями. По существу, аналогичные выводы были сделаны и для случаев с несколько иными критериями качества: например, процент вызовов, заканчивающихся преждевременно или требующих повторного соединения или вмешательства телефонистки.

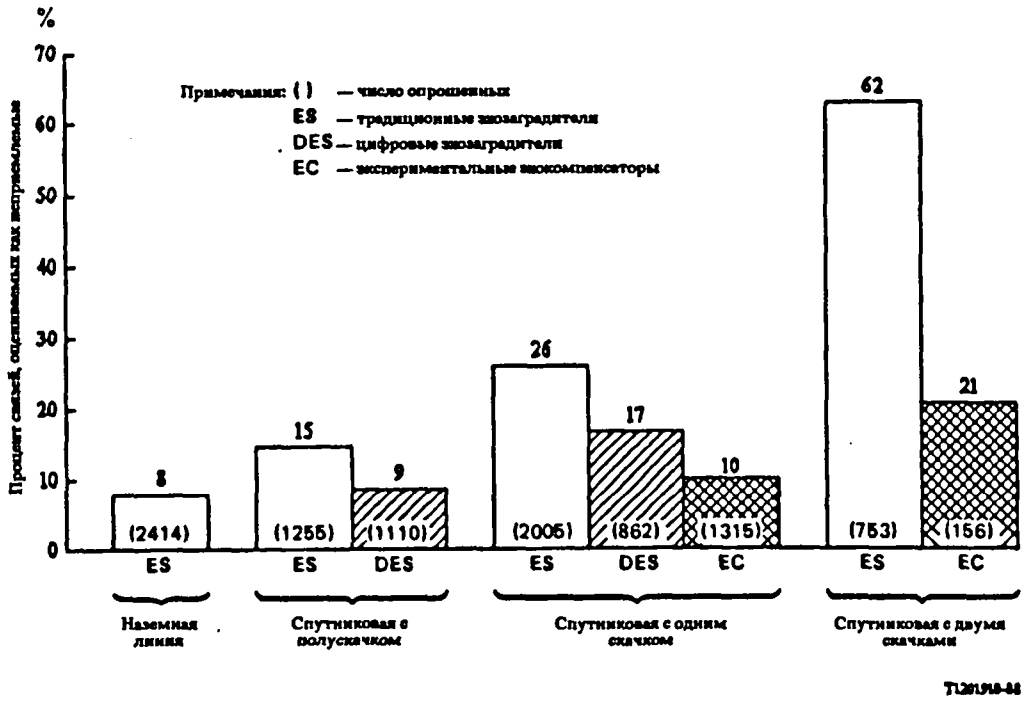


РИСУНОК А-2/G.114

Результаты сравнения методов уменьшения эха по оценкам пользователей национальной спутниковой системы

[2)] Соединение с полускачком относится к ситуации, когда связь в прямом направлении осуществляется через спутник, а в обратном – по наземной линии (или наоборот).

В 1978 году Post и Silverthorn [22] выполнили оценку девяти экспериментальных условий, характеризующихся принципиально разными методами уменьшения эхосигнала, на канадской спутниковой сети (транскаадская телефонная система, TCTS) и на некоторых наземных линиях. Часть полученных результатов, показывающих проценты субъективных оценок качества наземных и спутниковых линий, оснащенных эхокомпенсаторами и эхозаградителями (S/EC и S/ES): отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно, представлена на рис. A-3/G.114. На рис. A-4/G.114 обобщены результаты серии испытаний, аналогичной выполненной на национальных и международных спутниковых и наземных сетях [22]. Они показывают почти полную эквивалентность качества спутниковых цепей, оснащенных эхокомпенсаторами, и наземных цепей большой протяженности, оснащенных эхозаградителями. Эти результаты показывают также, что качество работы спутниковых линий, оснащенных эхозаградителями, хуже, чем оснащенных эхкомпенсаторами. Следовательно, для спутниковых цепей применение эхозаградителей не считается оптимальным и рекомендуется применение только эхокомпенсаторов. Что же касается наземных цепей, то здесь улучшение, обеспечиваемое эхокомпенсаторами, не является совершенно необходимым, в связи с чем по экономическим соображениям на наземных цепях применение эхозаградителей все еще можно считать оправданным.

Вышеприведенные наблюдения подтверждают вывод о том, что затруднения, испытываемые абонентами, которые пользуются спутниковыми сетями, обусловлены, в первую очередь, воздействием эха при большой задержке. Этот дефект может быть существенно уменьшен благодаря применению эхокомпенсаторов, которые позволяют добиться качества работы спутниковых линий с одним скачком, эквивалентного качеству наземных линий [27–28].

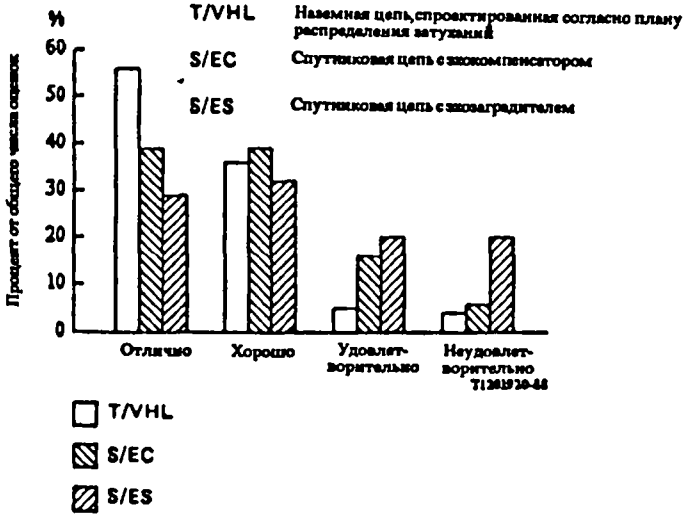


РИСУНОК A-3/G.114

Распределение оценок для линии Торонто–Галифакс

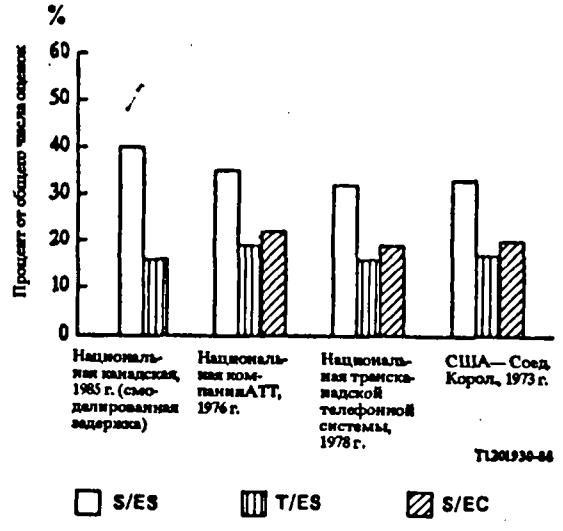


РИСУНОК A-4/G.114

Оценка по методу мнений пользователей для спутниковых цепей за период 1965–1978 годов

A.2.3 *Недавние и будущие исследования*

В 1987 году корпорацией COMSAT (США) была проведена серия испытаний с целью определения эффективности применения эхокомпенсаторов на наземных и спутниковых цепях, для чего использовались эхокомпенсаторы, отвечающие требованиям Рекомендации G.165, а также процедуры опроса согласно приложению A Рекомендации P.77. Подробности, относящиеся к упомянутым исследованиям, недавно были изложены в [29], а результаты обобщены на кривой 3 рис. A-1/G.114, которая показывает процент затруднений в зависимости от среднего времени прохождения в одном направлении. В качестве эталона была взята задержка 45 мс для передачи по наземной цепи в одном направлении и была произведена оценка влияния возрастания задержки до 300 мс и 500 мс для наземных и спутниковых линий.

На основании результатов, полученных корпорацией COMSAT, был сделан вывод, что нет существенных различий между "процентами затруднений" при задержках 45 мс и 300 мс. При задержке же 500 мс процент затруднений практически удваивается (с 7,3% до 15,8%), но это все же гораздо меньше, чем ранее полученные результаты, которые превышали 60% [13].

Вышеизложенные результаты подтверждают мнение о том, что можно считать приемлемыми задержки, несколько превышающие 400 мс, при условии применения эхокомпенсаторов, которые отвечают Рекомендации G.165, либо других устройств уменьшения эхосигнала с эквивалентными качественными показателями. Это позволяет применять обработку сигналов и межспутниковые линии (ISL) с умеренным угловым разнесением, не вызывая существенного или заметного снижения качества.

Дальнейшие испытания, измерения и субъективные оценки качества работы современных спутниковых связей при использовании новейших эхокомпенсаторов должны оказать помощь в определении возможности и достижимости улучшений (если они вообще возможны) рассмотренных результатов.

A.3 *Выводы*

Наилучшим способом анализа снижения качества передачи на цепях с большими задержками является раздельное рассмотрение ухудшений, обусловленных наличием эха, и субъективных затруднений, обусловленных собственно задержкой. Как показывают рассмотренные выше испытания, совершенно очевидно, что эхозаградители (с фиксированной чувствительностью к перебоям) при применении на спутниковых цепях менее эффективны, чем эхокомпенсаторы. Эффективность эхокомпенсаторов с точки зрения уменьшения влияния эхосигнала и соответствующего снижения качества передачи достаточно велика, чтобы обеспечить высокое или приемлемое качество работы спутниковой цепи с большой задержкой. Качество эхокомпенсаторов и соответствующих спутниковых цепей продолжает улучшаться. При этих условиях основное снижение качества передачи связано с собственно задержкой.

Ряд недавно опубликованных работ и неослабевающий интерес к рассматриваемой проблеме показывает возможность разработки и применения еще более совершенных и эффективных эхокомпенсаторов. Возможно также изготовление эхокомпенсаторов на базе СБИС; ожидается, что это приведет к существенному снижению стоимости оснащения эхокомпенсаторами телефонных цепей с большими задержками передачи. Таким образом, ожидается, что благодаря применению таких устройств значительно бóльшие значения времени прохождения на международных соединениях не будут вызывать существенного снижения качества работы каналов или эффективности, как это случалось ранее, без устройств уменьшения эхосигнала или с эхозаградителями с фиксированной чувствительностью к перебоям. Показано, что правильное применение эхокомпенсаторов действительно позволяет обеспечить на международных или национальных спутниковых цепях практически такое же качество, что и на наземных телефонных соединениях. Эти результаты относятся только к электрическому эху, так что для определения влияния акустического эха требуются дополнительные исследования (см. примечание 5 к Вопросу 27/XII).

Библиография

[1] *Красная книга* МККТТ, том V *бис*, приложение E (США), МСЭ, Женева, 1965 г.

[2] *Там же*, приложение F (Соединенное Королевство).

[3] *Там же*, приложение 4 к Вопросу 6/XII (Италия).

[4] *Красная книга* МККТТ, том V, Дополнения № 1 — № 6, МСЭ, Женева, 1985 г.

[5] BARSTOW (J.M.): Results of User Reaction Tests on Communication via Early Bird Satellite, *Progress in Astronautic Aeronautics*, 19, Acadimic Press, New York and London, 1966.

[6] HELDER (G.K.): Customer Evaluation of Telephone Circuits with Delay, *Bell System Technical Journal*, 45, September 1966, pp. 1157—1191.

[7] RICHARDS (D.L.): Transmission Performance of Telephone Connections Having Long Propagation Times, *Het P.T.T.-Bedriff*, XV, No. 1/2, May 1967, pp.12—24.

[8] KARLIN (J.E.): Measuring the Acceptability of Long-Delay Transmission Circuits used During the Early Bird Transatlantic Tests in 1965, *Het P.T.T.-Bedriff*, May 1967, pp. 25—31.

[9] De JONG (C.): Observations on Telephone Calls Between the Netherlands and the U.S.A., *Het P.T.T.-Bedriff*, May 1967, pp. 32—36.

[10] HUTTER (J.): Customer Response to Telephone Circuits Routed via a Synchronous-Orbit Saellite, *P.O.E.E.J.*, Vol. 60, October 1967, p. 181.

[11] Рекомендация МККТТ "Определения, относящиеся к эхозаградителям, и характеристики дифференциального полукомплекта эхозаградителя на дальнем конце", *Синяя книга*, том III, Рек. G.161, МСЭ, Женева, 1965 г.

[12] Рекомендация МККТТ "Международный план маршрутирования", том VI, Рек. Q.13.

[13] Рекомендация МККТТ "Среднее время прохождения в одном направлении", *Красная книга*, том III, Рек. G.114, МСЭ, Малага-Торремолинос, 1984 г.

[14] Отчет МККР "Влияния задержки в службе, организованной через стационарный спутник", том IV, стр.29—37, Отчет 383-4, МСЭ, Женева, 1982 г.

[15] DECKER (H.): Die fur lange Fernsprechleitungen Zulassige Ubertragungszeit, *Europaischer Fernsprechdienst*, 19832, Heft No. 8, 1931, pp. 133—135.

[16] SONDHI (M.M.): An Adaptive Echo Canceller, *Bell Systems Technical Journal*, Vol. 46, March 1967, pp. 497—511.

[17] CAMPANELLA (S.J.), SUYDERHOUD (H.G.) and ONUFRY (M.): Analysis of an Adaptive Impulse Response Echo Canceller, *COMSAT Technical Review*, Vol. 2, No. 1, Spring 1972, pp. 1—36.

[18] SUYDERHOUD (H.G.), CAMPANELLA (S.) and ONUFRY (M.): Results and Analysis of Worldwide Echo Canceller Field Trial, *COMSAT Technical Review*, Vol. 5, No. 2, Fall 1975, pp. 253—273.

[19] HORNA (O.A): Echo Canceller with Adaptive Transversal Filter Utilizing Pseudo-logarithmic Coding, *COMSAT Technical Review*, Vol. 7, No. 2, Fall 1977, pp. 393—428.

[20] HELDER (G.K.) and LOPIPARO (P.C.): Improving Transmission on Domestic Satellite Circuits, *Bell Laboratories Record*, Vol. 55, No. 8, October 1977, pp. 202—207.

[21] DIBIASO (L.S.): Satellite User Reaction Tests: A Subjective Evaluation of Echo Control Methods, *National Telecommunications Conference Record*, Vol. 3, 1979, pp. 48.6.1—48.6.6.

[22] POST (J.A.) and SILVERTHORN (R.D.): Results of a Subjective Comparison of Echo Control Devices in Terrestrial and Satellite Trunks, *National Telecommunications Conference Record*, Vol. 3, 1979, pp. 48.4.1 — 48.4.5.

[23] МККТТ Вклад № 86 Исследовательской комиссии XV (приложение II к Вопросу 10/XV), январь 1978 г.

[24] DUTTWEILER (D.L.): A twelve-channel digital echo canceller, *IEEE Transactions on Communications*, Vol. COM-26, No. 5, May 1978.

[25] Рекомендация G.165 МККТТ по эхокомпенсаторам.

[26] МККТТ Вклад № 165 Исследовательской комиссии XII (также Вклад № 112 Исследовательской комиссии XV), июнь 1979 г.

[27] МККТТ Вклад № 65 Исследовательской комиссии XVI, исследовательский период 1973—1976 гг.

[28] МККТТ Вклад № 154 Исследовательской комиссии XII, апрель 1979 г.

[29] МККТТ Вклад № 177 Исследовательской комиссии XII — Рабочая группа XII/3, июнь 1987 г.

[30] WILLIAMS (G.): Subjective Evaluation of Unsuppressed Echo in Simulated Long Delay Telephone Communications. *Proc. 5th Internat. Sympos. Human Factors in Telecommun.*, London, 1970, paper 2.2.

[31] WILLIAMS (G.) and MOYE (L.S.): Subjective evaluation of unsuppressed echo in simulated long-delay telephone communications. *Proc. IEE* 118 (1971), No. 3/4, pp. 401—408.

[32] HUTTER (J.): The effect of echo suppressors and echo return loss on the performance of circuits having a long propagation time. *Post Office Research Department Report* No. 153, 1970.

[33] МККТТ Вклад № 199 Исследовательской комиссии XII, исследовательский период 1984—1988 гг.

Литература

SETZER (R.): Echo Control for RCA Americom Satellite Channels, *RCA Engineer*, Vol. 25, No. 1, June—July 1979, pp. 72—76.

YAMAMOTO (S.) *et al.*: Adaptive Echo Canceller with Linear Predictor, *Trans. Inst. Electron. Commun. Eng.. Japan*, Vol. E62, No. 12, December 1979, pp. 851—857.

WEHRMANN (R.), VAN DER LIST (J.) and MEISSNER (P.): Noise-Insensitive Compromise Gradient Method for the Adjustment of Adaptive Echo Cancellor, *IEEE Trans. Communication*, Vol. COM-28, No. 5, May 1980, pp.753—759.

CAVANAUGH (J.R.), HATCH (R.W.) and NEIGH (J.L.): Model for the Subjective Effects of Listener Echo on Telephone Connections, *Bell Systems Technical Journal*, Vol. 59, No. 6, July—August 1980, pp. 1009—1060.

SONDHI (M.M.) and BERKLEY (D.A.): Silencing Echoes on the Telephone Network, *Proc. IEEE*, Vol. 68, No. 8, August 1980, pp. 948—963.

DUTTWEILER (D.L.): Bell's Echo-Killer Chip, *IEEE Spectrum*, Vol. 17, No. 10, October 1980, pp. 34—37.

MEISSNER (P.), WEHRMANN (R.) and VAN DER LIST (J.): Comparative Analysis of Kalman and Gradient Methods for Adaptive Echo Cancellation, *AEU Arch Electron Uebertrag Electron Commun.*, Vol. 34, No. 12, December 1980, pp. 485—492.

HORNA (O.A.): Extended Range Echo Cancellers, *Proceedings of IEEE SOUTHEASTCON Regional Conf.* 81, Huntsville, 5–8 April 1981, pp. 846–853.

FURUYA (N.) *et al.*: High Performance Custom VLSI Echo Canceller, *IEEE International Conference on Communications*, Chicago, 23–26 June 1985, pp. 46.1.1–46.1.7.

ITO (Y.), MARUYAMA (Y.) and FURUYA (N.): An Acoustic Echo Canceller for Teleconferencing, *ibid*, pp. 1498–1502.

CIOFFI (J.M.) and KAILATH (T.): An Efficient, RLS, Data Driven Echo Canceller for Fast Initialization of Full-Duplex Data Transmission, *ibid*, pp. 1503–1507.

Рекомендация G.117

АСИММЕТРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ЗЕМЛИ. АСПЕКТЫ ПЕРЕДАЧИ (ОПРЕДЕЛЕНИЯ И МЕТОДЫ)

(Женева, 1980 г.; изменена в Малага-Торремолиносе, 1984 г., и Мельбурне, 1988 г.)

1 Цель

В настоящей Рекомендации приводится полный комплект измерений, обязательных для различных параметров симметрии для двух- и четырехполюсников. Эти измерения должны выполняться либо в условиях эксплуатации, либо в заводских условиях с помощью сравнительно простых измерительных приборов (например, стандартных генераторов передачи, измерителей уровня) и специального измерительного моста. Измерительные устройства, предназначенные для оценки степени асимметрии, рассматриваются в Рекомендации O.121 [1], соответствующей настоящей Рекомендации.

Определения и методы таковы, что результаты, полученные при раздельных измерениях (или нормировании) элементов аппаратуры (например, питающие мосты, кабельные пары, НЧ входы аппаратуры индивидуального преобразования, и т.п.), могут сознательно комбинироваться, хотя необязательно простым сложением децибелов. Это позволяет прогнозировать показатели последовательного соединения таких элементов или по крайней мере определять предельные значения, характеризующие это качество. Качество здесь означает те свойства, на которые влияет асимметрия, например, уровень импульсной помехи, чувствительность к продольным влияниям, защищенность от переходного разговора и т.п.

2 Принципы системы параметров

В литературе, относящейся к асимметрии относительно земли, используется большое количество различных терминов; одни из них противоречивы, другие — неадекватны. Описательные названия величин, приведенных в настоящей Рекомендации, основаны на следующих принятых здесь принципах:

a) *Преобразование* способов воздействия, например, плохая (несимметричная) нагрузка будет вызывать появление нежелательного поперечного сигнала при воздействии продольного сигнала. Мера этого явления в данном случае называется *коэффициентом продольного преобразования*, а когда выражается в единицах передачи — *затуханием продольного преобразования*, или LCL.

b) При рассмотрении четырехполюсника, в котором, например, возбуждение одной пары зажимов создает сигнал на другой паре зажимов, в обозначение будет входить слово *передача*, например, *коэффициент передачи продольного преобразования* и соответствующее *затухание*, LCTL.

c) Полное сопротивление продольного тракта, создаваемое измеряемым объектом, является ключевым параметром. Термин *коэффициент полного продольного сопротивления* и соответствующее ему выражение в децибелах — *затухание полного продольного сопротивления* используются для характеристики определяемого конкретного измерения.

d) Активные устройства, которые являются источниками сигналов (например, генераторы, выходные зажимы усилителя), дополнительно характеризуются величиной нежелательного продольного сигнала, который имеет место на выходе. Здесь вводится ключевое слово *выход*; оно дает *продольное напряжение на выходе* и соответственно *продольный уровень на выходе*. Когда такие нежелательные сигналы выражаются как часть полезного (поперечного) сигнала, ключевым выражением будет *коэффициент симметрии выходного сигнала*; его выражение в децибелах дает *симметрию выходного сигнала*.

e) Устройства, которые постоянно реагируют на сигналы (например, измерители уровня, входные зажимы усилителя) и которые в принципе могут отвечать на нежелательные продольные сигналы благодаря своим внутренним свойствам (то есть если их входные сопротивления хорошо отсимметрированы), характеризуются показателями, содержащими слова *помеха на входе*. К ним относятся *коэффициент продольной помехи на входе* и соответствующее выражение в децибелах *затухание продольной помехи на входе*. Сохраняется давно установленный и определенный термин *коэффициент подавления синфазной составляющей*. Следует избегать применения термина *коэффициент чувствительности*, поскольку он широко используется в Директивах [2] и в работе Исследовательской комиссии V в специальном значении.

f) При рассмотрении четырехполюсника сигналы на входе и выходе могут быть неодинаковыми, например, они могут иметь разные уровни, частоты (модемы с ЧРК) или структуры (аппаратура группообразования с ИКМ). Эти аспекты следует учитывать при формулировании предложений для испытываемого элемента.

g) В случае приемных устройств, действие которых не определяется линейной непрерывной функцией уровня входного сигнала (например, измеритель групповой задержки или модем данных), ключевым понятием является *пороговый* уровень помехи; это уровень, при котором или выше которого имеет место недопустимая величина снижения качества работы или неправильная работа. Таким образом, мы получаем *пороговое напряжение продольной помехи* и соответствующий *уровень*.

3 Краткий перечень используемых описательных терминов

3.1 *Двухполюсники*

a) Поперечный коэффициент отражения (поперечное затухание несогласованности: TRL),

b) коэффициент поперечного преобразования (затухание: TCL),

c) коэффициент продольного преобразования (затухание: LCL),

d) коэффициент полного продольного сопротивления (затухание: LIL),

e) поперечное напряжение на выходе (уровень: TOL),

f) продольное напряжение на выходе (уровень: LOL).

(Напряжения e) и f) — нежелательные сигналы, не коррелированные с полезными сигналами.)

3.2 *Четырехполюсники*

3.2.1 *Раздельные измерения*

К каждой паре зажимов, рассматриваемой раздельно, применимы следующие показатели для двухполюсников:

a) поперечные коэффициенты отражения (поперечное затухание несогласованности: TRL),

b) коэффициент поперечного преобразования (затухание: TCL),

c) коэффициенты продольного преобразования (затухания: LCL),

d) коэффициенты полного продольного сопротивления (затухания: LIL),

e) поперечное напряжение на выходе (уровни: TOL),

f) продольное напряжение на выходе (уровни: LOL).

3.2.2 *Комбинированные измерения*

Кроме того, для каждого направления передачи используются следующие параметры передачи:

a) коэффициенты поперечной передачи (затухания: TTL),

b) коэффициенты передачи поперечного преобразования (затухания: TCTL),

c) коэффициенты продольной передачи (затухания: LTL),

d) коэффициенты передачи продольного преобразования (затухания: LCTL).

3.3 *Генераторы сигналов*

a) Коэффициент симметрии выходного сигнала (затухания: OSB).

Этот показатель является дополнительным к шести показателям, которые приведены для двухполюсников в § 3.1.

3.4 *Приемники сигналов*

a) Коэффициент продольной помехи на входе (затухание: ILIL),

b) пороговое напряжение (уровень) продольной помехи.

Эти показатели являются дополнительными к шести показателям, которые приведены для двухполюсников в § 3.1. Если полезный сигнал является продольным (например, как в системе сигнализации), а мешающее напряжение — поперечным, то в описательных терминах слово "*продольный*" надо заменить словом "*поперечный*".

4 Определения и методы измерения, основанные на идеализированных измерительных устройствах

Иллюстрируемые примерами определения, приводимые в настоящем разделе, предполагают применение идеальных измерительных мостов (с катушками с отводом от средней точки без потерь и с бесконечной индуктивностью), генераторов напряжения с нулевым внутренним сопротивлением и вольтметров с бесконечным входным сопротивлением.

Эта группа взаимно совместимых измерений характеризуется очень важной особенностью, которая заключается в том, что измерительный мост обеспечивает одновременно определяемые эталонные нагрузочные сопротивления Z Ом для поперечных трактов и $Z/4$ Ом — для продольных. Исходя из этого, можно с помощью соответствующих измерений определить качество работы каскадно включенных элементов, учитывая то обстоятельство, что эти элементы, как правило, не обладают эталонными полными сопротивлениями, которые имеют место в условиях измерения.

При наличии безреактивных эталонных полных сопротивлений математические вычисления упрощаются, что также согласуется с важной целью — обеспечением возможности использования легкодоступной измерительной аппаратуры для получения результатов измерения в эксплуатационных и заводских условиях.

Блок-схема используемого идеального измерительного моста, речь о котором идет на последующих страницах, приведена на рис. 1/G.117.

Поперечный и продольный источники E_T и E_L включаются в соответствии с требованиями конкретного измерения. В некоторых случаях (рис. 6/G.117) не включается ни один из источников и тогда измерительный мост дает только пассивные нагрузочные сопротивления Z и $Z/4$.

Примечание. — По классической теории передачи следовало бы определять эти параметры в единицах половины э.д.с. разомкнутой цепи. Однако для согласования с Рекомендацией O.121 в настоящей Рекомендации используется V_{T1}. Если входное сопротивление испытываемого устройства номинально равно входному сопротивлению подключаемого устройства, то оба эти метода будут эквивалентны друг другу.

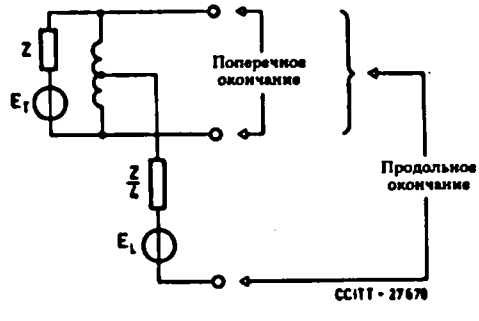
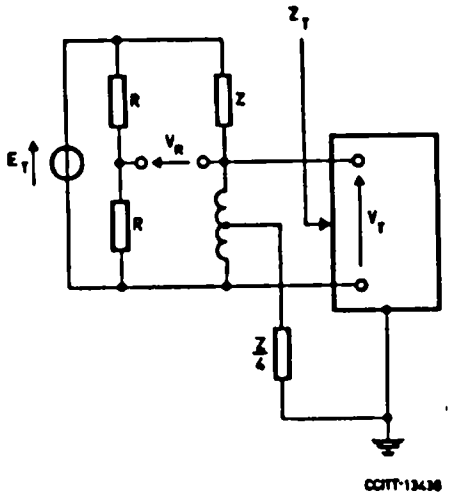


РИСУНОК 1/G.117

4.1.1 *Поперечный коэффициент отражения (затухание несогласованности)* (см. рис. 2/G.117)



Поперечный коэффициент отражения $\rho = \frac{Z - Z_l}{Z + Z_l} = \frac{\text{отражен. напряжение}}{\text{прямое напряжение}} = \frac{2V_R}{E_l}$

и

Поперечное затухание несогласованности $(\mathrm{TRL}) = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{\rho} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_T}{2V_R} \right|$ дБ.

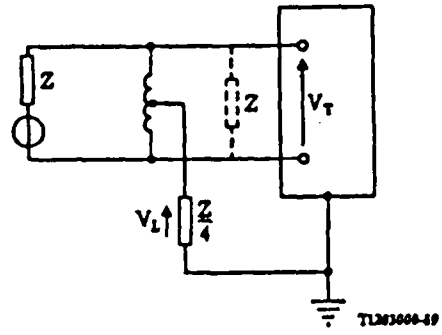
Примечание 1. – Теоретически значение R может быть любым. Делитель генератора с нулевым внутренним сопротивлением требуется только для получения половины напряжения, что численно равно прямому напряжению, которое соответствует определению.

Примечание 2. – Обычные мосты для измерения затухания несогласованности не нагружают продольный тракт сопротивлением $Z/4$. Это не имеет значения, когда затухание несогласованности примерно на 20 дБ меньше, чем затухание продольного преобразования измеряемого объекта. В этом случае величина отраженной мощности существенно превышает мощность в продольном тракте, так что погрешность будет пренебрежимо мала.

Примечание 3. – Если Z_T известно, то ясно, что $\rho = 1 - \frac{2V_T}{E_T}$ не требуется. Если измеряется V_T, то ρ можно вычислить по выражению $\rho = 1 - \frac{2V_T}{E_T}$, которое однако, неудобно для больших значений затухания несогласованности.

РИСУНОК 2/G.117

4.1.2 *Коэффициент (затухание) поперечного преобразования* (см. рис. 3/G.117)



Коэффициент поперечного преобразования, $k = \frac{V_L}{V_T}$

и

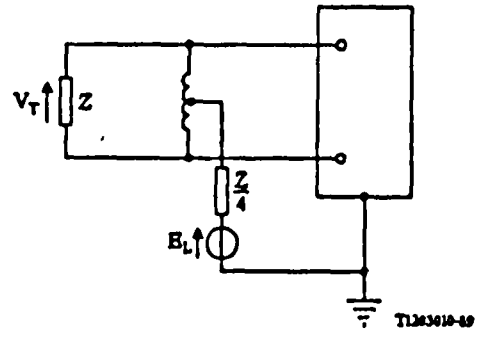
Затухание поперечного преобразования $(TCL) = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{k} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{V_T}{V_L} \right|$ дБ.

Примечание 1. – В случае линейного пассивного обратимого объекта показатель TCL равен половине коэффициента продольного преобразования *c*. Однако это соотношение не будет справедливым для других объектов.

Примечание 2. – Элемент, изображенный контурной линией, требуется для двухполюсника, который только подсоединяется к цепи передачи.

РИСУНОК 3/G.117

4.1.3 *Коэффициент (затухание) продольного преобразования* (см. рис. 4/G.117)



Коэффициент продольного преобразования, $c = \frac{V_T}{E_L}$

и

Затухание продольного преобразования $(LCL) = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{c} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{V_T} \right|$ дБ.

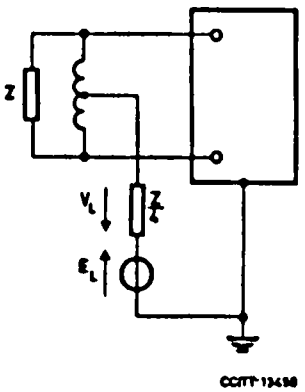
Примечание 1. – Этот показатель в других Рекомендациях называется по-разному:

a) продольная симметрия
b) степень асимметрии
c) асимметрия
d) степень продольной симметрии
e) затухание асимметрии
f) асимметрия полного сопротивления по отношению к земле.

Примечание 2. – Коэффициент продольного преобразования применим к любому двухполюснику, даже к тем, которые являются источниками сигналов (например, выходные зажимы генератора). В подобных случаях поперечное напряжение V_T должно измеряться селективно, если требуется измерить это затухание для работающего генератора сигналов. См. § 5.2.

РИСУНОК 4/G.117

4.1.4 *Коэффициент (затухание) продольного полного сопротивления* (см. рис. 5/G.117)



Коэффициент полного продольного сопротивления, $q = \frac{E_L}{V_L}$

и

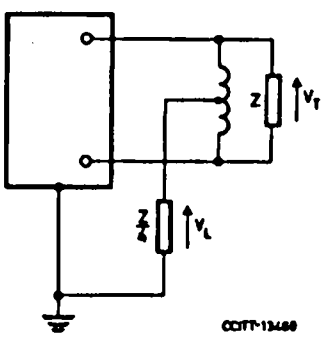
Затухание полного продольного сопротивления (LIL) $= 20 \log_{10} |q| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{V_L} \right|$ дБ.

Примечание 1. – Это дополнительный показатель, который требуется для прогнозирования качества работы каскадно включенных элементов.

Примечание 2. – Если измеряемые объекты являются фактически незаземленными (например, портативное измерительное устройство с двойной изоляцией, не связанное с землей), то значение V_L будет очень малым, а соответствующий коэффициент (и затухание) – очень большим. В таких случаях связь между продольным и поперечным трактами будет очень малой, а ее влияние – незначительным.

РИСУНОК 5/G.117

4.1.5 *Поперечное и продольное напряжения (уровни) на выходе* (см. рис. 6/G.117)



Поперечное напряжение на выходе $= V_T$

Поперечный уровень на выходе (TOL) $= 20 \log_{10} \left| \frac{V_T}{1 \text{ volt}} \right|$ дБВ.

Продольное напряжение на выходе $= V_L$

Продольный уровень на выходе (LOL) $= 20 \log_{10} \left| \frac{V_L}{1 \text{ volt}} \right|$ дБВ.

Примечание 1. – Эти показатели относятся к нежелательным сигналам, некоррелированным с полезным сигналом. Например, система сигнализации постоянным током в продольном тракте может создавать нежелательные поперечные сигналы. Аналогичным образом выход усилителя может создавать нежелательный продольный шумовой сигнал или кабельная пара может создавать нежелательные продольные сигналы, обусловленные индукцией или излучением.

Примечание 2. – Могут использоваться также эталонные напряжения иные, чем 1 В, например, 0,775 В для 1 мВт на сопротивлении 600 Ом (обозначается в дБ [3]).

РИСУНОК 6/G.117

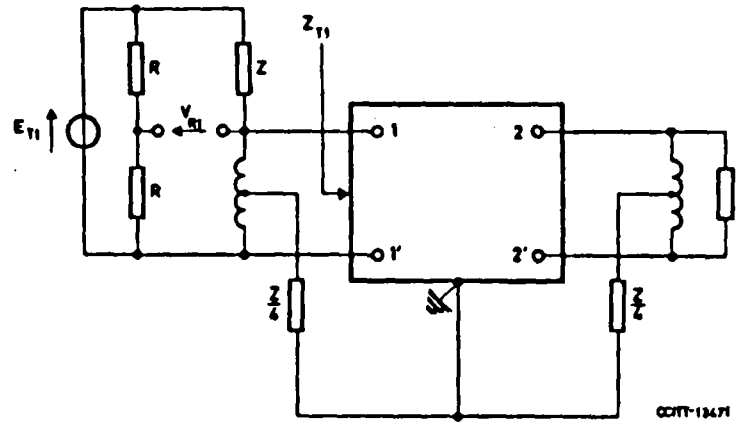
4.2 *Четырехполюсники*

Здесь справедливы те же принципы, которые определены для двухполюсников, но в данном случае сигналы могут передаваться с одной пары зажимов на другую. Две пары зажимов обозначаются как 1/1′ на одной стороне и 2/2′ — на другой. Выполняются измерения следующих двух типов:

— измерения, при которых возбуждение и отклик имеют место на одной и той же стороне объекта; эти измерения уже определены для двухполюсника, но обозначаются как 1/1′ или 2/2′, соответственно;

— измерения, при которых возбуждение и отклик имеют место на противоположных сторонах объекта. В названии содержится слово "передача", а в обозначении используются два индекса, последовательность расположения которых указывает направление передачи.

4.2.1 *Поперечные коэффициенты отражения (затухания несогласованности)* (см. рис. 7/G.117)



Поперечный коэффициент отражения на зажимах 1/1 $= \rho_1 = \dfrac{Z - Z_{T1}}{Z + Z_{T1}} = \dfrac{2V_{R1}}{E_{T1}}$

и

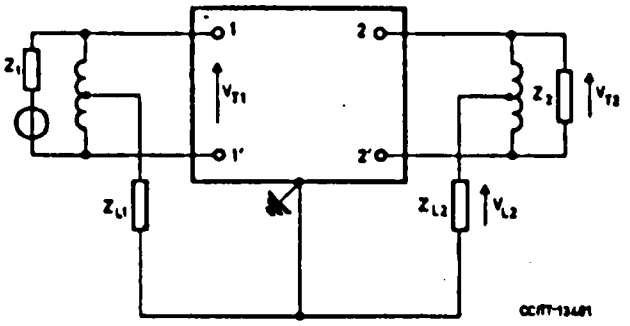
Поперечное затухание несогласованности на зажимах 1/1′ $(TRL_1) = 20 \log_{10}\left|\dfrac{1}{\rho_1}\right| = 20 \log_{10}\left|\dfrac{E_{T1}}{2V_{R1}}\right|$ дБ

и аналогичные выражения для зажимов 2/2 (TRL).

Примечание. – Z_{T1} – это полное сопротивление на зажимах 1/1′, когда зажимы 2/2′ нагружены измерительным мостом, как показано на схеме.

РИСУНОК 7/G.117

4.2.2 *Коэффициенты (затухания) поперечной передачи и коэффициенты (затухания) поперечного преобразования* (см. рис. 8/G.117)



Коэффициент поперечной передачи 1 — 2 $= g_{12} = \dfrac{V_{T2}}{V_{T1}}$

и

Затухание поперечной передачи 1 — 2 $(TTL_{12}) = 20 \log_{10} \left| \dfrac{1}{g_{12}} \right| = 20 \log_{10} \left| \dfrac{V_{T1}}{V_{T2}} \right|$ дБ.

Коэффициент передачи поперечного преобразования 1 — 2 $= t_{12} = \dfrac{V_{L2}}{V_{T1}}$

и

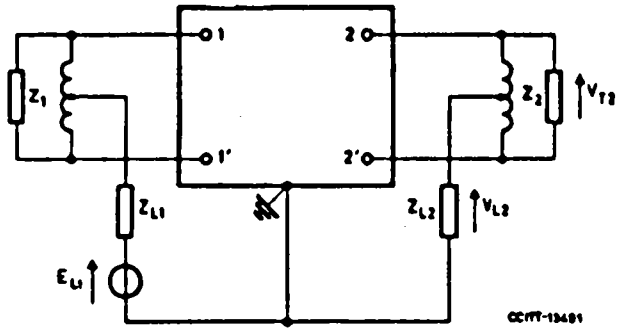
Затухание передачи поперечного преобразования 1 — 2 $(TCTL_{12}) = 20 \log_{10} \left| \dfrac{1}{t_{12}} \right| = 20 \log_{10} \left| \dfrac{V_{T1}}{V_{L2}} \right|$ дБ.

Взаимозаменяемость 1 и 2 дает определение коэффициентов передачи TCTL для другого направления передачи.

Примечание. – Z_1 и Z_2 – это нагрузочные сопротивления, подключенные к входным и/или выходным зажимам испытываемого элемента, соответственно. Как правило, значения Z_1 и Z_2 в пределах ± 25% номинального полного сопротивления пары зажимов, к которым эти нагрузочные сопротивления подключены. Если измерение выполняется на высокоомных входных зажимах, то к входной паре зажимов 1/1 должно быть подключено добавочное полное сопротивление Z_1. Продольные полные сопротивления Z_{L1} и Z_{L2} номинально равны $Z_1/4$ и $Z_2/4$, соответственно. Однако могут быть использованы и другие значения. Это может оказаться необходимым для надлежащего моделирования условий работы испытываемого элемента. В подобных случаях значение Z_{L1} или Z_{L2} должно определяться в соответствии с Рекомендацией, в которой рассматривается этот испытываемый элемент.

РИСУНОК 8/G.117

4.2.3 *Коэффициенты (затухания) продольной передачи и коэффициенты (затухания) продольного преобразования* (см. рис. 9/G.117)



Коэффициент продольной передачи 1 — 2 $= m_{12} = \frac{V_{L2}}{E_{L1}}$

и

Затухание продольной передачи 1 — 2 $(LTL_{12}) = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{m_{12}} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_{L1}}{V_{L2}} \right|$ дБ.

Коэффициент передачи продольного преобразования 1 — 2 $= h_{12} = \frac{V_{T2}}{E_{L1}}$

и

Затухание передачи продольного преобразования 1 — 2 $(LCTL_{12}) = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{h_{12}} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_{L1}}{V_{T2}} \right|$ дБ.

Взаимозаменяемость зажимов 1/1' и 2/2' дает определения коэффициентов и затуханий передачи LTL_{21} и $LCTL_{21}$ для другого направления передачи.

Примечание 1. – Этот показатель в других Рекомендациях называется *асимметрией полного сопротивления по отношению к земле.*

Примечание 2. – По классической теории передачи следовало бы определить эти параметры в единицах *половины* э.д.с. разомкнутой цепи. Однако Рекомендации МККТТ, относящиеся к параметрам симметрии, которые связаны с продольным возбуждением, уже сформулированы в единицах э.д.с. разомкнутой цепи. Считается нецелесообразным вводить "расхождение" в 6 дБ между существующей практикой и этими новыми определениями.

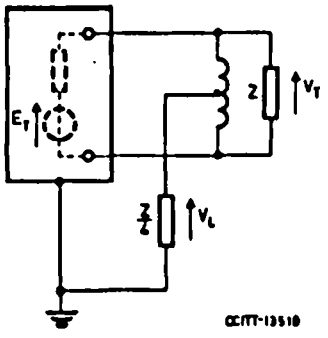
Примечание 3. – Z_1 и Z_2 – это полные сопротивления, параллельно подключенные к входным и/или выходным зажимам испытываемого элемента, соответственно. Как правило, значения Z_1 и Z_2 в пределах ± 25% номинального полного сопротивления пары зажимов, к которым эти нагрузочные сопротивления подключены. Если измерение выполняется на высокоомных входных зажимах, то к входным зажимам 1/1' должно быть подключено добавочное полное сопротивление Z_1. Продольные полные сопротивления Z_{L1} и Z_{L2} номинально равны $Z_1/4$ и $Z_2/4$, соответственно. Однако могут использоваться и другие значения. Это может оказаться необходимым для надлежащего моделирования условий работы испытываемого элемента. В подобных случаях значения Z_{L1} и/или Z_{L2} должны определяться в соответствии с Рекомендацией, в которой рассматривается данный испытываемый элемент.

РИСУНОК 9/G.117

4.3 *Генераторы сигналов*

Помимо шести показателей, уже определенных для двухполюсников, требуется дополнительный показатель для контроля величины нежелательного сигнала, коррелированного с полезным сигналом, который поступает от этого генератора в подключаемый объект. Этим дополнительным показателем является коэффициент (затухание) симметрии выходного сигнала.

4.3.1 *Коэффициент (затухание) симметрии выходного сигнала* (см. рис. 10/G.117)



Коэффициент симметрии выходного сигнала, $b = \frac{V_L}{V_T}$

и

Затухание симметрии выходного сигнала (OSB) $= 20 \log_{10} \left| \frac{1}{b} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{V_T}{V_L} \right|$ дБ.

Примечание 1. – Этот показатель представляет собой обобщенный вариант величин, называемых асимметрией выходной э.д.с.

Примечание 2. – Этот показатель связан также не прямо и довольно сложным образом с коэффициентами чувствительности для электромагнитной и электростатической индукции, которые определены в [2], если кабельная пара рассматривается как общий источник поперечных сигналов, коррелированных с индуцированными продольными напряжениями.

Примечание 3. – Измеряемый объект сам служит источником сигналов. Следовательно, специального генератора не требуется.

Примечание 4. – Это определение относится, в частности, к генераторам поперечных сигналов (например, генераторы передачи), но может быть легко распространено на случай генератора продольных сигналов (например, система низкочастотной сигнализации, в которой используется заземленная фантомная цепь). В этом случае коэффициент может быть преобразован таким образом, чтобы выражение в децибелах осталось положительным.

Примечание 5. – Другие величины (затухание несогласованности, затухание продольного преобразования, затухание продольного полного сопротивления и некоррелированные поперечное и продольное напряжение на выходе) должны измеряться селективно, чтобы получить их значения в рабочих условиях.

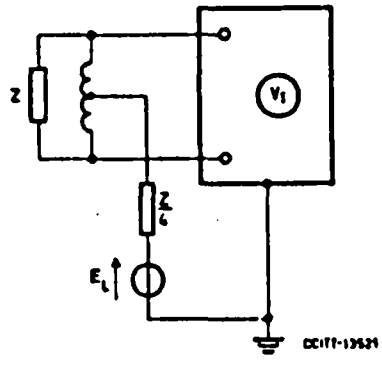
РИСУНОК 10/G.117

4.4 *Приемники сигналов*

Помимо шести показателей, уже определенных для двухполюсников, требуются дополнительные показатели для приемников сигналов, позволяющие контролировать их чувствительность к ложным сигналам. Очень важны два случая. Во-первых, существуют приемники с линейной непрерывной характеристикой, которая зависит от уровня полезного сигнала, например, показание измерителя уровня. В этом случае ложные сигналы *снижают точность* измерений.

В приемниках другого типа, таких как модемы данных, устройства для измерения искажения групповой задержки, приемники сигнализации, появление нежелательных сигналов вызывает ошибки или *ложное срабатывание.* Дается определение двух дополнительных показателей.

4.4.1 *Коэффициент (затухание) продольной помехи на входе* (см. рис. 11/G.117)



Коэффициент продольной помехи на входе = $s = \frac{V_l}{E_L}$

и

Затухание продольной помехи на входе = $20 \log_{10} \left| \frac{1}{s} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{V_l} \right|$ дБ,

где V_l — напряжение, которое показывает испытываемый измерительный прибор.

Примечание 1. – Этот показатель представляет собой вариант величин, называемых коэффициентом симметрии сигнала приемника (Рекомендация O.41 [4]).

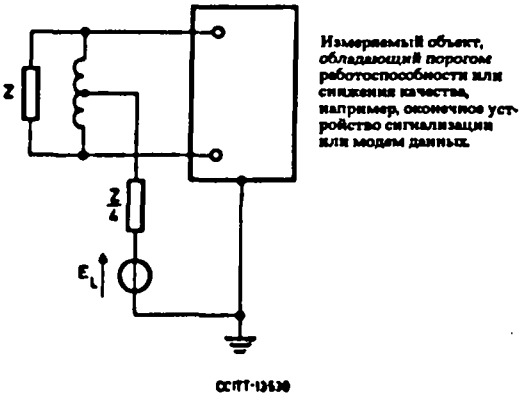
Примечание 2. – Измерительный прибор сам создает одно из напряжений, требуемых по определению.

Примечание 3. – Этот показатель связан с хорошо известным *коэффициентом подавления синфазной составляющей*, но сложным образом. В частности, он не дает разности в 6 дБ. Это обусловлено тем, что при измерении коэффициента продольного подавления входные поперечные зажимы закорачиваются и отсутствует поперечный сигнал для генерирования дополнительного продольного сигнала вследствие асимметрии входного сопротивления. Более подробное объяснение см. в § 5.3.

Примечание 4. – Это понятие можно распространить на приемники, имеющие линейный отклик на продольные сигналы, для которых мешающими являются поперечные сигналы. В этом случае измеряемый показатель называется коэффициентом (затуханием) *поперечной* помехи на входе, причем схема прибора соответствующим образом изменяется.

РИСУНОК 11/G.117

4.4.2 *Пороговое напряжение (уровень) продольной помехи* (см. рис. 12/G.117)



Пороговое напряжение продольной помехи = E_L

и

Пороговый уровень продольной помехи = $20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{1 \text{ volt}} \right|$ дБВ,

где E_L — напряжение, при котором имеет место неправильная работа измерительного устройства.

Примечание 1. – Могут быть использованы значения эталонного напряжения иные, чем 1 В, например, 0,775 В для 1 мВт на сопротивлении 600 Ом (выражается в дБ [3]).

Примечание 2. – Необходимо определить "порог работоспособности", или величину снижения качества. Для модема данных она может быть выражена в единицах коэффициента ошибок.

Примечание 3. – Пороговое напряжение может быть определено как среднеквадратическая величина или как импульсное напряжение, измеренное счетчиком импульсов, или по форме его волны (например, прямоугольная, треугольная).

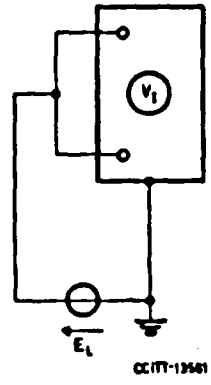
Примечание 4. – Это понятие можно распространить на нежелательные поперечные сигналы, оказывающие мешающее влияние на работу приемников продольных сигналов; соответствующим образом меняются испытательная схема и ее обозначения.

РИСУНОК 12/G.117

5 Прочие определения измерений

5.1 *Коэффициент подавления синфазной составляющей*

Эта величина относится к приемникам сигналов и измеряется в соответствии с принципом, который представлен на рис. 13/G.117; при этом входные зажимы закорочены, после чего сигнал подается на них вместе.



$$\text{Коэффициент подавления синфазной составляющей} = \left|\frac{E_L}{V_I}\right|$$

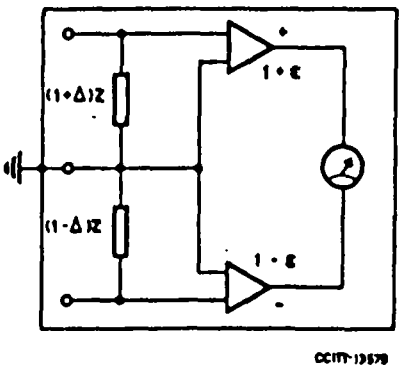
и

$$\text{Подавление синфазной составляющей} = 20 \log_{10} \left|\frac{E_L}{V_I}\right| \text{ дБ}$$

Примечание. – V_I – напряжение, указываемое испытываемым измерительным прибором.

РИСУНОК 13/G.117

Ясно, что рассматриваемый показатель аналогичен коэффициенту продольной помехи на входе, но, поскольку в данном случае отсутствует поперечный сигнал (вследствие короткого замыкания), никакой механизм продольного/поперечного преобразования в испытываемом объекте не действует. В общем, между этими двумя показателями не имеется никакого простого соотношения, как это видно из блок-схемы измерительного устройства, представленной на рис. 14/G.117, где входное сопротивление является несимметричным, а коэффициенты усиления двух половин дифференциального усилителя также несколько различаются. Принимая равной значению на рис. 14/G.117 величину ϵ, а $\Delta < 1$, получаем различные параметры симметрии, аналогичные указанным. Это означает, что коэффициент подавления синфазной составляющей не превышает вдвое коэффициент продольной помехи на входе, то есть между этими показателями, выраженными в децибелах, разности в 6 дБ не существует.



Коэффициент подавления синфазной составляющей = 2ϵ

Коэффициент продольной помехи на входе = $\epsilon + \frac{\Delta}{2}$ $(\epsilon, \Delta \ll 1)$

Коэффициент полного продольного сопротивления = $0{,}5$ $(\Delta \ll 1)$

Коэффициент продольного преобразования = $\frac{\Delta}{2}$ $(\Delta \ll 1)$

РИСУНОК 14/G.117

Измерительный прибор, в котором имеют место пассивная и внутренняя активная асимметрия

Библиография

[1] Рекомендация МККТТ "Схемы для определения степени асимметрии относительно земли", том IV, Рек. O.121.

[2] "Директивы МККТТ по защите линий электросвязи от вредного влияния линий электропередачи", глава XVI, МСЭ, Женева, 1978 г.

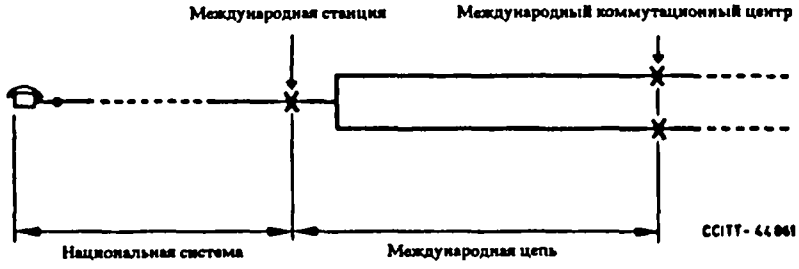
[3] Рекомендация МККР "Логарифмические величины и единицы", том XIII, Рек. 574, МСЭ, Женева, 1986 г.

[4] Рекомендация МККТТ "Технические требования на псофометр, применяемый на телефонных цепях", том IV, Рек. O.41.

1.2 Общие характеристики национальных систем, образующих часть международных соединений

В настоящем подразделе сгруппированы Рекомендации, которым должны удовлетворять национальные системы, для того чтобы международные соединения имели приемлемое качество передачи.

Принципы этих Рекомендаций применимы также для случаев, когда международная цепь имеет на одном конце в международном центре аппаратуру двухпроводной коммутации. Этот случай может возникнуть при реализации плана передачи МККТТ. Приведенный ниже рисунок иллюстрирует данный случай.



Рекомендация G.120

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕДАЧИ НАЦИОНАЛЬНЫХ СЕТЕЙ[1)]

1 *Применение Рекомендаций МККТТ по качеству телефонной передачи к национальным сетям*

Различные части национальной сети, образуемые аналоговыми и цифровыми системами передачи, будут использоваться для международных соединений, которые должны удовлетворять следующим общим рекомендациям:

1.1 Национальные передающая и приемная части системы должны удовлетворять предельным значениям, которые рекомендованы:

— в Рекомендации G.121 в отношении показателя громкости (ПГ),

— в Рекомендации G.133 в отношении групповой задержки,

— в Рекомендации G.122 в отношении балансного затухания и остаточного затухания,

— в Рекомендации G.123 в отношении шума цепи.

Примечание. — Необходимо также учитывать Рекомендации P.12 [2] и G.113.

1.2 Национальные междугородние цепи большой протяженности, образующие часть национальной сети, должны представлять собой цепи с высокой скоростью распространения, которые позволяют соблюдать предельные значения, указанные в Рекомендации G.114. Они должны соответствовать Рекомендациям G.151 и G.152.

Цепи, организованные по пупинизированным парам кабеля, должны удовлетворять рекомендации G.124 [3], а цепи систем передачи — Рекомендации G.123.

1.3 Национальные междугородние цепи должны иметь характеристики, обеспечивающие их соответствие Рекомендациям G.131, G.132 и G.134 в отношении других характеристик четырехпроводной составной цепи, которая организована международными телефонными цепями и национальными междугородними цепями продолжения.

[1)] Прежняя Рекомендация P.21 [1].

1.4 Международные коммутационные центры должны удовлетворять Рекомендациям Q.45 [4], Q.45 *бис*, Q.551, Q.552 и Q.553.

Национальные центры автоматической четырехпроводной коммутации должны иметь предельные величины шума, приведенные в Рекомендации G.123, § 3.

Национальные ручные телефонные станции должны удовлетворять Рекомендации P.22 [5].

Информация о качестве передачи местных автоматических станций дается в руководстве МККТТ, указанном в [6].

2 Национальный план передачи

Каждая Администрация может по своему усмотрению выбрать любой метод, который она считает подходящим для определения качества передачи, и установить необходимые предельные значения, чтобы обеспечить удовлетворительное качество национальных соединений; при этом для международных соединений, кроме того, должна выполняться Рекомендация относительно показателя громкости (ПГ) (Рекомендация G.121).

Примечание. — Для того, чтобы выполнить это двойное условие в отношении национальных и международных соединений, каждая Администрация должна составить национальный план передачи, то есть определить предельные значения для каждого участка национальной сети.
Руководство [6] содержит характеристики планов передачи, принятых различными странами, а также некоторые указания относительно методов, которые могут быть использованы при разработке такого плана.
В частности, приложения A и B к Рекомендации G.111 содержат полезную информацию для Администраций, желающих применять метод ПГ на своих национальных соединениях.

Библиография

[1] Рекомендация МККТТ "Применение Рекомендаций МККТТ к качеству телефонной передачи по национальным сетям", "Красная книга, тома V и V *бис*, Рек. P.21, МСЭ, Женева, 1962 и 1965 гг.; изменена в Мар-дель-Плате в 1968 г. и стала Рекомендацией P.20 (G.120) "Характеристики передачи национальных сетей", Белая книга, том V (том III), МСЭ, Женева, 1969 г.

[2] Рекомендация МККТТ "Эквивалент затухания по разборчивости", Желтая книга, том V, Рек. P.12, МСЭ, Женева, 1981 г.

[3] Рекомендация МККТТ "Характеристики цепей большой протяженности, организованных в кабелях с пупинизированными парами и используемых для международных соединений", Оранжевая книга, том III, Рек. G.124, МСЭ, Женева, 1977 г.

[4] Рекомендация МККТТ "Характеристики передачи международной станции", том VI, Рек. Q.45.

[5] Рекомендация МККТТ "Междугородние телефонные станции с ручным способом установления соединений", Оранжевая книга, том V, Рек. P.22, МСЭ, Женева 1977 г.

[6] Руководство МККТТ "Планирование передачи по коммутируемым телефонным сетям", МСЭ, Женева, 1976 г.

Рекомендация G.121

ПОКАЗАТЕЛИ ГРОМКОСТИ (ПГ) НАЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Преамбула

Пункты 1—5 настоящей Рекомендации применимы, как правило, ко всем аналоговым, смешанным аналого-цифровым и цифровым международным телефонным соединениям. Однако в тех случаях, когда в § 6 даются рекомендации по конкретным вопросам смешанных аналого-цифровых или полностью цифровых соединений, следует придерживаться этих рекомендаций.

Все показатели громкости передающей и приемной частей, указанные в настоящей Рекомендации, являются "номинальными величинами", как об этом сказано в § 4 настоящей Рекомендации, и относятся к соответствующим виртуальным точкам аналоговой коммутации международной цепи на международном коммутационном центре, если не указано иное.

Определение виртуальных точек аналоговой коммутации международных цепей можно найти на рис. 1/G.111.

МККТТ,

учитывая,

(a) что показатели громкости (ПГ), как указано в Рекомендации P.76, были определены с помощью субъективных испытаний, описание которых приведено в Рекомендации P.78, и что различия между значениями, определенными подобным образом в разных лабораториях (в том числе и в Лаборатории МККТТ), меньше, чем различия между значениями, которые получены для эквивалентов затухания;

(b) что для целей планирования показатели громкости определяются объективными методами, описанными в Рекомендациях P.65, P.64 и P.79;

(c) что формулы перехода от эквивалентов затухания и скорректированных эквивалентов затухания (СЭЗ) (см. приложение C к Рекомендации G.111) не являются достаточно точными, чтобы их можно было применять к некоторым телефонным аппаратам; что, следовательно, Администрациям, которые все еще пользуются значениями эквивалента затухания (определенными в прошлом в Лаборатории МККТТ) для применяемых ими типов телефонных аппаратов, придется искать рекомендуемые значения СЭЗ в документах МККТТ,

рекомендует,

(1) чтобы значения, которые приводятся ниже в единицах показателей громкости, использовались Администрациями для того, чтобы удостовериться в том, что их национальные системы удовлетворяют основным нормам, следующим из Рекомендации G.111,

(2) чтобы Администрации, пользующиеся значениями СЭЗ, предпочли преобразовать значения показателей громкости, которые рассматриваются в настоящей Рекомендации, в свои национальные значения СЭЗ с помощью методов, которые приведены в приложении C к Рекомендации G.111, или (что менее желательно) применяли значения, которые указаны в томе III *Красной книги.*

Примечание 1. — Основные термины, которые используются в настоящей Рекомендации, определяются и/или поясняются в приложении A к Рекомендации G.111.

Примечание 2. — Что касается многочисленных телефонных аппаратов, использующих угольные микрофоны, то значения ПГ передачи и показателя маскирования местного эффекта могут быть определены только с ограниченной точностью.

1 Номинальные ПГ национальных систем

1.1 *Определение номинальных ПГ национальных систем*

ПГ передающей и приемной частей (SLR и RLR, соответственно) могут в принципе определяться на любом стыке телефонной сети. Однако при определении величин ПГ передающей и приемной частей национальной системы стык выбирается на международной коммутационной станции.

Все возрастающее число международных систем будет подключаться к национальным через *цифровой* стык, где по определению относительные уровни равны 0 дБо. Поэтому и в настоящей Рекомендации, и в Рекомендации G.111 ПГ передающей и приемной частей *национальных систем* отнесены к *измерительной точке коммутации 0 дБо* международной станции. См. § 5 Рекомендации G.101. Это условие применимо как к цифровым, так и к аналоговым соединениям между национальной и международной системами (если нет каких-либо оговорок для конкретных случаев).

Однако для целей планирования полностью аналоговых, смешанных аналого-цифровых и цифровых систем используется также понятие "виртуальной точки аналоговой коммутации" (VASP). Если соединение с международной цепью производится в аналоговом режиме, то *реальные* относительные уровни на стыке могут, конечно же, выбираться заинтересованными Администрациями. Эти вопросы рассмотрены в § 1.1 Рекомендации G.111.

В настоящей Рекомендации значения в виртуальных точках аналоговой коммутации также указываются.

1.2 *Взвешенные по трафику средние значения распределения показателей громкости передающей и приемной частей (SLR и RLR)*

Норма на среднее значение устанавливается с целью обеспечения большинству абонентов удовлетворительного качества передачи. Передача не будет удовлетворительной, если для каждого соединения применяются максимальные значения, указанные в § 2.

Надлежащее подразделение нормы на полное значение показателя громкости обеспечивается посредством использования перспективных норм, которые отнесены к международной точке коммутации 0 дБо:

ПГ передающей части: 7—9 дБ,

ПГ приемной части: 1—3 дБ
и в виртуальной точке аналоговой коммутации:

ПГ передающей части: 10,5—12,5,

ПГ приемной части: —3 до —1.

Примечание 1. — На некоторых сетях в настоящее время не представляется возможным получить перспективные значения, а соответствующие данному времени значения в точке 0 дБо составляют:

ПГ передающей части: 7—15 дБ,

ПГ приемной части: 1—6 дБ
и в виртуальной точке аналоговой коммутации:

ПГ передающей части: 10,5—18,5 дБ

ПГ приемной части: —3 до 2 дБ.

Примечание 2. — На некоторых сетях реальное распределение нагрузки известно не полностью. В подобных случаях абоненты, создающие очень большую нагрузку, например УАТС, должны рассматриваться специально.

Примечание 3. — Перспективные взвешенные по трафику средние значения показателей громкости должны быть одинаковыми для каждой *основной* категории абонентов, например, городских, пригородных и сельских. Если в плане передачи рассматривается только среднее значение для *всей* страны, то это может привести к дискриминации некоторых важных групп абонентов.

Примечание 4. — Указанные диапазоны для ПГ передающей и приемной частей предназначены для целей планирования и не включают измерительные и производственные допуски.

Примечание 5. — Некоторые Администрации считают, что в ряде случаев целесообразно включать ручную регулировку волюма речи в приемную часть цифрового телефонного аппарата. См. замечание в § 3.2 Рекомендации G.111.

2 Максимальные показатели громкости передающей и приемной частей (SLR и RLR)

2.1 *Величины для каждого направления передачи*

Максимальные ПГ передающей и приемной частей, указанные в таблице 1/G.121, ниже, применяются главным образом тогда, когда национальная система является преимущественно аналоговой. В процессе модернизации сетей с помощью цифровой техники следует стараться избегать использования этих максимальных величин для национальной системы.

ТАБЛИЦА 1/G.121

Номинальные максимальные ПГ, рекомендуемые для национальных систем

Размер страны[a]	Число нац.[b] цепей в 4-проводном соединении	Точка 0 дБо		Виртуальная точка аналоговой коммутации	
		ПГ прд.	ПГ прм.	ПГ прд.	ПГ прм.
Средняя	До 3	16,5	13	20	9
Большая	4	17	13,5	20,5	9,5
Большая	5	17,5	14	21	10

[a] См. Рекомендацию G.101, § 2.2.

[b] Аналоговые или смешанные аналого-цифровые.

Примечание. — При сравнении этих максимальных величин ПГ с величинами ПГ, определенными для существующих сетей, могут отмечаться некоторые расхождения. Если реальные величины ПГ на 2 или даже на 3 дБ выше, то этот факт не должен вызывать беспокойства. С другой стороны, если появляется запас порядка 2 или 3 дБ, то не следует автоматически увеличивать допустимое затухание для абонентских линий. Вместо этого первым шагом должно быть использование этого запаса для улучшения взвешенных по трафику средних значений, рассмотренных в § 1.2.

2.2 *Разность между затуханиями передачи в двух направлениях национальных систем*

Считается целесообразным вносить определенную разность между затуханиями в направлениях передачи с четырехпроводного на двухпроводное и с двухпроводного — на четырехпроводное. На рис. 1/G.121 показано, что эта разность равна $D_o = (R - T)$ дБ по отношению к четырехпроводным опорным точкам 0 дБо. По отношению к виртуальным точкам аналоговой коммутации (см. рис. 1/G.122) эта разность равна $D_v = (R - T - 7)$ дБ. Для обеспечения совместимости с международной передачей желательно, чтобы Администрации выбирали приблизительно такое же значение для этих разностей. Таблица C-1/G.121 показывает, что значения $R = 7$, $T = 0$ дБ являются наиболее общими величинами удлинителя; при этом средние значения будут $D_o = 7$, $D_v = 0$. При планировании новых сетей этим значениям отдается предпочтение. Таким образом, в международном соединении разность между затуханиями передачи в двух направлениях не должна превышать 8 дБ (предпочтительно 6 дБ).

Необходимо отметить следующее:

1) Поскольку большинство Администраций примерно одинаково распределяет затухание своих национальных цепей продолжения, соединения, устанавливаемые на практике, не должны иметь разность, значительно превышающую 3 дБ.

2) Что касается передачи речи, то из исследований, проведенных в 1968—1972 годах многими Администрациями, следует, что для соединений, полные ПГ которых находятся в диапазоне, встречающемся на практике, не будет большого снижения качества передачи при наличии приемлемой разности между ПГ в двух направлениях передачи.

3) При составлении национальных планов передачи Администрации должны учитывать потребность передачи данных между модемами, которые соответствуют существующим Рекомендациям.

3 Минимальный ПГ передающей части

Администрации должны следить за тем, чтобы не перегружать международные системы передачи, если они снижают затухания передающей части своих национальных междугородних сетей.

Временно рекомендуется минимальная номинальная величина ПГ передающей части ($SLR = -1{,}5$ дБ) по отношению к точке 0 дБо или 2 дБ по отношению к виртуальной точке аналоговой коммутации на входе международной цепи для ограничения пикового значения мощности речевого сигнала, которая поступает в международную систему передачи. Следует отметить, что введение этого предельного значения не служит цели ограничения перспективной средней мощности, поступающей в систему передачи.

В некоторых странах может быть весьма малый показатель громкости передачи при использовании нерегулируемых телефонных аппаратов. Кроме того, мощность речевых сигналов, поступающих с гарнитур телефонисток в международные цепи, должна контролироваться, чтобы не быть чрезмерно высокой.

4 Определение номинальных показателей громкости

Показатели громкости, их свойства и применения рассмотрены в приложении А к Рекомендации G.111. В нем описано, каким образом можно определить конкретный показатель громкости национальной системы как сумму показателей громкости ее частей. Кроме того, в приложении содержатся правила определения показателей громкости для этих частей, например, для телефонных аппаратов, абонентских линий, соединительных линий, канальной аппаратуры и т.п.

Следует отметить, что показатели громкости передающей и приемной частей *аналоговых телефонных аппаратов* измерялись в условиях, которые не точно соответствуют условиям, принятым для национальной системы, являющейся составной частью международного соединения. Измерения выполняются при активном сопротивлении нагрузки 600 Ом и в большей полосе частот (100—8000 Гц или 200—4000 Гц), чем предусматриваемая для международного соединения (300 — 3400 Гц).

Поэтому во избежание путаницы измеренные величины ПГ передающей и приемной частей *аналоговых* телефонных аппаратов обозначаются индексом "w" (от wideband). Чтобы получить правильные величины ПГ передающей и приемной частей для *планирования* международных соединений, следует прибавлять к измеренным величинам 1 дБ для компенсации эффектов ширины полосы и рассогласования полных сопротивлений. Таким образом:

ПГ передающей части = $ПГ_w$ передающей части + 1,

ПГ приемной части = $ПГ_w$ приемной части + 1.

Однако *цифровой* телефонный аппарат не требует внесения этих поправок, поскольку кодек и фильтры, входящие в его состав, ограничивают полосу частот.

В общем, потеря громкости между *двумя электрическими стыками* — показатель громкости цепи (CLR) — равна соответствующей разности между относительными уровнями. (Если стык со "скачком" относительного уровня не включается в тракт. См. § 6.3.)

В данном случае "номинальное значение" означает "целесообразное техническое среднее значение" для типичных условий, что подтверждается нижеследующими примерами, исключая "наихудшие случаи".

Что касается цепей и прочих элементов оборудования, то изменения во времени, температурные изменения и т.п. в номинальные показатели громкости цепи не включаются.

Большинство Администраций сегодня должны использовать огромное разнообразие типов телефонных аппаратов, которые отвечают некоторым национальным техническим требованиям, имеющим довольно широкие пределы. Требования, предъявляемые к ПГ передающей и приемной частей, как правило, относятся к измерительной схеме с переменной искусственной линией, на конце которой подключен питающий мост и номинальное сопротивление которой может быть комплексным или — чаще всего — составлять 600 Ом.

Технические требования часто составляются в форме верхних и нижних предельных значений для $ПГ_w$ передающей и приемной частей в зависимости от протяженности линии (или, возможно, от тока в линии). В этом случае "номинальные" $ПГ_w$ передающей и $ПГ_w$ приемной частей телефонного аппарата плюс абонентская линия могут интерпретироваться как среднеарифметическое между кривыми верхних и нижних предельных значений.

На практике субъективное восприятие качества полного показателя громкости изменяется не слишком значительно при достаточно больших изменениях полного показателя громкости относительно оптимального значения, и маловероятно, чтобы телефонные аппараты с наихудшими возможными показателями громкости сочетались с ограничениями длины линий. Следовательно, для ПГ передающей и приемной частей — SLR (апп) и RLR (апп) — отдельного телефонного аппарата могут оказаться приемлемыми довольно широкие производственные допуски, составляющие, как правило, приблизительно ± 3 дБ. (Указанные показатели громкости для телефонного аппарата относятся к измерениям без абонентской линии, но в зависимости от тока в линии, включая 1 дБ коррекции полосы.)

Однако следует отметить, что *сумма* ПГ (апп) передающей и ПГ (апп) приемной частей для отдельного двухпроводного телефонного аппарата должна контролироваться более тщательно, чтобы она не уменьшалась ниже определенного минимального значения. Причина этого заключается в том, что в определенных обстоятельствах абоненты реагируют очень неодобрительно на сильный местный эффект и эхо говорящего абонента. Оба эти влияния непосредственно зависят от рассматриваемой суммы показателей громкости в дополнение к неизбежным изменениям полного сопротивления на сети. Это минимальное предельное значение часто преобразуется в минимальное предельное значение для показателя маскирования местного эффекта, измеренного относительно конкретного полного сопротивления. Подробное рассмотрение изложено в § 5.

5 Местный эффект

5.1 *Общие положения*

Для соединений, приближающихся к предельным значениям высоких показателей громкости и/или шума, следует особенно избегать других снижений качества передачи. Одной из важных мер предосторожности является обеспечение надлежащего качества *местного эффекта* для различных комбинаций цепей, входящих в состав телефонной системы. ("Надлежащее" в большинстве случаев интерпретируется как достаточно большое затухание местного эффекта.)

Что касается двухпроводных телефонных аппаратов, то качество местного эффекта зависит главным образом от чувствительности телефонного аппарата и пределов изменения полного сопротивления, как поясняется в приложении А к Рекомендации G.111. Таким образом, национальный план передачи должен не только содержать правила, применимые к распределению затуханий на сети, но также предусматривать приемлемую стратегию в отношении полного сопротивления. (Пример приведен в Дополнении № 10 в томе VI.)

Следует отметить, что для оценки местного эффекта необходимо принимать во внимание входное сопротивление линий, "видимое" двухпроводным телефонным аппаратом в реальном *полном* соединении. В конфигурациях современных систем это входное сопротивление линии не всегда может быть смоделировано искусственной линией, нагруженной простым R—C-контуром. Необходимо либо использовать более сложную измерительную схему, либо выполнить вычисления по известным данным, которые относятся к рассматриваемым цепям. (Для подобных целей существует несколько вычислительных программ.)

Особый интерес представляет то обстоятельство, что четырехпроводный участок, входящий в состав двухпроводного соединения, может послужить причиной больших изменений полного сопротивления. Поскольку это в настоящее время практикуется на сетях, — например, на цифровых станциях — в приложении В рассматривается упрощенный метод вычислений.

В идеальном случае двухпроводный телефонный аппарат может быть рассчитан на адаптивное балансирование местного эффекта, что позволяет расширить допустимый диапазон входных сопротивлений линии. Однако такие дорогостоящие методы применяются лишь в исключительных случаях; их не следует предусматривать для "стандартных" телефонных аппаратов, используемых на сети. Возможным более дешевым вариантом

является разработка телефонного аппарата с Z_{so}, меняющимся заранее определенным образом в зависимости от тока питания линии. (Z_{so} = эквивалентное балансное сопротивление местного эффекта.) Однако наилучшая стратегия заключается в том, чтобы контролировать полные сопротивления на сети. Таким образом, использование на станциях комплексных номинальных входных сопротивлений представляет собой тенденцию скорее к уменьшению диапазона величин полных сопротивлений, "видимых" телефонным аппаратом.

Цифровые телефонные аппараты, конечно, имеют четырехпроводные соединения с цифровой сетью и, таким образом, отсутствует рассогласование полных сопротивлений на ближнем конце, которое вызывало бы местный эффект. Вместо этого вносится небольшая внутренняя обратная связь с передачи на прием. Для оценки общего качества передачи необходимо учитывать влияния на дальнем конце. Однако эти эффекты, обусловленные рассогласованиями полных сопротивлений и/или акустическими эхосигналами, могут оказывать существенное воздействие.

В некоторых трудных условиях передачи аналоговые телефонные аппараты также имеют четырехпроводное подключение к сети. Это относится к (аналоговым) подвижным и морским службам, а в прошлом — и к некоторым исключительно большим сетям частного пользования.

5.2 *Показатель маскирования местного эффекта говорящего абонента (STMR)*

Показатель маскирования местного эффекта, STMR, рассматривается в приложении A.1 к Рекомендации G.111. Метод его определения описан в приложениях A.3 и A.4 к Рекомендации G.111. См. также приложение B к Рекомендации G.121 и Рекомендациям P.76 и P.79.

При обычном разговоре с глазу на глаз существует некоторая обратная связь по воздуху от рта говорящего до его уха, частично через отражения в помещении. Когда при телефонном разговоре используется микротелефонная трубка, электрический тракт местного эффекта должен обеспечивать приблизительно такую же обратную связь, причем даже с бо́льшим допустимым разбросом. К сожалению, во многих существующих двухпроводных соединениях отклонения от идеального полного сопротивления бывают настолько велики, что электрическая обратная связь местного эффекта становится слишком сильной, то есть показатель маскирования местного эффекта становится слишком малым. Это вынуждает говорящего понижать голос и/или отстранять трубку от уха, что влечет за собой снижение акустического качества передачи.

При составлении плана передачи можно руководствоваться следующими величинами.

Для двухпроводных телефонных аппаратов:

STMR = 7—12 дБ:	предпочитаемый диапазон.
STMR = 20 дБ:	верхний предел, выше которого связь кажется прерванной.
STMR = 3 дБ:	нижний предел, приемлем только для соединений с малыми потерями, то есть с малым полным ПГ.
STMR = 1 дБ:	самый нижний предел (для данного времени) только для исключительных случаев, например, при абонентских линиях очень малой протяженности.

Для цифровых (четырехпроводных) телефонных аппаратов:

STMR = 15 ± 5 дБ:	предпочитаемый диапазон для вносимого местного эффекта на ближнем конце (влияния на дальнем конце в расчет не принимаются).

Примечание 1. — Когда *STMR* = 7 или 8 дБ, это соответствует среднему значению акустического затухания от рта говорящего до его уха по электрическому тракту местного эффекта, равному 0 дБ для типовых случаев.

Примечание 2. — Показатель маскирования местного эффекта должен определяться для *полного* соединения. (См. замечания в § 5.1.)

Примечание 3. — При большом шуме помещения требования, предъявляемые к затуханию местного эффекта слушающего абонента (LSTR), могут быть доминирующим фактором.

Примечание 4. — Если отраженный электрический сигнал имеет заметную задержку, то он интерпретируется как эхо, а не как местный эффект, и во избежание неудовлетворенности абонента требует более сильного подавления. См. Рекомендации G.122 и G.131. (Недавно проведенные исследования показывают, что при задержке порядка 2—4 мс эхо начинает четко различаться даже при сильном "нормальном" местном эффекте.) Эта проблема изучается в рамках Вопроса 9/XII.

5.3 *Затухание местного эффекта слушающего абонента (LSTR)*

Затухание местного эффекта слушающего абонента определяется в приложении A.1 к Рекомендации G.111. Способ определения затухания местного эффекта слушающего абонента описывается в приложениях A.3 и A.4 к Рекомендации G.111.

Присутствие местного эффекта слушающего абонента означает, что в микрофон микротелефонной трубки попадает шум помещения и передается в телефон трубки по электрическому тракту местного эффекта. Затухание местного эффекта слушающего абонента является критерием того, насколько хорошо подавляется местный эффект шума помещения. Слишком малые величины этого затухания означают, что шум помещения будет *усиливаться* в телефоне трубки. Вполне очевидно, что это очень мешает абонентам в шумных помещениях, особенно в случае соединений с большим затуханием.

Примечание. — Большой шум создает впечатление, что принимаемые речевые сигналы имеют низкие уровни.

Для конкретного телефонного аппарата существует фиксированная связь между местным эффектом говорящего и слушающего абонентов, то есть между STMR и LSTR, соответственно. Для телефонных аппаратов с линейными микрофонами величина затухания местного эффекта слушающего абонента, как правило, на 1,5—4 дБ выше, чем величина показателя маскирования местного эффекта, независимо от уровня шума. Для телефонных аппаратов с угольными микрофонами эта разность зависит от уровня шума помещения, так как проявляется пороговый эффект. При шуме помещения 60 дБ (А) (типа Хота) эта разность будет составлять порядка 6—8 дБ. (При других уровнях шума и некоторых типах микротелефонных трубок эта разность может достигать 15 дБ.)

Как правило, абоненты предпочитают телефонные аппараты с линейными микрофонами, поскольку в этом случае качество звука намного лучше. Однако при замене телефонных аппаратов старых типов с угольными микрофонами современными телефонными аппаратами с линейными микрофонами в шумных помещениях необходимо позаботиться об обеспечении достаточно большого затухания местного эффекта слушающего абонента. (Однако некоторые телефонные аппараты с линейными микрофонами включают функцию порога для шума.)

В современных типах телефонных систем необходимо стремиться к следующей величине:

$$LSTR > 13 \text{ дБ}.$$

Примечание 1. — *LSTR* = 13 дБ приблизительно соответствует экранирующему эффекту раковины микротелефонной трубки против шума помещения при средней величине затухания порядка 5—6 дБ (для высоких частот; низкие частоты обходят раковину микротелефонной трубки).

Примечание 2. — Затухание местного эффекта слушающего абонента должно определяться для *полного* соединения (см. замечания в § 5.1).

6 Внедрение цифровых процессов с ИКМ на национальных цепях продолжения

6.1 *Влияние на национальные планы передачи*

Внедрение цифровых процессов с ИКМ на национальных цепях продолжения может потребовать изменения существующих планов передачи или даже их замены новыми.

Вновь принимаемые планы передачи должны быть совместимыми с существующими национальными планами аналоговой передачи, а также должны обеспечивать возможность смешанной аналого-цифровой передачи. Кроме того, эти планы должны обеспечить возможность постепенного перехода на полностью цифровую передачу.

Таким образом, планирование передачи переходных этапов должно быть предпочтительно не связано с каким бы то ни было снижением качества передачи, установленного ранее.

6.2 *Соображения, относящиеся к затуханию передачи*

В тех случаях, когда национальный участок четырехпроводной составной цепи между местной станцией и международным центром является полностью цифровым, затухание передачи, которое этот участок должен вносить для поддержания стабильности и снижения эхосигнала на международном соединении, может вноситься на местной станции. Способ внесения требуемого затухания определяется принятым национальным планом передачи. Три из большого числа возможных конфигураций таких национальных цепей продолжения показаны на рис. 1/G.121.

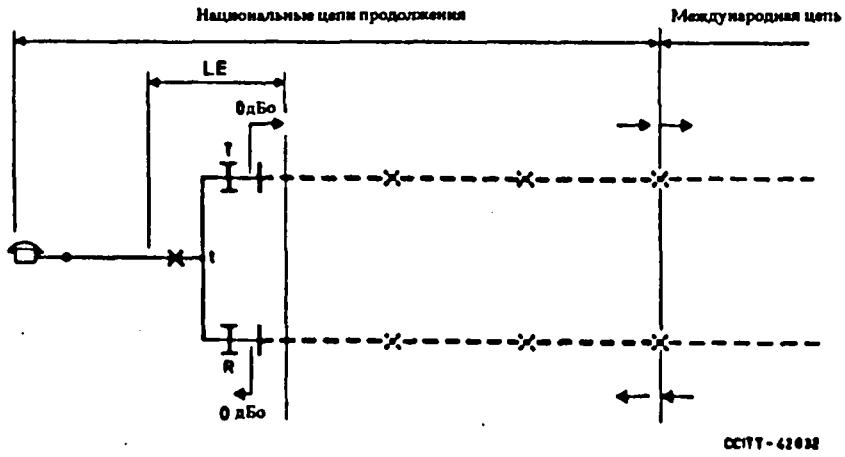
В показанных на рис. 1/G.121 случаях 1 и 2 удлинитель R изображает затухание передачи между точкой 0 дБо в цифро-аналоговом декодере и двухпроводной стороной дифференциальной системы. Аналогично этому удлинитель T изображает затухание передачи между двухпроводной стороной дифференциальной системы и точкой 0 дБо в аналого-цифровом кодере. На практике могут иметь место уровни иные, чем 0 дБо, поэтому могут соответствующим образом изменяться значения удлинителей R и T.

Конкретные значения R и T можно выбирать в зависимости от национальных затуханий и уровней при условии, что Рекомендации МККТТ по международным соединениям всегда будут удовлетворяться. Следует признать, что для развивающихся сетей значения R и T могут отличаться от значений, принятых для полностью цифровой четырехпроводной национальной составной цепи. Однако в случае полностью цифровой национальной

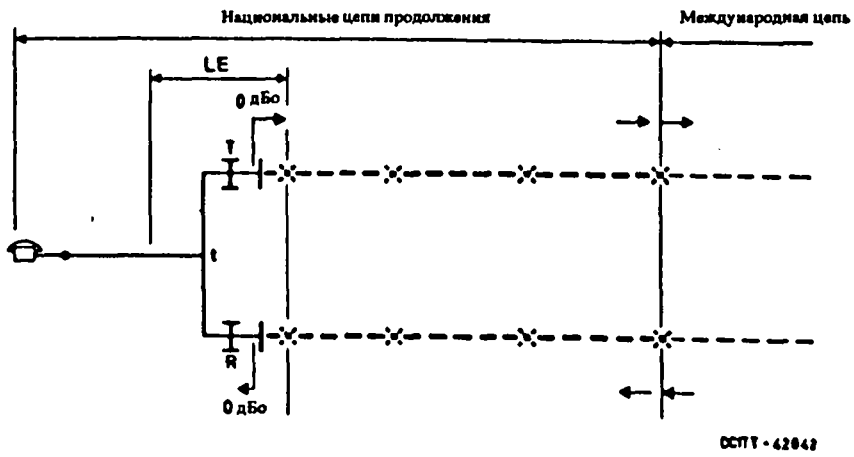
составной цепи выбор значений R и T существенно важен для определения качества передачи в отношении эха и устойчивости. Например, если в наихудшем случае нагрузки оконечных устройств балансное затухание в дифференциальной системе может достигать 0 дБ, сумма R и T должна быть по крайней мере настолько велика, чтобы удовлетворять требованиям Рекомендации G.122. Примеры значений R и T, принятых некоторыми Администрациями, приведены в приложении C к Рекомендации G.121.

В случае 2, показанном на рис. 1/G.121, при достаточно высоком балансном затухании требования Рекомендаций, относящихся к показателям громкости, устойчивости и эхосигналу, могут удовлетворяться без нормирования какого бы то ни было конкретного значения суммы удлинителей R и T. Однако все еще необходимо соблюдать требования в отношении дифференциального затухания (§ 6.4 настоящей Рекомендации), а это, в свою очередь, подразумевает, что

$$R - T = 3\text{–}9 \text{ дБ}.$$

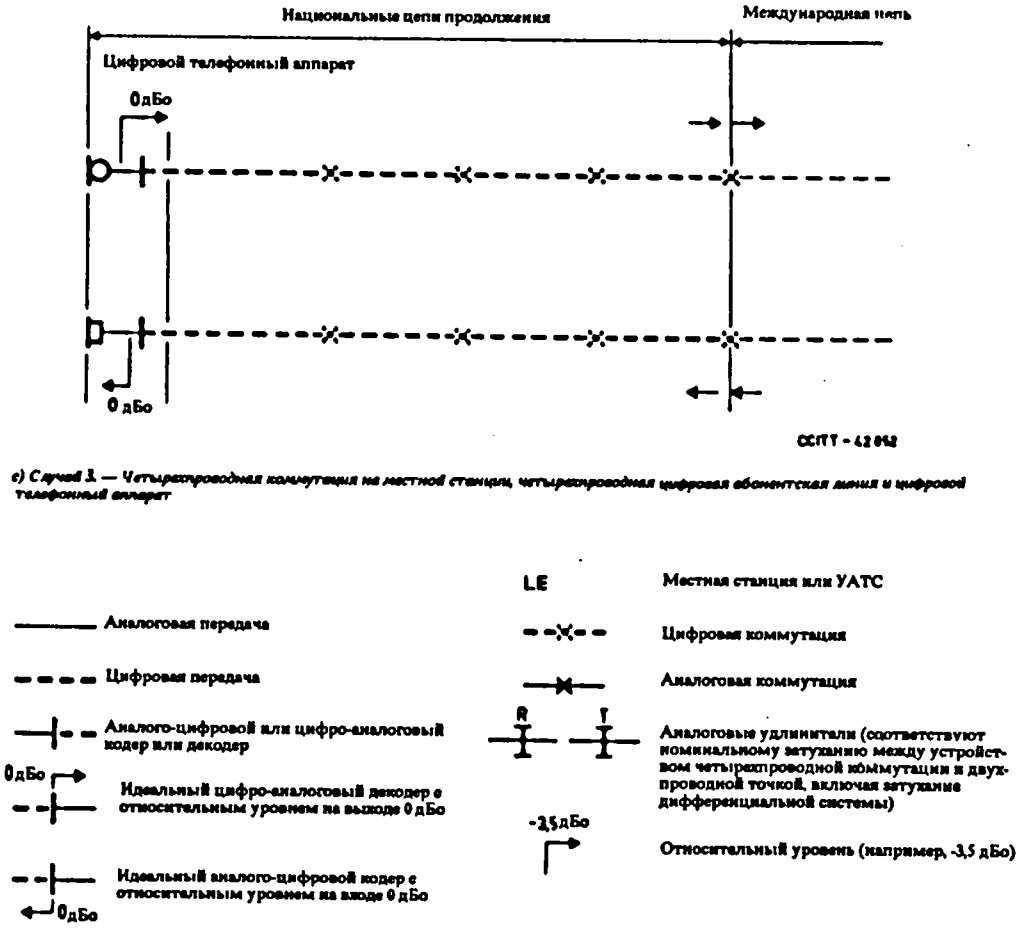


a) Случай 1. — Двухпроводная аналоговая коммутация на местной станции и двухпроводная аналоговая абонентская линия



Примечание. — Точка двухпроводной коммутации между местной линией абонента и дифференциальной системой на местной станции отсутствует.

b) Случай 2. — Четырехпроводная цифровая коммутация на местной станции и двухпроводные аналоговые абонентские линии.



c) Случай 3. — Четырехпроводная коммутация на местной станции, четырехпроводная цифровая абонентская линия и цифровой телефонный аппарат

РИСУНОК 1/G.121

Примеры национальных цепей продолжения, в которых цифровая четырехпроводная цепь продолжается до четырехпроводной местной станции

Однако местная станция, спроектированная в соответствии с этими принципами и расположенная на конце национальной цепи продолжения, в состав которой входят асимметричные аналоговые участки, не может полностью реализовать допуск на асимметрию.

Удлинители R и T, показанные на рис. 1/G.121, представлены также как аналоговые удлинители. Удлинители такого типа необязательно должны вводиться при всех обстоятельствах. В некоторых случаях может оказаться более целесообразным внести требуемое затухание на местной станции или в каком-либо другом пункте национальной цепи продолжения, используя для этой цели цифровые удлинители. Однако если применяются цифровые удлинители, то согласно Рекомендации G.101, § 4.4, и Рекомендации G.103, § 4, необходимо учитывать их вредное влияние на цифровую передачу данных или другие службы, требующие прозрачности цифрового канала из конца в конец.

Что касается речи, то искажения квантования будут возрастать. См. Рекомендацию G.113, § 4. Цифровые удлинители оказывают влияние также и на относительные уровни. См. § 6.3.

Схема в случае 3, показанная на рис. 1/G.121, подразумевает четырехпроводную цифровую коммутацию на местной станции в комбинации с местной четырехпроводной цифровой линией и четырехпроводным "цифровым телефонным аппаратом".

Устойчивость и эхосигнал на международных соединениях регламентируются Рекомендацией G.122.

6.3 *Обозначение относительных уровней и цифровых удлинителей*

"Относительный уровень" (выраженный в дБо) является полезным при планировании передачи понятием, благодаря которому можно определить усиление или затухание между точками системы, а также требования к обработке сигналов и к аппаратуре передачи. Общие определения приведены в Рекомендации G.101. Для дальнейшего уточнения использования относительных уровней в Рекомендациях G.111 и G.121 в настоящем разделе рассматриваются некоторые специальные аспекты.

Относительный уровень в любой точке цепи в принципе определяется посредством сравнения с "эталонной точкой передачи" (TRP) этой цепи *условной* точки, используемой в качестве точки нулевого относительного уровня. Такая точка существует на передающем конце каждого канала четырехпроводной коммутируемой цепи, предшествующей международной коммутационной станции.

Когда международное соединение является *цифровым* и реализуется традиционной ИКМ системой, эталонная точка передачи аналогична испытательной точке цифровой коммутационной станции, то есть цифровой поток привязан к относительному уровню 0 дБо. Порог перегрузки цифрового потока определяется как уровень ограничения синусоидального сигнала, вносимого идеальным кодеком: +3,14 дБм для А-закона, +3,17 дБм — для μ-закона (см. Рекомендацию G.101, §§ 5.3.2.4—5.3.3.2).

Когда международное соединение устанавливается с помощью *аналоговой* ЧРК-системы передачи, эта система должна рассчитываться на мощность загрузки —15 дБм на канал в эталонной точке передачи, если она существует физически. Таким образом, если система передачи имеет (номинальную) мощность загрузки порядка (—15 + S) дБм в реальной точке международного соединения, относительный уровень в этой точке составляет +S дБо.

При нормальных ситуациях на сети относительный уровень в определенной точке численно равен "рабочему усилению" между этой точкой и эталонной точкой передачи для рассматриваемой цепи на опорной частоте 1020 Гц. Например, для аналоговых международных соединений относительный уровень на передаче в виртуальной точке аналоговой коммутации составляет —3,5 дБо (по определению). Затухание международной цепи равно 0,5 (как рекомендовано МККТТ) и, следовательно, относительный уровень на приеме в виртуальной точке аналоговой коммутации в другой стране составляет —4 дБо.

Аналогичным образом при нормальных условиях на сети соединение цепей осуществляется при согласованных мощностях загрузки.

Так, цифровые (ИКМ) потоки, не подверженные ни цифровому усилению, ни цифровому затуханию, всегда привязаны к относительному уровню 0 дБо.

Однако в некоторых исключительных случаях правила, связывающие относительный уровень с "рабочим затуханием" и "мощностью загрузки", соблюсти точно невозможно. По практическим соображениям некоторые типы стыков будут иметь "скачки" в относительных уровнях, поскольку две (или более) различные эталонные точки передачи должны соединяться в цепь.

Одним из примеров является цифровое усиление или цифровое затухание, вносимое в направление передачи. В соответствии с определением, данным в § 5.3.2.6 Рекомендации G.101, в точке B, как показано на рис. 2/G.121, имеет место скачок относительного уровня. Затухание между точками A и B составляет T дБ, а разность относительных уровней равна 0 дБ.

Другой пример может быть найден в некоторых международных соединениях, в состав которых входит несколько четырехпроводных (аналоговых или смешанных аналого-цифровых) систем, включенных каскадно между виртуальными точками аналоговой коммутации. Если таких цепей не имеется, то по соображениям стабильности величина затухания должна составлять $n \cdot 0{,}5$ дБ.

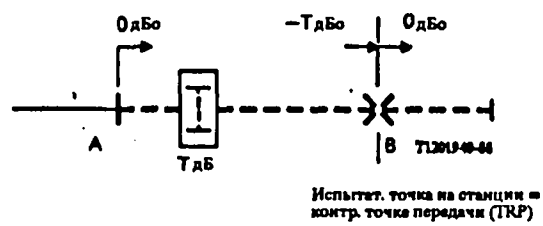


РИСУНОК 2/G.121

Пример скачка относительного уровня на интерфейсе (точка B)

Примечание 1. — Термин "мощность загрузки" относится к *номинальной*, а не к *реальной* загрузке, которой подвержена рассматриваемая система. Например, для аналоговой системы в эталонной точке передачи номинальная загрузка —15 дБм соответствует 0,032 мВт; из этой величины 0,010 мВт обусловлено сигнализацией и тональными сигналами, 0,022 мВт — речью, остатками несущих частот и тональным телеграфированием. Таким образом, номинальная речевая загрузка в эталонной точке передачи составляет —16,6 дБм; эта величина берется как среднее значение во времени из группы каналов в течение ч.н.н. Реальный средний уровень речи может весьма значительно отличаться от данной величины. Это еще более вероятно для отдельного канала. (Однако следует стремиться к тому, чтобы фактическая загрузка была близка к номинальной, при которой система передачи имеет оптимальные характеристики.)

Примечание 2. — По многим соображениям цифровое усиление или цифровое затухание должны использоваться на сети только в исключительных обстоятельствах.

Примечание 3. — Если вносится цифровое усиление или цифровое затухание, то жесткие связи между относительным уровнем и мощностью загрузки могут быть утрачены. Например, в схеме, соответствующей рис. 2/G.121, фактический максимально возможный уровень справа от точки B (то есть в точке 0 дБо) будет на T дБ ниже, чем +3,14 дБм. Аналогичным образом слева от точки B (то есть при $-T$ дБо) пороговый уровень шума будет на T дБ выше, чем в нормальной ИКМ системе.

ПРИЛОЖЕНИЕ A

(к Рекомендации G.121)

Оценка номинальных значений разности остаточных затуханий между двумя направлениями передачи

A.1 Рассмотрим международное соединение между первичными центрами в двух Администрациях, установленное по одной международной цепи, как показано на рис. A-1/G.121.

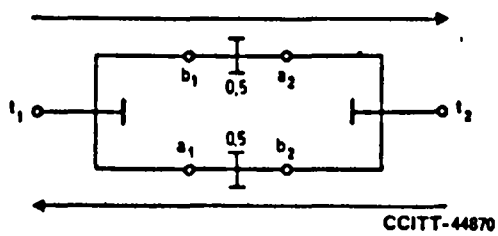


РИСУНОК A-1/G.121

Полные номинальные остаточные затухания в каждом из двух направлений передачи равны:

$$1 \to 2 = t_1 b_1 + 0{,}5 + a_2 t_2 \text{ (дБ)}$$

и

$$2 \to 1 = t_2 b_2 + 0{,}5 + a_1 t_1 \text{ (дБ)},$$

где a и b определяются, как в Рекомендации G.122, так что разность между двумя направлениями передачи равна:

$$(t_1 b_1 - a_1 t_1) - (t_2 b_2 - a_2 t_2) = d_1 - d_2,$$

где d обозначает $d_1 = t_1 b_1 - a_1 t_1$ или $d_2 = t_2 b_2 - a_2 t_2$.

Примечание. — Никаких проблем с определением "затухания" не возникает до тех пор, пока номинальные полные сопротивления двухпроводного соединения остаются активными. Однако в настоящее время отмечается тенденция использовать комплексные номинальные полные сопротивления, вследствие чего приходится соблюдать некоторые условия. В §§ 1.2.3—1.2.5 Рекомендации Q.551 указывается, каким образом следует производить измерения на цифровых станциях с аналоговыми портами (входами/выходами). В кратком виде эти правила таковы:

a) Измерения оборудования (цепи) производятся при номинально согласованных условиях полного сопротивления для аналоговых входов/выходов. При этих измерениях четырехпроводный шлейф в обратном направлении должен разрываться. (На практике это означает измерения *либо* между двумя физическими сопротивлениями, как в случае измерений при сопротивлении 600 Ом, *либо* между генератором с малым входным сопротивлением и указателем с большим входным сопротивлением. Может быть использован любой из этих методов в зависимости от того, какой из них удобнее. Результаты измерений не имеют больших различий.) Следует отметить, что при использовании второго метода необходимо вносить коррекцию 6 дБ.

b) Номинальное затухание представляет собой рабочее затухание на опорной частоте 1020 Гц (то есть затухание по напряжению с поправочным коэффициентом 10 lg отношения полных сопротивлений).

c) Частотные искажения определяются как 20 lg отношения напряжения на частоте 1020 Гц к напряжению на частоте f.

ПРИЛОЖЕНИЕ B

(к Рекомендации G.121)

Соображения, относящиеся к передаче при включении четырехпроводного шлейфа в двухпроводную цепь

B.1 *Общие положения*

Как правило, четырехпроводный шлейф характеризуется значительным изменением фазы в зависимости от частоты. Поэтому при включении в двухпроводную цепь он может существенно влиять на частотные искажения и полные сопротивления вследствие возникающих отражений. Ниже приводятся точные выражения для затухания и полного сопротивления, а также приблизительное правило, полезное для оценки некоторых последствий местного эффекта.

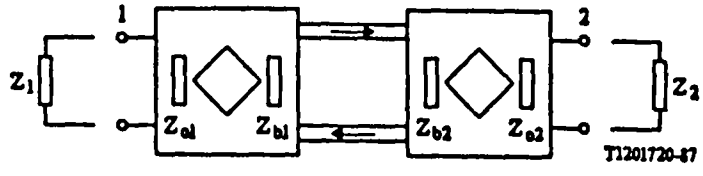


РИСУНОК B-1/G.121

Четырехпроводная абонентская линия, включенная в двухпроводное соединение

На рис. B-1/G.121 представлен четырехпроводный шлейф с двухпроводными портами № 1 и № 2. Применяются следующие обозначения:

Сопротивления нагрузки: Z_1 и Z_2.

Двухпроводные входные сопротивления (четырехпроводный шлейф разомкнут): Z_{o1} и Z_{o2}.

Балансные сопротивления: Z_{b1} и Z_{b2}.

Затухание и фазовый сдвиг в условиях согласованной нагрузки, то есть $Z_1 = Z_{o1}$ и $Z_2 = Z_{o2}$;

от порта 1 к порту 2 (четырехпроводный шлейф разомкнут от порта 2 к порту 1): L_1 дБ, $B^\circ{}_1$;

от порта 2 к порту 1 (четырехпроводный шлейф разомкнут от порта 1 к порту 2): L_2 дБ, $B^\circ{}_2$.

Теперь мы определяем следующие (комплексные) коэффициенты:

$$C_1 = 10^{-L_1/20} \cdot (\cos B_1 - j \sin B_1)$$

$$C_2 = 10^{-L_2/20} \cdot (\cos B_2 - j \sin B_2)$$

$$C_{r1} = \frac{2Z_{o1}}{Z_{o1} + Z_{b1}} \cdot \frac{Z_1 - Z_{b1}}{Z_1 + Z_{o1}}$$

$$C_{r2} = \frac{2Z_{o2}}{Z_{o2} + Z_{b2}} \cdot \frac{Z_2 - Z_{b2}}{Z_2 + Z_{o2}} \qquad \text{(B-1)}$$

$$C_{b1} = \frac{Z_{o1} - Z_{b1}}{Z_{o1} + Z_{b1}}$$

$$C_{b2} = \frac{Z_{o2} - Z_{b2}}{Z_{o2} + Z_{b2}}$$

Балансные затухания отражения на зажимах 1 и 2 таковы:

$$L_{br1} = -20 \log_{10} \left| C_{r1} \right| ; \; L_{br2} = -20 \log_{10} \left| C_{r2} \right| \qquad \text{(B-2)}$$

Следует отметить, что балансные затухания отражения могут при некоторых окончаниях стать *отрицательными*. По данному вопросу будет сделано несколько замечаний, поскольку в процессе установления соединения могут встретиться несколько особых конфигураций цепи.

Минимальное балансное затухание отражения на зажиме с входным (двухпроводным) сопротивлением Z_o и балансным сопротивлением Z_b имеет место, когда сопротивление нагрузки *чисто реактивное*; величина его зависит от Z_o и Z_b. (Следовательно, вообще не существует условий ни холостого хода, ни короткого замыкания!)

Минимальная величина балансного затухания отражения такова:

$$(L_{br})_{min} = -20 \log_{10} \left\{ \frac{1}{\cos V} + \sqrt{(1 - S)^2 + (\tan V - T)^2} \right\} \qquad \text{(B-3)}$$

где

$$\left.\begin{aligned} &V = \text{фазовый угол входного сопротивления } (Z_o) \\ &S + jT = \frac{2Z_o}{Z_o + Z_b} \end{aligned}\right\} \qquad \text{(B-4)}$$

Особый интерес представляет случай, когда по расчету Z_o равно Z_b. В этом случае уравнение (B-4) преобразуется в:

$$\begin{aligned} &(L_{br})_{min} = -20 \log_{10} \left\{ \tan \tfrac{1}{2} (90° - |V|) \right\} \\ &(Z_o = Z_b) \end{aligned} \qquad \text{(B-5)}$$

Эта минимальная величина возникает тогда, когда сопротивление нагрузки представляет собой чистое реактивное сопротивление jX со знаком, *противоположным* Z_o, и имеет величину

$$|X| = |Z_o| \qquad \text{(B-6)}$$

Примечание 1. — Вообще, чем более реактивными будут Z_o и Z_b, тем меньше будет минимальная величина балансного затухания отражения, когда на сети возникнут неблагоприятные оконечные нагрузки. Например, если Z_o и Z_b будут точно согласованы с характеристическим сопротивлением непупинизированного абонентского кабеля с углом —45°, то $(L_{br})_{min}$ составит —7,7 дБ. Таким образом, следует избегать исключительно реактивных величин Z_o и Z_b.

Примечание 2. — При *нормальных* условиях на сети сопротивления нагрузки, а также балансные контуры чаще всего имеют отрицательную реактивную составляющую. Балансное затухание отражения и затухание отражения также численно различаются весьма незначительно.

Примечание 3. — Во многих практических случаях состояния холостого хода и короткого замыкания трактуются как "наихудшие случаи".

B.2 *Затухание*

В соответствии с установкой МККТТ в отношении затухания при комплексных номинальных полных сопротивлениях затухание от порта 1 до порта 2 при замкнутом четырехпроводном шлейфе будет следующим:

$$L_{12} = L_1 + 20 \log_{10} \left| \frac{Z_2\,(1.02\ \text{kHz})}{Z_1\,(1.02\ \text{kHz})} \right| + 20 \log_{10} \left| \frac{Z_{o1} + Z_1}{2Z_{o1}} \right| + \tag{B-7}$$

$$+ 20 \log_{10} \left| \frac{Z_{o2} + Z_2}{2Z_2} \right| + 20 \log_{10} \left| 1 - C_1 \cdot C_2 \cdot C_{r1} \cdot C_{r2} \right|$$

Сумма первых четырех членов представляет собой затухание, которое будет измеряться при разрыве четырехпроводного шлейфа в обратном направлении от порта 2 к порту 1. Второй член — поправка для неравных сопротивлений нагрузки. (Предполагается, что Z_1 и Z_2 представляют собой номинальные эталонные полные сопротивления.) Третий и четвертый члены отражают влияния рассогласования.

Наконец, пятый член показывает амплитудно-частотные искажения, обусловленные фазовым сдвигом в шлейфе и недостаточно полным симметрированием на портах, когда Z_{b1} не равно Z_1 и Z_{b2} не равно Z_2.

B.3 *Входное сопротивление*

При замкнутом четырехпроводном шлейфе входное сопротивление на порте 1 будет следующим:

$$Z_{in1} = Z_{o1} \frac{(Z_{o1} + Z_{b1}) + 2Z_{b1} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_{r2}}{(Z_{o1} + Z_{b1}) - 2Z_{o1} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_{r2}} \tag{B-8}$$

Величина отклонения Z_{in1} от номинального двухпроводного входного сопротивления Z_{o1} может быть определена с помощью затухания отражения:

$$L_{r1} = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_{in1} + Z_{o1}}{Z_{in1} - Z_{o1}} \right| \tag{B-9}$$

Используя уравнение (B-8), мы получаем

$$L_{r1} = L_1 + L_2 + L_{br2} + 20 \operatorname{Log}_{10} |1 - C_1 \cdot C_2 \cdot C_{b1} \cdot C_{r2}| \tag{B-10}$$

Примечание 1. — Последний член уравнения (B-10) представляет собой волнообразные (с высокой периодичностью) искажения. Однако часто они оказываются не столь уж большими. Если $Z_o = Z_b$, то они вообще равны нулю!

Примечание 2. — Если затухание шлейфа $(L_1 + L_2)$ невелико, то эффективное входное сопротивление на одном порте может существенно меняться из-за условий, имеющих место на другом порте.

B.4 *Соображения, относящиеся к местному эффекту*

Влияние местного эффекта может носить решающий характер для абонентов, близко расположенных к цифровой станции, то есть когда протяженность абонентской линии равна нулю. Поэтому в данном параграфе мы рассмотрим этот случай подробно.

Если абонент непосредственно подключен к порту 1, показанному на рис. B-1/G.121, то для вычисления входного сопротивления Z, которое телефонный аппарат "видит" на своих зажимах, можно использовать уравнение (B-8). В этом случае балансное затухание местного эффекта A_{rst} и его взвешенное среднее значение A_m вычисляются, как указано в приложении A.4.3 к Рекомендации G.111, используя для этой цели входное сопротивление Z_c телефонного аппарата и его эквивалентное балансное сопротивление местного эффекта Z_{so}. Наконец, затухания местного эффекта говорящего и слушающего абонентов (STMR и STLR), соответственно, получаются с помощью величины A_m в уравнении (A.4-3) приложения A к Рекомендации G.111.

Вышеописанная процедура несколько сложнее, поскольку она требует точного вычисления величины входного сопротивления на двухпроводном зажиме замкнутого четырехпроводного шлейфа. Для быстрой оценки влияния местного эффекта можно применять следующий упрощенный метод.

Влияния рассогласования на затухание местного эффекта рассматриваются как наложение двух влияний "эхосигнала", а именно:

a) Балансное затухание отражения A_{rst1} местного эффекта между телефонным аппаратом и *номинальным* входным сопротивлением Z_{o1} (на ближнем конце) на порте, к которому подключен данный телефонный аппарат. Взвешенное среднее значение A_{m1} вычисляется с помощью уравнения (A. 4-3) приложения A к Рекомендации G.111.

b) Рассогласование входного сопротивления (на дальнем конце) на порте, транслированное на порт ближнего конца, то есть затухание отражения L_{r1}, как это дано в уравнении (C-10)[1], используется для вычисления среднего значения A_{m2} с помощью уравнения (A. 4-3) приложения A к Рекомендации G.111.

Наконец, два "эхосигнала местного эффекта" суммируются по мощности, что дает новое взвешенное среднее значение:

$$A_m = -10 \log_{10} \left\{ 10^{\frac{-A_{m1}}{10}} + 10^{\frac{-A_{m2}}{10}} \right\}$$

Примечание. — Эффекты рассогласования сопротивления на дальнем конце будут, безусловно, интерпретироваться не как местный эффект, а как эхосигнал, если время прохождения по шлейфу окажется большим. Изменение восприятия местного эффекта на восприятие эхосигнала может начаться при времени задержки всего лишь нескольких миллисекунд. (Эта проблема изучается в рамках Вопроса 9/XII.) Эхосигналы, имеющие большое время прохождения, оказываются гораздо более заметными, чем местный эффект.

ПРИЛОЖЕНИЕ C

(к Рекомендации G.121)

Примеры значений для удлинителей R и T, принятых некоторыми Администрациями

В настоящем приложении приводятся значения для удлинителей R и T, которые были приняты некоторыми Администрациями для своих цифровых сетей. Эти значения соответствуют цифровым соединениям между абонентами, имеющими аналоговые двухпроводные абонентские линии, включенные в цифровые местные станции. Следует признать, что для соединений в развивающейся смешанной аналого-цифровой сети эти значения могут быть и другими.

Упомянутые значения даны в качестве ориентира развивающимся странам, рассматривающим вопросы проектирования новых сетей. Если для новых сетей будут приняты подобные значения в сочетании с соответствующими значениями затухания эхосигнала и балансного затухания устойчивости, то маловероятно, чтобы имели место какие-либо затруднения с точки зрения удовлетворения требованиям Рекомендации G.122.

---

[1]) Последний член уравнения не принимается во внимание.

Некоторые Администрации определяют затухание в зависимости от относительных уровней на входе и выходе значения можно вывести из таблицы C-1/G.121, используя соотношение, показанное на рис. C-1/G.121.

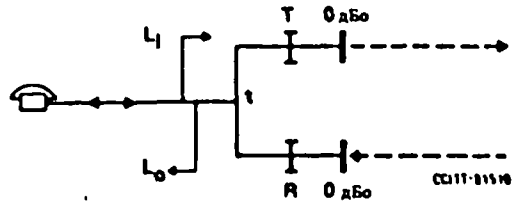


РИСУНОК C-1/G.121

Связь между относительными уровнями и удлинителями R и T

В этой схеме предполагается, что относительные уровни на входе кодера и выходе декодера равны 0 дБо, что удлинитель T представляет суммарное затухание между двухпроводной точкой t и входом кодера и что удлинитель R представляет суммарное затухание между выходом декодера и точкой t. Таким образом, отношение между относительными уровнями и затуханиями является следующим:

$$L_I = T, \; L_O = -R$$

Примечание. — Современная тенденция заключается в использовании комплексного номинального сопротивления на двухпроводном порте. См. примечание к приложению A.1 о том, каким образом следует интерпретировать термин "затухание" в подобном случае.

В исключительных случаях с помощью цифровых удлинителей можно получить затухания, соответствующие R и T. Подробности рассматриваются в §§ 6.2 и 6.3.

Вообще диапазон уровней на входе был получен, исходя из предположения, что мощности речи в сети близки к условной загрузке, принятой при проектировании систем с ЧРК. Однако реальные измерения показывают, что эта загрузка на практике не достигается (см. Дополнение № 5 к выпуску III.2 *Желтой книги*). По этой причине может оказаться предпочтительным принять другие уровни на входе (и выходе) при проектировании станций. Тем не менее необходимо учитывать любые возможные изменения:

i) диапазон мощностей речи, наблюдаемый в конкретном канале на входе станции, и субъективное восприятие любого ограничения пиков, учитывая, что любой дефект передачи ограничивается данным каналом;

ii) уровни аналоговых сигналов иных, чем разговорные (например, от модемов данных или устройств многочастотной сигнализации), в частности, от абонентов, имеющих короткие линии до станции;

iii) необходимость удовлетворения требований Рекомендации G.122 в отношении эха и стабильности, в частности, когда сумма R и T оказывается менее 6 дБ;

iv) необходимость учитывать разность затуханий двух направлений передачи, как этого требует § 6.3 Рекомендации G.121.

На настоящем этапе Администрации должны учитывать, что может оказаться выгодным предусмотреть диапазон регулировки уровня в будущих проектах цифровых местных станций.

ТАБЛИЦА C-1/G.121

Значения R и T для различных стран

	Тип соединения					
	собственная станция		местные по цифровым соединительным линиям (цифровые междугородние)		междугородние через цифровые междугородние станции	
	R дБ	T дБ	R дБ	T дБ	R дБ	T дБ
ФРГ (для абонентов с короткими линиями: R = 10 дБ, T = 3 дБ)	7	0	7	0	7	0
Австралия	6	0	6	0	6	0
Австрия	7	0	7	0	7	0
Бельгия	7	0	7	0	7	0
Канада	0	0	3	0	6	0
Дания	6	0	6	0	6	0
Испания	7	0	7	0	7	0
США	0	0	3	0	6	0
Финляндия	7	0	7	0	7	0
Франция	7	0	(не используется)	(не используется)	7	0
Индия	6	0	6	0	6	0
Италия	7	0	7	0	7	0
Япония	4	0	8	0	8	0
Нидерланды	4,5	1,5	4,5	1,5	4,5 (национальное) 10,5 (международное)	1,5
Норвегия	5	2	5	2	5	2
Соединенное Королевство (значения указаны для медианных линий; дополнительное затухание вносится на местных линиях малой протяженности для обоих направлений передачи)	6	1	6	1	6	1
Швеция	5	0	5	0	5 (национальное) 7 (международное)	0 (национальное) 0 (международное)
СССР	7	0	7	0	7	0
Югославия	7	0	7	0	7	0
Новая Зеландия	7	0,5	7	0,5	7	0,5

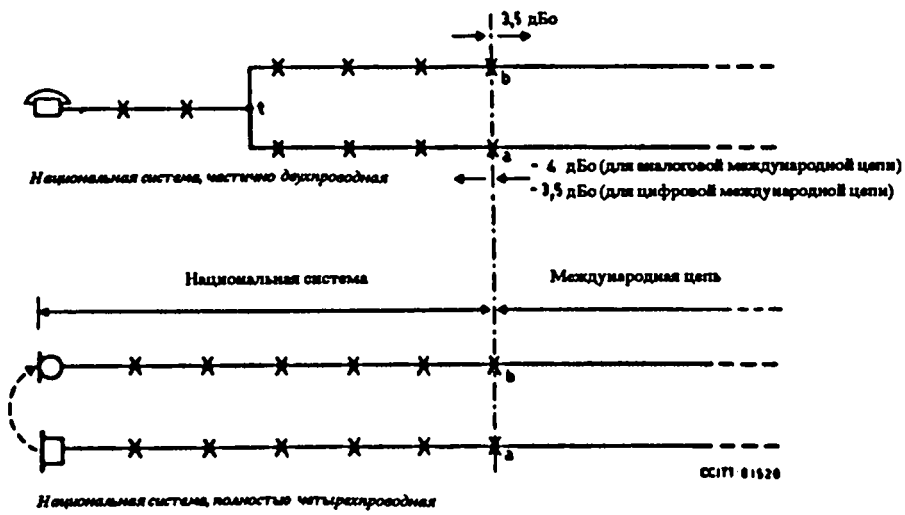
ВЛИЯНИЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ НА УСТОЙЧИВОСТЬ, ЭХО ГОВОРЯЩЕГО АБОНЕНТА И ЭХО СЛУШАЮЩЕГО АБОНЕНТА В МЕЖДУНАРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

(Женева, 1964 г; изменена в Мар-дель-Плате, 1968 г., Женеве, 1972, 1976 и 1980 гг.; Малага-Торремолиносе, 1984 г. и Мельбурне, 1988 г.)

1 Введение

Информация, содержащаяся в настоящей Рекомендации, применима ко всем национальным системам.

В схематической форме национальная система, которая доходит до виртуальных точек аналоговой коммутации, показана на рис. 1/G.122



Примечание — a, b — виртуальные точки аналоговой коммутации международной цепи.

РИСУНОК 1/G.122

Представление национальной системы и определение виртуальных точек аналоговой коммутации

Затухание передачи, вносимое национальной системой между *a* и *b* и называемое "вносимым затуханием (*a*-*b*)", является важным с трех точек зрения:

a) оно создает запас против самовозбуждения международного соединения в периоды установления и освобождения соединения. Минимальное затухание в полосе 0—4 кГц является характеристическим значением;

b) оно создает запас устойчивости во время соединения. И в этом случае минимальное затухание в полосе 0—4 кГц является характеристической величиной, но теперь предполагается, что абонентские устройства (телефонный аппарат, модем и т.п.) должны быть подключены и находиться в рабочем состоянии;

c) оно обеспечивает защиту от эхосигналов, и, что касается субъективного влияния эха говорящего абонента, взвешенная сумма затухания (*a*-*b*) в полосе 300—3400 Гц является характеристической величиной.

Кроме того, эхосигналы, циркулирующие в любом четырехпроводном петлевом шлейфе в национальной системе или в международной четырехпроводной составной цепи, обусловливают возникновение эха слушающего абонента, которое может оказывать влияние на аналоговую передачу данных в полосе тональных частот.

Требования, устанавливаемые в настоящей Рекомендации, представляют собой нормы на сетевые качественные показатели.

2 Затухание (a-b), позволяющее избежать нарушения устойчивости во время установления, освобождения и изменения соединения

2.1 При нормальных условиях установления и освобождения соединения и других перестроений полного соединения (например, передача вызова на другой номер) должна обеспечиваться устойчивость. Для обеспечения требуемой устойчивости международных соединений распределение (взятое для большого числа реальных вызовов) затухания (*a-b*) в наихудшем случае должно быть таким, чтобы количество случаев с затуханием (*a-b*) 0 дБ или меньше не превышало 6 на 1000 вызовов при использовании метода вычисления, применяемого в § 2.2. Это требование должно соблюдаться на любой частоте в полосе 0—4 кГц.

Примечание 1. — Системы сигнализации и коммутации оказывают влияние на затухание (*a-b*) при установлении и освобождении соединения. Например, в некоторых системах четырехпроводные регистры управляют установлением соединения и не организуют четырехпроводный тракт до тех пор, пока не будет успешно принят сигнал ответа. В других системах цепи освобождаются немедленно, если имеют место условия занятости. В этом случае опасность возбуждения не возникает.

Примечание 2. — Рекомендация Q.32 дает информацию о методах, позволяющих получить требуемое затухание (a-b) входящей национальной системы до получения ответа вызываемого абонента (то есть во время передачи зуммерного сигнала контроля посылки вызова) или при занятости номера, или невозможности установления соединения с абонентом.

Примечание 3. — Если отсутствуют ситуации, подобные описанным в примечаниях 1 и 2, выше, то, как правило, можно предположить, что вызываемая местная телефонная цепь (если она двухпроводная) не вносит балансного затухания. В этом случае необходимое затухание (*a-b*) должно обеспечиваться затуханиями передачи национальной системы.

Примечание 4. — Устойчивость международных телефонных соединений на частотах за пределами полосы эффективно передаваемых частот (то есть ниже 300 и выше 3400 Гц) обеспечивается следующими затуханиями передачи на частотах, представляющих интерес:

— балансным затуханием дифференциальных систем;

— затуханиями передачи дифференциальных систем;

— остаточным затуханием четырехпроводных цепей.

Примечание 5. — Условия, продолжительность которых составляет всего лишь несколько десятков миллисекунд, могут не рассматриваться, поскольку за такое короткое время возбуждение не может достигнуть достаточно высокого уровня.

2.2 Рекомендуемую в § 2.1, выше, предельную величину можно, например, обеспечить, предъявляя к национальной сети одновременно следующие требования:

1) Сумма номинальных затуханий передачи в обоих направлениях передачи *a-b* и *t-b*, измеренных между двухпроводным входом дифференциальной системы *t* и одной из виртуальных точек аналоговой коммутации международной цепи, *a* или *b*, должна быть не менее (4 + *n*) дБ, где *n* — число аналоговых или смешанных аналого-цифровых четырехпроводных цепей в национальной составной цепи.

2) Необходимое для обеспечения устойчивости балансное затухание дифференциальной системы *t* должно иметь величину не менее 2 дБ для всех окончаний цепи, встречающихся при нормальной эксплуатации.

3) Стандартное отклонение изменений затухания передачи цепи не должно превышать 1 дБ (см. Рекомендацию G.151, § 3).

При вычислении с целью проверки приемлемости этих величин можно предположить, что (см. [1]):

— отсутствует сколько-нибудь существенная разность между номинальным и средним значениями затухания передачи цепи,

— полностью скоррелированы изменения затухания для обоих направлений передачи той же цепи,

— распределения являются гауссовыми.

В этом случае для затухания (a-b) получаем следующие значения:

среднее значение : $2 + 4 + n = 6 + n$ дБ

стандартное отклонение : $\sqrt{4n}$ дБ.

При $n = 4$ среднее значение составляет 10 дБ, а стандартное отклонение 4 дБ, что для значений меньше 0 дБ дает вероятность $6 \cdot 10^{-3}$.

Примечание. — Две величины a-t и t-b необязательно должны быть равными, так что в национальной сети могут использоваться различные значения усиления. Это может оказаться необходимым для удовлетворения требованиям Рекомендации G.121, § 2, но означает, что в разных направлениях передачи затухание передачи при оконечном соединении четырехпроводной составной цепи с дифференциальными системами может быть разным. Во всех случаях выбор номинального значения затухания передачи t-b должен производиться в соответствии с § 3 Рекомендации G.121, в котором рассматривается минимальный эквивалент затухания на стороне передачи для каждой национальной составной цепи, во избежание опасности перегрузки на международной сети.

3 Невзвешенное затухание (a-b) на установленных соединениях

3.1 Цель — максимально уменьшить опасность, что затухание (a-b) достигнет малых значений на любой частоте полосы 0—4 кГц. Это требует ограничения распределения значений затухания (a-b), обеспечивающего устойчивость, для совокупности реальных международных вызовов, которые устанавливаются по национальной системе. Подобное распределение может характеризоваться средним значением и стандартным отклонением.

Цель будет достигнута, если национальная система будет иметь среднее значение не менее ($10 + n$) дБ и стандартное отклонение не более $\sqrt{6{,}25 + 4n}$ дБ в полосе частот 0—4 кГц, где n — число аналоговых или смешанных аналого-цифровых четырехпроводных цепей в национальной составной цепи. Допустимы также другие распределения, если они будут давать эквивалентные или лучшие результаты, вычисление которых производится в соответствии с [1].

Примечание 1. — См. примечание в § 2.2.

Примечание 2. — В более традиционном случае a на рис. 1/G.122 затухание (a-b) вычисляется как сумма затуханий цепи, затухания при оконечном соединении и балансного затухания, обеспечивающего устойчивость. В действительности затухание (a-b) на заданной частоте есть сумма затуханий цепи на этой частоте плюс балансное затухание на этой же частоте. Для целей проектирования можно предположить, что затухание, обеспечивающее устойчивость, равно или превышает сумму балансного затухания, обеспечивающего устойчивость, плюс сумму затуханий цепи на эталонной частоте. Это следует из того, что наименьшее затухание цепи, как правило, имеет место вблизи эталонной частоты.

Примечание 3. — Можно предположить, что полностью цифровые цепи имеют затухание передачи, среднее значение и стандартное отклонение которого равны нулю. Предполагается, что кодеры тональных сигналов в цепях или на станциях вносят меньше изменений в затухание передачи, чем цепи систем передачи. Имеются сведения, что стандартные отклонения затухания передачи в комбинации кодер-декодер составляют порядка 0,4 дБ.

Примечание 4. — Предполагается, что абонентское устройство (телефонный аппарат, модем и т.п.) в местной телефонной цепи должно находиться в состоянии "трубка снята" или в эквивалентном ему состоянии, обеспечивая таким образом балансное затухание.

Примечание 5. — На практике распределение балансного затухания, обеспечивающего устойчивость, является явно несимметричным, так как бóльшая часть стандартных отклонений обусловлена значениями, превышающими среднее. Предположение о нормальном распределении было бы слишком ограничивающим.

Примечание 6. — В руководстве МККТТ, указанном в [3], дается описание некоторых предложенных и в ряде случаев успешно примененных Администрациями методов улучшения балансных затуханий.

3.2 Распределение затухания, обеспечивающего устойчивость (a-b), которое рекомендовано в § 3.1, выше, может, например, быть получено, если помимо удовлетворения требований § 2.2 среднее значение балансного затухания, обеспечивающего устойчивость в дифференциальной системе, будет не менее 6 дБ, а стандартное отклонение не более 2,5 дБ.

4 Затухание эхосигнала (a-b) на установленных соединениях

4.1 Чтобы свести к минимуму влияние эхосигнала на международных соединениях, рекомендуется, чтобы распределение затухания эхосигнала (a-b) для совокупности реальных международных вызовов, установленных по национальной системе, имело среднее значение не менее $15 + n$ дБ и стандартное отклонение не более $\sqrt{9 + 4n}$, где n — число аналоговых или смешанных аналого-цифровых четырехпроводных цепей в национальной составной цепи.

Допустимы также и другие распределения, если они не будут давать эквивалентные или лучшие результаты, вычисляемые в соответствии с Дополнением № 2.

Примечание 1. — Эхозаградители и эхокомпенсаторы, соответствующие Рекомендациям G.164 и G.165, как правило, требуют затухания сигнала (a-b) 6 дБ для *нормальной* работы эхозаградителя или эхокомпенсатора. Это затухание сигнала (a-b) есть отношение исходной мощности сигнала и его отраженной мощности в тракте отражения. Величина затухания сигнала (a-b) будет зависеть от частотной характеристики затухания (a-b) и спектра сигнала. Поэтому с точки зрения качества передачи желательно, чтобы затухание, обеспечивающее устойчивость (a-b) в установленном соединении, было не меньше 6 дБ, поскольку это значение позволит получить надлежащую передачу при любом сигнале (частотном спектре) в полосе 0—4 кГц.

Однако этот уровень качества не всегда может оказаться реализуемым, особенно на более высоких частотах, которые характерны для сигналов данных, передаваемых в полосе разговорных частот. Что касается речи, то, как правило, затухание речевого сигнала (a-b) будет не менее 6 дБ, если затухание эхосигнала составляет 6 дБ. Однако что касается сигналов данных, передаваемых в полосе разговорных частот, то для обеспечения затухания сигнала данных (a-b), равного 6 дБ, требуется большее затухание эхосигнала. Для некоторых сигналов данных требуется затухание эхосигнала не меньше 10 дБ. Следует отметить, что некоторые модемы, работающие в полудуплексном режиме по спутниковым цепям, оснащенным эхокомпенсаторами, могут потребовать специального режима для действия эхокомпенсаторов, чтобы предотвратить большие задержки эхосигналов, превышающие период молчания приемника, которые создают проблемы передачи данных.

Примечание 2. — См. примечание 2 в § 3.1. Аналогичным образом для целей проектирования можно предположить, что затухание эхосигнала равно или превышает сумму балансного затухания и затухания цепи на эталонной частоте.

Примечание 3. — Рекомендация G.131 содержит указание по применению устройств уменьшения эхосигнала.

4.2 Затухание эхосигнала (a-b) получается интегрированием передаточной характеристики мощности $A(f)$, взвешенной с помощью отрицательного наклона 3 дБ на октаву в диапазоне 300—3400 Гц, следующим образом:

$$\text{затухание эхосигнала } L_e = 3{,}85 - 10 \log_{10} \left[\int_{300}^{3400} \frac{A(f)}{f} \, df \right] \text{ дБ,}$$

где

$$A(f) = 10^{\frac{L_{ab}(f)}{10}} \quad \text{при } L_{ab} = \text{затухание } (a\text{-}b)$$

Примечание 1. — Вышеупомянутый метод заменяет прежний метод, при котором затухание эхосигнала тракта a-t-b временно определялось как выражение в единицах передачи невзвешенного среднего значения отношений мощности в полосе 500—2500 Гц. Установлено, что новый метод дает лучшее соответствие субъективным мнениям для конкретных соединений. Однако исследование показало, что распределения затухания тракта эхосигнала для больших выборок реальных соединений, вычисленных с помощью этих двух методов, имеют почти одинаковые средние значения и стандартные отклонения. Таким образом, информация, собранная с помощью прежнего метода, все еще считается полезной при исследованиях, связанных с проектированием.

Примечание 2. — Приводились данные, которые показывают, что сигнал белого шума необязательно является оптимальным для измерения уровня остаточного эхосигнала после компенсации, потому что эхокомпенсатор не сходится точно к такому же состоянию, как в случае реального речевого сигнала. Возможно, более предпочтительно использовать традиционный телефонный сигнал (Рекомендация G.227 [5]) или, что еще лучше, сигнал искусственной речи (см. [6]). Хорошим компромиссом является взвешенный шумовой сигнал, основанный на принципе, который рекомендован выше.

Примечание 3. — Можно получить улучшенные балансные затухания в точке t, когда на местной станции используется четырехпроводная коммутация, а местная линия постоянно закреплена за дифференциальной системой и ее балансным контуром (см. Рекомендацию Q.552, где приведены примеры). В случае двухпроводной коммутации необходимо использовать компромиссный балансный контур.

Примечание 4. — Имеются данные о том, что четырехпроводная микротелефонная трубка при нормальном использовании может вносить большой акустический эхосигнал в соединение. Следовательно, при определенных обстоятельствах (малое затухание передачи, большое время прохождения) могут потребоваться устройства уменьшения эхосигнала.

4.3 Примером возможности достижения значения, рекомендованного в § 4.1, выше, является среднее значение суммы затуханий передачи a-t и t-b не менее $(4 + n)$ дБ при стандартном отклонении от этого среднего значения не более $2\sqrt{n}$ дБ, в сочетании с балансным затуханием эхосигнала в дифференциальной системе t, равным не менее 11 дБ, при стандартном отклонении, не превышающем 3 дБ.

5 Влияние эхосигнала слушающего абонента (дважды отраженные сигналы) [1]

5.1 *Общие положения*

В §§ 1—4 предполагалось, что в соединении имеется только один двухпроводный-четырехпроводный-двухпроводный шлейф (далее он называется просто "шлейф"). Следовательно, для этого случая справедливы требования §§ 1—4, то есть они касаются "полушлейфа", который непосредственно виден из виртуальных точек аналоговой коммутации. Однако в смешанных аналого-цифровых соединениях могут иметь место несколько шлейфов, когда четырехпроводные цифровые станции (включая УАТС) имеют двухпроводные соединения с другими станциями. Как правило, такие шлейфы имеют малое затухание и малое время задержки (самое большее несколько миллисекунд). Сигналы, отраженные дважды, то есть в обеих дифференциальных системах, которыми заканчивается шлейф, будут, следовательно, появляться в виде эха слушающего абонента. Эти эхосигналы слушающего абонента:

— могут привести к нежелательному "гулкому" звуку в телефонных соединениях, и

— могут ухудшить коэффициент ошибок по битам принимаемых сигналов данных в полосе разговорных частот.

В принципе было установлено, что для удовлетворительной передачи приемники модемов данных требуют более высоких значений затухания эхосигнала слушающего абонента (в полосе 500—2500 Гц), чем речь (в полосе 300—3400 Гц).

Влияние эхосигнала слушающего абонента характеризуется разностью между уровнем прямого сигнала и уровнем многократно отраженного сигнала. На рис. 2/G.122 предполагается, что затухание прямого тракта составляет S дБ, а затухание вдоль тракта отраженного сигнала — L дБ. В этом случае затухание эхосигнала слушающего абонента (LE) составляет $L - S$ дБ. Из рис. 2/G.122 видно, что, если имеют место только два отражения (только дважды отраженные сигналы), то затухание эхосигнала слушающего абонента LE равно затуханию передачи вдоль шлейфа (затухание разомкнутого шлейфа, OLL), так как всем другим затуханиям подвергаются в равной мере прямые и отраженные сигналы.

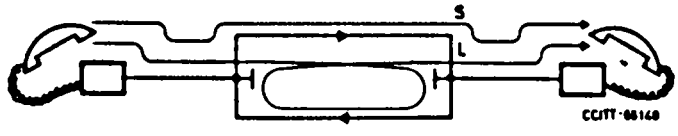


РИСУНОК 2/G.122

Эхосигнал слушающего абонента

Необходимо отметить, что, как правило, эхосигнал слушающего абонента будет состоять из серии дважды, четырежды и т.п. отраженных сигналов, и, следовательно, затухания LE и OLL в принципе не равны друг другу. Однако на практике эти затухания могут рассматриваться как равные, если затухание OLL превышает 8 дБ.

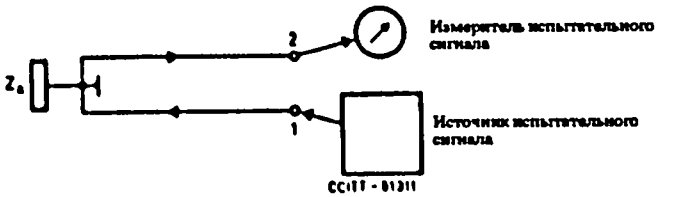
Затухание передачи вдоль шлейфа может измеряться посредством размыкания шлейфа в какой-либо точке, введения сигнала и измерения затухания, которое имеет место в момент прохождения сигнала по разомкнутому шлейфу. При выполнении измерения должны сохраняться все условия нагрузок внутри замкнутого шлейфа и на двухпроводных концах. Измеряемая величина есть затухание разомкнутого шлейфа (OLL).

Исходя из практических соображений, может оказаться более легким выполнение измерений на полушлейфах, особенно в случае четырехпроводных станций с двухпроводными окончаниями, поскольку иногда трудно сохранить соединение через четырехпроводную станцию и разорвать одно направление передачи. Термин "затухание в полушлейфе (SLL)" поясняется на рис. 3/G.122.

---

[1] Использование термина "эхосигнал слушающего абонента" в данном контексте может привести к путанице. Его можно заменить более подходящим термином. Некоторые Администрации предпочитают термин "эхо на приемном конце".

Сумма двух затуханий полушлейфа двухпроводного-четырехпроводного-двухпроводного устройства равна затуханию его разомкнутого шлейфа (и, следовательно, очень близка к его затуханию эхосигнала слушающего абонента); предполагается, что в период выполнения измерения сохраняются условия нагрузок на двухпроводных концах.



Примечание — 1 и 2 — точки, где значения уровня одинаковы (например, цифровые точки).

РИСУНОК 3/G.122

Измерение затухания полушлейфа

5.2 *Ограничение эхосигнала слушающего абонента*

5.2.1 *Передача данных в полосе разговорных частот*

Минимальные значения затухания эхосигнала слушающего абонента в настоящее время изучаются. Однако нижеследующее соображение может рассматриваться как пример и служить указанием того, какие значения затухания OLL могут потребоваться для модемов существующих типов со скоростями передачи до 2,4 кбит/с, с тем чтобы получить высокое качество передачи данных:

— в состав полного соединения должно входить не более пяти (в исключительном случае семь) физических шлейфов;

— шлейфы, имеющие очень большие значения затухания OLL (например, превышающие 45 дБ), не должны учитываться в числе шлейфов, входящих в состав соединения;

— затухание OLL каждого шлейфа на любой частоте в полосе 500—2500 Гц не должно быть меньше значений, указанных в таблице 1/G.122 (основана на формуле $OLL = 18 + 10 \log m$, где m — общее число шлейфов).

ТАБЛИЦА 1/G.122

В одной национальной системе		Максимальное полное число шлейфов в международном соединении
число национальных шлейфов	затухание OLL для каждого шлейфа	
1	22 дБ	3
2	25 дБ	5
3	26,5 дБ	7

5.2.2 *Передача речи*

Качество передачи в полосе тональных частот при наличии эхосигнала слушающего абонента можно оценить количественно с помощью взвешенного значения затухания OLL в полосе тональных частот 300—3400 Гц. В Дополнении № 3 в томе V определены две функции взвешивания.

В соответствии с информацией, приведенной в Рекомендации P.11, можно вывести соответствующие значения затухания OLL в зависимости от времени задержки передачи вдоль шлейфа для обеспечения удовлетворительной передачи речи. Эти значения в настоящее время изучаются.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(к Рекомендации G.122)

Измерение затухания (*a-b*), обеспечивающего устойчивость, и затухание (*a-b*) эхосигнала

Затухание (*a-b*), обеспечивающее устойчивость, и затухание (*a-b*) эхосигнала, как это определено соответственно в §§ 3.1 и 4.1, может быть измерено с помощью приборов на международной станции на основе принципа рис. А-1/G.122.

В отношении измерения эхосигнала суммарная характеристика передающего и приемного фильтров должна быть такой, чтобы можно было эффективно применить определение, которое дано в § 4.2, например, разность между измеренным и вычисленным на основе амплитудно-частотной характеристики значениями затухания эхосигнала не должна превышать 0,25 дБ.

Распределение суммарной характеристики между передающей и приемной частями не является критическим, и может быть использовано любое разумное деление при условии, что:

— не допускается слишком большого влияния между каналами в национальных системах передачи при отсутствии ограничения спектра передаваемого сигнала;

— исключается попадание в приемник нежелательных сигналов, которые могут вызывать ошибки, например, фона, шума цепи, остатков несущих частот.

Необходимы соответствующие средства (не указаны на рис.) для обеспечения автоматического или ручного подключения к четырехпроводным коммутационным устройствам на международной станции, а также соответствующего учета уровней передачи в фактических точках коммутации.

Если при измерении устойчивости используется свип-генератор, то необходимо обратить внимание на возможность ложного срабатывания национальных систем сигнализации.

При измерениях указанных двух видов затухания могут быть получены ошибочные результаты, если в национальные цепи продолжения включены эхозаградители.

Для измерения затухания (*a-b*) эхосигнала выход фильтра на передаче вначале подключается к входу приемного фильтра и соответствующий уровень устанавливается и регистрируется. После этого устройство подключается, как показано на рис. А-1/G.122, и регистрируется новое показание на шкале. Определенное таким образом затухание есть затухание (*a-b*) эхосигнала.

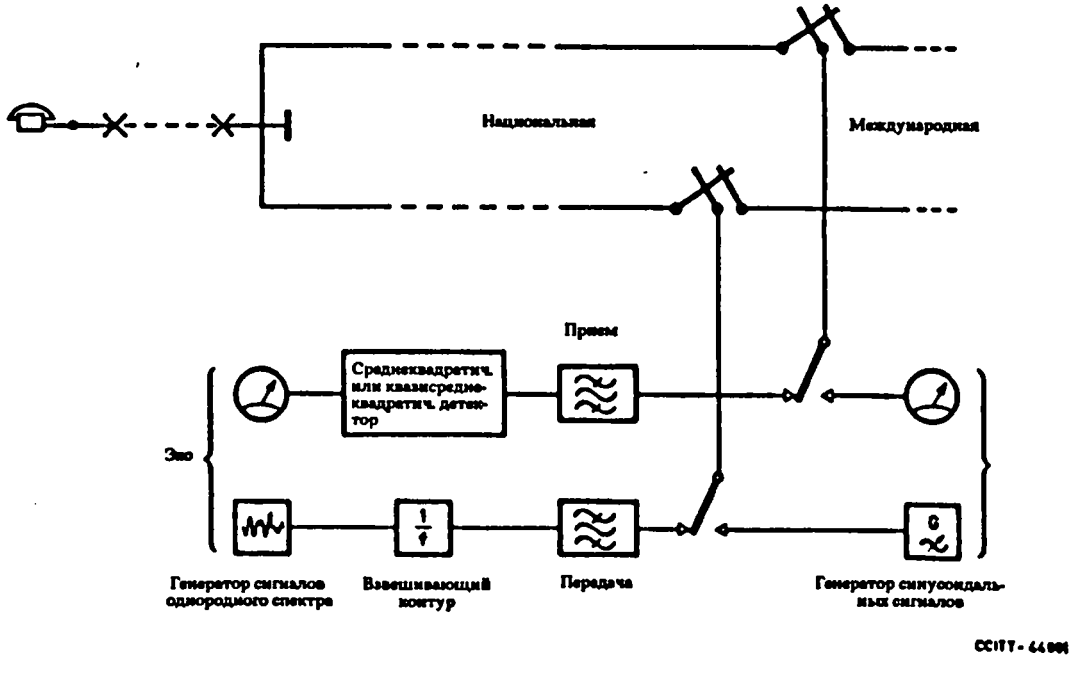


РИСУНОК А-1/G.122

Принцип измерения затухания передачи тракта a-t-b, обеспечивающего устойчивость, и затухание эха

ПРИЛОЖЕНИЕ B

(к Рекомендации G.122)

Объяснение терминов, связанных с трактом *a-t-b*

(вклад компании "Бритиш телеком" и Австралии)

B.1 *Затухание отражения*

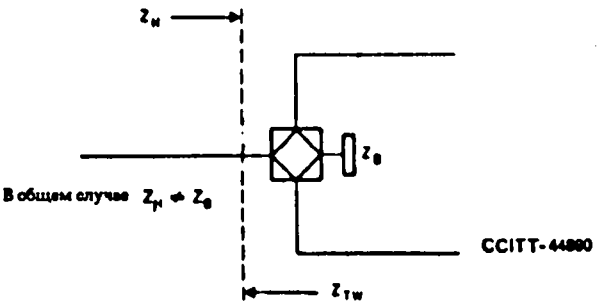
Эта величина, связанная со степенью согласования двух полных сопротивлений, задается выражением:

$$\text{затухание отражения между } Z_1 \text{ и } Z_2 = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_1 + Z_2}{Z_1 - Z_2} \right| \text{дБ.}$$

Выражение "затухание отражения" используется только применительно к двухпроводным трактам, которые предназначены для одновременной передачи сигналов в обоих направлениях.

B.2 *Балансное затухание*

Четкое определение дано в преамбуле Рекомендации G.122. Рис. B-1/G.122 иллюстрирует это определение.



$$\text{Балансное затухание} = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_B + Z_{TW}}{Z_B - Z_{TW}} \right| \text{ дБ.}$$

РИСУНОК B-1/G.122

Двухпроводная часть должна соответствовать данному исследованию, например, при изучении речевого эхосигнала телефонный аппарат должен быть в режиме разговора.

В частном случае (который встречается очень часто), когда входное сопротивление каждого из трактов четырехпроводной части также равно Z_B (например, 600 Ом), дифференциальная система представляет собой полное сопротивление двухпроводной части, которое в основном равно Z_B. Рис. B-2/G.122 иллюстрирует этот случай.

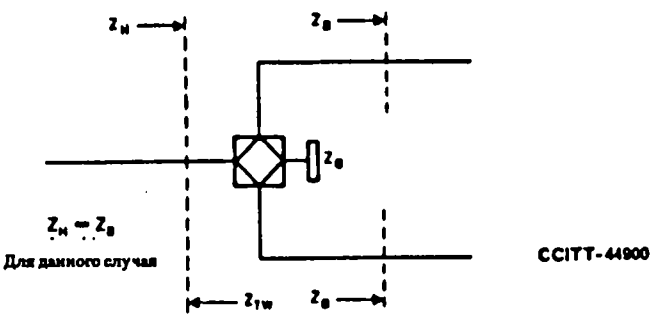


РИСУНОК B-2/G.122

Термин "балансное затухание" (а *не* затухание отражения) должен всегда использоваться для той части затухания тракта *a-t-b*, которая определяется степенью согласованности между Z_B и Z_{TW}.

B.3 *Затухание тракта a-t-b*

В этом случае могла бы быть путаница, потому что это понятие можно применить к устройствам, в которых вообще нет физической точки "*t*", например, в некоторых лабораторных моделях соединений большой протяженности, где эхосигнал обусловлен управляемым односторонним трактом, соединяющим два четырехпроводных тракта. Точка "*t*" необходима в Рекомендации, поскольку в существующих коммутируемых телефонных сетях общего пользования она имеется.

Таким образом, имеют место два общих случая.

Случай 1: точка "*t*" существует (рис. B-3/G.122).

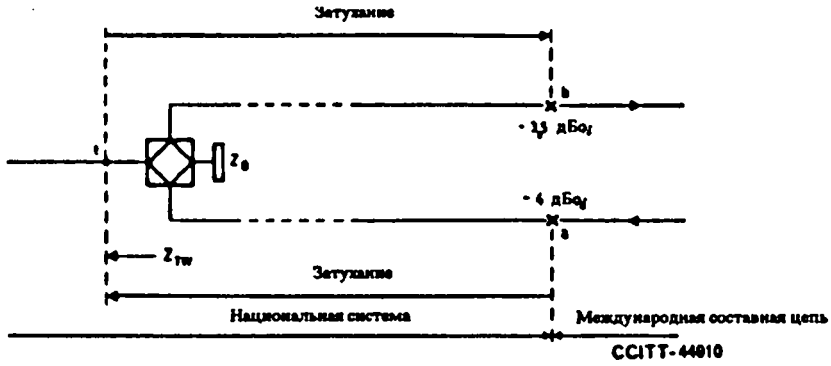


РИСУНОК B-3/G.122

Затухание передачи тракта *a-t-b* может быть вычислено следующим образом:

$$\text{затухание } (a\text{-}t) + 20 \log_{10} \left| \frac{Z_B + Z_{TW}}{Z_B - Z_{TW}} \right| + \text{затухание } (t\text{-}b).$$

На схеме имеются виртуальные точки коммутации международной цепи с соответствующими им относительными уровнями. Индекс "*i*" в сокращении дБо$_i$ означает, что эти относительные уровни берутся относительно точки 0 дБо международной цепи.

Ясно, что на практике могут использоваться любые другие подходящие пары относительных уровней (отличающиеся друг от друга на 0,5 дБ), например, фактические уровни, которые используются на международном центре.

Случай 2: точка "*t*" не существует (рис. B-4/G.122).

Это относится особенно к лабораторным испытательным устройствам.

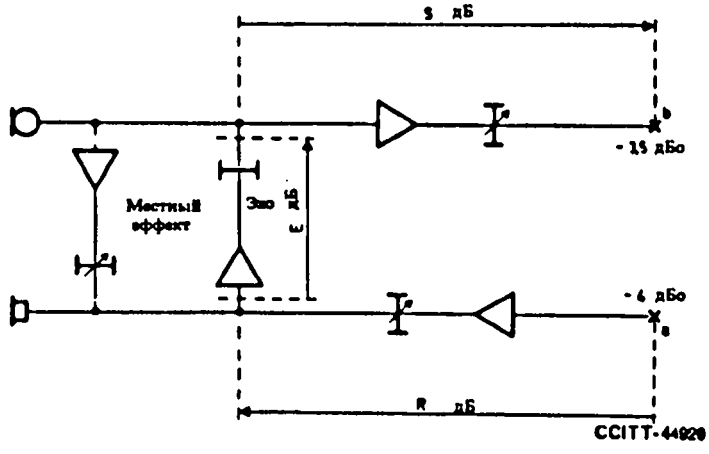


РИСУНОК B-4/G.122

В этом случае затухание тракта a-t-b может быть вычислено по формуле $(R + E + S)$ дБ (допуская, что акустической обратной связью в телефонном аппарате четырехпроводной схемы можно пренебречь).

В обоих случаях затухание "тракта a-t-b" в принципе может быть непосредственно измерено так, как это указано в приложении А, то есть путем ввода сигнала в точке a и измерения полученного результата в точке b; таким образом, для всех случаев можно сказать:

$$\left\{\begin{array}{c}\text{затухание передачи}\\ \text{тракта } a\text{-}t\text{-}b\end{array}\right\} \equiv \left\{\begin{array}{c}\text{затухание передачи}\\ \text{между точками } a \text{ и } b\end{array}\right\}$$

или более коротко:

$$\text{затухание } (a\text{-}t\text{-}b) \equiv \text{затухание } (a\text{-}b)$$

B.4 *Затухание, обеспечивающее устойчивость, и затухание эхосигнала*

Рассматриваемые до сих пор параметры являются функциями частоты и соответствуют кривой амплитудно-частотных искажений. Когда требуется характеризовать такую кривую каким-либо одним цифровым значением, используются дополнительные показатели, например, "затухание (a-b), обеспечивающее устойчивость", и "затухание (a-b) эхосигнала".

В тексте настоящей Рекомендации приводятся определения этих одноцифровых показателей; затухание (a-b), обеспечивающее устойчивость, есть наименьшее значение (измеренное или вычисленное) в полосе 0—4 кГц (см. §§ 2.1 и 3.1), а затухание (a-b) эхосигнала есть взвешенный интеграл затухания в зависимости от частоты в полосе 300—3400 Гц, что соответствует определению, которое приведено в § 4.2.

Если характеристика затухания в зависимости от частоты в эхотракте представлена в графической форме или в форме таблицы, то для вычисления затухания (a-b) эхосигнала желательно использовать иные методы, чем предложенные для эксплуатационных измерений и приведенные в приложении А.

Примечание. — При оценке затухания эхосигнала на основании данных, которые представлены в графической форме или в форме таблиц, следует брать достаточно большое количество точек на шкале частот, чтобы обеспечить надлежащий учет влияния формы амплитудно-частотной характеристики. Чем более нерегулярной будет эта форма, тем больше точек следует брать для заданной степени точности.

Графические данные (правило трапеции)

Если характеристика затухания эхотракта в зависимости от частоты представлена в графической форме (или если данные измерены соответствующим образом), то затухание эхосигнала можно вычислить с помощью правила трапеции следующим образом:

1) разделить полосу частот (300—3400 Гц) на N подполос одинаковой ширины на логарифмической шкале частот;

2) на каждой из $(N + 1)$ частот на краях N подполос определить значения затухания эхосигнала и представить их в форме отношений мощностей на входе и выходе, A_i;

3) вычислить затухание эхосигнала с помощью следующей формулы:

$$L_e = -10 \log_{10} \left[\frac{1}{N} \left(\frac{A_0}{2} + A_1 + A_2 \ldots + A_{N-1} + \frac{A_N}{2} \right) \right]$$

Табличные данные

Если амплитудно-частотная характеристика затухания эхотракта представлена только на $N + 1$ дискретных частотах, расположенных неравномерно в логарифмическом масштабе, то следует поступать следующим образом.

Формула, аппроксимирующая формулу для вычисления затухания (a-b) эхосигнала, приведенную в тексте, такова:

$$L_e = 3.24 - 10 \log_{10} \sum_{i=1}^{N} (A_i + A_{i-1}) (\log_{10} f_i - \log_{10} f_{i-1})$$

где

A_0 — отношение мощностей выход/вход на частоте f_0 = 300 Гц,

A_i — отношение мощностей на частоте f_i,

A_N — отношение мощностей на частоте f_N = 3400 Гц.

Примечание 1. — При этой аппроксимации предполагается, что в пределах каждого поддиапазона f_{i-1} — f_i отношение мощностей постоянно и имеет значение $A(f) = (A_i + A_{i-1})/2$.

Примечание 2. — В формуле аппроксимации постоянная 3,24 есть комбинация постоянной 3,85 определения и других постоянных, получаемых при аппроксимации.

Сумма сомножителей в формуле аппроксимации может быть удобно вычислена методом, который показан в следующем примере:

ТАБЛИЦА B-1/G.122

f_i (Гц) (1)	$\log_{10} f_i$ (2)	$\log_{10} f_i - \log_{10} f_{i-1}$ (3)	Затухание (дБ) (4)	Отношение A_i (5)	$A_i + A_{i-1}$ (6)	(3) x (6) (7)
300	2,477		∞	0		
		0,222			0,124	0,0275
500	2,699		9,05	0,124		
		0,204			0,402	0,0820
800	2,903		5,56	0,278		
		0,097			0,636	0,0617
1000	3,000		4,46	0,358		
		0,176			0,838	0,1475
1500	3,176		3,19	0,48		
		0,125			0,970	0,1213
2000	3,301		3,09	0,49		
		0,097			0,881	0,0855
2500	3,398		4,08	0,391		
		0,079			0,571	0,0451
3000	3,477		7,45	0,180		
		0,055			0,180	0,0099
3400	3,532		∞	0		
					Всего	0,5804

$$L_e = 3,24 - 10 \log 0,5804 = 5,6 \text{ дБ}$$

B.5 *Полный показатель громкости эхотракта* (TELR — показатель громкости эхосигнала говорящего абонента)

В Рекомендации G.131 рассматриваются полные эхотракты говорящего абонента; было бы удобно охарактеризовать эти тракты с помощью показателя громкости (ПГ). По условию можно рассматривать балансное затухание эхосигнала как часть полного показателя громкости (OLR) эхотракта "рот-ухо". Действительно, как указано в § 2 текста, затухание (*a-b*) эхосигнала, когда величина затухания уже известна, может быть использовано вместо суммы трех следующих величин: ПГ тракта (*a-t*), балансного затухания эхосигнала в точке *t* (усредненного в соответствии с § 2) и ПГ тракта (*t-b*).

Следовательно, номинальный полный показатель громкости эхотракта может быть вычислен, как показано на рис. B-5/G.122.

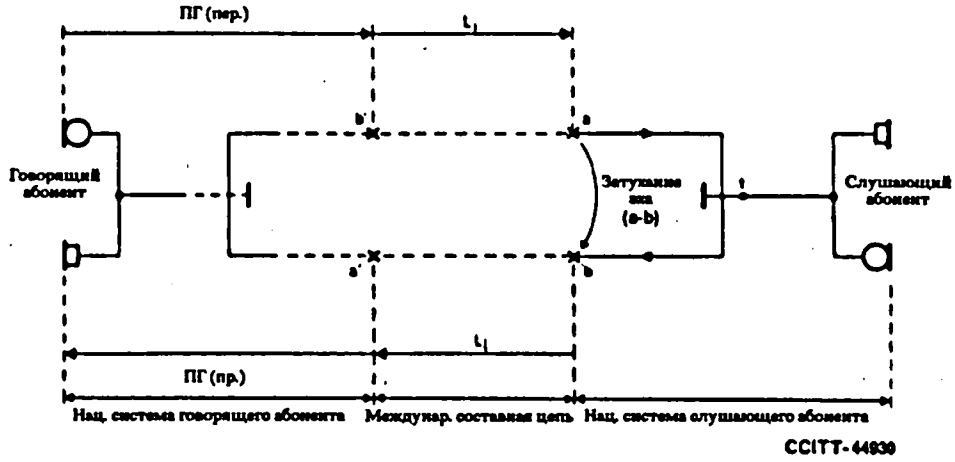


РИСУНОК B-5/G.122

Полный показатель громкости эхотракта (TELR — показатель громкости эхосигнала говорящего абонента) см. приложение A к Рекомендации G.111

- ПГ передачи + ПГ приема национальной системы говорящего абонента,
- удвоенная величина ПГ международной составной цепи (то есть 2 L_i),
- затухание (*a-b*) эхосигнала национальной системы слушающего абонента (то есть усредненное в соответствии с требованиями настоящей Рекомендации).

B.6 *Сводка использованных терминов:*

затухание отражения — относится к двухпроводной двусторонней цепи; классическое определение.

балансное затухание — часть затухания в тракте *a-t-b*, определяемая степенью согласованности между полным сопротивлением двухпроводной цепи и полным сопротивлением балансного контура дифференциальной системы. Применяется только при наличии точки "*t*".

затухание передачи тракта *a-t-b* — может рассматриваться как затухание (*a-b*) независимо от того, существует или нет физическая точка "*t*".

затухание (*a-b*), обеспечивающее устойчивость, — наименьшая величина затухания (*a-b*) в полосе 0—4 кГц.

затухание (*a-b*) эхосигнала — затухание (*a-b*), усредненное в соответствии с определением, приведенным в § 2 текста.

балансное затухание эхосигнала — балансное затухание, усредненное в соответствии с определением, приведенным в § 2 текста,

полный показатель громкости эхотракта (показатель громкости эхосигнала говорящего абонента, TELR) — сумма показателей громкости передающей и приемной частей национальной системы говорящего абонента, удвоенного значения ПГ международной составной цепи и затухания (*a-b*) эхосигнала национальной системы слушающего абонента.

Библиография

[1] "Вычисление устойчивости международных соединений, организованных в соответствии с планом передачи и коммутации", Зеленая книга МККТТ, том III.2, Дополнение № 1, МСЭ, Женева, 1973 г.

[2] Рекомендация МККТТ "12-канальная оконечная аппаратура", том III, Рек. G.232, § 2.

[3] Руководство МККТТ "Планирование передачи на коммутируемых телефонных сетях", МСЭ, Женева, 1976 г.

[4] Рекомендация МККТТ "Уменьшение вероятности потери устойчивости коммутационными средствами", том VI, Рек. Q.32.

[5] Рекомендация МККТТ "Условный телефонный сигнал", том III, Рек. G.227.

[6] Вопрос 8/XII МККТТ, приложение 2, XII ИК — Док. № 1, исследовательский период 1981—1984 гг., Женева, 1981 г.

Рекомендация G.123

ШУМ ЦЕПЕЙ НА НАЦИОНАЛЬНЫХ СЕТЯХ

(Женева, 1964 г.; изменена в Мар-дель-Плате, 1968 г., Женеве, 1972, 1976 и 1980 гг. и Мельбурне, 1988 г.)

1 Шум, индуктируемый линиями электропередачи

Норма на качество работы сети в отношении псофометрической э.д.с. шума, возникающего вследствие магнитной и/или электрической индукции от всех линий электропередачи, которые влияют на одну или более частей последовательно соединенных телефонных линий[1], соединяющих абонентский аппарат с его международным центром, не должна превышать 1 мВ; эта величина измеряется на линейных зажимах абонентского аппарата (во время приема); при этом предполагается, что установки электросвязи, включенные в это соединение, симметричны относительно земли в такой степени, в какой это возможно в соответствии с самой современной конструкцией оборудования.

Необходимо отметить, что даже в случае совершенно симметричных линий[1] включение аппаратуры, имеющей слишком большую степень асимметрии по отношению к земле, может вызвать недопустимый шум на зажимах абонентского аппарата.

На практике на каждой национальной сети обычно можно найти такие коммутационные центры, на которых отдельные из включенных в них линий[1] (линий[1] в кабеле, удовлетворяющем Рекомендациям МККТТ) свободны от шума, возникающего вследствие влияния соседних линий электропередачи. Тогда достаточно определить псофометрические э.д.с., которые возникают от всех линий[1] электропередачи, влияющих на одну или более последовательно включенных линий[1], соединяющих этот центр с абонентским аппаратом.

2 Шум, вносимый системами передачи

2.1 *Аналоговые системы*

2.1.1 *Цепи наибольшей протяженности* (порядка 2500 — 25 000 км)

Если в большой стране используется цепь продолжения протяженностью более 2500 км, она должна удовлетворять всем рекомендациям, которые применимы к международной цепи той же протяженности (Рекомендация G.153). Это означает, что расчетная норма для аппаратуры на шум цепи в каналах, которые используются для организации таких цепей продолжения, не должна превышать 2 пВт0п/км.

---

[1] Термин "линия" используется в настоящем § 1 для обозначения абонентской линии, соединительной линии с МТС или междугородней цепи.

2.1.2 *Цепи протяженностью от нескольких километров до 2500 км*

Такие цепи должны удовлетворять требованиям Рекомендации G.152. Это означает, что в соответствии с нормами шума, содержащимися в Рекомендации G.222 [1], суммарный шум линии должен соответствовать среднему значению, которое не превышает 3 пВт0п/км, а мощность шума, создаваемого различной аппаратурой модуляции, должна удовлетворять положениям Рекомендации, указанной в [2].

Принимая во внимание конкретную структуру реальной цепи, при оценке качества передачи с точки зрения шума следует использовать Рекомендацию G.226 МККТТ [3] (для кабельных систем передачи) или Рекомендацию 395 МККР [4] (для радиорелейных систем передачи).

Примечание 1. — Допустимые величины шума, вносимого аппаратурой, не зависят от того, образуют ли цепи часть международной четырехпроводной составной цепи или соединены с ней с помощью аппаратуры двухпроводной коммутации. Однако допускается, что с точки зрения мощности шума условные эталонные соединения, рассмотренные в Рекомендации G.103, являются или станут в будущем вполне типовыми соединениями. Предполагается также, что общая протяженность цепей, соединяющих местную станцию с первичным центром, не является чрезмерно большой. Внимание Администраций обращается на вывод, сделанный на основании проведенных МККТТ исследований в 1964—1968 годах, о том, что для того, чтобы дополнительный процент оценок качества соединений "неудовлетворительно" или "плохо", обусловленных шумом, который вносят цепи, соединяющие местную станцию с первичным центром, не превышал половины таких оценок, обусловленных наличием в этом же соединении всех других источников шума цепи, величина шума, вносимого каждой из этих цепей, должна быть ограничена примерно 500 пВт0п (среднее значение шума для всех каналов системы передачи в течение любого часа).

Примечание 2. — Исходя из вышеуказанных условий и максимальных значений шума, допустимых для пар канальных (индивидуальных) преобразователей (200 пВт0п), преобразователей первичных групп (80 пВт0п) и вторичных групп (60 пВт0п), общая мощность шума 500 пВт0п не будет превышена в цепи, соединяющей местную станцию с первичным центром (рис. 1/G.103), если протяженность этой цепи не превышает 50—100 км.

Примечание 3. — Если эти цепи оснащены компандерами, которые удовлетворяют требованиям Рекомендации G.162, то при определении допустимых мощностей шума должно учитываться подавление шума компандерами.

2.2 *Цифровая система*

Цепи, организуемые с помощью ИКМ систем, которые соответствуют Рекомендациям серии G.700, в частности Рекомендации G.712 [5], будут иметь приемлемое качество передачи с точки зрения шума, который, по существу, не зависит от их протяженности.

2.3 *Смешанные цепи*

Величина шума в цепи, организованной при помощи аналоговых и цифровых систем передачи, зависит от всей протяженности аналоговых участков и от числа кодеков в цепи.

Нормы шума и методы его измерения для смешанной цепи изучаются в рамках Вопросов 26/XII, 16/IV и 18/IV.

3 Шум, вносимый национальной автоматической станцией четырехпроводной коммутации[2)]

3.1 *Определение* соединения через станцию

Требования к шумам, предъявляемые к национальной станции с четырехпроводной автоматической коммутацией, определяются на основании "соединения" через эту станцию. Под "соединением через станцию" понимается пара проводов, которые соответствуют направлению передачи и соединяют точку ввода одной цепи в станцию с точкой вывода другой цепи из этой же станции. Эти точки ввода и вывода соответствуют определениям Рекомендации Q.45 (точка A и D на рис. 1/G.45 [8]) и необязательно совпадают с точками подключения для выполнения измерений, которые определены в Рекомендации M. 640 [9].

---

2) В соответствии с Рекомендацией Q.31 [6] предельные значения аналогичны указанным в Рекомендации Q.45 [7].

3.2 *Норма средней мощности шума в ч.н.н. для проектирования аппаратуры*

Средняя долговременная мощность шума в ч.н.н. не должна превышать следующих величин:

1) псофометрически взвешенный шум: —67 дБм0п (200 пВт0п),

2) невзвешенный шум: —40 дБм0 (100 000 пВт0), измеренный прибором с равномерной частотной характеристикой в полосе 30—20 000 Гц.

Примечание. — Должно быть выбрано достаточно большое количество разнообразных соединений, чтобы результаты измерений отражали возможные пути прохождения через станцию.

3.3 *Норма на импульсные помехи в ч.н.н. для проектирования аппаратуры*

Число отсчетов импульсных помех не должно превышать пяти за 5 минут при пороговом уровне —35 дБм0 (метод измерения см. в Рекомендации [10]).

Примечание. — Рис. 3/Q.45 [11] показывает максимальное число отсчетов импульсных помех, приемлемое для пятиминутного периода.

4 Распределение шума в национальной системе (руководство по проектированию)

Мощности шума, указанные в нижеследующем тексте, являются номинальными величинами.

Проектирование сети должно осуществляться таким образом, чтобы мощность шума на входе международной сети, обусловленная национальными системами передачи, соответствовала предельным значениям, которые устанавливаются по следующему правилу.

Псофометрическая мощность шума, вносимая национальной системой передачи в точке нулевого относительного уровня первой международной цепи, не должна превышать (4000 + 4 L) или (7000 + 2 L) пВтп в зависимости от того, какая из величин меньше; здесь L — общая протяженность в километрах систем передачи с ЧРК на большие расстояния в национальной составной цепи. Соответствующими величинами, отнесенными к виртуальной точке коммутации на стороне передачи, являются (1800 + 1,8 L) или (3100 + 0,9 L) пВтп.

Вывод этого правила поясняется в приложении А.

Примечание. — Проблема, которая уже возникла на некоторых национальных сетях для направления приема, состоит в том, что, когда затухание уменьшается, шум цепи становится более заметным, особенно во время паузы. Это особенно существенно для стран больших размеров, где шум, вносимый линейными трактами, большой. Следовательно, если Администрация согласна с рекомендацией относительно уровней мощности шума в национальных системах и при этом последовательно улучшает качество передачи, например, путем введения четырехпроводной коммутации на станциях более низкого порядка, она может оказаться в худшем положении в отношении шума. Это означает, что важно сохранить соответствующее равновесие между шумом и затуханием.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(к Рекомендации G.123)

Распределение шума в национальной системе

А.1 Желательно, чтобы мощность шума, возникающего в национальных сетях, была ограничена соответственно уровню виртуальных точек коммутации — согласованного стыка между национальной и международной сетями. С этой целью в пределах национальной сети необходимо принять некоторое конкретное распределение затуханий. Решение состоит в том, чтобы принять согласованное эталонное соединение с целью определения максимальных уровней мощности шума от национальных источников, отнесенных к виртуальным точкам коммутации международной цепи.

А.2 Принимая во внимание метод, в соответствии с которым создаются национальные сети, целесообразно выразить допустимое предельное значение шума в виде $A + BL$, где A — постоянная величина, определяемая шумом станции и мультиплексных систем передачи малой протяженности, B — допустимая норма шума на единицу длины мультиплексных систем передачи большой протяженности, L — общая протяженность последних систем в национальной части международного соединения. Необходимо иметь два таких выражения: одно — для стран средних размеров, другое — для стран больших размеров (по смыслу Рекомендации G.121).

А.3 Этот способ является сравнительно простым для национальной системы передачи и служит для ограничения величины шума, вносимого в международное соединение.

А.4 *Страны средних размеров* (то есть не более 1500 км от СТЗ до наиболее удаленной местной станции)

Соответствующее условное эталонное соединение для национальной системы передачи показано на рис. А-1/G.123[3]. Предполагается, что цепь между местной станцией и первичным центром организована по системе передачи с ЧРК протяженностью не более 250 км, которая имеет номинальное остаточное затухание 3 дБ. Мощность шума в этой цепи должна иметь максимальное значение 2000 пВт0. Принято также, что цепь между первичным и вторичным центрами организована по системам передачи с ЧРК того же типа.

Удельная мощность шума линии двух национальных междугородних цепей большой протяженности принимается равной 4 пВт/км, а общая протяженность этих двух цепей ($L_1 + L_2$ на рис. А-1/G.123) приближается к предельной длине 1500 км, условно определяющей "страну средних размеров" в Рекомендации G.121. Таким образом, допускается, что расстояние, перекрываемое двумя системами передачи малой протяженности, — очень небольшая часть общей протяженности всей национальной системы на передаче.

Принято, что каждая станция вносит 200 пВтп в соответствии с § 3 настоящей Рекомендации или с Рекомендацией Q.31 [6].

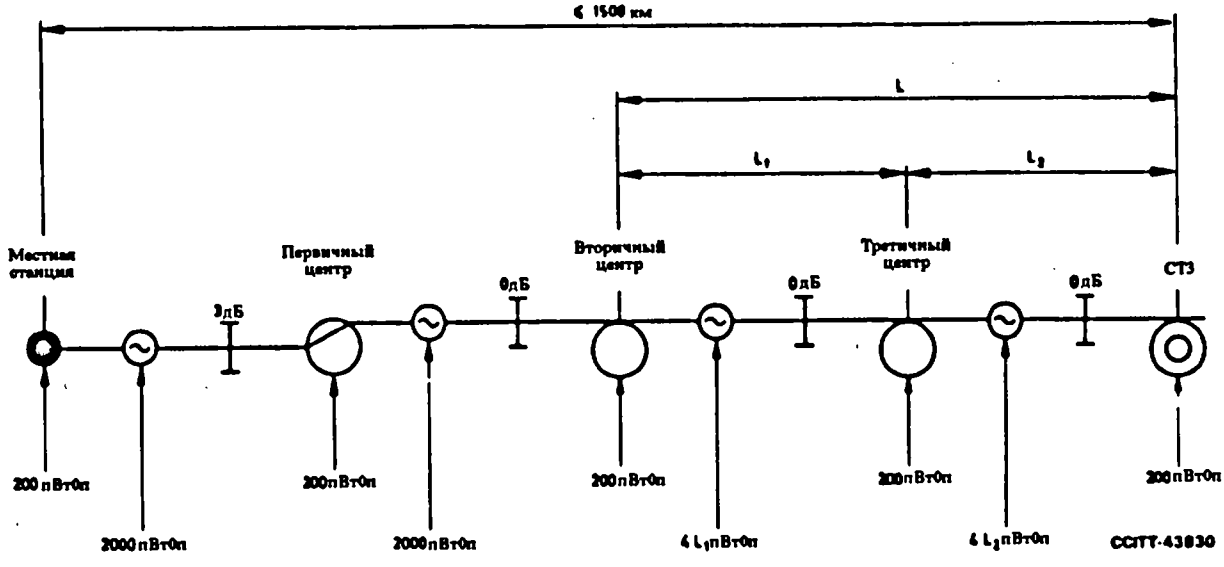


РИСУНОК А-1/G.123

Общий уровень мощности шума в точке нулевого относительного уровня первой международной цепи на центре СТЗ (двигаясь справа налево и прибавляя каждый раз встречающуюся величину вносимого шума) получается следующим образом:

$$200 + 4L_2 + 200 + 4L_1 + 200 + 2000 + 200 + {}^1/_2\,(2000) + {}^1/_2\,(200) = 3900 + 4L \text{ пВт0},$$

где $L = L_1 + L_2$. Это выражение для удобства может быть округлено до $4000 + 4L$ пВт0.

Оно действительно при L, не превышающей 1500 км, и дает при этом расстоянии 10 000 пВт0.

---

[3] *Примечание Секретариата МККТТ.* — Величины шума, указанные на этом рис., являются максимальными величинами; см. также соответствующую часть рис. 1/G.103.

А.5 *Большие страны*

Когда L превышает 1500 км, дополнительные цепи большой протяженности на национальной сети в принципе должны быть организованы по международным стандартам. В частности, некоторые большие страны считают необходимым проектировать национальные системы передачи с удельной мощностью шума менее 4 пВт/км.

Удобной величиной считают 2 пВт/км; она приблизительно соответствует значению, встречающемуся в практике одной такой большой страны, а также Рекомендации G.153.

Правило, установленное для больших стран, показано на рис. А-2/G.123, на котором линия 4000 + 4L дана проходящей через точку (1500 км, 10 000 пВт). Линия с наклоном 2 пВт/км проведена через ту же точку; она начинается в точке 7000 пВт. Следовательно, уровень для больших стран составляет 7000 + 2L пВт0. (В целях упрощения номинальное затухание 0,5 дБ последней национальной цепи не учитывается.)

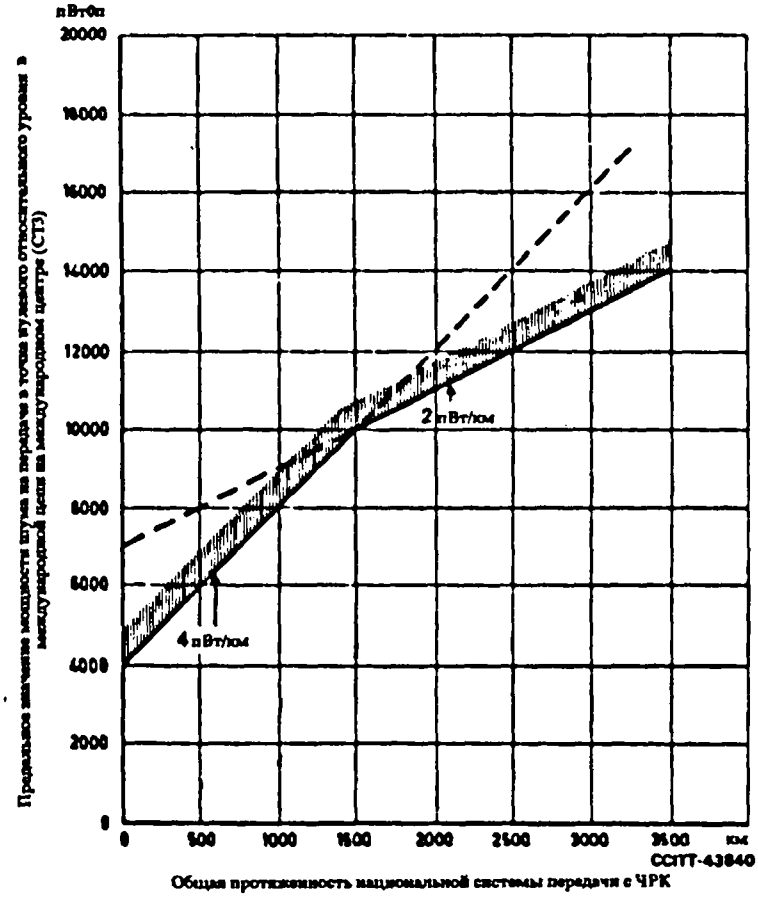


РИСУНОК А-2/G.123

Библиография

[1] Рекомендация МККТТ "Нормы шума для расчета систем передачи", том III, Рек. G.222.

[2] Там же, пункт 4.

[3] Рекомендация МККТТ "Шумы реального тракта", том III, Рек. G.226.

[4] Рекомендация МККР "Шумы на радиоучастке цепей, которые должны быть организованы по реальным радиорелейным линиям для телефонии с ЧРК", том IX, Рек. 395, МСЭ, Женева, 1986 г.

[5] Рекомендация МККТТ "Характеристики качества каналов ИКМ между четырехпроводными стыками на тональных частотах", том III, Рек. G.712.

[6] Рекомендация МККТТ "Помехи на четырехпроводной национальной автоматической станции, том VI, Рек. Q.31.

[7] Рекомендация МККТТ "Характеристики передачи международной станции", том VI, Рек. Q.45.

[8] Там же, рисунок 1/Q.45.

[9] Рекомендация МККТТ "Четырехпроводные коммутируемые соединения и четырехпроводные измерения на цепях", Желтая книга, том IV, Рек. M.680, МСЭ, Женева, 1981 г.

[10] Рекомендация МККТТ "Характеристики передачи международной станции", том VI, Рек. Q.45, приложение A.

[11] Там же, рисунок 3/Q.45.

Рекомендация G.125

ХАРАКТЕРИСТИКИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ, ОБРАЗОВАННЫХ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ

(Женева, 1964 г.; изменена в Мар-дель-Плате, 1968 г., и Женеве, 1972 г.)

Цепи, образованные в системах передачи, которые могут составлять часть международных соединений, должны удовлетворять требованиям Рекомендации G.132 в отношении амплитудно-частотных искажений. По цепям этой части соединения в соответствии с Рекомендациями МККТТ должны передаваться сигналы всех типов (например, речь, данные, факсимиле), которые могут встречаться в нормальных условиях.

Рекомендации относительно величины шума национальных цепей можно найти в Рекомендации G.123 (шум цепей на национальных сетях).

1.3 Общие характеристики четырехпроводной составной цепи, образованной международными цепями и национальными цепями продолжения

В этом подразделе приведены общие характеристики, рекомендованные для четырехпроводной составной цепи, которая определена в Рекомендации G.101, § 2.

Рекомендация G.131

УСТОЙЧИВОСТЬ И ЭХО

(Женева, 1964 г.; изменена в Мар-дель-Плате, 1968 г., и Женеве, 1972, 1976, 1980 гг.; Малага-Торремолиносе, 1984 г., и в Мельбурне, 1988 г.)

1 Устойчивость телефонной передачи

Если номинальное остаточное затухание международных цепей определено, то другими основными факторами, которые влияют на устойчивость телефонной передачи по коммутируемым соединениям, являются:

— изменения затухания передачи во времени и между различными цепями (Рекомендация G.151, § 3);

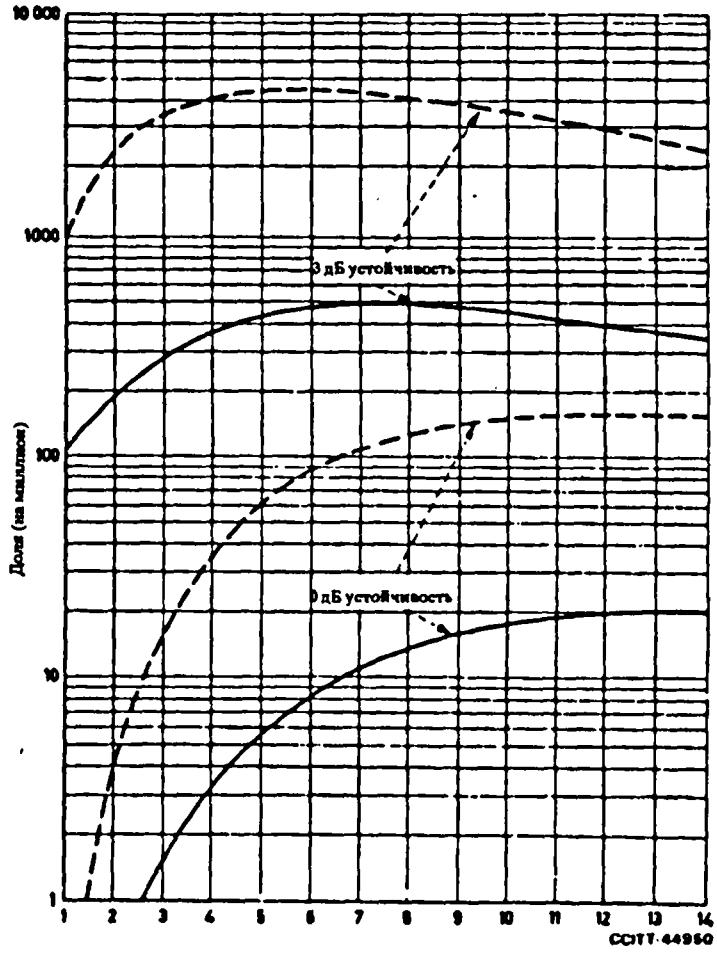
— амплитудно-частотные искажения цепей (Рекомендация G.151, § 1),

— распределение балансных затуханий, обеспечивающих устойчивость (Рекомендация G.122, §§ 2 и 3).

Была рассчитана устойчивость международных соединений, и результаты расчета представлены в графической форме на рис. 1/G.131, на котором показана доля соединений (из всего возможного числа соединений), которые имеют устойчивость менее или равную 0 или 3 дБ в зависимости от числа всех аналоговых цепей, образующих четырехпроводную составную цепь, а также от средних величин балансного затухания, обеспечивающего устойчивость, которые можно предполагать. Конечно, доля фактически установленных соединений, которые имеют устойчивость меньше указанных величин или равную им, будет значительно ниже.

Примечание. — Если в четырехпроводную составную цепь входят цифровые цепи, то устойчивость, по всей вероятности, будет лучше указанной на рис. 1/G.131, так как для этих цепей характерна меньшая изменчивость затухания передачи, чем предполагаемая на рисунке.

При интерпретации значения кривых, показывающих долю соединений, которые, по всей вероятности, должны иметь устойчивость 3 дБ или меньше, необходимо иметь в виду, что более сложные соединения будут, несомненно, содержать цепь, оснащенную эхозаградителем или эхокомпенсатором; в этом случае устойчивость во время разговора будет намного выше.



Общее число четырехпроводных цепей с усилением, входящих в четырехпроводную составную цепь

Среднее значение балансного затухания при устойчивости 6 дБ ————

Среднее значение балансного затухания при устойчивости 3 дБ - - - -

РИСУНОК 1/G.131

Доля возможных соединений с устойчивостью равной 0 дБ или 3 дБ или меньше

При расчетах были приняты следующие упрощающие допущения:

a) национальные цепи подключаются к международной составной цепи в соответствии с Рекомендацией G.122;

b) стандартное отклонение затухания передачи международных аналоговых цепей, образованных по первичным группам с автоматическим регулированием усиления, составляет 1 дБ. Это соответствует допущениям, принятым в Рекомендации G.122. Результаты десятой серии испытаний, проведенных Исследовательской комиссией IV, показывают, что эта цель достижима, так как стандартное отклонение полученных данных составило 1,1 дБ, а доля международных первичных групп без регулирования усиления на международной сети существенно уменьшается;

c) изменения остаточного затухания в обоих направлениях передачи полностью коррелированы;

d) отклонение средней величины остаточного затухания от номинальной равно нулю. До сих пор имеется еще мало информации относительно международных цепей, которые образованы между четырехпроводными точками коммутации;

e) не учитываются нестабильности и искажения, вносимые национальными и международными станциями;

f) изменения остаточного затухания цепей на частотах, отличающихся от опорной частоты, являются такими же, что и на опорной частоте;

g) не учитываются амплитудно-частотные искажения. Это оправдано тем, что на краях передаваемой полосы, где имеют место более высокие величины остаточного затухания, встречаются малые величины балансного затухания;

h) все распределения являются гауссовыми.

Исходя из этих допущений, можно установить, что Рекомендации МККТТ совместимы и что, если эти Рекомендации соблюдаются и обеспечивается эксплуатационная величина, которая установлена для предельных изменений остаточного затухания различных цепей, в плане передачи не должно возникнуть никаких проблем с точки зрения устойчивости. Также очевидно, что те национальные сети, которые имеют балансное затухание, обеспечивающее устойчивость, не более 3 дБ в среднем и стандартное отклонение 1,5 дБ, вероятно, не будут серьезно ухудшать устойчивость международных соединений с точки зрения генерации. Однако искажения на границе генерирования и влияние эха, которые могут возникнуть, не дают оснований оставлять этот вопрос без внимания.

Подробности расчетов приведены в [1].

2 Ограничения эха

Главные цепи современной телефонной сети, обеспечивающие международные соединения, являются высокоскоростными цепями симметричных, коаксиальных или оптико-волоконных пар кабеля или радиорелейных систем передачи. Обычно устройства уменьшения эха, такие как эхозаградители и эхокомпенсаторы, не используются, за исключением соединений, в состав которых входят международные цепи максимальной протяженности. Часто нет необходимости для включения устройств уменьшения эха в национальные сети, но они могут понадобиться для национальных соединений больших стран. Устройства уменьшения эха могут оказаться необходимыми также для цепей пупинизированных пар кабеля (для цепей с малой скоростью распространения), которые используются для международных соединений.

Эхо можно ограничивать одним из двух способов: либо остаточное затухание четырехпроводной составной цепи регулируют таким образом, что токи эха будут значительно подавлены (это обеспечивает заданную величину затухания эха), либо устанавливают устройство уменьшения эха.

2.1 *Регулировка остаточного затухания*

Кривые на рис. 2/G.131 показывают минимальную величину полного показателя громкости (OLR)[1] эхотракта, который должен быть обеспечен, если не включен эхозаградитель. Полный ПГ указан в зависимости от среднего времени распространения в одном направлении передачи. В конце настоящего выпуска в Дополнении № 2 поясняется, как были получены эти кривые; в приложении А к настоящей Рекомендации приводится пример их применения.

Кривые, изображенные сплошной линией, применимы к соединению, состоящему из аналоговых цепей, которые соединяются друг с другом по четырехпроводной схеме. Однако они могут быть также использованы для цепей, соединяемых друг с другом по двухпроводной схеме, если принимаются меры для обеспечения больших затуханий отражения для эхосигналов в этих точках (то есть усредненных в соответствии с Рекомендацией G.122), например, среднего значения 27 дБ со стандартным отклонением 3 дБ.

Примечание. — Эта величина лишь достаточна для обеспечения среднего затухания эха (a-b) при ($15 + n$) дБ, что в настоящее время требуется в Рекомендации G.122, § 4.1.

Кривые, изображенные пунктирной линией, применимы к полностью цифровым соединениям с аналоговыми абонентскими линиями (подобными показанным на рис. 2/G.111) и при определенных предположениях (см. Дополнение № 2) к полностью цифровым соединениям с цифровыми абонентскими линиями (подобными показанным в b) на рис. 1/G.104. В последнем случае эхотракт включает акустический тракт между телефоном и микрофоном микротелефонной трубки.

---

[1] Хотя рис. 2/G.131 основан на номинальных значениях ПГ для местных и междугородних цепей, он относится к минимальному значению ПГ передающей и приемной частей абонентских систем.

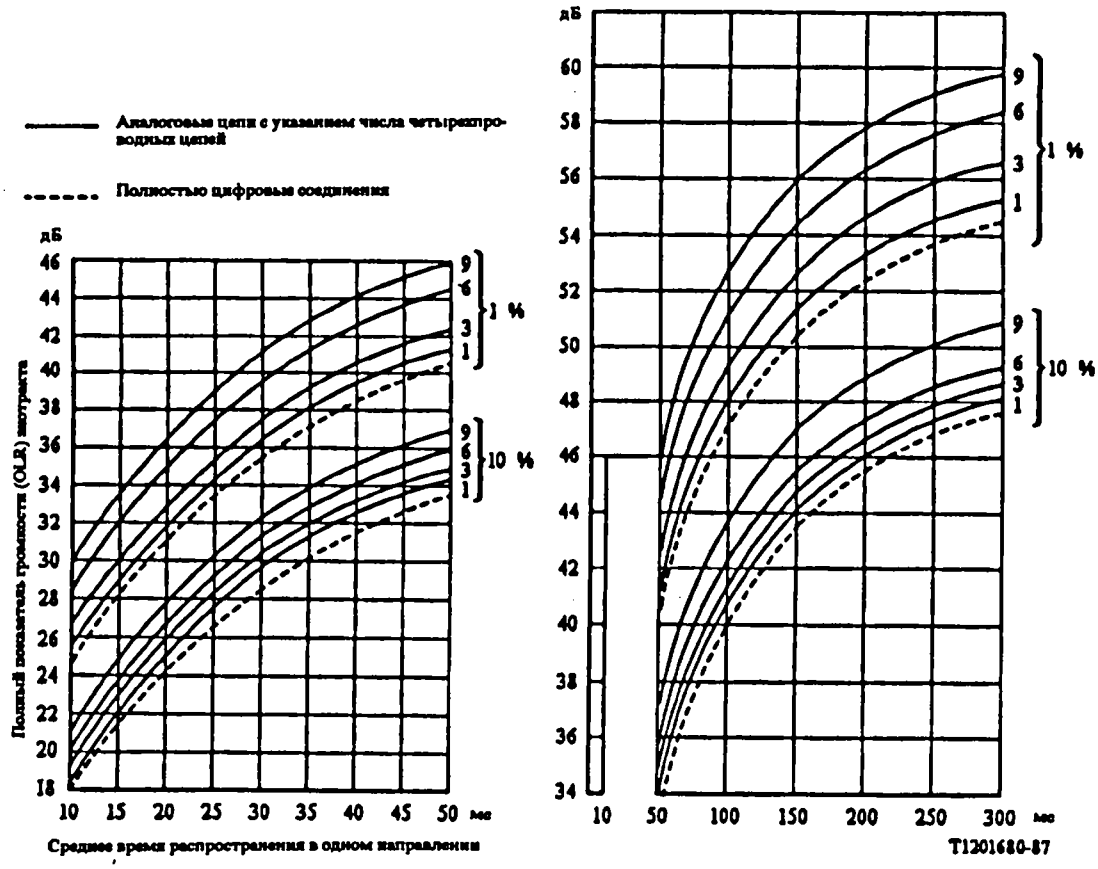
Если международная цепь используется только для прямых международных соединений сравнительно небольшой протяженности, то номинальное остаточное затухание между виртуальными точками аналоговой коммутации может быть увеличено пропорционально протяженности цепи в соответствии со следующим правилом, если при этом можно избежать применения устройств уменьшения эха:

— при протяженности до 500 км: 0,5 дБ;

— при протяженности от 500 до 1000 км: 1,0 дБ;

— для каждых следующих полных или неполных 500 км: 0,5 дБ.

Однако такая цепь не может образовывать часть соединения, составленного из большого числа цепей, если номинальное остаточное затухание не будет приведено к величине 0,5 дБ.



Примечание 1. – В процентах указана вероятность возникновения мешающего эха.

Примечание 2. – Полный показатель громкости эхотракта определяется здесь как сумма:

– показателей громкости двух направлений передачи местной телефонной системы говорящего абонента (предполагается, что они имеют минимальное значение показателя громкости;

– показателей громкости двух направлений передачи составной цепи между двухпроводной точкой местной телефонной системы говорящего абонента и двухпроводными зажимами дифференциальной системы перехода с двухпроводной цепи на четырехпроводную на стороне слушающего абонента;

– средних значений балансного затухания эха на стороне слушающего абонента.

РИСУНОК 2/G.131

Кривые допустимых значений эха

2.2 *Устройства уменьшения эха*

Предпочтительным типом эхозаградителя является оконечный дифференциальный полукомплект эхозаградителя, управляемый с дальнего конца. На международной сети используются несколько типов полукомплектов эхозаградителей: один пригоден только для использования на соединениях со средним временем распространения в одном направлении передачи не более 50 мс, он называется эхозаградителем с малой задержкой; другие пригодны для использования на соединениях с любым средним временем распространения в одном направлении, особенно со временем значительно выше 50 мс; они называются эхозаградителями с большой за-

держкой и подобны тем, которые используются в цепях спутниковых систем передачи. Характеристики эхозаградителей с малой задержкой приведены в [2]. Характеристики эхозаградителей, которые могут использоваться на соединениях с малым или большим временем распространения, приведены в [3] и в Рекомендации G.164 (эхозаградители с новыми функциями). Уменьшать эхо можно с помощью устройства другого типа, а именно эхокомпенсатора. Его характеристики приведены в Рекомендации G.165.

Информация, полученная в результате субъективных испытаний, позволяет сделать следующие выводы:

1) Эхокомпенсаторы согласно Рекомендации G.165 обеспечивают (с доверительным уровнем 0,05) более высокое качество передачи речи по сравнению:

   a) с эхозаградителями, которые соответствуют Рекомендации G.161 (*Оранжевая книга*);

   b) с эхозаградителями, которые соответствуют Рекомендации G.164, с фиксированным дифференциальным управлением перебоем (FBDS).
   Примечание. — Две Администрации считают, что эхокомпенсаторы, соответствующие Рекомендации G.165, и эхозаградители с адаптивным дифференциальным управлением перебоем (ABDS), соответствующие Рекомендации G.164, обеспечивают примерно одинаковое качество речи, когда затухание эхотракта значительно превышает нижнюю границу его диапазона; расчеты, основанные на Рекомендации G.122, § 2, и на предположении о минимальном затухании эха 6 дБ, показывают, что большинство значений затухания эхотракта будет больше этого минимального значения.

2) Эхозаградители с адаптивным дифференциальным управлением перебоем, согласно Рекомендации G.164, обеспечивают более высокое качество передачи по сравнению с теми, которые обеспечивают эхозаградители с фиксированным дифференциальным управлением перебоем.

3) Возможно применение устройств уменьшения эха различных типов (то есть эхозаградителей или эхокомпенсаторов, соответствующих Рекомендациям серии G), включенных на противоположных концах соединения. В этом случае субъективное качество, отмечаемое на одном конце, почти однозначно зависит от характеристик устройства уменьшения эха, включенного на другом конце.

Примечание 1. — Региональные спутниковые цепи, параллельные наземным, не имеющим ощутимого эха, выиграют от применения высококачественных устройств уменьшения эха. В противном случае любое снижение нормального качества при направлении передачи по спутниковой цепи может расцениваться абонентом как нежелательное.

Примечание 2. — Двустороннее соглашение между Администрациями может облегчить внедрение на сети высококачественных устройств уменьшения эха.

2.3 *Правила, регламентирующие ограничение эха*

Приводимые ниже правила подразделяются на идеальные и практические. Следует признать, что ни одно практическое решение проблемы не будет столь всеобъемлющим и кардинальным, как идеальные правила. Практические правила предлагаются в надежде, что они облегчат решение проблем коммутации и экономики. Их следует применять только в том случае, если невозможно рациональное соблюдение идеальных правил.

2.3.1 *Правила для соединений, не оснащенных устройствами уменьшения эха*[2)]

2.3.1.1 *Идеальное правило – правило A*

Вероятность того, что соединение между любой парой местных станций в различных странах окажется "неудовлетворительным" из-за эха говорящего абонента, должна быть меньше 1% при минимальных практических номинальных значениях показателей громкости передающей и приемной частей телефонного аппарата и линии говорящего абонента.

Примечание. — Соединение между данной парой местных станций может включать различное число четырехпроводных цепей в зависимости от режима выбора путей и времени дня. Рис. 2/G.131 дает возможность оценить соответствие этому правилу отдельных частей соединения, насчитывающего 1, 2, 3 ... 9 четырехпроводных цепей при соблюдении определенных условий (см. Дополнение № 2 в конце настоящего выпуска).

---

2) Правила, приведенные в настоящей Рекомендации, были пересмотрены (чтобы включить эхокомпенсаторы) и перегруппированы по сравнению с прежними вариантами Рекомендации G.131. С целью обеспечения определенной преемственности для обозначения правил использованы те же буквы, что и в прежних вариантах Рекомендации G.131.

2.3.1.2 *Практическое правило – правило E*

Для соединений, включающих национальные четырехпроводные цепи продолжения максимальной протяженности в двух странах, вероятность появления оценок "неудовлетворительно" из-за эха по соглашению между заинтересованными Администрациями может быть допущена не 1% (как в правиле A), а 10%. Это правило E[3] действительно только в тех случаях, когда иначе было бы необходимо в соответствии с правилом A[3] использовать устройство уменьшения эха только для этих соединений и когда нет необходимости в устройствах уменьшения эха на соединениях между регионами в непосредственной близости от рассматриваемых двух международных станций.

2.3.2 *Правила для соединений, оснащенных устройствами уменьшения эха*

2.3.2.1 *Идеальные правила*

2.3.2.1.1 *Правило B*

1) В любое соединение, требующее включения эхозаградителя, должен быть включен не более чем один комплект полного эхозаградителя (то есть два полукомплекта эхозаградителя). Если имеется более одного полного эхозаградителя, то речевые сигналы могут быть подвержены ограничению, а также может иметь место их подавление.

2) Цепи, оснащенные эхокомпенсаторами (Рекомендация G.165), могут соединяться последовательно без снижения качества из-за эха.

3) Цепь, оснащенная эхозаградителями (Рекомендация G.164), может соединяться с другой цепью, оснащенной эхокомпенсаторами (Рекомендация G.165), без дополнительного снижения качества.

Примечание. — Общее качество будет не лучше, чем качество, обеспечиваемое худшим из этих устройств.

2.3.2.1.2 *Правило D*

Полукомплекты эхозаградителя должны быть подключены к дифференциальным системам четырехпроводной составной цепи полного соединения. Это:

— уменьшает вероятность искажения речи эхозаградителями вследствие очень короткого времени их выключения;

— уменьшает вероятность неэффективной работы эхокомпенсатора, так как концевые задержки малы и могут быть гарантированы необходимые минимальные значения затухания эха.

2.3.2.2 *Практические правила*

2.3.2.2.1 *Правило F*

Если оказывается, что приведенное выше правило D не может быть выполнено, то на международной станции или на соответствующей национальной транзитной станции может быть включено устройство уменьшения эхосигнала. Однако каждое такое устройство должно быть расположено достаточно близко к соответствующим абонентам для того, чтобы концевые задержки не превышали максимальной величины, указанной в Рекомендации G.161 (*Оранжевая книга*) и в Рекомендациях G.164 и G.165 настоящего выпуска. Для стран средних размеров это означает, что, как правило, устройства уменьшения эха, включенные на входящем и исходящем концах, будут располагаться в странах исходящего и входящего соединений.

2.3.2.2.2 *Правило G*

В отдельных случаях на исходящем конце транзитной цепи может быть подключен полный комплект эхозаградителя с малой задержкой (вместо двух полукомплектов эхозаградителя на оконечных станциях) при условии, что ни одно из двух значений времени выключения не превышает 70 мс. Такое снижение требований может уменьшить число необходимых полукомплектов эхозаградителя, а также упростить организацию сигнализации и коммутации. Следует подчеркнуть, что полные комплекты эхозаградителей не должны применяться в любом случае; предпочтительное решение — два полукомплекта эхозаградителя, расположенные по возможности ближе к дифференциальным системам. Полный комплект эхозаградителя должен быть расположен как можно ближе к середине (по времени распространения) соединения, так как это потребует меньше времени на выключение.

Вопрос о том, можно ли в этих случаях использовать полный комплект эхозаградителя с большой задержкой или эхокомпенсатор, находится в стадии изучения.

---

[3] Рекомендация Q.115 [4] представляет собой результаты изучения применения правил A и E на связях между Соединенным Королевством и Европой.

2.3.2.2.3 *Правило K*

В соединение, которое требует включения эхозаградителей, могут быть включены до двух полных комплектов эхозаградителя (например, три полукомплекта эхозаградителя или два полукомплекта эхозаградителя и один полный эхозаградитель). Следует всячески избегать этого случая, так как два или более полных эхозаградителя с большим временем выключения в соединении могут вызвать резкое ограничение речевых сигналов и существенно повысить опасность подавления этих сигналов. Это правило не применимо к эхокомпенсаторам (см. правило B).

2.3.2.2.4 *Правило L*

Как правило, нежелательно выключать (или блокировать) промежуточные эхозаградители, если цепь, оснащенная устройствами уменьшения эха с большой задержкой, соединяется с цепью, оснащенной эхозаградителями с малой задержкой. Однако желательно выключать (или блокировать) промежуточные эхозаградители, если среднее время распространения в одном направлении передачи этой части соединения, которая теперь оказывается между оконечными полукомплектами эхозаградителя, не превышает 50 мс, так как различные типы эхозаградителей будут, по всей вероятности, совместимы. Промежуточный эхокомпенсатор отключать от цепи необязательно.

2.3.3 *Общие правила*

2.3.3.1 *Идеальное правило – правило C*

Соединения, которые не требуют устройств уменьшения эха, не должны оснащаться этими устройствами, поскольку они увеличивают вероятность повреждений и требуют дополнительной работы по техническому обслуживанию.

2.3.3.2 *Практические правила*

2.3.3.2.1 *Правило H*

В исключительных случаях, таких как крупное повреждение, может предусматриваться резервный путь. Цепи этого пути не требуется оснащать устройствами уменьшения эха, если они могут использоваться в течение короткого периода времени без них. Однако, если резервный путь используется в течение многих часов, в соответствии с вышеуказанными правилами A и E должны быть включены устройства уменьшения эха.

2.3.3.2.2 *Правило J*

Допускается, что в соединении, которое не требует устройств уменьшения эха, могут быть включены без необходимости один или два полукомплекта эхозаградителя, полный эхозаградитель или эхокомпенсаторы. (Наличие эхозаградителя при хорошей настройке цепи с небольшой задержкой может быть обнаружено с трудом; в случае эхокомпенсаторов общее качество связи может быть улучшено.)

Если оконечная международная станция соединяется с исходящей международной станцией более чем по одному направлению обмена и если:

1) хотя бы одно направление обмена требует включения эхозаградителей, а хотя бы одно направление не требует его, и

2) исходящая станция не в состоянии определить, какое из направлений обмена должно использоваться,

то устройства уменьшения эха должны быть включены во всех случаях.

2.3.3.2.3 *Правило M*

Установлено, что на практике эхо можно сделать приемлемым, внеся в цепь затухание, если время распространения (задержка) в одном направлении передачи меньше 25 мс. При бо́льших задержках для подавления эха требуется слишком большое затухание, так что необходимы устройства уменьшения эха.

Примечание. — Эквивалент этого правила приведен в § B.b. Рекомендации G.161 (*Оранжевая книга*). Это правило в прежних вариантах Рекомендации G.131 отсутствовало.

2.4 *Включение устройств уменьшения эха в соединение*

Были рассмотрены следующие способы включения устройств уменьшения эха:

1) создание группы устройств уменьшения эха, общих для нескольких пучков цепей, и обеспечение возможностей включения устройств уменьшения эха в ту цепь, в которую требуется (см. Рекомендацию Q.115[4]);

2) постоянное оснащение цепей устройствами уменьшения эха, но выключение их (или блокирование), когда в них нет необходимости (см. [5]),

3) деление международных цепей на два пучка, причем один с устройствами уменьшения эха, другой — без них; организация соединения по цепи, выбранной из соответствующего пучка, в зависимости от того, нуждается ли соединение в устройстве уменьшения эха. Однако известно, что цепи не могут использоваться эффективно, если они разделены на отдельные пучки. Это следует иметь в виду;

4) разработка схем, согласно которым исходящая и входящая страны разделены на зоны, соответствующие возрастающим средним радиальным расстояниям от международной станции, и определение номинальных величин протяженности национальных цепей продолжения путем анализа кодов направления обмена и исходящих цепей.

Какой бы метод ни применялся, необходимо обращать внимание на последнее предложение вышеприведенного § 2.1. Методы достижения требуемого снижения остаточного затухания цепей изучаются МККТТ. Характер и объем обмена, передаваемого по данному соединению, также будут влиять на экономические аспекты методов и, следовательно, на их выбор.

В настоящее время МККТТ изучает, какие рекомендации необходимы, чтобы обеспечить общее соответствие включения устройств уменьшения эха в международные соединения практическим вышеприведенным правилам.

Следует принимать во внимание то обстоятельство, что для различных континентов не требуется применения одного и того же метода, хотя методы должны быть совместимы, чтобы обеспечить возможность осуществления межконтинентальных соединений. Представляется, что это не вызовет больших трудностей.

2.5 *Устройства обработки речи*

Некоторые устройства обработки речи, например, устройства интерполяции речи, также осуществляют функции подавления эха. Однако подобные устройства могут подавлять эхо только тогда, когда говорит один абонент, а не когда говорят оба (см. Рекомендацию G.164, § 1.7), если они не оснащены соответствующим образом для выполнения функций полного эхозаградителя. Когда устройства, не выполняющие этих функций, включены последовательно с эхокомпенсаторами, при двойном разговоре может иметь место снижение качества, поскольку промежуточный эхокомпенсатор в случае двойного разговора будет неэффективен.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(к Рекомендации G.131)

Применение Рекомендации G.131, § 2

Правило А Рекомендации G.131, § 2.3.1.1, требует для каждой пары стран оценки условий возникновения эха в каждой из возможных пар местных станций, чтобы определить, будет ли кривая скорректированного эквивалента затухания эхотракта в зависимости от среднего времени распространения в одном направлении передачи для пары станций лежать выше или ниже кривой, соответствующей 1% на рис. 2/G.131.

Рассматриваемые параметры отмечены в таблице А-1/G.131, они показаны на рис. А-1/G.131 для всех аналоговых соединений и на рис. А-2/G.131 для всех цифровых соединений.

Для заданной пары станций все восемь характеристик известны или могут быть определены. На рис. 2/G.131 кривую полного ПГ [1) + 2) + 3) + 4) таблицы А-1/G.131] как функцию среднего времени распространения в одном направлении [5) + 6) + 7) таблицы А-1/G.131] можно оценить относительно кривой 1% для любого заданного числа аналоговых цепей четырехпроводной составной цепи для полностью аналоговых соединений и смешанных аналого-цифровых соединений или для полностью цифровых соединений, используя соответствующую кривую.

ТАБЛИЦА A-1/G.131

Характеристики, необходимые для оценки эха

Полный показатель громкости эхотракта равный сумме следующих характеристик:

1) минимального значения суммы показателей громкости передающей и приемной частей местной системы в стране A (конец говорящего абонента);

2) номинального значения показателя громкости в двух направлениях передачи составной цепи из национальных цепей страны A, которые соединяют местную коммутационную станцию с международной в виртуальных точках аналоговой коммутации (a_A и b_A);

3) номинального значения показателя громкости в двух направлениях передачи международной составной цепи;

4) затухания эха ($a_B - b_B$) национальной системы страны B (конец слушающего абонента).

Среднее время распространения в одном направлении равное полусумме значений времени распространения:

5) трактов в двух направлениях передачи между телефонным аппаратом в стране A и виртуальными точками аналоговой коммутации (a_A и b_A);

6) двух направлений передачи международной составной цепи;

7) тракта $a_B - b_B$ в стране B.

Кроме того, для полностью аналоговых или смешанных аналого-цифровых соединений необходимо знать:

8) число аналоговых цепей в четырехпроводной составной цепи (см. рис. 3/G.101).

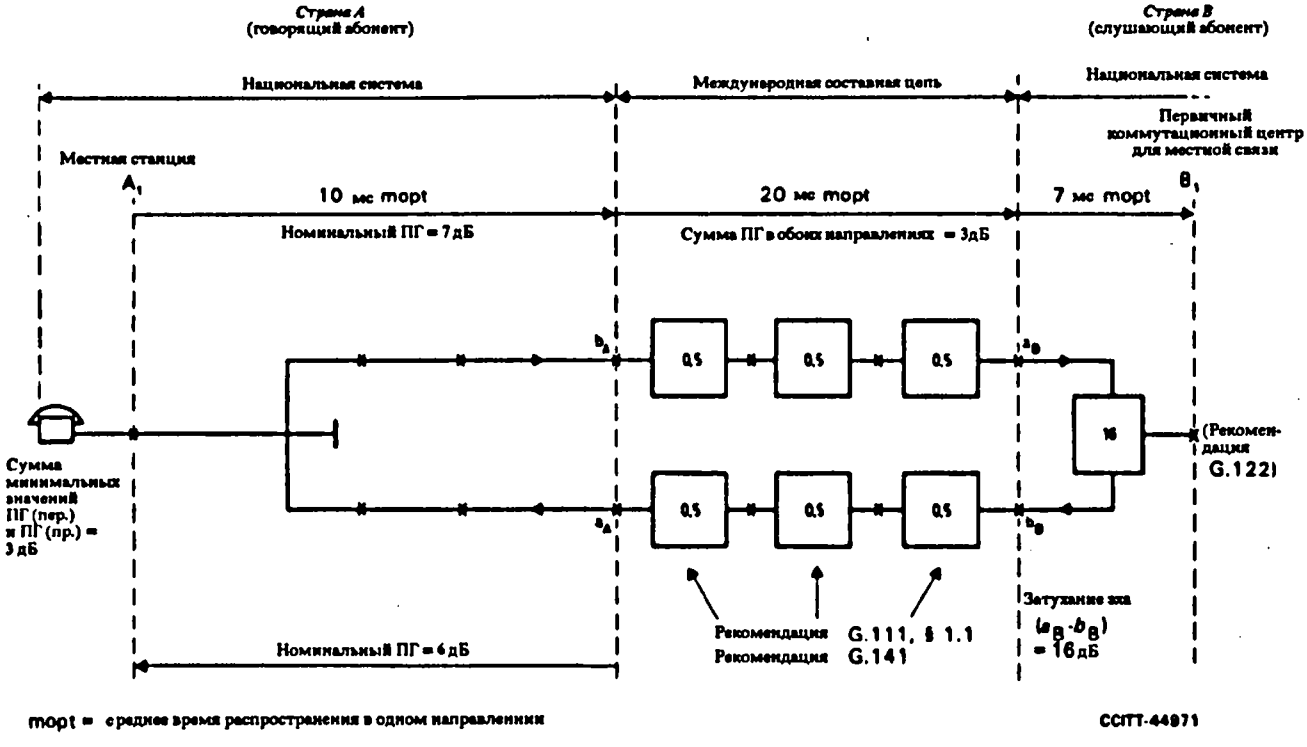


РИСУНОК A-1/G.131

Пример применения рисунка 2/G.131 к полностью аналоговым соединениям

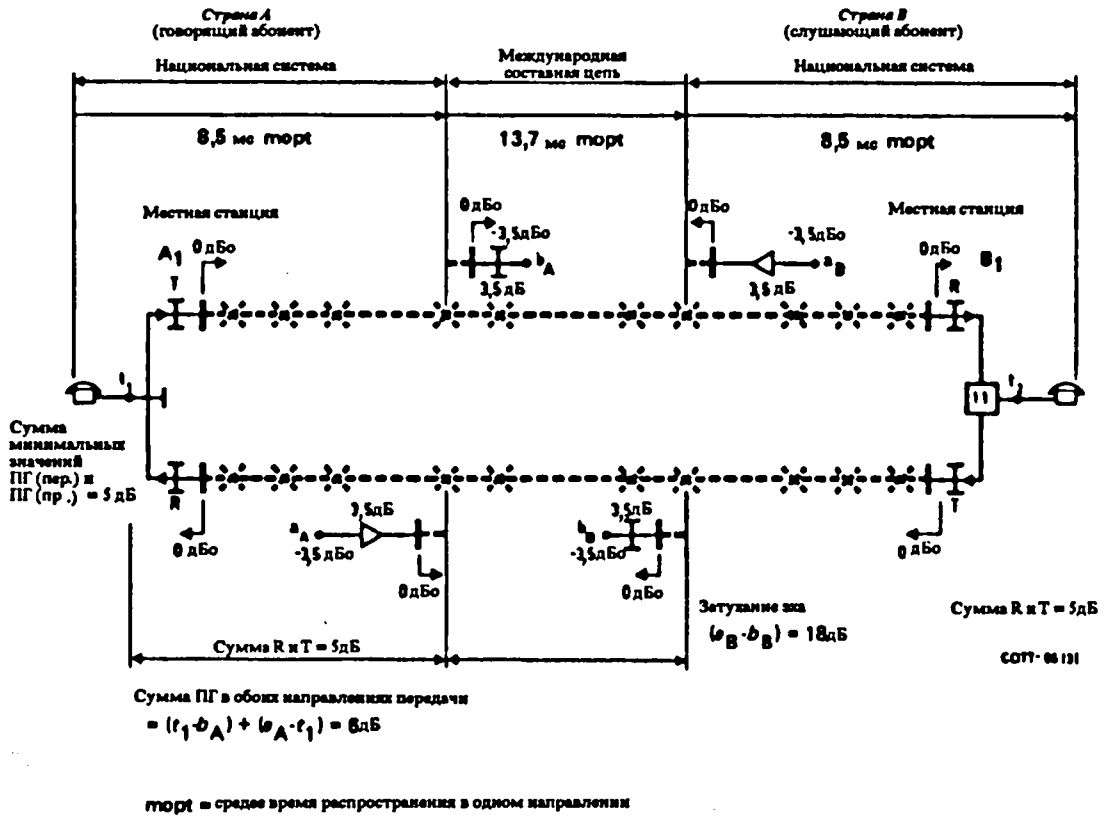


РИСУНОК A-2/G.131

Пример применения рисунка 2/G.131 к полностью цифровым соединениям с аналоговыми двухпроводными абонентскими линиями

A.1 *Полностью аналоговые соединения* (рисунок A-1/G.131)

Для целей настоящей Рекомендации можно допустить, что основное отражение на стороне слушающего абонента возникает в дифференциальной системе, обеспечивающей переход с четырехпроводного на двухпроводное окончание, причем можно считать, что эта дифференциальная система находится на первичной узловой станции, которая подключена к местной станции слушающего абонента. Данные 4) в таблице A-1/G.131 представляют собой затухания a_B-t и t-b_B плюс балансное затухание эхосигнала на двухпроводных зажимах дифференциальной системы. Это затухание отражения должно быть равно средней величине для всех линий вызывающих абонентов, которые могут подключаться к двухпроводным зажимам дифференциальной системы через местную станцию слушающего абонента. (На рис. 2/G.131 предполагается, что стандартное отклонение затухания отражения составляет 3 дБ.) Если средняя величина неизвестна, то можно считать, что данные 4) в таблице A-1/G.131 соответствуют Рекомендации G.122, § 2, то есть средняя величина равна (15 + S) дБ, где S — сумма номинальных значений затухания в двух направлениях передачи цепей в национальной четырехпроводной составной цепи слушающего абонента (для этого случая предполагается S = 1 дБ).

Для данной пары местных станций в различные установленные соединения может входить различное число четырехпроводных цепей, а общую телефонную нагрузку можно рассматривать как совокупность "пакетов", пропорциональных различному числу (от 1 до 9) четырехпроводных цепей. Каждый такой "пакет" может быть оценен с помощью рис. 2/G.131, а результаты объединены для того, чтобы выяснить, соблюдается ли правило A для всей телефонной нагрузки.

В качестве примера на рис. A-1/G.131 показано применение Рекомендации G.131, § 2, для случая, когда предполагается, что тракт a-t-b слушающего абонента соответствует Рекомендации G.122. Для упрощения принято, что 100% телефонной нагрузки обеспечивается в заданных условиях. В примере использованы следующие величины:

Страна A говорящего абонента

Расстояние от местной станции A_1 до международной станции	1600	км
Среднее время распространения в одном направлении от местной станции A_1 до международной станции	11	мс[4]
Сумма одновременно имеющих место минимальных величин показателей громкости передающей и приемной частей местной системы	5	дБ
Показатель громкости от местной до международной станции (b_A)	7	дБ[5]
Показатель громкости от международной до местной станции (a_A)	6	дБ[5]
Число четырехпроводных цепей	2	

Международная составная цепь от A до B

Число цепей	3[6]	
Расстояние	3200	км
Среднее время распространения в одном направлении	17	мс[4]
Сумма показателей громкости в обоих направлениях 2 x 3 x 0,5 дБ	3	дБ

Страна B слушающего абонента

Среднее затухание эхосигнала (a_B-b_B) = (15 + 1) дБ	16 (Рек. G.122)	дБ
Расстояние от международной станции до первичной узловой станции, подключенной к местной станции B_1 (то есть пункта основного отражения)	1120	км
Среднее время распространения в одном направлении, соответствующее приведенному выше расстоянию	16	мс[4]
Число четырехпроводных цепей	1	

Суммарное число четырехпроводных цепей = 2 + 3 + 1 = 6

Суммарное среднее время распространения в одном направлении = 11 + 17 + 16 = 44 мс ..... (A-1)

Суммарный показатель громкости эхотракта = 5 + 7 + 6 + 3 + 16 = 41 дБ ..... (A-2)

Если величины (A-1) и (A-2) перенести на график рис. 2/G.131, то полученная точка будет лежать ниже кривой 1% для шести четырехпроводных цепей, указывая, что вероятность "неудовлетворительной" оценки больше 1%. Этот вывод справедлив и для любого другого числа четырехпроводных цепей.

A.2 *Полностью цифровые соединения* (рисунок A-2/G.131)

Можно допустить, что на стороне слушающего абонента основное отражение возникает в дифференциальной системе на местной станции слушающего абонента. Данные 4) в таблице A-1/G.131 представляют собой, таким образом, затухания a_B-t и t-b_B плюс балансное затухание эхосигнала двухпроводного входа дифференциальной системы. Это затухание отражения должно быть равно средней величине для всех линий вызывающих абонентов, которые могут подключаться к двухпроводным зажимам дифференциальной системы через местную станцию слушающего абонента. (На рис. 2/G.131 предполагается, что стандартное отклонение затухания отражения равно 3 дБ.) Если средняя величина неизвестна, то можно считать, что она соответствует § 4.3 Рекомендации G.122, то есть равна 11 дБ.

---

[4]) Предполагая, что скорость распространения для систем передачи равна 250 км/мс, для страны A говорящего абонента и международной составной цепи между странами A и B каждый из трех канальных модуляторов и демодуляторов с ЧРК вносит задержку 1,5 мс, и для страны B слушающего абонента постоянная равна 12 мс (см. Рекомендацию G.114).

[5]) Предполагается, что соединительная цепь к междугородней станции, организованная по пупинизированному кабелю, вносит дополнительно 1 дБ (в каждом направлении) при изменении от номинального затухания передачи до показателя громкости.

[6]) Необычно большое число, выбранное только для иллюстрации принципа сложения затуханий.

Чтобы применить рис. A-2/G.131, в данном случае нет необходимости знать значение n (так как цифровые цепи в четырехпроводной составной цепи не оказывают влияния на общие изменения остаточного затухания цепи). Однако число цифровых станций влияет на время распространения; например, в соответствии с таблицей 1/G.114 каждая цифровая станция транзита увеличивает на 0,45 мс среднее время распространения для одного направления передачи соединения.

На рис. A-2/G.131 приведен пример, где сумма величин затухания удлинителей R и T составляет 6 или 7 дБ. В примере использованы следующие величины:

Страна A говорящего абонента

Расстояние от местной станции A_1 до международной станции	1600	км
Среднее время распространения в одном направлении от местной станции A_1 до международной станции	8,5 мс[7)]	
Сумма одновременно имеющих место минимальных величин показателей громкости передающей и приемной частей местной системы	5	дБ
Сумма показателей громкости в обоих направлениях передачи $(t_1 \cdot b_A) + (a_A \cdot t_1)$	6	дБ

Международная составная цепь от A до B

Расстояние	3200	км
Среднее время распространения в одном направлении	13,7 мс[8)]	
Показатель громкости международной составной цепи	0	дБ

Страна B слушающего абонента

Расстояние от местной станции B_1 до международной станции	1600	км
Среднее время распространения в одном направлении	8,5 мс[7)]	
Среднее затухание эхосигнала $(a_B \cdot b_B) = (11 + 7)$ дБ	18	дБ
Суммарное среднее время распространения в одном направлении = 8,5 + 13,7 + 8,5 = 30,7 мс	(A-3)	
Суммарный показатель громкости эхотракта = 5 + 6 + 0 + 18 = 29 дБ	(A-4)	

Если величины (A-3) и (A-4) перенести на рис. 2/G.131, то полученная точка будет лежать ниже кривой 1% (а также ниже кривой 10%) для полностью цифровых соединений, указывая, что вероятность "неудовлетворительной" оценки больше 1%.

Вывод

a) Следует использовать в соединении устройство для уменьшения эха или
b) увеличить затухание в эхотракте (но с соблюдением ограничений, указанных в Рекомендации G.121).

Примечание. — Следует отметить, что при рассмотрении вопроса об увеличении затухания в эхотракте цифровые удлинители, которые включаются в цифровые цепи, должны выключаться при передаче цифровых сигналов данных (но не при передаче сигналов данных в телефонной полосе), поскольку они нарушают прозрачность канала для таких сигналов.

A.3 *Смешанные аналого-цифровые соединения*

Примеры, приведенные на рисунках A-1/G.131 и A-2/G.131, позволяют построить модели смешанных аналого-цифровых соединений посредством комбинирования соответствующих элементов обоих рисунков. Характеристики, указанные в таблице A-1/G.131, можно вычислить с помощью таких моделей. (Данные 8) упомянутой таблицы (число цепей) теперь следует понимать как число аналоговых цепей в четырехпроводной составной цепи (не включая, следовательно, цифровые цепи). Сплошная кривая, показанная на рис. 2/G.131, будет достаточно точной аппроксимацией требуемой кривой допуска на эхо.

---

7) При предположении, что скорость распространения для систем передачи равна 250 км/мс, каждая из четырех станций вносит задержку, равную 0,45 мс, и кодер или декодер –0,3 мс. На практике местная цифровая станция будет вносить задержку, несколько превышающую 0,45 мс, см. Рекомендацию G.114).

8) Предполагая, что скорость распространения для систем передачи равна 250 км/мс и две станции вносят задержку по 0,45 мс каждая.

Примечание. — На смешанных аналого-цифровых сетях время распространения может оказаться больше, чем на полностью аналоговых или цифровых сетях. Это, в частности, имеет место в том случае, когда цифровые станции соединены с аналоговыми системами передачи с помощью последовательно включаемой ИКМ/ЧРК-аппаратуры или трансмультиплексоров. Может существовать большое число различных конфигураций.

Библиография

[1] "Расчет устойчивости международного соединения, организованного в соответствии с планом передачи и коммутации", Зеленая книга, том III, Дополнение № 1, МСЭ, Женева, 1973 г.

[2] Рекомендация МККТТ "Определения, относящиеся к эхозаградителям, и характеристики дистанционно управляемого дифференциального полукомплекта эхозаградителя", Синяя книга, том III, Рек. G.161, раздел B, МСЭ, Женева, 1964 г.

[3] Рекомендация МККТТ "Эхозаградители, пригодные для цепей с малым или большим временем распространения", Оранжевая книга, том III, Рек. G.161, разделы B и C, МСЭ, Женева, 1977 г.

[4] Рекомендация МККТТ "Управление эхозаградителями", том VI, Рек. Q.115.

[5] МККТТ — "Включение и выключение эхозаградителей", Синяя книга, том VI.1, Вопрос 2/XI, приложение 3, МСЭ, Женева, 1966 г.

Рекомендация G.132

АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫЕ ИСКАЖЕНИЯ

(Женева, 1964 г.; Мар-дель-Плата, 1968 г.; Женева, 1972 г., и Мельбурн, 1988 г.)

На рис. 1/G.132 указаны нормы на качественные показатели сети для частотной характеристики остаточного затухания всемирной четырехпроводной составной цепи из 12 цепей (международных и национальных цепей продолжения), каждая из которых организована по простому первичному групповому тракту; при этом предполагается, что коротковолновые радиоканалы или канальная аппаратура с интервалами 3 кГц не используются.

Примечание 1. — Расчетные нормы, которые содержатся в Рекомендации, указанной в [1], для оконечной аппаратуры систем передачи таковы, что для последовательного соединения шести цепей (международных и национальных цепей продолжения), где каждая цепь имеет пару устройств индивидуального преобразования, амплитудно-частотные искажения будут в большинстве случаев менее 9 дБ в полосе 300—3400 Гц. При последовательном соединении 12 цепей можно ожидать, что в большинстве случаев амплитудно-частотные искажения не будут превышать 9 дБ в полосе 400—3000 Гц. О международной составной цепи см. Рекомендацию G.141, § 1.

Примечание 2. — Только в небольшой части международных соединений четырехпроводная составная цепь будет фактически состоять из 12 цепей.

Примечание 3. — Предельные значения, указанные на рис. 1/G.132, должны удовлетворяться также для смешанных соединений, в состав которых входят аналого-цифровые устройства. Вероятно, число аналого-цифровых устройств (пар кодеков) для смешанных соединений с 12 цепями не превышает 6 (см. приложение B к Рекомендации G.103).

Следует учитывать, что соединение, в состав которого входит шесть пар кодер-декодер, где каждая пара только удовлетворяет требованиям по частотным искажениям Рекомендации G.712, не будет удовлетворять требованиям по частотным искажениям Рекомендации G.132 на частоте 3400 Гц.

Однако, по всей вероятности, реальные пары кодер-декодер будут иметь меньшие частотные искажения, чем указаны в Рекомендации G.712, так что на практике вероятность того, что не будут удовлетворяться требования, указанные в Рекомендации G.132, очень мала.

Примечание 4. — Исследовательские комиссии IV и XII изучают вопрос о том, насколько удовлетворительно соблюдается эта норма на практике, прогнозы ее выполнения в будущем (принимая во внимание примечания 2 и 3) и какие изменения Рекомендаций, относящихся к аппаратуре, это может повлечь за собой.

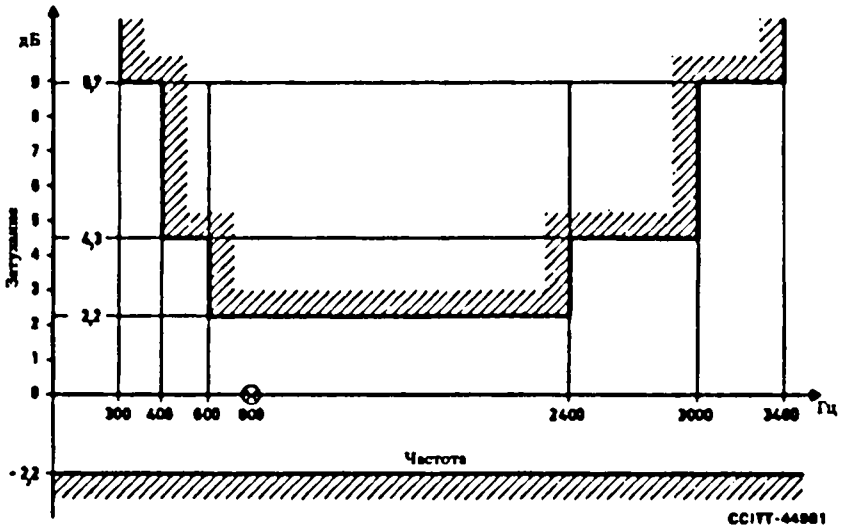


РИСУНОК 1/G.132

Допустимые измененения затухания относительно его величины, измеренной на частоте 800 Гц (норма для всемирной четырехпроводной составной цепи, включающей 12 цепей при оконечном соединении)

Библиография

[1] **Рекомендация МККТТ "12-канальная оконечная аппаратура", том III, Рек. G.232, § 1.**

Рекомендация G.133

ИСКАЖЕНИЯ ГРУППОВОЙ ЗАДЕРЖКИ

(Женева, 1964 г.; изменена в Женеве, 1980 г.)

Нормы на качественные показатели сети для допустимых разностей между минимальной групповой задержкой (в пределах передаваемой полосы частот) и групповой задержкой на нижней и верхней границах этой полосы частот для всемирной составной цепи из 12 цепей, каждая из которых организована по простому 12-канальному первичному групповому тракту, показаны в таблице 1/G.133.

Искажение групповой задержки имеет очень большое значение для полосы частот, где затухание относительно частоты 800 Гц меньше 10 дБ. Это обычно бывает на частотах выше 260—320 Гц и ниже 3150—3400 Гц, соответственно, как показано в таблице 1/G.133.

ТАБЛИЦА 1/G.133

	Нижнее предельное значение полосы частот (мс)	Верхнее предельное значение полосы частот (мс)
Международная составная цепь	30	15
Каждая из национальных 4-проводных цепей продолжения . . .	15	7,5
На всей 4-проводной составной цепи	60	30

Примечание. – Предельным значениям, указанным в таблице 1/G.133, должны удовлетворять как аналоговые, так и смешанные аналого-цифровые цепи с аналоговыми и цифровыми участками.

ЛИНЕЙНОЕ ПЕРЕХОДНОЕ ВЛИЯНИЕ[1)]

(Женева, 1964 г.; изменена в Мар-дель-Плате, 1968 г.)

1 Линейное переходное влияние между различными четырехпроводными составными цепями (аналоговыми и смешанными)

Как одна из норм на качественные показатели сети переходное влияние, которое может иметь место между двумя четырехпроводными составными цепями, содержащими международные и национальные цепи, ограничивается для цепей Рекомендацией G.151, § 4, а для международных коммутационных центров — Рекомендацией Q.45 [1].

2 Линейное переходное влияние между прямым и обратным направлениями передачи четырехпроводной составной цепи (аналоговой и смешанной)

Как одна из норм на качественные показатели сети переходное влияние между двумя направлениями передачи четырехпроводной составной цепи ограничивается для цепей Рекомендацией G.151, § 4.2, а для международных коммутационных центров — Рекомендацией Q.45 [1].

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(к Рекомендации G.134)

Методы измерения переходного влияния на станциях, международных телефонных цепях и международной составной цепи

A.1 Метод, используемый для измерения переходного влияния, будет зависеть от его типа. Как правило, встречается один из следующих двух типов:

a) переходное влияние на станции, возникающее главным образом от одного источника или от нескольких источников, расположенных рядом;

b) переходное влияние, измеренное на конце простой или составной цепи, которое является результирующим для большого числа источников переходного влияния, расположенных по всей длине простой или составной цепи. Полное переходное влияние будет зависеть от фаз отдельных составляющих относительно друг друга и может соответственно изменяться в зависимости от частоты. На простых или составных цепях большой протяженности могут возникать трудности при проведении одночастотных измерений переходного влияния вследствие небольших изменений частоты задающих генераторов, питающих преобразовательную аппаратуру в различных пунктах по всей длине простой или составной цепи.

A.2 Существуют следующие доступные методы измерения переходного влияния[2)]:

a) *одночастотные измерения* (например, на частотах 800 или 1000 Гц);

b) измерения, проводимые на нескольких частотах (например, 500, 1000 и 2000 Гц); при этом результаты усредняются по току или по напряжению;

c) измерения, проводимые с использованием сигнала случайного шума с однородным спектром или сигнала, состоящего из серии близко расположенных гармоник и сформированного в соответствии с кривой плотности мощности речи. Такие измерения должны проводиться в соответствии с Рекомендацией, указанной в [3];

d) измерения типа "голос/ухо", при которых речь применяется в качестве источника помехи, а переходный разговор измеряется прослушиванием и сравнением с эталонным источником, уровень которого может быть отрегулирован с помощью какого-либо эталонного магазина затуханий.

[1)] Рекомендованные методы измерения переходного влияния описаны в приложении А.

[2)] Здесь вопрос касается частоты (или частот), которая должна быть использована для измерения; измерение переходного влияния на заданной частоте приведено в [2].

А.3 До проведения дальнейших исследований для "типовых испытаний" и "приемочных испытаний", включающих измерение переходного влияния, временно рекомендуются следующие методы.

А.3.1 *Переходное влияние на коммутационных станциях*

Переходное влияние должно измеряться на частоте 1100 Гц, что по опыту некоторых Администраций эквивалентно измерению, выполняемому с помощью генератора условного телефонного сигнала (Рекомендация G.227 [4]) и псофометра.

А.3.2 *Переходное влияние в международной телефонной цепи или международной составной цепи*

Переходное влияние должно измеряться с помощью сигнала случайного шума с равномерным спектром или сигнала, состоящего из серии близко расположенных гармоник и сформированного в соответствии с кривой плотности мощности речи (Рекомендация G.227 [4]). Измерения должны проводиться в соответствии с Рекомендацией, указанной в [3].

Примечание 1. — В случае трудности проведения измерений согласно пунктам А.2.а) и А.2.b) рекомендуется проводить их методом "голос/ухо".

Примечание 2. — В случае телефонных цепей, которые используются для тонального телеграфирования, должна быть измерена защищенность от переходного влияния на ближнем конце между двумя направлениями передачи на каждой несущей частоте телеграфного канала, то есть на каждой нечетной гармонике частоты 60 Гц в диапазоне частот 420—3180 Гц включительно. Однако на практике могут возникнуть трудности вследствие эффекта, упомянутого в § А.1.b), выше.

Библиография

[1] Рекомендация МККТТ "Характеристики передачи международной станции", том VI, Рек. G.45.

[2] "Измерение переходного разговора", Зеленая книга, том VI.2, Дополнение № 2.4, МСЭ, Женева, 1973 г.

[3] Рекомендация МККТТ "12-канальная оконечная аппаратура", том III, Рек. G.232, § 9.2.

[4] Рекомендация МККТТ "Условный телефонный сигнал", том III, Рек. G.227.

Рекомендация G.135

ПОГРЕШНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЧАСТОТЫ

(*Мар-дель-Плата, 1968 г.*)

Так как каналы любой международной телефонной цепи должны быть пригодны для тонального телеграфирования, норма на качество работы сети в отношении точности виртуальных несущих частот должна быть такой, чтобы разность между тональной частотой, поданной на одном конце цепи, и частотой, принятой на другом конце, не превышала 2 Гц, даже если имеются промежуточные преобразования.

Для обеспечения этой нормы МККТТ рекомендует, чтобы канальные и групповые несущие частоты различных ступеней преобразования имели стабильность, указанную в соответствующих пунктах Рекомендации G.225 [1].

Опыт показывает, что если при эксплуатации генераторов, разработанных по этим рекомендациям, проводится соответствующая сверка, то разность между частотой, поданной на вход телефонного канала и восстановленной на другом его конце, не будет превышать 2 Гц для случая, когда канал имеет такую же структуру, что и условная эталонная цепь протяженностью 2500 км для рассматриваемой системы передачи.

Расчеты показывают, что если следовать этим рекомендациям, то в четырехпроводной составной цепи, которая образует часть условного эталонного соединения, определенного на рис. 1/G.103[1], существует вероятность 1% того, что разность частот на входе и выходе соединения будет превышать 3 Гц, и вероятность менее 0,1% того, что она превысит 4 Гц.

[1] Фактически составная цепь, рассматриваемая при этих расчетах, содержит 16 (а не 12) пар модулятор-демодулятор, чтобы учесть возможность образования части соединения с помощью подводных кабелей с аппаратурой, соответствующей Рекомендации G.235 [2]. Однако не принимался во внимание доплеровский эффект сдвига частоты при включении в цепь нестационарных ИСЗ; величины сдвига частот при этом даны в Отчете 214 МККР [3].

МККТТ отмечает, что на смешанных цепях, которые имеют в своем составе несколько цифровых участков, требования, касающиеся частоты, удовлетворяются гораздо легче, поскольку в цифровых системах частота канала ТЧ не изменяется.

Библиография

[1] Рекомендация МККТТ "Рекомендации, относящиеся к точности несущих частот", том III, Рек. G.225.

[2] Рекомендация МККТТ "16-канальная оконечная аппаратура", том III, Рек. G.235.

[3] Отчет МККР "Влияние доплеровского эффекта сдвига частоты и прерываний коммутации в стационарной спутниковой связи", том IV, Отчет 214, МСЭ, Женева, 1986 г.

1.4 Общие характеристики международной четырехпроводной цепи; международный транзит

Рекомендация G.141

АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫЕ ИСКАЖЕНИЯ

(Женева, 1964 г.; изменена в Мар-дель-Плате, 1968 г., и Женеве, 1972 и 1980 гг.)

1 Амплитудно-частотные искажения

1.1 *Полностью аналоговые соединения*

Расчетные нормы, рекомендованные для оконечной аппаратуры систем передачи Рекомендацией, указанной в [1], таковы, что для составной цепи из шести цепей, каждая из которых имеет одну пару индивидуальных преобразователей в соответствии с этой Рекомендацией, нормы на качественные показатели сети в отношении амплитудно-частотных искажений, указанных на рис. 1/G.132, в большинстве случаев удовлетворяются. Сюда включаются и искажения, вносимые семью международными центрами.

Примечание. — Для оценки амплитудно-частотных искажений международной составной цепи предельные значения, указанные для международных цепей в § 1 Рекомендации G.151, не следует складывать с предельными значениями для международных центров, которые указаны в Рекомендации Q.45 [2]. С одной стороны, в случае их сложения некоторые виды станционного оборудования будут учитываться дважды; с другой стороны, предельные значения, определенные в Рекомендации Q.45[2], относятся к наихудшему возможному соединению, проходящему через международную станцию, в то время как эксплуатационные предельные значения, указанные в Рекомендации G.151, § 1, относятся к наихудшей международной цепи. Технические требования на различную аппаратуру таковы, что среднее качество будет значительно лучше, чем могло бы быть получено в результате вышеупомянутого сложения.

1.2 *Смешанные аналого-цифровые соединения*

В переходный период применения смешанных аналого-цифровых систем ожидается, что амплитудно-частотные характеристики аналоговой оконечной аппаратуры передачи, которую придется применять в международных телефонных соединениях, будут по-прежнему регламентироваться существующими Рекомендациями, относящимися к цепям этого типа.

В тех случаях, когда в международных телефонных соединениях будут включаться неинтегрированные ИКМ цифровые процессы, рекомендуется, чтобы амплитудно-частотные характеристики полосовых фильтров, связанные с такими процессами, соответствовали более жесткой норме, указанной на рис. 1/G.712[3]. Эта Рекомендация применима специально к случаям, когда интегрированные ИКМ цифровые процессы используются на соединительных линиях с МТС, междугородних и международных цепях.

Что касается включения неинтегрированных ИКМ цифровых процессов в местные телефонные сети, то требуемые амплитудно-частотные характеристики полосовых фильтров все еще находятся в стадии изучения.

Библиография

[1] Рекомендация МККТТ "12-канальная оконечная аппаратура", том III, Рек. G.232, § 1.

[2] Рекомендация МККТТ "Характеристики передачи международной станции", том VI, Рек. Q.45.

[3] Рекомендация МККТТ "Показатели качества ИКМ-каналов между четырехпроводными стыками на тональных частотах", том III, Рек. G.712, рисунок 1/G.712.

Рекомендация G.142

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕДАЧИ КОММУТАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ

(Женева, 1980 г.; изменена в Мельбурне, 1988 г.)

Настоящая Рекомендация состоит из двух частей. В первой части, § 1, рассматриваются характеристики передачи на тональных частотах международных аналоговых коммутационных станций. Относящаяся к ним информация приведена в Рекомендации Q.45[1]. Во второй части, § 2, рассматриваются аспекты передачи на тональных частотах, которые необходимо принимать во внимание при проектировании цифровых станций и их включении в сеть. Рассматриваемые цифровые станции могут быть местными и транзитными (национальными и международными). Аспекты передачи связаны в первую очередь с теми свойствами, которыми должны обладать цифровые станции, чтобы обеспечить возможность их работы при различных и меняющихся условиях на сети с точки зрения соотношений между полностью аналоговой, смешанной аналого-цифровой и полностью цифровой техникой.

Подробные характеристики передачи для цифровых станций содержатся в Рекомендациях Q.551, Q.552, Q.553 и Q.554 (выпуск VI.5).

1 Международная аналоговая коммутационная станция

Нормы на характеристики передачи, которые должны соблюдаться при приемке в эксплуатацию международной аналоговой станции, включены в Рекомендации Q.45 или Q.45 *бис*.

2 Цифровые коммутационные станции

2.1 *Цифровые процессы – влияние на передачу*

Цифровые (с ВРК) станции в разной степени должны включать цифровые процессы, такие как аналого-цифровые кодеры, цифро-аналоговые декодеры и цифровые процессы перекодирования, примерами которых являются преобразователи законов кодирования и цифровые удлинители. Степень, в которой подобные цифровые процессы могут включаться в цифровую станцию, определяется условиями на сети, в которых работает эта станция (например, полностью аналоговые, смешанные аналого-цифровые или полностью цифровые).

Цифровые процессы, подобные вышеуказанным, снижают качество передачи, что может быть выражено в "единицах дефектов передачи".

Допустимое накопление единиц дефектов передачи в международном телефонном соединении имеет определенный предел. Более подробно правило проектирования на основании этого предела и снижений качества передачи, вносимых конкретными цифровыми процессами, изложено в Рекомендациях G.101, § 4, и G.113, § 3.

В соответствии с Рекомендацией G.113, § 3, временно рекомендуется, чтобы на международном соединении число накопленных единиц дефектов передачи не превышало 14. Из этих 14 единиц максимально 5 единиц могут быть внесены каждой национальной цепью продолжения и максимально 4 единицы — международным участком. Поскольку одна пара 8-разрядных ИКМ-кодеков (кодер и декодер) вносит 1 единицу дефекта передачи, ясно, что неинтегрированные ИКМ цифровые процессы, которые требуют преобразований из аналоговой формы в цифровую (например, кодеки), или цифровые процессы, которые содержат перекодирование информации (например, цифровые удлинители), не должны бесконтрольно размножаться. На рис. 1/G.142 показаны некоторые тракты передачи, которые могут быть организованы через цифровую станцию, а также "единицы дефектов передачи", вносимые цифровыми процессами в этих трактах.

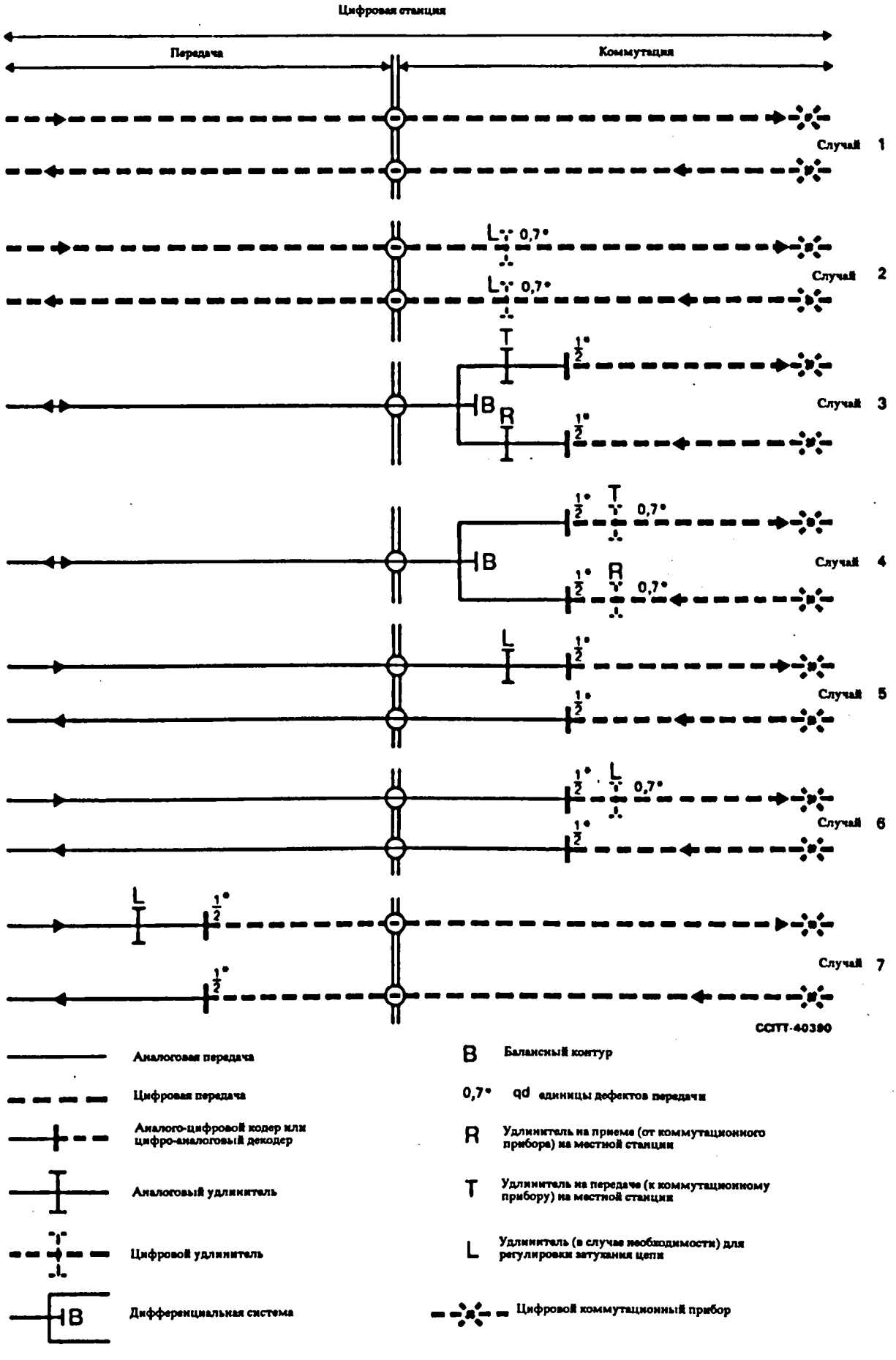


РИСУНОК 1/G.142

Тракты передачи цифровых коммутационных станций

2.2 *Затухание передачи через цифровую коммутационную станцию*

На цифровой станции четырехпроводная цифровая коммутация должна вносить номинальное затухание передачи 0 дБ. Таким образом, если в соответствии с рис. 1/G.142 (случай 1) синусоидальный испытательный сигнал 0 дБм0 поступает на аналоговые зажимы идеального кодера, который подключается к входу цифрового коммутатора, то эталонная цифровая последовательность (DRS) должна передаваться без изменений через коммутационный центр и создавать синусоидальный сигнал 0 дБм0 на аналоговых зажимах декодера, подключенного к выходу цифрового коммутатора.

За исключением затухания передачи, рассмотренного выше (и, может быть, затухания, обусловленного станционным монтажом), все затухания передачи, которые вносятся цифровой станцией либо в цифровой, либо в аналоговой форме, должны регламентироваться соответствующим планом передачи (см. § 2.4, ниже).

2.3 *Относительные уровни*

Для цифровых трактов полностью цифровой сети относительные уровни не имеют значения и практически не используются. Однако до тех пор, пока значительная часть всемирной телефонной сети будет оставаться аналоговой, необходимо и целесообразно устанавливать для цифровых станций относительные уровни.

Относительные уровни, устанавливаемые для цифровых станций, применимы в виртуальных точках аналоговой коммутации рассматриваемой станции. Виртуальные точки аналоговой коммутации — это теоретические точки, как поясняется в Рекомендации G.101, § 5.1. Вопрос применения относительных уровней в виртуальных точках аналоговой коммутации цифровой станции рассматривается в Рекомендациях G.101, § 4.2, и G.101, § 5.2.

В соответствии с Рекомендацией G.101, § 5.2, относительный уровень на передаче международной цифровой телефонной станции должен быть —3,5 дБо. В случае цифровых станций на национальных цепях продолжения относительные уровни на передаче должны регламентироваться соответствующим национальным планом передачи.

Что касается относительного уровня на приеме цифровой станции, то этот уровень связан с затуханием передачи цепей, которые заканчиваются на этой станции. В случае международной цифровой станции желательно иметь относительный уровень на приеме —3,5 дБо, что позволит избежать необходимости включения цифровых удлинителей. Исключения см. в общем примечании к Рекомендации G.101, § 4.2. В случае национальных цепей продолжения относительные уровни на приеме, как и в случае относительных уровней на передаче, должны определяться по соответствующему национальному плану передачи.

2.4 *Устойчивость и уменьшение эха*

Полное затухание эха и снижение устойчивости, которые имеют место на национальной цепи продолжения, зависят от соответствующих значений затухания передачи, а в случае использования дифференциальных систем — от балансного затухания, вносимого дифференциальной системой. Оба эти фактора должны быть рассмотрены при проектировании местных цифровых станций, где, как правило, имеются возможности улучшения затухания эхосигнала и устойчивости. По всей вероятности, такие улучшения нужны, поскольку соединения на цифровых сетях будут иметь тенденцию к более низким затуханиям и бо́льшим значениям времени прохождения, чем аналоговые соединения, что ухудшает характеристики эхосигнала.

2.4.1 *Вклад, обусловленный затуханием передачи*

Требования по регулированию устойчивости и эха на международных соединениях в условиях полностью цифровой или смешанной аналого-цифровой сети изложены в Рекомендации G.122. В соответствии с этой Рекомендацией рассматриваемое регулирование должно выполняться главным образом на национальных цепях продолжения. Схемы для его выполнения рассматриваются в Рекомендации G.121, § 6.

В рамках § 6 Рекомендации G.121 конкретные национальные планы передачи должны обеспечивать характеристики, необходимые для сохранения требуемой устойчивости и эха. В случае цифровой четырехпроводной национальной цепи продолжения (то есть полностью цифровой цепи до местной станции, но с двухпроводными аналоговыми абонентскими линиями) такое обеспечение может выполняться на местной станции. Когда национальная цепь продолжения является смешанной аналого-цифровой, элементы, обеспечивающие устойчивость и уменьшение эха, в соответствии с некоторыми национальными планами передачи могут распределяться между различными частями национальной цепи продолжения, однако главенствующая роль все же принадлежит местной станции. На рис. 1/G.142 показаны примеры некоторых схем, которые могут встречаться на цифровой станции.

На схеме, показанной на рис. 1/G.142 для случая 1, рассматривается цифровая цепь, которая может заканчиваться на национальной или международной цифровой станции. В этом конкретном случае эта цепь должна работать без внесения на станции дополнительного затухания.

На схеме, показанной на рис. 1/G.142 для случая 2, также рассматривается цифровая цепь, которая заканчивается на национальной или международной цифровой станции. Однако в этом случае соответствующий план передачи требует, чтобы в эту цепь было внесено затухание на станции посредством цифровых удлинителей. Использование цифровых удлинителей рассматривается в § 2.6, ниже.

На схеме, показанной на рис. 1/G.142 для случая 3, рассматривается двухпроводная абонентская линия, которая заканчивается на цифровой местной станции. Удлинители, обозначенные буквами R и T — это символы, представляющие регулировку затухания или уровня, выполняемую на аналоговом участке. В § 6 Рекомендации G.121 рассматривается выбор значений для R и T.

Схема, показанная на рис. 1/G.142 для случая 4, аналогична схеме для случая 3; исключение составляет лишь то, что показанные затухания R и T обеспечиваются на цифровом участке. В отношении использования цифровых удлинителей см. § 2.6,ниже.

На схеме, показанной на рис. 1/G.142 для случаев 5, 6 и 7, рассматриваются аналоговые цепи, которые заканчиваются на национальной или международной цифровой станции. В случае 5 аналоговый удлинитель (L) используется для получения требуемого затухания цепи согласно соответствующему плану передачи. Случай 6 аналогичен случаю 5, за исключением того, что цифровой удлинитель (L) используется для получения требуемого затухания цепи. Случай 7 также аналогичен случаю 5, за исключением того, что аналоговый удлинитель (L), а также аналого-цифровой кодер и цифро-аналоговый декодер выполнены скорее как часть аппаратуры передачи, связанной с цепью, чем как часть аппаратуры коммутационной системы. Хотя на рис. 1/G.142 это и не показано, аналого-цифровые кодеры, цифро-аналоговые декодеры, дифференциальные системы для перехода с двухпроводной на четырехпроводную схему и удлинители, которые используются в случаях 2, 3 и 4, также скорее могут быть составными элементами аппаратуры передачи на стороне станции, чем частью коммутационной аппаратуры.

2.4.2 *Вклад, обусловленный балансным затуханием отражения*

Вклад, вносимый балансным затуханием отражения в полное затухание эхосигнала и снижение устойчивости, иллюстрируется в схемах 3 и 4 на рис. 1/G.142, где представлена ситуация с окончанием двухпроводных абонентских линий на цифровой местной станции. Достигаемое балансное затухание отражения определяется согласованием между входным сопротивлением двухпроводной абонентской линии и абонентской аппаратурой, и балансным сопротивлением, которое выбрано для линейного комплекта цифровой станции.

Во многих разработках цифровых местных станций отсутствуют двухпроводные коммутационные устройства, и двухпроводные линии на постоянно подключаются к линейным комплектам. Такая схема обладает существенными достоинствами в отношении балансного затухания отражения, поскольку в этом случае, по всей вероятности, может значительно уменьшаться диапазон сопротивлений, которые обеспечиваются комплектом конкретной линии. В данном случае можно подбирать балансные сопротивления линейных комплектов, лучше согласованные с входными сопротивлениями абонентских линий, и добиваться улучшения балансного затухания отражения по сравнению с традиционными компромиссными балансными контурами.

Оптимальное балансное сопротивление не будет одинаковым для всех Администраций, поскольку при этом необходимо принимать в расчет типы используемых местных кабелей вместе с диапазоном сопротивлений абонентского оборудования. Вполне возможно, что применение различных балансных сопротивлений на станциях для различных категорий местных линий будет улучшать качество работы за счет некоторого расширения управления сетью. Вообще установлено, что применение балансных контуров, которые соответствуют сопротивлению абонентского кабеля, обеспечивает оптимальное качество работы. Примеры балансных сопротивлений, принятых рядом Администраций, приведены в Рекомендации Q.552.

Дальнейшее улучшение балансного затухания отражения возможно, если полное сопротивление абонентского оборудования может контролироваться Администрацией. Применение телефонных аппаратов, имеющих входное сопротивление, близкое к полному сопротивлению абонентского кабеля, может улучшить балансное затухание отражения на цифровой местной станции примерно на 10 дБ на коротких линиях.

2.5 *Местная передача*

При местных вызовах между абонентами, которые обслуживаются одной цифровой местной станцией, коммутация двухпроводных абонентских линий, как показано на рис. 1/G.142, случай 3, приводит к появлению устройства в виде усилителя тональной частоты — см. рис. 2/G.142. Хорошо известно, что такое устройство должно иметь достаточное затухание по петле для обеспечения надлежащего запаса устойчивости. Для получения этого затухания в некоторых случаях может оказаться приемлемым внесение затухания между двухпроводными входом—выходом. Это затухание может регламентироваться национальным планом передачи, поскольку обеспечивается необходимое распределение показателя громкости для местных вызовов. Однако в случаях, когда затухание между двухпроводными точками должно сравниваться с затуханием, которое, как правило, наблюдается на аналоговой станции, то есть приблизительно 0 дБ, в дифференциальных системах должны быть обеспечены соответствующие балансные затухания. Это может повлечь за собой увеличение используемых в настоящее время значений балансного затухания в указанных точках. Методы, которыми можно воспользоваться для этой цели, в настоящее время изучаются Исследовательской комиссией XII.

Увеличение балансного затухания, упомянутое выше, также должно быть использовано для уменьшения влияния эха и для сохранения требуемой устойчивости на национальных соединениях за пределами местной станции, а также и на международных соединениях.

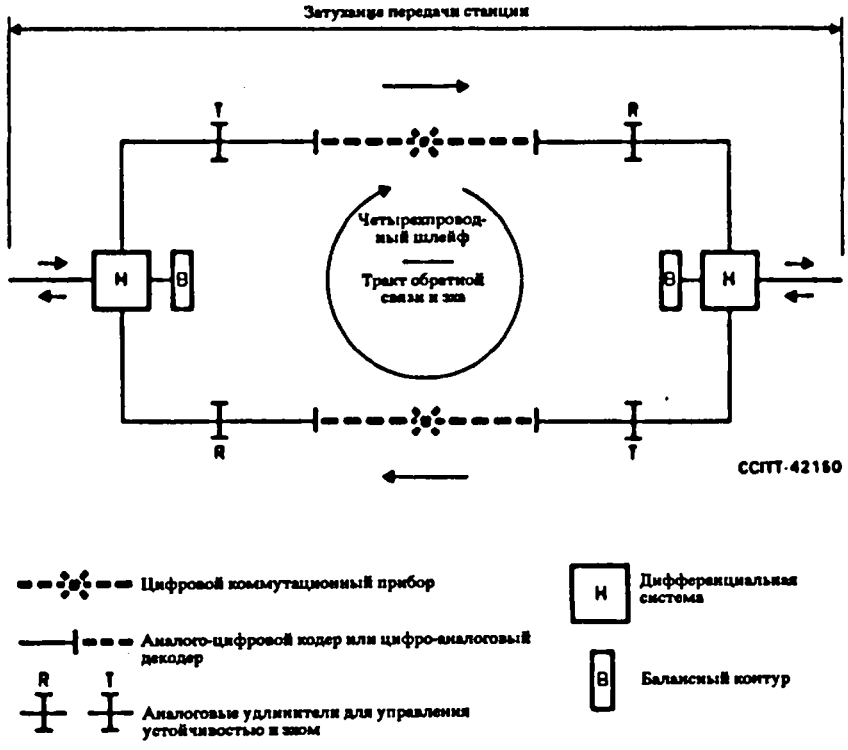


РИСУНОК 2/G.142

Конфигурация цифровой местной коммутационной станции, образующаяся при соединении двухпроводных цепей

2.6 *Местный эффект и входное сопротивление*

Цифровые местные станции могут оказывать значительное влияние на характеристики местного эффекта телефонных аппаратов, в особенности тех аппаратов, которые подключены к местным линиям малой протяженности. Причина этого явления иллюстрируется на рис. 2/G.142, где входное сопротивление, обеспечиваемое станцией для местной абонентской линии, зависит от входного сопротивления линейного комплекта и характеристик петли обратной связи.

Для получения оптимальных характеристик местного эффекта на коротких абонентских линиях величина входного сопротивления линейного комплекта станции должна быть близка к величине сопротивления противоместной схемы телефонного аппарата. В том случае, когда телефонный аппарат спроектирован так, что имеет хорошие характеристики местного эффекта на длинных абонентских линиях, сопротивление его противоместной схемы, по всей вероятности, близко к величине волнового сопротивления двухпроводного абонентского кабеля. Поэтому цифровая местная станция также должна иметь входное сопротивление, близкое к входному сопротивлению двухпроводного абонентского кабеля.

На длинных абонентских линиях величина входного сопротивления станции будет оказывать меньшее влияние на характеристики местного эффекта, то есть входное сопротивление, обеспечиваемое ею для телефонного аппарата, маскируется входным сопротивлением абонентского кабеля.

При окончательном выборе входного сопротивления станции необходимо учитывать несколько факторов:

— характеристики входного сопротивления и чувствительности телефонного аппарата;

— характеристики сети абонентских линий;

— схемы электропитания цифровой станции;

при этом преследуется цель — не ухудшить для абонента характеристики местного эффекта при подключении его к цифровой станции. Величины входного сопротивления, выбранные несколькими Администрациями, приведены в Рекомендации Q.552; очевидно, что существуют значительные различия между входными сопротивлениями, которые отражают различия между национальными сетями.

2.7 *Цифровые удлинители*

Применение цифрового удлинителя для создания требуемого затухания передачи в цифровом тракте влечет за собой снижение качества передачи. Это снижение качества передачи должно быть включено в число "единиц дефектов передачи", отведенных для национальных и международных участков международного соединения (см. Рекомендацию G.113, § 3). Кроме того, поскольку цифровые удлинители требуют применения цифровых процессов перекодирования, использование таких удлинителей в трактах, в которых должна сохраняться прозрачность канала, мало привлекательно. Это соображение может оказаться весьма важным при изучении многоцелевых сетей. Следовательно, если необходимо использовать цифровые удлинители, то необходимо предусмотреть меры, которые позволяют их выключить или шунтировать.

2.8 *Задержка передачи*

Задержки передачи через цифровые станции могут иметь большое значение. Например, они могут приводить к необходимости уменьшения протяженности соединений, на которых следует использовать устройства уменьшения эха (например, эхозаградители или эхокомпенсаторы). Задержки передачи на цифровых станциях (или цифровых УАТС) в некоторых случаях могут ухудшать согласование полных сопротивлений абонентских линий и станции (или УАТС) таким образом, что может увеличиваться местный эффект для абонента. Поэтому задержки передачи через цифровые станции должны быть сведены к минимуму. Подробная информация, которая относится к времени задержки, вносимому различными элементами цифровой аппаратуры и цифровых систем, приведена в § 2 Рекомендации G.114.

Величины задержек передачи, которые могут наблюдаться на цифровых местных станциях, см. в Рекомендации Q.551.

Библиография

[1] Рекомендация МККТТ "Характеристики передачи международных станций", том VI, Рек. Q.45.

Рекомендация G.143

ШУМ ЦЕПИ И ПРИМЕНЕНИЕ КОМПАНДЕРОВ

(Женева, 1964 г.; изменена в Мар-дель-Плате, 1968 г.; Женеве, 1972 и 1980 гг., и Малага-Торремолиносе, 1984 г.)

1 Нормы шума при телефонной передаче

1.1 *Принцип*

С учетом нормы на качественные показатели сети в части шума, допустимого на национальных сетях (Рекомендация G.123), желательно, чтобы норма средней величины суммарной псофометрической мощности шума за любой час, создаваемого последовательным включением шести международных цепей, протяженность части которых может превышать 2500 км, используемая в международном телефонном соединении, не превышала 50 000 пВт в точке нулевого относительного уровня на входе первой цепи этого соединения (уровень −43 дБм0п).

Разумеется, будет получена меньшая величина суммарного шума, если в международную составную цепь входит небольшое число международных цепей, протяженность которых не превышает 2500 км и которые удовлетворяют требованиям Рекомендации G.152 (в частности, норма на качество цепи в части шума для подобных цепей такова: средняя псофометрическая мощность шума за любой час не должна превышать 10 000 пВт в точке нулевого относительного уровня, уровень −50 дБм0п).

Однако, поскольку будут образовываться соединения протяженностью свыше 25 000 км, МККТТ рекомендует стремиться к тому, чтобы на участках протяженностью более 2500 км, которые используются для международных соединений, применялись линейные тракты, вносящие шум, незначительно превышающий L пВт в цепи протяженностью L км (см. [1]). Очевидны преимущества при работе с теми же нормами на коротких участках, если это легко достижимо.

Примечание 1. — Нормы шума для целей технического обслуживания содержатся в Рекомендации М.580 [2]. Таблица 4/М.580 этой Рекомендации приводится ниже.

ТАБЛИЦА 4/М.580

Эксплуатационные нормы шума для телефонных цепей общего пользования

Расстояние (км)	< 320	321–640	641–1600	1601–2500	2501–5000	5001–10 000	10 001–20 000
Шум (дБм0п)	–55	–53	–51	–49	–46	–43	–40

Примечание 2. — Строго говоря, нормы шума для спутниковых систем передачи (см. Рекомендацию G.153, § 3) не могут быть выражены в пиковаттах на километр. См. также примечание к Рекомендации М.580 [2].

1.2 *Шум, вносимый аппаратурой*

Расчетная норма шума для аппаратуры преобразования, которая входит в международную составную цепь самого длинного условного эталонного соединения (см. рис. 1/G.103), может быть оценена при предположении, что такая аппаратура содержит:

— 6 пар индивидуальных преобразователей или 8—10 пар при использовании на трансокеанских связях аппаратуры с интервалом 3 кГц;

— 12—14 пар преобразователей первичных групп;

— 18—24 пары преобразователей вторичных групп;

для всех пар норма суммарной псофометрической мощности составляет 5000—7000 пВт0п (в точке нулевого относительного уровня на входе первой цепи международной четырехпроводной составной цепи).

Расчетная норма на аппаратуру —67 дБм0п для уровня средней псофометрической мощности шума за любой час на каждом международном коммутационном центре (Рекомендация Q.45[3]) эквивалентна примерно 2000 пВт0п в точке нулевого относительного уровня на входе первой цепи четырехпроводного соединения.

Таким образом, расчетная норма шума, вносимого аппаратурой, не составляет существенной доли качественного показателя сети в части суммарного шума, вносимого международной составной цепью.

1.3 *Распределение суммарной расчетной нормы шума*

Наземные участки международной составной цепи, организованные по кабельным или радиорелейным системам передачи, должны в принципе обеспечивать цепи указанного выше качества. На практике по соглашению между Администрациями расчетная норма качества цепи для шума может быть распределена между подводными и наземными системами передачи таким образом, чтобы системы подводного кабеля вносили несколько меньшую величину, например, 1 пВт/км, а наземные системы вносили несколько большую величину, например, максимум 2 пВт/км. Этот результат может быть достигнут созданием специальных систем или путем соответствующего выбора каналов в системах передачи, рассчитанных на 3 пВт/км.

Примечание. — В некоторых странах наземные системы передачи, образующие часть цепей, протяженность которых значительно превышает 2500 км (например, 5000 км или более), разработаны с такими же расчетными нормами качества цепи по шумам, что и системы подводного кабеля, то есть 1 пВт/км.

1.4 *Цепи с концентраторами речи*[1]

Было бы желательно для всех цепей, образующих группу с концентратором речи, иметь в рабочих условиях приблизительно один и тот же уровень мощности шума.

2 Использование слоговых компандеров[2], [3], [4]

В течение многих лет международные (и национальные) цепи будут все еще организовываться по существующим системам передачи, которые были разработаны в соответствии с другими нормами, например, 4 пВт/км, как указано в Рекомендации G.152. Кроме того, шум цепи, вносимый системами передачи, может увеличиваться по сравнению с первоначальными значениями вследствие старения и изменений загрузки систем передачи. Поэтому необходим простой практический критерий, который можно применять при проектировании международной цепи для определения, пригодна ли она с точки зрения мощности шума для организации всемирных телефонных соединений, состоящих из большого числа цепей, или она может быть пригодна после установления компандеров[2].

В настоящее время рекомендуется ограничивать систематическое применение компандеров, соответствующих Рекомендации G.162, на национальных и международных сетях большой протяженности.

На сети можно применять компандеры, отвечающие требованиям Рекомендации G.166, при условии, что сеть планируется таким образом, что число цепей, оснащенных компандерами и включенных последовательно, сводится к минимуму. Желательно, чтобы в состав соединения входила только одна цепь, оснащенная компандерами. Предварительные результаты, полученные одной Администрацией, показывают, что для телефонной связи должно допускаться последовательное включение не более трех цепей, оснащенных компандерами. Действие некоторых высокоскоростных (9,6 кбит/с) модемов затрудняется на соединении, в состав которого входит даже одна цепь, оснащенная компандерами. Для обеспечения этого положения на международном участке соединения должно использоваться не более одной цепи, оснащенной компандерами. Требуется дополнительная информация, прежде чем можно будет составить жесткие правила планирования, в том числе и о возможности организации национальных цепей продолжения со средними уровнями шума.

Следует отметить, что действие компандера удваивает влияние любых изменений остаточного затухания, которые имеют место на участке цепи между компрессором и экспандером, и по этой причине компандеры, если они необходимы, должны включаться на концах участков цепи, организованных с помощью органически стабильных линейных трактов, таких как системы подводного кабеля.

МККТТ рекомендует в качестве руководства при определении необходимости включения компандеров в международную цепь следующее правило.

Если уровень среднечасовой псофометрической мощности шума международной цепи, имеющей протяженность, которая значительно превышает 2500 км (например, 5000 км или более), ниже —44 дБм0п (в точке нулевого относительного уровня цепи), то компандер не требуется.

Если уровень мощности шума цепи —44 дБм0п (40 000 пВт0п) или выше, то компандер должен быть включен.

Разумеется, цепи протяженностью 2500 км или меньше будут всегда удовлетворять соответствующим общим нормам шума (Рекомендация G.222 [4]) без включения компандеров.

Примечание 1. — Это правило было разработано, чтобы сделать возможным проектирование международной телефонной сети, используя имеющиеся в настоящее время цепи. Оно ни в коем случае не должно рассматриваться как снижение проектных норм, приведенных в § 1 данной Рекомендации, и не должно применяться для цепей технического обслуживания (см. примечание 1 к § 1.1, выше).

Примечание 2. — Применяемые компандеры должны соответствовать предельным значениям, предлагаемым в Рекомендации G.162 или в Рекомендации G.166.

Примечание 3. — В соответствии с Рекомендацией [5] цепи с уровнем мощности шума —37 дБм0п или хуже выводятся из эксплуатации.

---

[1] Например, TASI (система интерполяции речи в представляемое время) или CELTIC, см. Рекомендацию G.163.

[2] Компандеры мгновенного действия некоторых систем передачи рассматриваются как составная часть этих систем.

[3] Характеристики слоговых компандеров для телефонии по системам с большим числом каналов и большой протяженностью см. в Рекомендации G.166.

[4] См. приложение A, в котором излагаются дальнейшие соображения в отношении использования слоговых компандеров.

3 Предельные нормы шума при телеграфной передаче

Предельные нормы шума для телеграфии приведены в Рекомендации Н.22 [6].

4 Предельные нормы шума при передаче данных

Ниже приведены предельные нормы, приемлемые при передаче данных со скоростями, которые не превышают 1200 бит/с. Ожидается, что реальные значения, имеющие место на многих цепях и соединениях, будут лучше следующих предельных норм.

4.1 *Арендованные цепи для передачи данных*

Разумным пределом для случайного шума с равномерным спектром в цепи, *арендованной* для передачи данных, является —40 дБм0п, если предположить, что при этом исключается применение цепей, подверженных импульсным помехам, и допускается такая высокая скорость модуляции, какая может быть получена без значительного коэффициента ошибок.

4.2 *Коммутируемые соединения*

Для коммутируемых соединений в качестве предельной может быть принята величина порядка —36 дБм0п без компандеров на межконтинентальных цепях, в которые могут быть включены компандеры.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(к Рекомендации G.143)

Дополнительные соображения по применению слоговых компандеров

(нижеследующая информация была представлена Исследовательской комиссией XII)

В § А.1 настоятельного приложения рассматривается целесообразность применения компандера; в § А.2 содержится рекомендация по допустимому получаемому выигрышу для целей проектирования. В § А.3 излагаются требования, которые предъявляются к стабильности цепи между компрессором и экспандером; в §§ А.4 и А.5 рассматриваются загрузка системы и аспекты цепей, которые оснащены компандерами и включены последовательно.

А.1 *Преимущества компандеров*

Чтобы определить *выигрыш, создаваемый компандером*, рассмотрим:

a) международную цепь, не оснащенную компандерами и вносящую шум N дБм0 в полное из конца в конец соединение (включая типичные национальные цепи продолжения) и удовлетворяющую нормам шума, которые указаны в Рекомендациях G.152 или G.153;

b) такую же международную цепь, оснащенную компандерами и соединенную с типичными национальными цепями продолжения, позволяющую получить качество с точки зрения шума, которое субъективно эквивалентно или лучше, чем качество цепи, описанной в пункте a), хотя и вносящую шум N' дБм0 между компрессором и экспандером.

Тогда выигрыш, создаваемый компандером, на международной цепи b) определяется как $(N' - N)$ дБ.

А.2 *Предел выигрыша, создаваемого компандером*

Для целей проектирования выигрыш, создаваемый компандером и определенный в § А.1, принимается не превышающим 10 дБ.

Примечание. — Следует подчеркнуть, что это значение применимо только к международному участку этого соединения. На других участках этого соединения может допускаться более высокое значение, если оно выбирается с надлежащим учетом влияния на суммарный шум соединения из конца в конец при наличии сигнала.

А.3 *Стабильность цепи*

Международная цепь между компрессором и экспандером должна иметь вносимое затухание, стандартное отклонение которого не превышает 0,75 дБ за длительный период наблюдения.

A.4 *Загрузка цепи*

В большинстве случаев целесообразно выбирать значение —10 дБм0 для неизменяемого уровня компандера. Однако, если Администрации по взаимному соглашению хотят работать при другом значении этого уровня, то оно должно быть выбрано таким образом, чтобы результирующая загрузка системы соответствовала минимуму суммарных искажений, обусловленных шумом, перекрестной модуляцией или другими характеристиками, которые зависят от величины загрузки, и всегда учитывало допустимый предел выигрыша, создаваемого компандером.

A.5 *Последовательное соединение цепей, оснащенных компандерами*

Нижеследующие пункты относятся к цепям, оснащенным компандерами в соответствии с Рекомендацией G.162.

Результаты экспериментов, проведенных на последовательно соединенных участках цепей, оснащенных компандерами, показывают, что два таких последовательно соединенных участка могут вызывать заметное снижение качества передачи только в том случае, если второй участок с большим запасом превышает рекомендованный предел 10 дБ выигрыша, создаваемого компандером. Эксперимент был проведен с целью обнаружения большого эффекта путем ограничения числа субъективных мнений в каждом испытании семью человеками.

Сделан вывод о том, что два включенных последовательно участка, каждый из которых ограничен выигрышем 10 дБ, создаваемым компандером, не будут служить препятствием для пользователей. Это, однако, не является директивой к ограничению допустимого числа участков, оснащенных компандерами, в международном соединении из конца в конец.

Библиография

[1] *Красная книга* МККТТ, том V-*бис*, приложения B и C, МСЭ, Женева, 1965 г.

[2] Рекомендация МККТТ "Организация и настройка международной цепи для телефонной связи общего пользования", том IV, Рек. M.580.

[3] Рекомендация МККТТ "Характеристики передачи международной станции", том VI, Рек. Q.45.

[4] Рекомендация МККТТ "Расчетные нормы шума, применимые при разработке систем передачи протяженностью 2500 км", том III, Рек. G.222.

[5] Рекомендация МККТТ "Организация и настройка международной цепи для телефонной связи общего пользования", том IV, Рек. M.580, § 6.

[6] Рекомендация МККТТ "Требования, предъявляемые к международным каналам тонального телеграфирования (на скоростях 50, 100 и 200 бод)", том III, Рек. H.22.

1.5 Общие характеристики международных телефонных цепей и национальных цепей продолжения

Рекомендация G.151

ОБЩИЕ НОРМЫ НА КАЧЕСТВО ВСЕХ СОВРЕМЕННЫХ МЕЖДУНАРОДНЫХ ЦЕПЕЙ И НАЦИОНАЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ ПРОДОЛЖЕНИЯ

(*Женева, 1964 г; изменена в Мар-дель-Плате, 1968 г., и Женеве, 1972 и 1980 гг.*)

1 Частотные искажения

Качественные показатели каждой из международных цепей и национальных цепей продолжения в части частотных искажений должны быть такими, чтобы соблюдались нормы на качество сети Рекомендации G.132. Рекомендация G.232[1] определяет нормы для проектирования аппаратуры.

Из вышеупомянутых Рекомендаций следует, что, как правило, эффективно передаваемая по телефонной цепи полоса частот, которая соответствует определению, принятому МККТТ (то есть полоса, в которой частотные искажения не превышают 9 дБ по сравнению с величиной искажений на частоте 800 Гц), должна быть несколько шире полосы 300—3400 Гц; для одной пары аппаратуры индивидуального преобразования этого типа амплитудно-частотные искажения на частотах 300 и 3400 Гц никогда не должны превышать 3 дБ, а при большом количестве аппаратуры не должны быть в среднем более 1,7 дБ (см. графики А и В на рис. 1/G.232[2]). Даже более сложные цепи и цепи, использующие оконечную аппаратуру с интервалом между каналами 3 кГц по Рекомендации G.235[3], должны соответствовать предельным значениям, указанным на рис. 1/G.151; для выполнения этих норм при организации цепей в случае необходимости включаются выравниватели (Рекомендация M.580[4]).

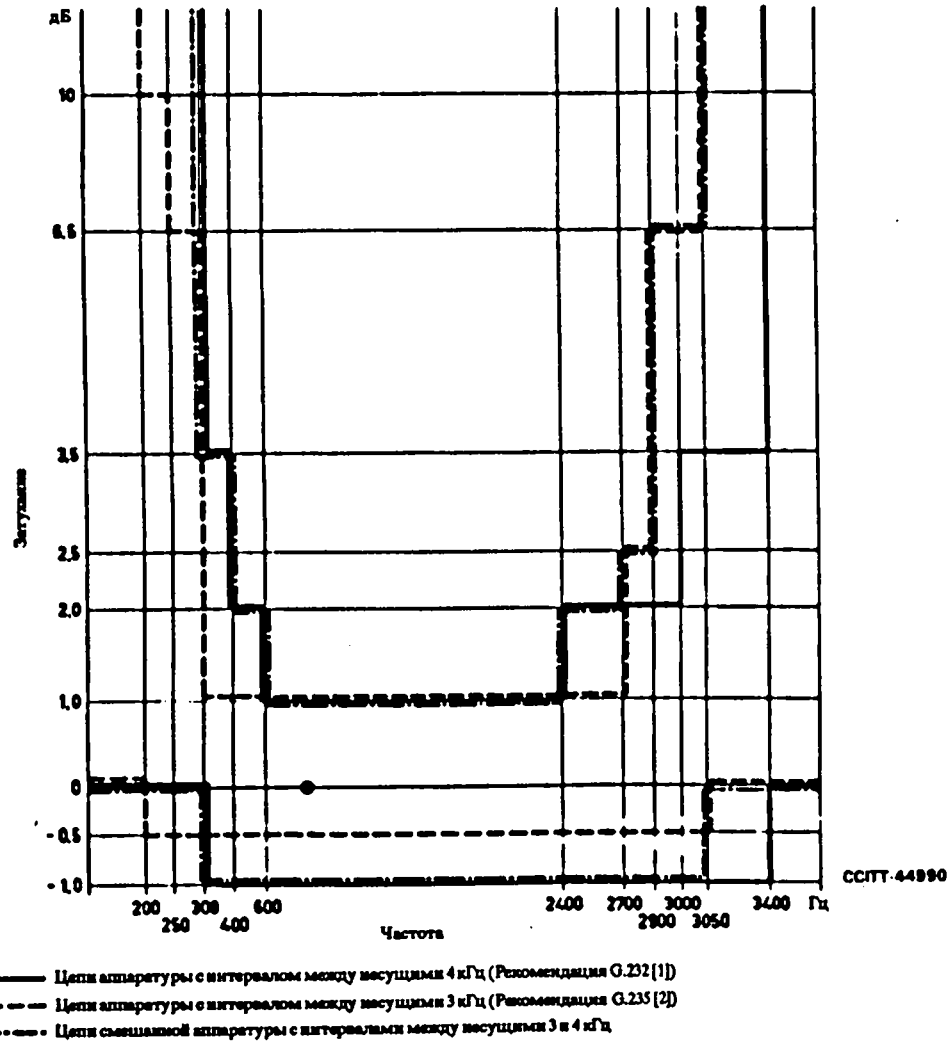


РИСУНОК 1/G.151

Предельные значения для настройки цепей с канальной аппаратурой при интервале между несущими 3 и 4 кГц

Примечание 1. — МККТТ рассмотрел возможность рекомендации частоты ниже 300 Гц в качестве нижнего предела эффективно передаваемой полосы частот с учетом следующих соображений:

1) Результаты субъективных испытаний, проведенных некоторыми Администрациями, показывают, что можно улучшить качество передачи, если нижний предел передаваемой полосы частот снизить с 300 до 200 Гц. Эти испытания показывают определенное увеличение громкости принимаемой речи, а также повышение качества передачи, если судить по испытаниям методом мнений; с другой стороны, улучшение разборчивости очень незначительно.

2) Однако вышеуказанное расширение полосы частот будет, по всей вероятности, иметь следующие недостатки:

a) некоторое повышение стоимости аппаратуры;

b) некоторое увеличение трудностей при балансировке дифференциальных систем на концах четырехпроводной составной цепи при необходимости использования четырехпроводных цепей без превышения величин номинального остаточного затухания, которые рекомендованы в новом плане передачи;

c) возможное повышение чувствительности к помехам, которые воспринимаются либо субъективно, либо как воздействующие на аппаратуру систем передачи (см. Рекомендацию, указанную в [5]), или влияют на усиление, вносимое компандерами;

d) дополнительная энергия, передаваемая в результате расширения полосы, может увеличить загрузку систем передачи;

e) исключается возможность использования внеполосных систем сигнализации, рекомендованных МККТТ.

На основании вышеизложенного МККТТ выпустил вышеупомянутые Рекомендации относительно сигналов, которые передаются на частотах от 300 до 3400 Гц.

Примечание 2. — Пользуясь Рекомендациями МККТТ, Администрации могут взаимно согласовать вопрос о передаче сигналов на частотах ниже 300 Гц по международным цепям. Конечно, каждая Администрация может решить вопрос о передаче по своим национальным цепям продолжения сигналов на частотах ниже 300 Гц при условии, что это позволит ей применять на международных соединениях план передачи МККТТ.

2 Групповая задержка

Качественные показатели международных цепей и национальных цепей продолжения в части групповой задержки должны быть такими, чтобы они соответствовали нормам на качество сети, приведенным в Рекомендациях G.114 и G.133.

3 Изменения остаточного затухания во времени

МККТТ рекомендует использовать следующие качественные показатели цепей [норма a) была использована для оценки устойчивости международных соединений, см. Рекомендацию G.131, § 1]:

a) Стандартное отклонение изменений остаточного затухания цепи не должно превышать 1 дБ. Это требование уже может быть выполнено на цепях, которые организованы по простому первичному групповому тракту с автоматическим регулированием усиления, и должно выполняться для каждой национальной цепи продолжения с автоматическим регулированием уровня или без него. Стандартное отклонение на других международных цепях не должно превышать 1,5 дБ.

b) Разность между средней и номинальной величинами остаточного затухания каждой цепи не должно превышать 0,5 дБ.

4 Линейное переходное влияние[1)]

4.1 *Между цепями*

Защищенность от переходного разговора на ближнем или дальнем конце (только внятный переходный разговор), измеренная на тональной частоте на междугородних станциях между двумя полными цепями, должна быть не менее 65 дБ.

Примечание 1. — Если в системе всегда имеет место минимальный уровень шума не менее 4000 пВт0п (например, это может иметь место в случае спутниковых систем), то приемлема уменьшенная защищенность от переходного влияния, равная 58 дБ.

Примечание 2. — Кабели с коаксиальными парами, отвечающими требованиям Рекомендаций G.622[6] и G.623[7], уже позволяют выполнить это условие, если предполагается, что полосы частот, в которых переходное влияние обусловлено кабелем, и полосы частот, в которых переходное влияние обусловлено аппаратурой, не совпадают. С другой стороны, системы с ЧРК, организованные по кабелям с симметричными парами, не всегда обеспечивают возможность удовлетворять более жесткой норме, чем 58 дБ.

Примечание 3. — Когда длина однородного участка реальной системы передачи значительно превышает длину однородного участка условной эталонной цепи (УЭЦ), предельное значение 65 дБ может не всегда удовлетворяться во всех случаях для всех каналов рассматриваемой системы.

[1)] Методы, рекомендуемые для измерения переходного влияния, описываются в приложении A к Рекомендации G.134.

4.2 *Между прямым и обратным направлениями четырехпроводной цепи*

4.2.1 *Обычная телефонная цепь* (см. примечание 1, ниже)

Так как все обычные телефонные цепи могут быть использованы для тонального телеграфирования, норма на качество цепи в отношении защищенности от переходного влияния на ближнем конце между двумя направлениями передачи должна быть не менее 43 дБ.

4.2.2 *Цепи, используемые с концентратором речи*

На цепях или участках цепи, которые используются для включения оконечного оборудования концентраторов речи, переходный разговор на ближнем конце между двумя любыми каналами будет проявляться в форме переходного разговора между цепями, и, следовательно, норма на качественные показатели цепи в части защищенности от переходного разговора на ближнем конце, который возникает между концентраторами речи, должна быть не менее 58 дБ (см. примечания 2 и 4, ниже).

4.2.3 *Цепи, оснащенные современными эхозаградителями, например, цепи через спутники на высокой орбите*

Нормы на качественные показатели цепи в части защищенности от переходного разговора на ближнем конце для любой цепи, которая оснащена оконечными полукомплектами эхозаградителя современного типа, управляемыми с дальнего конца, должны быть не менее 55 дБ. Это необходимо для того, чтобы не шунтировать затухание подавления, вносимое современными эхозаградителями (см. примечания 2, 3 и 4, ниже).

Примечание 1. — § 4.2.1, выше, относится к телефонным цепям, которые не оснащены (или используются совместно с) современными эхозаградителями для больших значений времени распространения. Цепи, которые могут образовывать часть коммутируемых соединений с большим временем распространения и которые располагаются между оконечными полукомплектами эхозаградителя современного типа, должны по возможности соответствовать более высоким нормам, указанным в данном § 4.2.3.

Примечание 2. — Аппаратура индивидуального преобразования создает основной тракт переходного влияния между прямым и обратным направлениями передачи в цепях или участках цепей, которые образованы с помощью систем передачи с современной аппаратурой преобразования и линейной аппаратурой (см. примечание 4, ниже). Следует отметить, что на защищенность от переходного влияния между прямым и обратным направлениями цепи и ее участков влияют пути переходного влияния как между высокочастотными входом и выходом, так и между входом и выходом на тональной частоте в аппаратуре индивидуального преобразования. Оба эти тракта должны быть приняты в расчет, когда рассматриваются цепи или их участки, которые используются между оконечным оборудованием концентратора речи или современными эхозаградителями. Имеют место следующие случаи.

Концентраторы речи

Пути влияния по высокой частоте и по тональной частоте определяют защищенность от переходного влияния.

Эхозаградители

1) Цепь, которая содержит один участок между полукомплектами эхозаградителя, управляемыми с дальнего конца: преобладающим является путь по высокой частоте.

2) Цепь, которая содержит несколько участков между полукомплектами эхозаградителя: в точках, где аппаратура индивидуального преобразования соединяется по тональной частоте. Путь ТЧ переходного влияния одного комплекта аппаратуры, по существу, параллелен ВЧ пути переходного влияния другого комплекта аппаратуры, так что оба пути должны быть приняты в расчет.

1) Несколько цепей между полукомплектами эхозаградителя: это имеет место, когда промежуточные соседние полукомплекты эхозаградителя выключены (или блокированы); переходное влияние между прямым и обратным направлениями передачи возникает так, как это описано в 2), выше, при этом цепи заменяют участки цепи.

Примечание 3. — Если в цепи, содержащей три участка, используется аппаратура индивидуального преобразования, точно соответствующая Рекомендации, указанной в [8], то при среднеквадратическом сложении влияний этих путей защищенность от переходного влияния будет составлять приблизительно 60 дБ.

Примечание 4. — Если в цепи, содержащей три участка, используется аппаратура индивидуального преобразования, точно соответствующая Рекомендации, которая указана в [9], то при среднеквадратическом сложении различных влияний наименьшая защищенность от переходного влияния между прямым и обратным направлениями передачи будет составлять приблизительно 56 дБ, что на 2 дБ меньше, чем это требуется в § 4.2.2, выше, для концентраторов речи. Однако эти допущения являются самыми пессимистическими, так что на практике затруднений, по всей вероятности, вообще не возникнет. При этом соблюдается предельное значение для эхозаградителя, указанное в § 4.2.3, выше.

Примечание 5. — Некоторые типы систем передачи по симметричным парам имеют весьма малую защищенность от переходного влияния между прямым и обратным направлениями передачи; такие системы по возможности не следует применять для организации цепей или их участков с концентраторами речи или с современными эхозаградителями.

Примечание 6. — Необходимо обращать внимание на асимметрию НЧ элементов аппаратуры индивидуального преобразования в системах передачи с ЧРК, чтобы переходное влияние не уменьшалось ниже 65 дБ под воздействием переходного влияния в станционном монтаже, которое обусловлено асимметрией оконечного кабельного оборудования.

5 Нелинейные искажения

Практика показала, что телефонные цепи, образованные в системах передачи, для которых МККТТ выпустил Рекомендации (причем составные части этих систем, взятые отдельно, удовлетворяют необходимым требованиям в отношении нелинейности), с точки зрения нелинейности одинаково пригодны как для телефонной передачи, так и для тонального телеграфирования.

Примечание. — Нелинейные искажения в ВЧ телефонных цепях, которые вносятся линейными усилителями и аппаратурой преобразования, кроме аппаратуры индивидуального преобразования, можно не учитывать. Следовательно, вышеприведенные замечания относятся к цепям любой протяженности.

6 Погрешность восстановления частоты

См. Рекомендацию G.135.

7 Помехи от гармоник сети электропитания переменного тока и других низких частот

Сигналы, передаваемые по системам передачи, иногда модулируются мешающими сигналами от источников электропитания с частотой сети, которые индуцируются токами электрифицированных железных дорог и других источников. Эта паразитная модуляция может иметь форму амплитудной или фазовой модуляции или же комбинации обоих видов модуляции. Такая помеха может характеризоваться уровнем наиболее высокой паразитной боковой составляющей, когда в точку нулевого относительного уровня (0 дБм0) телефонной цепи подается синусоидальный сигнал мощностью 1 мВт. Нормы на качественные показатели цепи в части максимально допустимого уровня паразитных боковых составляющих полной телефонной цепи не должна превышать —45 дБм0 (то есть, минимальное затухание боковой составляющей должно быть 45 дБ). Эта норма на качество цепи должна относиться ко всем низкочастотным мешающим сигналам примерно на частотах до 400 Гц.

Примечание 1. — Этот уровень был найден приемлемым для цепей, которые используются для тонального телеграфирования с ЧМ и АМ, передачи факсимиле, речи, телефонной сигнализации и данных.

Примечание 2. — Предельные значения для цепей передачи программ звукового вещания указаны в Рекомендации [10].

Примечание 3. — Главными причинами помех от источников питания являются:

a) остаточные пульсации источников постоянного тока на оконечных станциях, которые непосредственно поступают в оборудование по цепям электропитания;

b) наличие необслуживаемых станций в некоторых системах передачи, дистанционно питаемых от переменного тока, который создает помехи через фильтр питания или через стальные ленты брони коаксиальных пар;

c) напряжение, индуктированное в линии подачи дистанционного питания необслуживаемых станций в некоторых системах;

d) паразитная амплитудная или фазовая модуляция различных несущих частот, вызываемая причиной a), которая возрастает в оборудовании умножения частот.

Примечание 4. — Влияние паразитной модуляции состоит в том, что входной сигнал с частотой f Гц будет создавать, например, выходные сигналы с частотами f, $f \pm 50$, $f \pm 100$, $f \pm 150$ Гц и т.д.

8 Одночастотная помеха в телефонных цепях

Уровень одночастотной помехи в телефонных цепях не должен превышать —73 дБм0п (значение принято в качестве временного до окончания изучения, которое проводится Исследовательской комиссией XII). Псофометрическое взвешивание следует учитывать только в случае, когда частота помехи определена точно.

Библиография

[1] Рекомендация МККТТ "12-канальная оконечная аппаратура", том III, Рек. G.232.

[2] Там же, рис. 1/G.232, графики A и B.

[3] Рекомендация МККТТ "16-канальная оконечная аппаратура", том III, Рек. G.235.

[4] Рекомендация МККТТ "Организация и настройка международной цепи для телефонной связи общего пользования", том IV, Рек. M.580.

[5] Рекомендация МККТТ "12-канальная оконечная аппаратура", том III, Рек. G.232, § 6.

[6] Рекомендация МККТТ "Характеристики 1,2/4,4-мм пар коаксиального кабеля", том III, Рек. G.622.

[7] Рекомендация МККТТ "Характеристики 2,6/9,5-мм пар коаксиального кабеля", том III, Рек. G.623.

[8] Рекомендация МККТТ "12-канальная оконечная аппаратура", том III, Рек. G.232, § 9.1.

[9] Там же, § 9.3.

[10] Рекомендация МККТТ "Характеристики 15 кГц-каналов звукового вещания", том III, Рек. J.21, § 3.1.7.

Рекомендация G.152

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕПЕЙ ПРОТЯЖЕННОСТЬЮ ДО 2500 км

(Женева, 1964 г.; изменена в Мар-дель-Плате, 1968 г., и Женеве, 1972 и 1980 гг.)

Эта Рекомендация относится ко всем современным международным цепям протяженностью до 2500 км. Она также относится к национальным междугородним цепям в странах средних размеров, которые могут быть использованы в международном четырехпроводном соединении.

Если в стране больших размеров используется цепь продолжения протяженностью более 2500 км, она должна удовлетворять всем Рекомендациям, которые применимы к международной цепи той же протяженности.

1 Цепи наземных или подводных кабельных или радиорелейных (прямой видимости) систем передачи

Рассматриваемые цепи в большинстве случаев организуются по кабельным или радиорелейным системам передачи, так что для цепи, которая имеет ту же структуру, что и условная эталонная цепь протяженностью 2500 км, применимы нормы шума, указанные в Рекомендации G.222 [1].

Следствием Рекомендации G.222 [1] является то, что для цепи протяженностью L км ($L < 2500$ км) норма на качественные показатели цепи в части средней псофометрической мощности шума за любой час должна быть порядка 4 L пВт, исключая цепи очень малой протяженности и цепи с очень сложной структурой; последний случай рассматривается в Рекомендации G.226 [2].

2 Цепи радиорелейных систем передачи тропосферного рассеяния

МККР определил условную эталонную цепь и установил нормы на качественные показатели цепи в части шума в Рекомендациях 396 [3] и 397 [4], соответственно.

3 Цепи систем передачи воздушных линий

Соответствующие нормы на шум содержатся в Рекомендации [5].

Примечание. — Рекомендация M.580 [6] касается эксплуатации норм шума. См. примечание 1 к Рекомендации G.143, § 1.1.

Библиография

[1] Рекомендация МККТТ "Расчетные нормы шума, применимые при разработке систем передачи протяженностью 2500 км", том III, Рек. G.222.

[2] Рекомендация МККТТ "Шум реального тракта", том III, Рек. G.226

[3] Рекомендация МККР "Условная эталонная цепь радиорелейных систем передачи тропосферного рассеяния для телефонии с частотным разделением каналов", том IX, Рек. 396, МСЭ, Женева, 1986 г.

[4] Рекомендация МККР "Допустимая мощность шума в условной эталонной цепи радиорелейных систем передачи тропосферного рассеяния для телефонии с частотным разделением каналов", том IX, Рек. 397, МСЭ, Женева, 1986 г.

[5] Рекомендация МККТТ "Общие характеристики систем передачи, создающих 12 высокочастотных телефонных каналов по паре проводов воздушной линии", том III, Рек. G.311, § 8.

[6] Рекомендация МККТТ "Организация и настройка международной цепи для телефонной связи общего пользования", том IV, Рек. M.580.

Рекомендация G.153

ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ЦЕПЕЙ ПРОТЯЖЕННОСТЬЮ БОЛЕЕ 2500 км

(Женева, 1964 г.; изменена в Мар-дель-Плате, 1968 г., и Женеве, 1972 и 1980 гг.)

Эти цепи должны удовлетворять общим требованиям Рекомендации G.151 и, кроме того, в зависимости от вида систем передачи, в которых они организованы, удовлетворять специальным положениям §§ 1, 2, 3 и 4, ниже.

Примечание 1. — Некоторые цепи, которые не соответствуют нормам шума, приведенным в настоящей Рекомендации, тем не менее могут использоваться для телефонии (если они оборудованы компандерами), телеграфии или передачи данных (§§ 2, 3 и 4 Рекомендации G.143; эти Рекомендации приведены в таблице 1/G.153).

Примечание 2. — Рекомендация M.580[1] касается эксплуатационных норм шума. См. примечание 1 к Рекомендации G.143, § 1.1.

1 Цепи протяженностью более 2500 км, организованные по кабельным или радиорелейным системам передачи без участков подводного кабеля большой протяженности

Во многих случаях цепи такого типа протяженностью от 2500 до 25 000 км будут на большей части своей длины организовываться по наземным кабельным или радиорелейным системам передачи, которые используются для организации международных цепей протяженностью до 2500 км и рассчитаны на основе норм, уже рекомендованных для таких систем в Рекомендации G.222[3].

Кроме того, маловероятно, что число пар индивидуальных преобразователей будет превышать предусмотренное в соответствующей части наиболее протяженного международного соединения, которое рассматривается в Рекомендации G.103. Будут также иметь место случаи, когда можно организовать такие цепи по системам передачи, рассчитанным на основании национальных условных эталонных цепей, подобных указанным в Рекомендации [4]. В таком случае МККТТ рекомендует:

1.1 *Изменения остаточного затухания во времени*

В каждом первичном групповом тракте, по которому организована цепь, должно использоваться автоматическое регулирование усиления. Кроме того, должны быть приняты все меры для уменьшения изменений остаточного затухания во времени.

1.2 *Качественные показатели в части шума цепи*

Временно рекомендуется, чтобы системы, которые используются для организации международных цепей протяженностью до 25 000 км, разрабатывались на основе норм шума, рекомендованных в настоящее время для условной эталонной цепи протяженностью 2500 км.

ТАБЛИЦА 1/G.153

Расчетные или предельные[a)] нормы шума для цепей очень большой протяженности, используемых для различных служб[b)]

Псофометрическая мощность		Расчетная или предельная норма	
пВт0п	дБм0п	для соединения, составной цепи или арендуемой цепи	для цепи, которая может образовывать часть коммутируемого соединения
40 000	−44		Предельное значение для телефонной цепи, используемой без компандера (Рекомендация G.143, § 2)
50 000	−43	Расчетная норма для составной цепи из 6 международных цепей, которая получена на практике посредством комбинации цепей с нормами на качество для 1, 2 или 4 пВт/км (Рекомендация G.143, § 1)	
80 000	−41	Предельное значение для ТЧ ЧМ в соответствии с нормами МККТТ (Рекомендация H.22[2])	
100 000	−40	Предельное значение для передачи данных по арендованной цепи (Рекомендация G.143, § 4.1)	
250 000	−36		Допустимо для передачи данных по коммутируемой сети (Рекомендация G.143, § 4.2). Цепь без компандера, в которой это предельное значение превышается, не может быть использована в составной цепи из 6 телефонных цепей, даже если ее оборудовать компандером (Рекомендация G.143, § 2)
10^6	−30	Допустимо для определенной системы синхронной телеграфной передачи (Рекомендация H.22 [2])	

a) Указана только средняя псофометрическая мощность за час в точке нулевого относительного уровня передачи международной цепи или первой цепи, входящей в составную цепь.

b) Предельные значения шума определяются в соответствии с минимальными требованиями качества каждой службы. Нормы шума используются при вводе в эксплуатацию различных систем передачи.

По возможности следует использовать меньшие значения шума; известно, что в некоторых странах больших размеров системы передачи, составляющие часть цепи, значительно превышающей 2500 км (например, 5000 км), организуются в соответствии с принципами, изложенными в Рекомендации, которая указана в [4]. Другое решение для получения меньших величин шума заключается в соответствующем выборе телефонных каналов, входящих в состав рассматриваемых цепей. Нормы на качественные показатели цепи в части шума за короткие периоды времени для цепей этого вида протяженностью до 7500 км, которые приняты в качестве временных, таковы:

Средняя мощность шума за 1 мин. не должна превышать 50 000 пВт (−43 дБм0п) для более чем 0,3% времени любого месяца, а невзвешенная мощность шума, измеренная или вычисленная со временем интеграции 5 мс, не должна превышать 10^6 пВт (−30 дБм0) для более чем 0,03% времени любого месяца. Это означает, что указанные расчетные нормы пропорциональны значениям для цепей протяженностью 2500 км (Рекомендация G.222[3]); для цепей протяженностью от 2500 до 7500 км должны использоваться пропорциональные промежуточные значения.

МККТТ еще не в состоянии рекомендовать нормы на качественные показатели цепи в части шума за короткие периоды времени для цепей указанного вида, протяженность которых превышает 7500 км.

2 Цепи протяженностью более 2500 км с участком подводного кабеля большой длины

2.1 *Амплитудно-частотные искажения*

Цепь такого вида по соображениям экономии содержит оконечную аппаратуру с интервалами между несущими частотами 3 кГц в соответствии с Рекомендацией G.235[5].

Если используется оконечная аппаратура с интервалами между несущими частотами 4 кГц, то она должна по крайней мере удовлетворять требованиям Рекомендации G.232 [6]. Некоторые страны применяют усовершенствованную оконечную аппаратуру на цепях, постоянно используемых для межконтинентальной связи.

2.2 *Нормы на качественные показатели цепи в части шума, применимые к участку системы по подводному кабелю*

2.2.1 *Без компандера*

Нормы на качественные показатели цепи в части среднего значения шума за 1 час для подводной кабельной системы очень большой протяженности, которая предназначена для использования без компандеров и без каких бы то ни было ограничений для телефонии, тонального телеграфирования и передачи данных, не должна превышать 3 пВт/км в наихудшей цепи. Для каждого направления передачи норма на качественные показатели цепи в части среднего значения мощности шума, которое вычислено для всех цепей, используемых для самых длинных соединений, не должна превышать 1 пВт/км.

Примечание. — Однако было бы желательно, чтобы все цепи группы, предназначенной для работы с системой концентрации речи[1], имели более или менее одинаковый уровень шума.

2.2.2 *С компандером*

В настоящее время МККТТ не предлагает изучать системы передачи, которые, будучи рассчитаны на *систематическое* использование компандеров, имеют расчетные нормы шума, значительно отличающиеся от указанных в § 2.2.1, выше.

2.3 *Нормы качественных показателей цепи в части шума, применимые к другим участкам*

Другие участки этой цепи должны удовлетворять требованиям § 1 настоящей Рекомендации.

3 Цепи, организованные по спутниковым системам передачи

МККР и МККТТ рассматривают, какое количество цепей, организованных по спутниковым системам передачи, может быть включено во всемирную сеть; некоторые из ограничений по использованию таких цепей приведены в Рекомендации Q.13[7].

МККР составил рекомендации по шуму цепи и определил условную эталонную цепь (Рекомендация 352 МККР [8]) и допустимую мощность шума в ней (Рекомендация 353 МККР [9]).

4 Цепи протяженностью более 2500 км, организованные по воздушным линиям

В настоящей Книге текст этого пункта не публикуется; его можно найти в части D Рекомендации G.153 в *Оранжевой книге*, МСЭ, Женева, 1977 год.

Библиография

[1] Рекомендация МККТТ "Организация и настройка международной цепи для телефонной связи общего пользования", том IV, Рек. M.580.

[2] Рекомендация МККТТ "Требования, предъявляемые к международным цепям тонального телеграфирования (на скоростях 50, 100 и 200 бод)", том III, Рек. H.22.

[3] Рекомендация МККТТ "Расчетные нормы шума, применяемые при разработке систем передачи протяженностью 2500 км", том III, Рек. G.222.

[1] См. сноску 2) в Рекомендации G.143, § 2.

[4] Там же, § 3.

[5] Рекомендация МККТТ "16-канальная оконечная аппаратура", том III, Рек. G.235.

[6] Рекомендация МККТТ "12-канальная оконечная аппаратура", том III, Рек. G.232.

[7] Рекомендация МККТТ "Международный план направлений", том VI, Рек. Q.13.

[8] Рекомендация МККР "Условные эталонные цепи для телефонии и телевидения в стационарной спутниковой связи", том IV, Рек. 352, МСЭ, Женева, 1986 г.

[9] Рекомендация МККР "Допустимая мощность шума в условной эталонной цепи для телефонии с частотным разделением каналов в стационарной спутниковой связи", том IV, Рек. 353, МСЭ, Женева, 1986 г.

1.6 Аппаратура, относящаяся к телефонным цепям большой протяженности

Рекомендация G.161

ЭХОЗАГРАДИТЕЛИ, ПРИГОДНЫЕ ДЛЯ ТЕЛЕФОННЫХ ЦЕПЕЙ С МАЛЫМ ИЛИ БОЛЬШИМ ВРЕМЕНЕМ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

(См. том III *Оранжевой книги*, МСЭ, Женева, 1977 г.)

Рекомендация G.162

ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПАНДЕРОВ ДЛЯ ТЕЛЕФОНИИ

(*Женева, 1964 г.; изменена в Мар-дель-Плате, 1968 г.*)

Эти характеристики относятся к компандерам современного типа для международных цепей очень большой протяженности или для национальных и международных цепей средней протяженности.

Некоторые из указанных ниже требований определяют общие характеристики компрессора и экспандера в одном и том же направлении передачи по четырехпроводной цепи. Характеристики, заданные таким образом, получить гораздо легче, если компрессоры и экспандеры имеют однотипную конструкцию; в некоторых случаях необходимо тесное взаимодействие между Администрациями.

Следует также отметить, что оборудование, которое изготовлялось до сих пор для цепей средней протяженности, может быть пригодным для таких цепей, но не полностью удовлетворять требованиям настоящей Рекомендации.

1 Определение и величина неизменяемого уровня

Неизменяемый уровень есть абсолютный уровень сигнала на частоте 800 Гц в точке нулевого относительного уровня в линии между компрессором и экспандером, который остается неизменным независимо от того, используется ли цепь с компрессором или без него. Неизменяемый уровень определяется таким образом для того, чтобы не придавать какие бы то ни было конкретные значения относительному уровню на входе компрессора или на выходе экспандера.

Неизменяемый уровень в принципе должен быть равен 0 дБм0. Тем не менее для того, чтобы учесть увеличение средней мощности, вызываемое компрессором, и избежать опасности увеличения шума от нелинейных помех и перегрузки, которые могут иметь место, в некоторых случаях неизменяемый уровень может снижаться на 5 дБ. Однако это снижение неизменяемого уровня уменьшает степень улучшения отношения сигнал/шум, обеспечиваемого компандером. Это возможное снижение должно быть сделано по прямому соглашению между заинтересованными Администрациями. Как правило, для систем с числом каналов менее 60 понижения уровня не требуется.

Примечание. — Увеличение средней мощности в передаваемой полосе, которое вызывается компрессором в телефонном канале, зависит от величины неизменяемого уровня, величин времени установления и восстановления, распределения волюмов речи и средней мощности передаваемой речи. Если неизменяемый уровень принят равным 0 дБм0, то эффективное увеличение уровня средней мощности составит порядка 2 или 3 дБ.

2 Коэффициент компрессии и экспандирования

2.1 *Определение и предпочтительная величина* коэффициента компрессии

Коэффициент компрессии компрессора определяется формулой:

$$\alpha = \frac{n_e - n_{e0}}{n_s - n_{s0}},$$

где

n_e — уровень на входе;

n_{e0} — уровень на входе, соответствующий уровню 0 дБм0;

n_s — уровень на выходе;

n_{s0} — уровень на выходе, соответствующий уровню на входе n_{e0}.

Предпочтительная величина $\alpha = 2$, хотя допустимы более низкие величины при условии, что обеспечено достаточное уменьшение шума. Величина не должна превышать 2,5 при любом уровне входного сигнала и любой температуре от + 10°С до + 40°С.

2.2 *Определение и предпочтительная величина* коэффициента экспандирования

Коэффициент экспандирования экспандера определяется формулой:

$$\beta = \frac{n'_s - n'_{s0}}{n'_e - n'_{e0}},$$

где

n'_e — уровень на входе;

n'_{e0} — уровень на входе, соответствующий уровню 0 дБм0;

n'_s — уровень на выходе;

n'_{s0} — уровень на выходе, соответствующий уровню на входе n'_{e0}.

Предпочтительна величина $\beta = 2$, хотя допустимы более низкие величины при условии, что обеспечивается достаточное уменьшение шума. Величина не должна превышать 2,5 при любом уровне входного сигнала и любой температуре от +10°С до +40°С.

2.3 *Диапазон изменения уровней*

Диапазон изменения уровней, к которому должны относиться рекомендованные величины α и β, должен быть не менее:

от +5 до —45 дБм0 на входе компрессора и

от +5 до —50 дБм0 при номинальном уровне на выходе экспандера.

2.4 *Изменение усиления компрессора*

Уровень на выходе компрессора, измеренный на частоте 800 Гц при входном уровне 0 дБм0, не должен изменяться от его номинального значения больше чем на ± 0,5 дБ для интервала температур от +10°С до +40°С и отклонения напряжения электропитания на ± 5% от его номинальной величины.

2.5 *Изменение усиления экспандера*

Уровень на выходе экспандера, измеренный на частоте 800 Гц при входном уровне 0 дБм0, не должен изменяться от его номинальной величины больше чем на ± 1 дБ для интервала температур от +10°С до +40°С и отклонения напряжения электропитания на ± 5% от его номинальной величины.

Примечание. — Желательно, особенно для компандеров, предназначенных для цепей очень большой протяженности, установить более строгие предельные значения, чем величины + 0,5 и ± 1 дБ, указанные в §§ 2.4 и 2.5; соответственно являются предпочтительными величинами +0,25 и +0,5 дБ.

2.6 *Условия, касающиеся устойчивости*

Включение компандера не должно существенно уменьшать запас устойчивости. С этой целью для комбинации экспандера и компрессора в одной и той же четырехпроводной цепи и на данной станции погрешность уровня на выходе компрессора по отношению к любой величине уровня на входе экспандера не должна превышать +0,5 дБ. Эта погрешность относится к уровню, который получается на выходе компрессора, когда уровень на его входе равен 0 дБм0. Указанный предел должен соблюдаться на всех частотах от 200 до 4000 Гц в диапазоне температур от +10°C до +40°C. Никакого отрицательного предела для этой погрешности не задается. При таком испытании между экспандером и компрессором включается магазин затухания, величина затуханий которого должна быть установлена в соответствии со следующим примечанием 1.

Примечание 1. — Настоящее примечание касается влияния компандера на усиление шлейфа четырехпроводной цепи и на запас устойчивости.

В связи с этой проблемой было рассмотрено соединение, составленное из трех четырехпроводных цепей, *AB*, *BC* и *CD*, которые соединяют оконечные станции *A* и *D* (где расположены дифференциальные системы) через промежуточные станции *B* и *C*. Принимается, что цепь *BC* оснащена компандерами. Желательно определить допуски на усиление комбинации экспандера и компрессора на станции C для ограничения уменьшения запаса устойчивости, обусловленного этим включением. Для упрощения исследования этого вопроса принимается, что при нормальной работе выход экспандера и вход компрессора являются точками с одинаковым относительным уровнем.

Затухание между выходом экспандера *C* и входом компрессора станции *C* определяется следующим выражением:

$$a_s = a_0 + a_r + a_x + a_y,$$

где

a_0 — номинальное остаточное затухание последовательно соединенных цепей составной цепи между двухпроводными зажимами на станциях *A* и *D*;

a_r — балансное затухание дифференциальной системы на станции *D*;

a_x — отклонение остаточного затухания цепи *CD* от его номинального значения;

a_y — отклонение остаточного затухания цепи *DC* от его номинального значения.

Два последних значения могут быть положительными и отрицательными.

Можно сделать вывод о том, что измерение усиления комбинации экспандера и компрессора на одной и той же станции может удовлетворительно определить общее влияние на запас устойчивости, если будут соблюдены следующие условия.

Экспандер должен быть соединен с компрессором через магазин затухания, затухание которого должно перекрывать весь диапазон значений a_s, которые фактически встречаются, когда имеет место опасность суммирования. Для учета всех практических условий необходимо, по всей вероятности, рассмотреть очень широкий диапазон значений.

Однако если рассматривать только важнейший случай оконечного компандера и балансного затухания, равного 0, то можно принять $a_s = a_0$; именно эта величина, как правило, рекомендуется для затухания магазина затуханий между экспандером и компрессором.

Тем не менее, когда имеется возможность определить точные значения a_r, a_x и a_y, которые соответствуют наиболее вероятному условию зуммирования, можно задать точную величину a_s.

Предполагалось, что выход экспандера и вход компрессора являются точками с одинаковым относительным уровнем. Если это не так и если относительный уровень на выходе экспандера на a_c дБ выше, чем относительный уровень на входе компрессора, то затухание магазина затуханий должно быть больше на величину a_c (которая может быть положительной или отрицательной).

Примечание 2. — С точки зрения эха в цепи может оказаться желательным взаимное переключение схем управления компрессора и экспандера; следовательно, такое соединение должно быть допущено. С другой стороны, такое соединение имеет некоторые недостатки с точки зрения прерывания сигнализации речью и поэтому оно должно применяться лишь в исключительных случаях. Следовательно, никаких специальных рекомендаций по этому вопросу, по-видимому, не требуется.

2.7 *Допустимые значения уровней на выходе компрессора и экспандера в одном направлении передачи четырехпроводной цепи*

Компрессор и экспандер соединяются последовательно. Между выходом компрессора и входом экспандера вносится затухание (или усиление), равное номинальному затуханию (или усилению) между этими точками в реальной цепи, в которой они будут использоваться. На рис. 1/G.162 показаны допустимые предельные значения разности между уровнями на выходе экспандера и на входе компрессора в зависимости от уровня сигнала на частоте 800 Гц на входе компрессора. (Положительные значения показывают, что уровень на выходе экспандера превышает уровень на входе компрессора.)

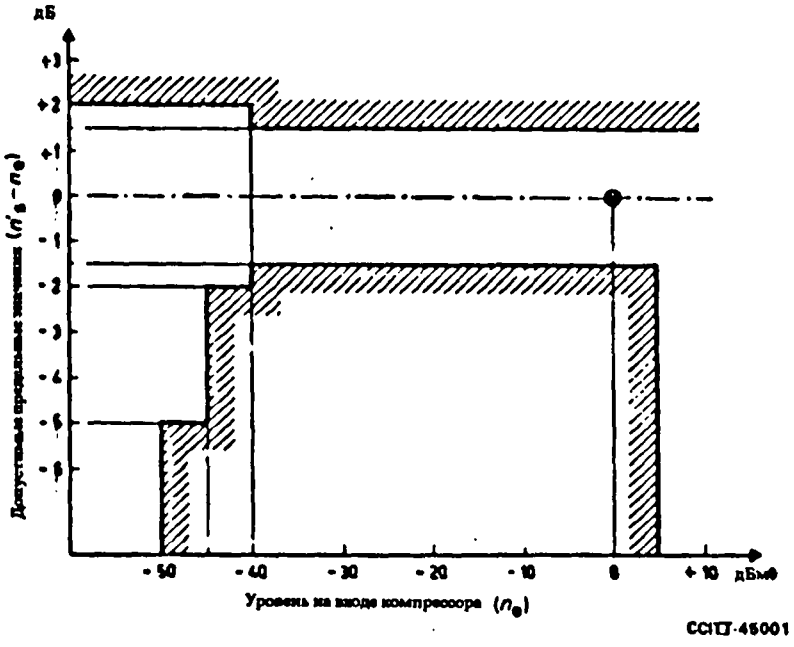


РИСУНОК 1/G.162

Эти предельные значения должны соблюдаться при всех комбинациях температуры компрессора и температуры экспандера в интервале от +10°C до +40°C. Они должны также соблюдаться, когда испытание повторяется при затухании (или усилении) между компрессором и экспандером, увеличенном или уменьшенном на 2 дБ.

Примечание. — Вышеупомянутое в § 2.7 изменение усиления (или затухания) на 2 дБ равно удвоенной величине стандартного отклонения остаточного затухания, рекомендованного в качестве расчетной нормы для международных цепей, которые проходят по простому первичному групповому тракту, в § 3 Рекомендации G.151.

3 Входные сопротивления и затухание отражения

Номинальная величина входного и выходного сопротивления компрессора и экспандера должна быть 600 Ом (нереактивная).

Затухание отражения по отношению к номинальному сопротивлению входа и выхода компрессора и экспандера должно быть не меньше 14 дБ в полосе частот 300—3400 Гц при любом измерительном уровне между +5 и —45 дБм0 на входе компрессора или на выходе экспандера.

4 Рабочие характеристики на различных частотах

4.1 *Частотная характеристика при фиксированной схеме управления*

Схема управления фиксирована, когда управляющий ток (или напряжение), получаемый посредством выпрямления сигнала, заменен постоянным током (или напряжением), получаемым от внешнего источника. Для рассматриваемых ниже целей величина этого тока (или напряжения) должна быть равна величине управляющего тока (или напряжения), получаемой, когда уровень сигнала на входе равен 0 дБм0 на частоте 800 Гц.

Для отдельно взятых экспандера и компрессора изменение затухания или усиления в зависимости от частоты должно находиться в пределах диаграммы, которая может быть получена исходя из рис. 1/G.132 путем деления указанных допусков на 8, причем измерение проводится при постоянном входном уровне, который соответствует уровню 0 дБм0.

Эти предельные значения должны соблюдаться в интервале температур от +10°C до +40°C.

4.2 *Частотная характеристика при нормальной работе схемы управления*

Указанные в § 4.1 предельные значения должны соблюдаться для компрессора, когда его схема управления работает нормально, причем измерение проводится при постоянном уровне на входе, соответствующем уровню 0 дБм0.

Для экспандера при тех же условиях измерения предельные значения могут быть получены из рис. 1/G.132 делением указанных допусков на 4.

Эти предельные значения должны соблюдаться в интервале температур от +10°C до + 40°C.

5 Нелинейные искажения

5.1 *Искажения по гармоникам*

Искажения по гармоникам, измеренные с помощью синусоидального сигнала с частотой 800 Гц и уровнем 0 дБм0, не должны превышать 4% для отдельно взятых компрессора и экспандера.

Примечание. — Даже в идеальном компрессоре при внезапном увеличении уровня сигнала будут возникать высокие пиковые напряжения на выходе. Наиболее тяжелым случаем представляется случай сигнализации тональной частотой, хотя этот эффект может возникнуть и при передаче речи. В исключительных случаях может оказаться желательным снабдить компрессор амплитудным ограничителем, чтобы избежать помех за счет переходных процессов во время сигнализации тональной частотой.

5.2 *Измерение искажений по комбинационным колебаниям*

Если компандеры предназначаются для международных цепей (независимо от используемой системы сигнализации), а также во всех случаях, когда они предназначаются для национальных цепей, в которых предусматривается многочастотная сигнализация или передача данных, использующая аналогичные типы сигналов, то помимо измерения искажений по гармоникам необходимо провести измерение искажений по комбинационным колебаниям.

Продукты искажений по комбинационным колебаниям, которые могут влиять на работу приемников многочастотной телефонной сигнализации, являются продуктами третьего порядка вида $(2f_1 - f_2)$ и $(2f_2 - f_1)$, где f_1 и f_2 — две частоты сигнализации.

Для этих испытаний рекомендуются два сигнала с частотами 900 и 1020 Гц.

Должны быть рассмотрены два условия испытаний: первое — каждый из сигналов f_1 и f_2 имеет уровень —5 дБм0 и второе — каждый из них имеет уровень —15 дБм0. Эти уровни устанавливаются на входе компрессора или на выходе экспандера (некомпрессируемые уровни).

Предельные значения для продуктов искажений по комбинационным колебаниям определяются как разность между уровнем любого из сигналов частот f_1 или f_2 и уровнем любого продукта искажения по комбинационным колебаниям частотой $(2f_1 - f_2)$ или $(2f_2 - f_1)$.

Величина этой разности, по-видимому, удовлетворяющей требованиям многочастотной телефонной сигнализации (включая сигнализацию из конца в конец соединения, состоящего из трех последовательно включенных цепей, каждая из которых оснащена компандером), равна 26 дБ для отдельно взятых компрессора и экспандера.

Примечание 1. — Эти величины, по-видимому, пригодны для системы сигнализации № 5, которая будет использоваться на чекоторых мождунарродных цепях большой протяженности.

Примечание 2. — Не рекомендуется проводить измерения последовательно включаемых компрессора и экспандера, так как, хотя каждый из них может иметь весьма высокие уровни комбинаций, измерения при их последовательном включении могут дать значительно меньшую величину уровня комбинационного колебания вследствие того, что характеристики компрессора и экспандера могут взаимно компенсировать одна другую. Компенсация, которая будет иметь место при измерениях с последовательно включенными компрессором и экспандером, на практике может отсутствовать либо из-за фазовых искажений в линии, либо вследствие того, что компрессор и экспандер на обоих концах линии могут в меньшей степени компенсировать друг друга, чем компрессор и экспандер, измеренные последовательно.

Следовательно, измерения должны проводиться отдельно для компрессора и экспандера. Два сигнала с частотами f_1 и f_2 должны подаваться одновременно, а уровни на выходе компрессора или экспандера должны измеряться селективным прибором.

6 Напряжение шума

Эффективная величина суммы всех напряжений шума, отнесенная к точке нулевого относительного уровня, причем вход и выход нагружены на сопротивлении 600 Ом, должна быть менее или равна следующим величинам:

— на выходе компрессора: (10 мВ невзвешенных, —38 дБм0)
(7 мВ взвешенных, —41 дБм0п)

— на выходе экспандера: (0,5 мВ взвешенных, —84 дБм0п)

Нормировать величину невзвешенного напряжения шума для экспандера считается нецелесообразным.

7 Переходная характеристика

Общая переходная характеристика комбинации компрессора и экспандера, которые должны использоваться в одном и том же направлении передачи четырехпроводной цепи с компандерами, проверяется следующим образом.

Компрессор и экспандер включаются последовательно, причем между ними вносится соответствующее затухание (или усиление), как указано в § 2.7.

На вход компрессора подается сигнал частотой 2000 Гц и с перепадом уровней 12 дБ (фактически этот скачок представляет собой изменение уровня сигнала от —16 до —4 дБм0 при повышении и от —4 до —16 дБм0 при понижении). При этом измеряется огибающая на выходе экспандера. Выброс огибающей (положительный или отрицательный) после скачка вверх на 12 дБ, выраженный в процентах от окончательного установившегося напряжения, является критерием общего переходного искажения комбинации компрессор-экспандер при режиме понижения. Выброс (положительный или отрицательный) после скачка на 12 дБ вниз, выраженный в процентах окончательного установившегося напряжения, является критерием общего переходного искажения комбинации компрессор-экспандер при понижении. Для обеих этих величин допустимые предельные значения равны ± 20%. Эти значения должны соблюдаться при тех же условиях изменения температуры и затухания (или усиления) между компрессором и экспандером, что и при испытании согласно § 2.7.

Кроме того, величины времени повышения и понижения только компрессора должны быть измерены следующим образом.

При использовании тех же скачков на 12 дБ при повышении и понижении время повышения определяется как время между моментом, когда происходит скачкообразное изменение, и моментом, когда огибающая напряжения на выходе станет в 1,5 раза больше установившегося значения. Время понижения определяется как время между моментом, когда происходит скачкообразное изменение, и моментом, когда огибающая напряжения на выходе достигает величины, равной 0,75 установившегося значения.

Допустимые значения должны быть не более:

— 5 мс для времени повышения,

— 22,5 мс для времени понижения.

Для проверки влияния компандера на некоторые системы сигнализации, которые могут быть чувствительны к искажению огибающей, немедленно следующему за внезапным появлением синусоидального сигнала, должно быть проведено следующее дополнительное испытание.

Измеряется общая переходная характеристика комбинации компрессора и экспандера, которые должны быть использованы в одном и том же направлении передачи четырехпроводной цепи при "бесконечном" скачке вверх, то есть при сигнале, который прикладывается после периода отсутствия напряжения на входе.

Уровень приложенного сигнала должен быть равен —5 дБм0.

При условии, что измерение должно выполняться с интервалом не менее 50 мс между импульсами, смещение результирующего напряжения V_1 должно укладываться в пределы, показанные сплошной линией на рис. 2/G.162; в большинстве случаев следует пытаться по возможности соблюдать более строгие пределы, которые указаны на рисунке пунктирной линией.

Эти предельные значения должны соблюдаться при тех же условиях температуры, затухания (или усиления) между компрессором и экспандером, как при испытаниях со скачком на 12 дБ.

Примечание 1. — Описанные испытания искажения переходной характеристики включают измерение выброса огибающей приложенного синусоидального сигнала в положительном или отрицательном направлении. Может оказаться, что вследствие небольшой асимметрии в устройстве переменного затухания на выходе появляются составляющие тока управления очень низкой частоты. Они не являются модуляцией частоты сигнала, но создают асимметричную форму волны и затрудняют определение положительного или отрицательного выброса огибающей. Хотя и нежелательно, чтобы эти низкочастотные составляющие были настолько велики, чтобы значи-

тельно увеличить опасность перегрузки линейной аппаратуры, они не имеют значения для передачи речи и не будут влиять на настроенные приемники сигнализации. Однако желательно рассмотреть, не могут ли эти составляющие влиять на схемы защиты некоторых приемников сигнализации. Если это имеет место, то может оказаться необходимым задать максимальную величину этих составляющих и включить соответствующее испытание в настоящую Рекомендацию.

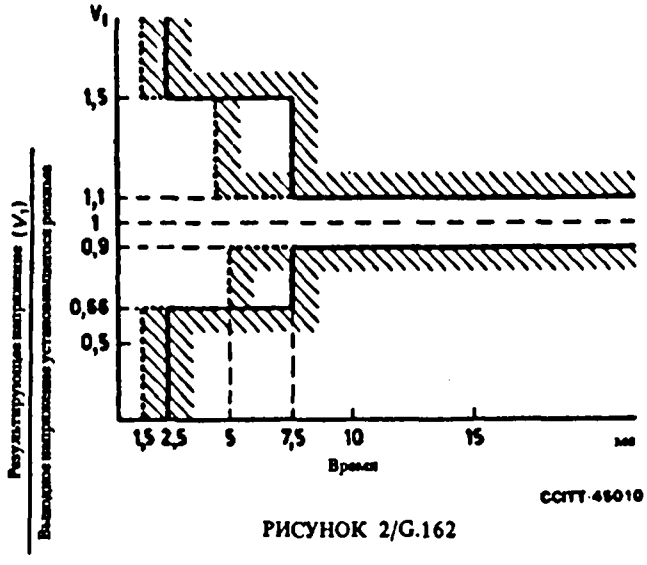


РИСУНОК 2/G.162

Для упрощения измерения фактической амплитуды огибающей при наличии этих несимметричных составляющих целесообразно включить на вход измерительного осциллографа фильтр верхних частот, который имеет частоту среза около 300 Гц. Однако фильтр, который является эффективным с точки зрения устранения несимметричных составляющих, сам может вносить дополнительное искажение переходной характеристики огибающей сигнала. Во избежание этого может быть принят следующий метод расчета, при котором фильтр не требуется.

Если в какой-то момент амплитуда огибающей в положительном направлении равна $+E_1$, а в отрицательном направлении $-E_2$, то фактическая амплитуда определяется выражением

$$\frac{1}{2}\left[(+E_1) - (-E_2)\right] = \frac{1}{2}\left[\,|E_1| + |E_2|\,\right]$$

а несимметричная составляющая — выражением

$$\frac{1}{2}\left[(+E_1) + (-E_2)\right] = \frac{1}{2}\left[\,|E_1| - |E_2|\,\right]$$

Этот метод не только является простым и свободным от проблемы искажения переходной характеристики, которая возникает в фильтре, но также обеспечивает получение непосредственной информации относительно асимметрии, которая, как указано выше, может иметь важное значение.

Примечание 2. — Постоянные времени схемы управления экспандера должны быть в принципе равны постоянным времени схемы управления компрессора, чтобы избежать любого смещения (положительного или отрицательного) в переходной характеристике.

Примечание 3. — Если Администрация предпочитает использовать непосредственный метод измерения величин времени повышения и понижения экспандера, то может быть принят следующий метод.

Для определения времени повышения и понижения экспандера на его входе должно иметь место скачкообразное изменение уровня от —8 до —2 дБм0 для измерения времени повышения и от —2 до —8 дБм0 для измерения времени понижения. Время повышения равно времени между моментом мгновенного изменения сигнала и моментом, когда напряжение на выходе достигнет величины, превышающей в x раз его конечную величину. Время понижения равно времени между моментом мгновенного изменения напряжения и моментом, когда напряжение на выходе достигнет величины, в y раз превышающей его конечную величину. Измеренные таким образом величины времени должны лежать в тех же пределах, что и величины, которые указаны для компрессора. Учитывая различия в конструкции компандеров, которые применяются в настоящее время, конкретные величины x и y указаны быть не могут. Следовательно, каждая Администрация должна будет самостоятельно определить точные величины x и y для соответствующего типа компандера.

Для идеального типа экспандера $x = 0,57$ и $y = 1,51$; Администрация Италии, например, выбрала $x = 0,65$ и $y = 1,35$ для определенного типа конструкции.

Некоторые Администрации считают, что можно задать постоянные величины x и y для всех типов экспандеров, предоставив Администрациям свободу в выборе предельных значений величин времени повышения и понижения в соответствии с различными типами экспандеров. При этом методе измерений предлагаются величины $x = 0,75$ и $y = 1,5$.

Примечание 4. — Измерения переходной характеристики с "бесконечным" скачком относятся к комбинации компрессор-экспандер, которые включены последовательно; кроме того, некоторые Администрации исследовали возможность соблюдения предельных значений, которые указаны на рис. 2/G.162, даже для цепи с тремя последовательно включенными компандерами, при включении в соединение также аппаратуры индивидуального преобразования. Эта аппаратура модемов может вызывать нежелательные переходные явления при скачке на выходе экспандера; данные явления и связанные с ним продукты искажений по комбинационным колебаниям третьего порядка могут оказывать влияние на многочастотную сигнализацию.

Рекомендация G.163

СИСТЕМЫ КОНЦЕНТРАЦИИ ВЫЗОВОВ

(Мар-дель-Плата, 1968 г.)

1 Характеристики

Характеристики аппаратуры TASI, которая в настоящее время находится в эксплуатации на системах передачи подводного кабеля, приведены в [1] и [2].

Характеристики системы CELTIC приведены в [3].

Система ATIC является системой временного разделения каналов для импульсно-кодовой модуляции. Описание ее работы дано в [4], а статистические данные ее эффективности — в [5].

Примечание. — Применение этих систем концентрации связано с различными ограничениями; например, они могут требовать специальной системы сигнализации, они увеличивают загрузку системы передачи (см. Рекомендацию в [6]).

2 Возможность взаимного соединения

Для обеспечения удовлетворительного качества речи при работе последовательно соединенных систем концентрации вызовов типа TASI необходимо, чтобы каждый концентратор вызывал чрезвычайно малое снижение качества передачи при максимальной нагрузке в ч.н.н. Современные концентраторы TASI были разработаны исходя из того, чтобы средняя величина потери речи в ч.н.н. была приблизительно 0,5%. Кроме того, процесс интерполяции в TASI разработан таким образом, что существует очень малая вероятность того, что величина потери речи при любом выбросе речи будет больше, чем длина среднего слога (около 250 мс). Были проведены субъективные испытания [7] на некоторых действующих системах TASI, и результаты, полученные путем опроса абонентов, показывают, что снижение качества при нормальной загрузке и эксплуатации систем TASI, по существу, абонентом не замечается. Такие испытания для последовательно соединенных систем концентрации вызовов не проводились.

Вследствие затруднений, которые возникают при субъективных испытаниях снижения качества речи от последовательно соединенных систем концентрации вызовов, оценка качества должна быть проведена без этих испытаний. Вероятность чрезмерного клиппирования (срезания) сигналов речи даже в системе из трех концентраторов, которые соединены последовательно, причем все они имеют один и тот же ч.н.н., может удержаться на удовлетворительном уровне путем такого построения системы, чтобы снижение качества, обусловленное каждым концентратором, было небольшим, как в случае современной системы TASI. Если последовательно соединенные концентраторы размещаются в разных временны́х поясах или в зонах с различными ч.н.н., то менее загруженные концентраторы будут вызывать ничтожно малое дополнительное снижение качества.

Если предположить, что современные и будущие концентраторы будут эксплуатироваться и разрабатываться таким образом, чтобы соответствовать критерию очень малого снижения качества речи в ч.н.н., то рекомендуется в настоящее время не накладывать никаких ограничений на последовательную работу концентратов. Кроме того, не рекомендуется проводить никаких испытаний при последовательной работе до тех пор, пока последовательная работа концентраторов не станет реальностью. Тогда испытания могли бы быть проведены в рабочих условиях для определения влияния последовательно соединенных концентраторов на качество передачи речи и установления необходимости какого-либо изменения отношения числа одновременных разговоров к числу обслуживающих их каналов, чтобы клиппирование (срезание) сигналов речи оставалось ничтожно малым.

Оценочная вероятность того, что управляющий импульс системы сигнализации № 5 МККТТ будет клиппирован (срезан) в течение некоторого времени при одной, двух и трех системах TASI, которые соединены последовательно, указана в [8].

Библиография

[1] FRASER (J. M.), BULLOCK (D. B.) and LONG (N. G.): Overall characteristics of a TASI system. *Bell System Technical Journal*, Vol. XLI, No. 4, July 1962.

[2] MIDEMA (H.) and SCHACHTMAN (M. G.): TASI quality-effect of speech detectors and interpolation. *B.S.T.J.*, *ibid.*

[3] DAYONNET (F. D.), JOUSSET (A.) and PROFIT (A.): Le CELTIC: Concentrateur exploitant les temps d'inactivité des circuits, *L'Onde Electrique*, Vol. XLII, No. 426, pp. 675-687, September 1962.

[4] LYGHOUNIS (E.): Il sistema A.T.I.C., *Telecommunicazioni*, No. 26, pp. 21-29, March 1968.

[5] BONATTI (M.) and MOTOLESE (F.): Probabilità di attività delle giunzioni di un doppio fascio telefonico, *Telecommunicazioni*, No. 23, pp. 24-28, June 1967.

[6] Рекомендация МККТТ "Системы передачи с ЧРК по подводному кабелю", том III, выпуск III.2, Рек. G.371, § 3.

[7] HELDER (G. K.): Customer evaluation of telephone circuits with delay, *B.S.T.J.*, Vol. XLV, No. 7, September 1966.

[8] "Характеристики TASI, влияющие на сигнализацию", Зеленая книга, том VI.4, Дополнение № 2, МСЭ, Женева, 1973 г.

Рекомендация G.164

ЭХОЗАГРАДИТЕЛИ

(Женева, 1980 г.; изменена в Малага-Торремолиносе, 1984 г., и Мельбурне, 1988 г.)

1 Общие положения

1.1 *Применение*

Настоящая Рекомендация применима при разработке эхозаградителей, используемых на международных телефонных соединениях, которые имеют следующие характеристики:

1.1.1 среднее значение времени прохождения в одном направлении между абонентами может достигать максимального значения, которое в Рекомендации G.114 рассматривается как приемлемое. (Разработка эхозаградителя не должна устанавливать никакого более низкого предельного значения времени прохождения);

1.1.2 уровень шума цепи на входных зажимах тракта передачи (S_{in}) или на входных зажимах тракта приема (R_{in}) может достигать —40 дБм0п;

1.1.3 задержка возврата сигнала, вышедшего с выходных зажимов тракта приема (R_{out}) на входные зажимы тракта передачи (S_{in}) эхозаградителя, может составлять до 24 мс (с учетом всей сети передачи и коммутации).

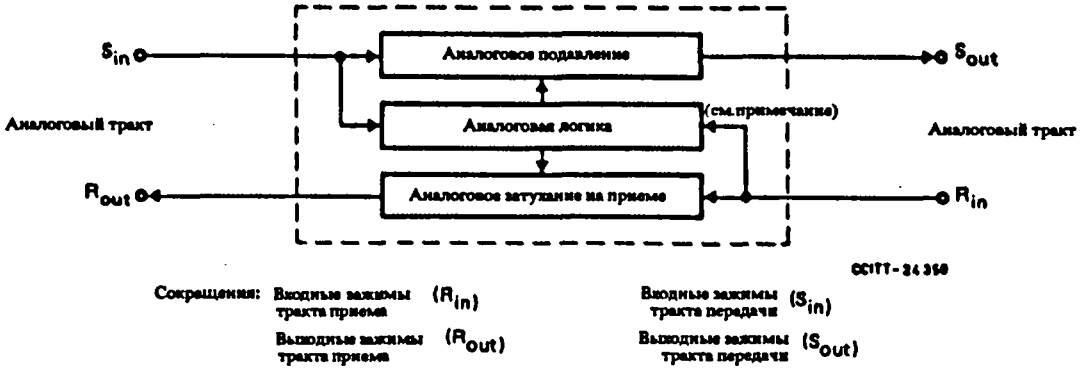
Примечание. — В Рекомендации G.161 [1] указано 25 мс. Приведенное в настоящей Рекомендации значение 24 мс, кратное двум, используется в этой Рекомендации как более удобное для разработки цифровых эхозаградителей;

1.1.4 затухание эхотракта в дБ (см. Рекомендацию в [2]) будет, по всей вероятности, таким, что минимальное затухание между зажимами R_{out} и S_{in} эхозаградителя будет равно разности между относительными уровнями на этих двух парах зажимов плюс 6 дБ.

Эхозаградители должны быть разработаны таким образом, чтобы они удовлетворительно работали при всех условиях, которые описаны выше.

1.2 *Технические характеристики*

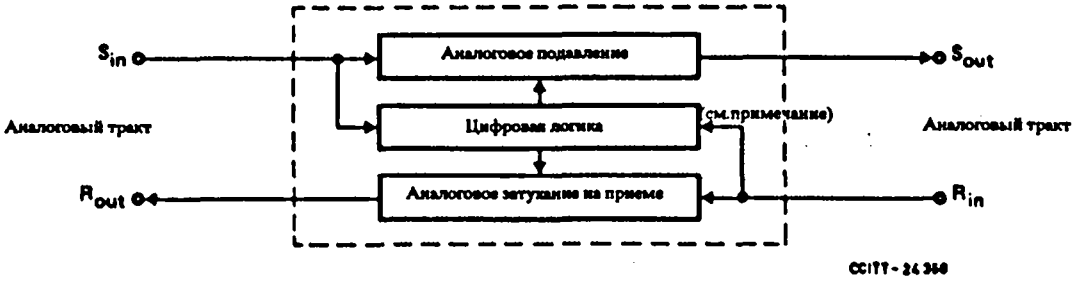
Эхозаградители, обладающие характеристиками, приведенными в настоящей Рекомендации, представляют собой оконечные полукомплекты дифференциального эхозаградителя с алгоритмом перебоя, который включает в себя состояние частичного перебоя. Кроме того, они могут характеризоваться тем, какие методы обработки — аналоговый или цифровой — используются в тракте передачи для реализации логических функций и обработки сигналов (подавление и затухание приема). Комбинации, которые, по всей вероятности, чаще всего будут встречаться на практике и которые, в частности, рассматриваются в настоящей Рекомендации, показаны на рисунках 1/G.164, 2/G.164, 3/G.164 и 4/G.164 как типы A, B, C и D. Все требования, изложенные в настоящей Рекомендации, в равной мере применимы к эхозаградителям типа A, B, C и D, за исключением особо оговоренных.



Примечание. – Этот вход может быть подключен к любым зажимам тракта приема в зависимости от логической схемы.

РИСУНОК 1/G.164

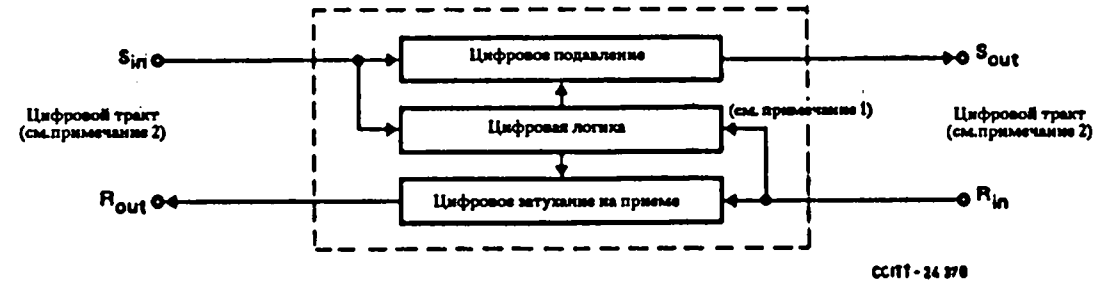
Эхозаградитель типа A



Примечание. – Этот вход может быть подключен к любым зажимам тракта приема в зависимости от логической схемы.

РИСУНОК 2/G.164

Эхозаградитель типа B

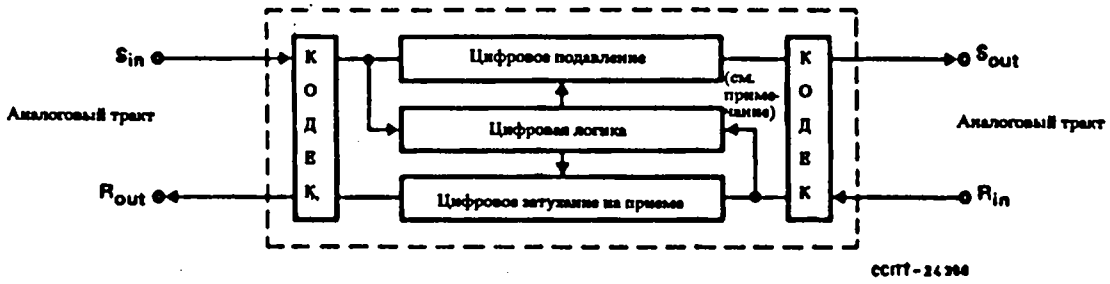


Примечание 1. – Этот вход может быть подключен к любым зажимам тракта приема в зависимости от логической схемы.

Примечание 2. – Цифровой тракт может принадлежать любому цифровому интерфейсу, то есть 64 кбит/с, 1544 кбит/с или 2048 кбит/с, или любому интерфейсу более высокого порядка.

РИСУНОК 3/G.164

Эхозаградитель типа C



Примечание. – Этот вход может быть подключен к любым зажимам тракта приема в зависимости от логической схемы.

РИСУНОК 4/G.164

Эхозаградитель типа D

1.3 *Варианты*

1.3.1 Для разработки аналоговых эхозаградителей все еще можно применять Рекомендацию G.161 [1]. Аналоговые эхозаградители должны либо полностью соответствовать требованиям Рекомендации G.164, либо полностью соответствовать требованиям Рекомендации G.161 [1].

1.3.2 Настоящая Рекомендация применима к эхозаградителям, в которых используется фиксированная дифференциальная чувствительность, см. § 3, и к эхозаградителям, в которых используется адаптивная дифференциальная чувствительность, см. § 4.

1.4 *Совместимость*

Необходимо, чтобы все устройства уменьшения эхосигнала, которые используются на международных соединениях, были совместимы друг с другом. Эхозаградители, разработанные в соответствии с настоящей Рекомендацией, будут совместимы друг с другом, с эхозаградителями, разработанными в соответствии с Рекомендацией G.161 [1], и с эхокомпенсаторами, разработанными в соответствии с Рекомендацией G.165. Совместимость определяется следующим образом:

Если:

1) конкретный тип устройства уменьшения эхосигнала (скажем, тип I) разработан таким образом, что при оснащении любого соединения парой таких устройств достигается удовлетворительное качество работы, и

2) разработан таким же образом другой конкретный тип устройства уменьшения эхосигнала (скажем, тип II),

то тип II называют совместимым с типом I, если устройство уменьшения эхосигнала одного типа можно заменить устройством другого типа без снижения качества данного соединения до неудовлетворительного уровня.

В этом смысле совместимость не означает, что одна и та же испытательная аппаратура или одни и те же методы испытания обязательно используются для испытания устройств уменьшения эхосигнала обоих типов.

1.5 *Необходимость использования соответствующих методов испытания*

Большое значение имеют объективные методы испытания, так как они дают возможность измерить основные рабочие характеристики эхозаградителей. Поэтому в § 6 настоящей Рекомендации указаны соответствующие методы. Эхозаградители должны правильно срабатывать под воздействием речевых сигналов. Вследствие трудностей, связанных с определением испытательного сигнала речи, описанные ниже испытания являются типовыми; для удобства и обеспечения воспроизводимости испытаний используются синусоидальные сигналы. Эти испытания должны выполняться в эхозаградителях только после того, как они окажутся способными правильно срабатывать при поступлении речевых сигналов.

1.6 *Включение/нейтрализация*

Каждый эхозаградитель должен иметь в своем составе:

a) устройство, которое обеспечивает включение/нейтрализацию посредством снятия/подачи внешнего управляющего потенциала земли от междугородней цепи. Функция этого устройства заключается в разрешении или запрещении нормального действия эхозаградителя. Некоторые эхозаградители типа C могут нейтрализоваться непосредственно цифровым сигналом.
Некоторые сигналы цифровых данных могут требовать от эхозаградителей типа C обеспечения целостности потока 64 кбит/с в состоянии внешней нейтрализации,

b) устройство нейтрализации по тональной частоте, которое препятствует внесению затухания подавления и затухания на приеме, когда через этот эхозаградитель передаются специальные тональные сигналы нейтрализации. Таким образом, оно должно осуществлять нейтрализацию под воздействием специальных тональных сигналов, но не под воздействием речевых сигналов (см. § 5).

1.7 *Пояснительные примечания*

1.7.1 Когда эхозаградитель находится в режиме подавления (эха), он вносит большое затухание в тракт обратного направления; помимо подавления эхосигнала это затухание препятствует прохождению речи второго абонента, участвующего в разговоре, когда оба они говорят одновременно (термин "двойной разговор"). Для уменьшения этого эффекта (называемого "прерыванием") во время двойного разговора эхозаградитель должен быть в состоянии работать во втором режиме, когда оба абонента говорят одновременно. В соответствии с обычно используемой терминологией второй абонент должен быть в состоянии "перебить" или отключить подавление, когда он перебивает первого абонента в период его активной речи.

1.7.2 Результатом перебоя является переход схемы, пропускающей речь в одном направлении, к схеме, пропускающей речь в обоих направлениях одновременно, а обязательным следствием этого является возвращение эхосигнала без подавления. Чтобы уменьшить эхосигнал, который возвращается при перебое, в тракт приема вносится затухание. Это, естественно, вызывает внесение затухания в принимаемую речь. Если перебой производится таким образом, чтобы сделать минимальным эхосигнал, то речевые сигналы одного или обоих абонентов при двойном разговоре все же будут до некоторой степени прерываться, поскольку управление эхозаградителем переходит от одного абонента к другому. В соответствии с вышеизложенным в основу разработки эхозаградителя положены следующие два основных требования:

1) обеспечивать достаточное подавление эхосигнала, когда говорит только один абонент;

2) обеспечивать мягкое и нераздражающее прерывание при двойном разговоре.

Второе требование включает в себя два условия, взаимно исключающие друг друга:

a) избегать прерывания речи при двойном разговоре;

b) подавлять эхосигнал в период двойного разговора и после него.

1.7.3 Для определения условия, при котором должен производиться перебой, используется дифференциальная схема. Уровень речевых токов в тракте передачи сравнивается с уровнем речевых токов в тракте приема, чтобы определить, представляют ли они собой эхосигнал первого абонента или речь второго. Уровень эхосигнала уменьшается за счет внесения затухания в эхотракт; он задерживается на время, в два раза превышающее время прохождения между эхозаградителем и точками отражения. (Время прохождения в прямом и обратном направлениях по эхотракту называется "концевой задержкой".) При разработке дифференциальной схемы необходимо учитывать одновременно минимальное затухание эхотракта и максимальную концевую задержку.

1.7.4 Эхозаградители с фиксированной дифференциальной чувствительностью разрабатываются таким образом, чтобы подавление не выключалось, если уровень речевых токов в тракте передачи будет ниже уровня ожидаемого эхосигнала (с учетом минимального затухания эхотракта). Если же этот уровень превышает уровень ожидаемого эхосигнала, то произойдет перебой и подавление будет выключено.

1.7.5 Эхозаградители с адаптивной дифференциальной чувствительностью разрабатываются таким образом, чтобы адаптивно изменять характеристику в соответствии с реальным затуханием эхотракта, которое, как правило, значительно превышает минимальное значение (см. Рекомендацию G.122, § 2). Таким образом, уровень речевых токов тракта передачи гораздо чаще превышает уровень ожидаемого эхосигнала и перебой осуществляется намного проще. Время адаптации, как правило, меньше 1 с; адаптация прекращается или замедляется при двойном разговоре. Функция адаптации уменьшает снижение качества в тракте передачи, которое обусловлено прерыванием речи.

1.7.6 Выключение перебоя применяется для минимизации прерывания речи в случае двойного разговора. В качестве защиты от ложного перебоя, обусловленного влиянием эхосигнала или импульсной помехи, рекомендуется двухступенчатый процесс:

a) Первоначально вводится состояние частичного перебоя. Это состояние характеризуется малым значением времени выключения перебоя. Затухание на приеме может вноситься, а может и не вноситься, но в случае его внесения время выключения перебоя должно оставаться одинаково малым.

b) В том случае, когда условия сигнала, обусловившие перебой, сохраняются в течение некоторого времени, наступает состояние полного перебоя. Должно вноситься затухание на приеме и должны использоваться бо́льшие значения времени выключения перебоя.

2 Определения, относящиеся к эхозаградителям

2.1 эхозаградитель

англ.: echo suppressor
исп.: supresor de eco
фр.: suppresseur d'écho

Управляемое голосом устройство, которое размещается на четырехпроводном участке цепи и используется для внесения затухания в тракт передачи для подавления эхосигнала. Тракт, в котором работает это устройство, может представлять собой тракт отдельной цепи или тракт, по которому передается многоканальный сигнал.

2.2 *полный эхозаградитель*

англ.: full echo suppressor
исп.: supresor de eco completo
фр.: suppresseur d'écho complet

Эхозаградитель, в котором речевые сигналы, передаваемые в любом из двух направлений передачи, управляют затуханием подавления в другом направлении.

2.3 полукомплект эхозаградителя

англ.: half-echo suppressor
исп.: semisupresor de eco
фр.: demi-suppresseur d'écho

Эхозаградитель, в котором речевые сигналы в одном из двух направлений передачи управляют затуханием подавления в другом направлении, в котором это действие не является обратным.

2.4 дифференциальный эхозаградитель

англ.: differential echo suppressor
исп.: supresor de eco diferencial
фр.: suppresseur d'écho différentiel

Эхозаградитель, действие которого определяется разностью уровней сигналов, передаваемых в двух направлениях передачи.

2.5 **эхозаградитель с частичным перебоем**

англ.: partial break-in echo suppressor
исп.: supresor de eco con intervención parcial
фр.: suppresseur d'écho à intervention partielle

Эхозаградитель, имеющий функции частичного и полного перебоя.

2.6 **эхозаградитель с адаптивным перебоем**

англ.: adaptive break-in echo suppressor
исп.: supresor de eco con intervención adaptativa
фр.: suppresseur d'écho à intervention adaptable

Эхозаградитель, допускающий автоматическое регулирование дифференциальной чувствительности перебоя в зависимости от затухания эхотракта.

2.7 **затухание подавления**

англ.: suppression loss
исп.: atenuación para la supresión
фр.: affaiblissement de blocage

Минимальное заданное значение затухания, которое эхозаградитель вносит в тракт передачи (эхозаградителя) для уменьшения влияния токов эха.

2.8 **затухание на приеме**

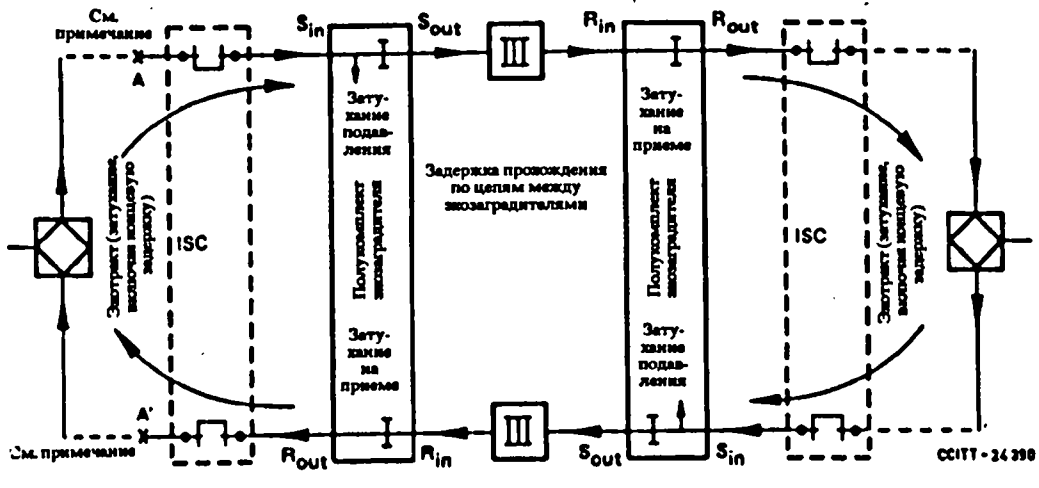
англ.: receive loss
исп.: atenuación en la recepción
фр.: affaiblissement à la receprion

Заданное значение затухания, которое эхозаградитель вносит в тракт приема (эхозаградителя) для уменьшения влияния токов эха во время перебоя.

2.9 **оконечный эхозаградитель** (см. рис. 5/G.164)

англ.: terminal echo suppressor
исп.: supresor de eco terminal
фр.: suppresseur d'écho terminal

Эхозаградитель, предназначенный для работы на одном или на обоих окончаниях цепи.



ISC (Международный коммутационный центр)

Примечание. – В некоторых случаях эхозаградитель включается в точках A, A'.

РИСУНОК 5/G.164

2.10 время включения подавления

англ.: suppression operate time
исп.: tiempo de funcionamiento para la supresión
фр.: temps de fonctionnement pour le blocage

Временно́й интервал между моментом, когда определенные испытательные сигналы, подаваемые на входные зажимы тракта передачи и/или тракта приема, изменяются оговоренным образом, и моментом, когда в тракт передачи эхозаградителя вносится затухание подавления.

2.11 время выключения подавления

англ.: suppression hangover time
исп.: tiempo de bloqueo para la supresión
фр.: temps de maintien pour le blocage

Временно́й интервал между моментом, когда определенные испытательные сигналы, которые подаются на входные зажимы тракта передачи и/или тракта приема, изменяются оговоренным образом, и моментом, когда затухание подавления выключается из тракта передачи.

2.12 частичный перебой

англ.: partial break-in
исп.: intervención parcial
фр.: intervention partielle

Временное состояние перебоя, которое имеет место в начале перебоя. Это состояние характеризуется малым временем выключения перебоя. Затухание на приеме может быть внесено во время частичного перебоя при условии, что оно также имеет малое время выключения перебоя.

2.13 время включения частичного перебоя

англ.: partial break-in operate time
исп.: tiempo de funcionamiento para la intervención parcial
фр.: temps de fonctionnement pour l'intervention partielle

Временно́й интервал между моментом, когда определенные испытательные сигналы, которые подаются на входные зажимы тракта передачи и/или тракта приема, изменяются оговоренным образом так, чтобы выключить подавление, и моментом, когда подавление выключается. Внесение затухания в тракт приема может иметь место в момент выключения подавления или несколько позже.

2.14 полный перебой

англ.: full break-in
исп.: intervención total
фр.: intervention totale

Устойчивое состояние перебоя, следующее за состоянием частичного перебоя, когда с большой вероятностью определяется, что сигнал, вызывающий перебой, представляет собой речевой сигнал. Это состояние характеризуется внесением затухания на приеме и бо́льшими значениями времени выключения перебоя.

2.15 время включения полного перебоя

англ.: full break-in operate time
исп.: tiempo de funcionamiento para la intervención total
фр.: temps de fonctionnement pour l'intervention totale

Временно́й интервал между моментом, когда определенные испытательные сигналы, которые подаются на входные зажимы тракта передачи и/или тракта приема, изменяются оговоренным образом так, чтобы выключить подавление и увеличить время выключения, и моментом, когда применяется большее значение времени выключения. Выключение подавления происходит одновременно с частичным перебоем. Внесение затухания в тракт приема может иметь место в момент выключения подавления или несколько позже.

2.16 время выключения перебоя

англ.: break-in hangover time
исп.: tiempo de bloqueo para la intervención
фр.: temps de maintien pour l'intervention

Временно́й интервал между моментом, когда определенные испытательные сигналы, которые подаются на входные зажимы тракта передачи и/или тракта приема, изменяются оговоренным образом так, чтобы восстановить подавление, и моментом, когда подавление восстанавливается. Время выключения затухания в тракте приема может быть больше, чем время выключения для восстановления подавления.

2.17 дифференциальная чувствительность

англ.: differential sensitivity
исп.: sensibilidad diferencial
фр.: sensibilité différentielle

Разность в дБ между относительным уровнем испытательных сигналов, подаваемых в тракт передачи и в тракт приема в момент, когда осуществляется перебой.

3 Характеристики эхозаградителей с фиксированной дифференциальной чувствительностью перебоя

3.1 *Качество передачи*

За исключением специально оговоренных случаев, характеристики качества должны соблюдаться, когда сигналы установившегося режима раздельно подаются в тракты передачи и приема.

Пределы, определяемые ниже для характеристик передачи, должны соблюдаться в температурном диапазоне от +10°C до +40°C и в диапазоне изменений питания, которые допускаются различными Администрациями.

Эхозаградители типов A, B и D размещаются на низкочастотном участке четырехпроводной цепи, которая имеет номинальное входное сопротивление 600 Ом. Тракты передачи (от станции в линию) и приема (из линии на станцию) на различных национальных сетях имеют разные относительные уровни; ниже приведены два набора таких уровней:

1) передача: −16 дБо; прием: +7 дБо,

2) передача: −4 дБо; прием: + 4 дБо.

Номинальными значениями частот испытательных сигналов являются 800 или 1000 Гц. Во избежание совпадения с субгармоническими продуктами частоты дискретизации 8000 Гц частоты испытательных сигналов должны находиться в диапазонах 804—860 Гц и 1004—1020 Гц, соответственно.

3.1.1 *Эхозаградители типов A и B*

3.1.1.1 *Вносимое затухание*

Затухание, вносимое эхозаградителем на частоте 800 Гц (или 1000 Гц) в состоянии покоя, должно быть 0 ± 0,3 дБ при уровне испытательного тонального сигнала < 0 дБм0.

3.1.1.2 *Частотные искажения*

Частотные искажения должны быть такими, чтобы, если затухание на частоте 800 Гц (или 1000 Гц) составляет Q дБ, затухание находилось в диапазоне (Q + 0,3) — (Q − 0,2) дБ на любой частоте полосы 300—3400 Гц, а на частоте 200 Гц — в диапазоне (Q + 1) — (Q − 0,2) дБ.

3.1.1.3 *Неравномерность частотной характеристики групповой задержки*

Неравномерность частотной характеристики групповой задержки, которая измеряется между двумя любыми частотами в полосе 1000—2400 Гц, не должна превышать 30 мкс и в полосе 500—3000 Гц — 60 мкс.

3.1.1.4 *Полное сопротивление*

Значения полного сопротивления и затухания отражения должны быть обеспечены при всех состояниях включения эхозаградителей.

1) Номинальное значение входного и выходного сопротивления должно быть 600 Ом (нереактивное).
2) Затухание отражения по отношению к номинальному значению полного сопротивления должно быть не меньше 20 дБ в полосе 300—600 Гц и не меньше 25 дБ в полосе 600—3400 Гц.
3) Асимметрия полного сопротивления по отношению к земле на каждой паре зажимов должна быть не меньше 50 дБ во всей полосе 300—3400 Гц.

3.1.1.5 *Перегрузка*

Вносимое затухание на частоте 800 Гц (или 1000 Гц) не должно увеличиваться больше чем на 0,2 дБ, когда уровень сигнала измерительной частоты находится в пределах от 0 до +5,0 дБ.

3.1.1.6 *Искажения по гармоникам*

Суммарная мощность нелинейных искажений для синусоидального сигнала 800 Гц (или 1000 Гц) на уровне 0 дБм0 не должна превышать —34 дБм0.

3.1.1.7 *Искажения по комбинационным колебаниям*

Для частот f_1 = 900 Гц и f_2 = 1020 Гц, которые подаются одновременно с уровнем —5 дБм0, разность между выходным уровнем любой из частот, f_1 или f_2 и уровнем любого комбинационного продукта вида $(2f_1 - f_2)$ или $(2f_2 - f_1)$ должна составлять не менее 45 дБ. Когда для обеспечения затухания во время перебоя используются речевые компрессоры, это требование в режиме перебоя снижается в тракте приема до 26 дБ (состояние W тракта приема).

3.1.1.8 *Переходная характеристика*

Если устройства затухания, включаемые в тракт приема, работают на скорости передачи слогов, то переходная характеристика таких устройств должна соответствовать Рекомендации G.162, в которой рассматривается полная переходная характеристика компандеров.

3.1.1.9 *Шум*

Среднее значение взвешенной псофометрической мощности шума, вносимого эхозаградителем, не должно превышать —70 дБм0п. Среднее значение невзвешенной мощности шума, вносимого эхозаградителем в полосе 300—3400 Гц, не должно превышать —50 дБм0.

3.1.1.10 *Переходное влияние*

Когда эхозаградитель установлен на работающей цепи, переходное затухание между трактом передачи и трактом приема (и обратно) должно быть таким, чтобы мощность сигнала в тракте, который испытывает переходное влияние от тракта, оказывающего это влияние, не превышала —65 дБм0 для любого синусоидального сигнала в тракте, который оказывает влияние, имеющее мощность +5 дБм0 или меньше в полосе 300—3400 Гц.

3.1.1.11 *Паразитные сигналы, создаваемые эхозаградителем*

Различные условия включения эхозаградителя не должны приводить к появлению заметных паразитных сигналов, таких как импульсы, которые формируются в эхозаградителе под воздействием неустановившихся процессов. В частности, эти сигналы не должны иметь такую величину, которая бы вызывала ложное включение подавления или перебой в любом другом эхозаградителе, который может быть включен в соединение. В связи с этим необходимо учитывать, что соединения имеют в своем составе несколько транзитно соединенных каналов ТЧ и несколько пар эхозаградителей, включенных последовательно.

Во избежание ложного включения других эхозаградителей, которые входят в состав соединения, амплитуда полного размаха напряжения любого паразитного сигнала в неустановившемся режиме, возникающего в трактах приема или передачи (при сопротивлении нагрузки 600 Ом) вследствие включения эхозаградителей, которое вызывается сигналами в тракте противоположного направления, не должна превышать 20 мВ в точке нулевого относительного уровня (—34 дБм0) после первой фильтрации неустановившегося сигнала в полосе 500—3000 Гц. Кроме того, длительность любого подобного переходного процесса должна быть такой, чтобы паразитный сигнал не был слышен в присутствии шума, который имеет нормальный уровень (например, —50 дБм0п).

3.1.2 *Эхозаградитель типа С*

3.1.2.1 *Общие положения*

Включение эхозаградителя типа С в тракт цифровых систем передачи между кодеками, которые удовлетворяют характеристикам качества, приведенным в Рекомендации G.712 [3], не должно приводить к изменению этого качества.

3.1.2.2 *Групповая задержка*

Групповая задержка при прохождении через эхозаградитель не должна превышать 0,25 мс.

3.1.2.3 *Влияние цифровых удлинителей*

Включение цифровых удлинителей в тракт приема во время состояния перебоя может увеличить искажения квантования. Эхозаградители типа C, которые сохраняют целостность последовательности битов при сигнализации по выделенному каналу для систем, соответствующих требованиям Рекомендации G. 733 [4] и обеспечивающих прохождение бита с наименьшей значимостью, будут, по всей вероятности, давать большее увеличение искажений квантования во время состояния перебоя, чем эхозаградители типа C, которые используются в системах с сигнализацией по общему каналу. См. сноску c) к таблице 1/G.164.

3.1.2.4 *Влияние цифровых компрессоров мгновенного действия*

Когда компрессор мгновенного действия используется в тракте приема эхозаградителя во время состояния перебоя, он не должен создавать искажений, превышающих следующие предельные значения:

a) *Искажения по гармоникам*
При использовании синусоидального входного сигнала 0 дБм0 на любой частоте в полосе 300 Гц—1кГц уровень искажения третьей гармоники не должен превышать —30 дБм0.

b) *Искажения по комбинационным колебаниям*
При использовании входных синусоидальных сигналов с двумя равными амплитудами на f_1 = 900 Гц и f_2 = 1020 Гц с уровнями от —3 до —35 дБм0 уровень комбинационных продуктов вида $(2f_1 - f_2)$ и $(2f_2 - f_1)$ не должен превышать —16 дБ относительно выходного уровня каждой частоты. Для входных уровней ниже —35 дБм0 это отношение должно быть не меньше —20 дБ.

3.1.3 *Эхозаградители типа D*

3.1.3.1 *Общие положения*

Характеристики качества, указанные в Рекомендации G.712 [3], применимы к кодекам.

3.1.3.2 *Групповая задержка*

Групповая задержка не должна превышать групповую задержку собственно кодеков более чем на 0,25 мс.

3.1.3.3 *Влияние цифровых удлинителей*

Цифровые удлинители, включенные в тракт приема во время состояния перебоя, могут увеличивать искажения квантования, которые будут превышать предельные значения, приведенные в Рекомендации G.712 [3]. См. примечание c) к таблице 1/G.164.

3.1.3.4 *Влияние цифровых компрессоров мгновенного действия*

См. § 3.1.2.4.

3.2 *Характеристики эхозаградителя в установившемся режиме при раздельной подаче входных сигналов в тракты передачи и приема*

3.2.1 Действие эхозаградителя с фиксированной дифференциальной чувствительностью, общие характеристики которого описаны в § 1, поясняется ниже с помощью идеализированной статической диаграммы состояний, показанной на рис. 6/G.164. Зоны X, Y, Z, W и V показывают основные типы комбинаций входных сигналов.

3.2.2 Зона X соответствует отсутствию какого-либо заметного сигнала как в тракте передачи, так и в тракте приема. Зона Y соответствует присутствию сигналов только в тракте передачи. Зона Z соответствует тем комбинациям уровней сигналов, для которых эхозаградитель должен обеспечивать подавление в тракте передачи. Зона W соответствует перебою, когда затухание подавления должно отсутствовать. Зона V соответствует гистерезису, который обеспечивает сохранение условия перебоя, когда уровень сигнала в тракте передачи становится немного меньше минимального уровня, при котором начинается перебой. Таким образом, зона V отражает двустабильное состояние. В таблице 1/G.164 указаны затухания, которые должны вноситься в оба тракта, когда рабочая точка, отражающая уровни сигналов, находится постоянно в одной из пяти зон X, Y, Z, W и V. Правый столбец таблицы соответствует испытаниям, которые описаны в § 6. На рис. 7/G.164 показаны предельные значения затухания на стороне приема *C*, которое должно вноситься в тракт приема при перебое. Информация, приведенная на рисунках 6/G.164 и 7/G.164, а также в таблице 1/G.164, применима к сигналам установившегося режима при очень медленном пересечении границ между зонами.

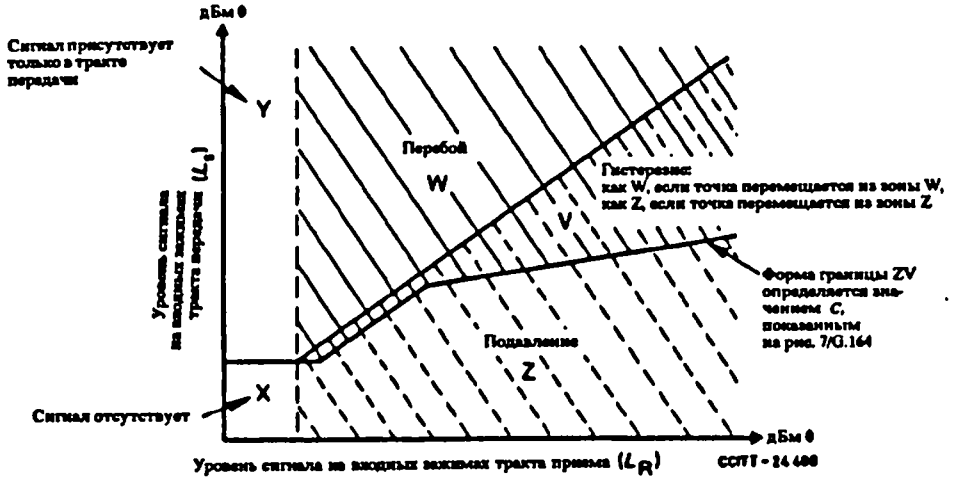


РИСУНОК 6/G.164

Идеализированная диаграмма рабочих состояний эхозаградителей с фиксированной дифференциальной чувствительностью

ТАБЛИЦА 1/G.164

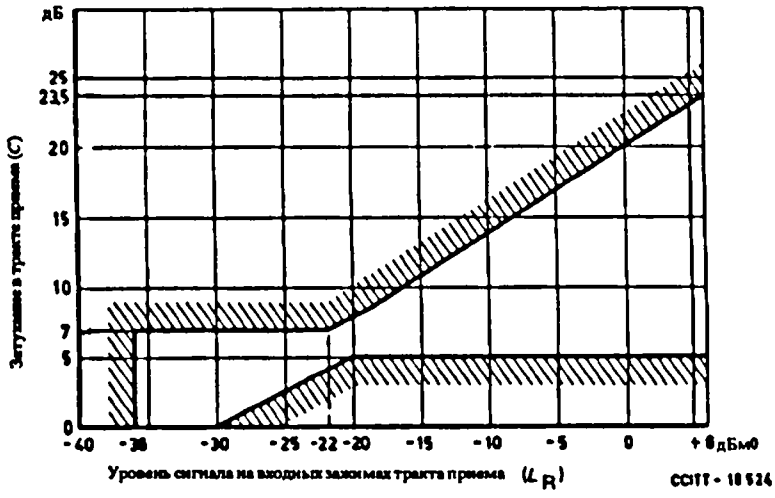
Пояснения к диаграмме состояний, показанной на рис. 6/G.164

Зона	Затухание в тракте передачи (дБ)	Затухание в тракте приема (дБ)	Испытание №
X	0	0	1
Y	0	0[b)]	2
W	0	В пределах *C*, указанных на рис. 7/G.164[c)]	2
Z	Минимум 50[a)]	0	1
V	Как для W, если точка перемещается из W; как для Z, если точка перемещается из Z		

a) Когда эхозаградители используются на малошумящих цепях, подавление шума с дальнего конца может оказывать раздражающее влияние вследствие резкого изменения шума. Две Администрации сообщили, что обусловленное этим явлением снижение качества может быть уменьшено посредством внесения шума эквивалентного шуму на дальнем конце во время подавления.

b) Когда затухание в тракте приема обеспечивается компрессором речи, затухание должно быть равно 0 для принимаемых сигналов ≤ −36 дБм0.

c) Информация, приведенная в Дополнении № 21 в конце настоящего выпуска, показывает, что для телефонных сигналов, закодированных по А-закону, дополнительные искажения квантования, обусловленные наличием фиксированного цифрового удлинителя, являются минимальными при величине затухания 6 дБ. Для принимаемых сигналов с более высоким уровнем это применимо также к таким величинам затухания, которые являются целыми числами, кратными 6 дБ. Для телефонных сигналов, закодированных по μ-закону, дополнительные искажения квантования практически не зависят от величины затухания, вносимого цифровым удлинителем.



Примечание. – Рекомендуемые значения лежат в незаштрихованной области.

РИСУНОК 7/G.164

Рекомендуемое затухание C, которое должно быть внесено в тракт приема при перебое

3.2.3 На рис. 6/G.164 показаны только характеристики, которые могут быть определены без знания и без использования внутренних схем эхозаградителей. Эти характеристики определяются посредством подачи измерительных сигналов на внешние зажимы эхозаградителя и наблюдения за его состоянием с помощью внешних измерений. Описание методов испытания для измерения с целью проверки на соответствие предъявляемым требованиям приводится в § 6.

3.2.4 Уровни сигнала, которые определяют границы между различными зонами, даны в таблице 2/G.164.

3.2.4.1 Номинальный уровень порога включения подавления равен —31 дБм0, когда в тракте передачи действительно отсутствует речь. Уровень, при котором прекращается подавление, также номинально равен —31 дБм0, но может быть на 3 дБ ниже порога включения подавления. Когда по трактам передачи и приема передаются сигналы, уровень которых превышает пороговые значения, цель данного требования заключается в том, чтобы эхозаградитель, находящийся в состоянии подавления (Z), если $L_R > L_S$, перешел в режим перебоя (W) при $L_S > L_R$ и возвратился в режим подавления при $L_R > L_S + C$. Для учета колебаний напряжения питания, температуры и затухания фильтров предусматриваются допуски.

3.2.4.2 Предельные значения частотной характеристики тракта управления подавлением приведены на рис. 8/G.164. Предельные значения частотной характеристики трактов управления перебоем приведены на рис. 9/G.164. Желательно обеспечить подобную фильтрацию в эхозаградителях. Однако это трудно реализовать в случае эхозаградителей типов C и D. Поэтому для эхозаградителей указанных типов можно обойтись без фильтрации в тех случаях, когда Администрации могут гарантировать, что все мешающие сигналы будут иметь настолько низкий уровень, что не окажут вредного влияния на работу эхозаградителя. Для измерения частотных характеристик могут использоваться испытания 1 и 3, описанные в § 6.

ТАБЛИЦА 2/G.164

Пороговые значения уровней между зонами

Граница	Обозначение порога	На частоте 1000 Гц (см. примечание 1) дБм0 20 ± 5° C	На частоте 1000 Гц (см. примечание 1) дБм0 10–40° C	Изменение в зависимости от частоты	Испытание №
Подавление					
X в Z	Txz	$-33 < Txz < -29$ при $L_S = -40$	$T'xz = Txz \pm 1$		1
Z в X	$Tzx_{макс.}$ $Tzx_{мин.}$	$Txz - 0$ дБ $Txz - 3$ дБ	$T'xz - 0$ дБ $T'xz - 3$ дБ	Рис. 8/G.164	1
Перебой					
V в W (до входа в Z)	Tvw	$L_R - 3 < L_S < L_R$ (см. примечания 3, 4, 5 и 6) $(-26{,}5 < L_R < +3)$		$T'vw = Tvw \pm 1{,}5$ дБ от 500 до 3000 Гц (см. примечание 2)	3
V в Z (до входа в W)	$Tvz_{макс.}$ $Tvz_{мин.}$	$Tvw - C + 2$ дБ (см. примечания 3, 4 и 5) $Tvw - C - 3$ дБ $(-26{,}5 < L_R < +3)$		$T'vz = Tvz \pm 1{,}5$ дБ от 500 до 3000 Гц (см. примечание 2)	3

L_S – уровень (дБм0) на входных зажимах тракта передачи.

L_R – уровень (дБм0) на входных зажимах тракта приема.

C – затухание, вносимое в тракт приема при перебое. Эта характеристика должна соответствовать предельным значениям, показанным на рис. 7/G.164.

Примечание 1. – Испытательная частота равна 1004–1020 Гц во избежание субгармоник частоты дискретизации 8000 Гц.

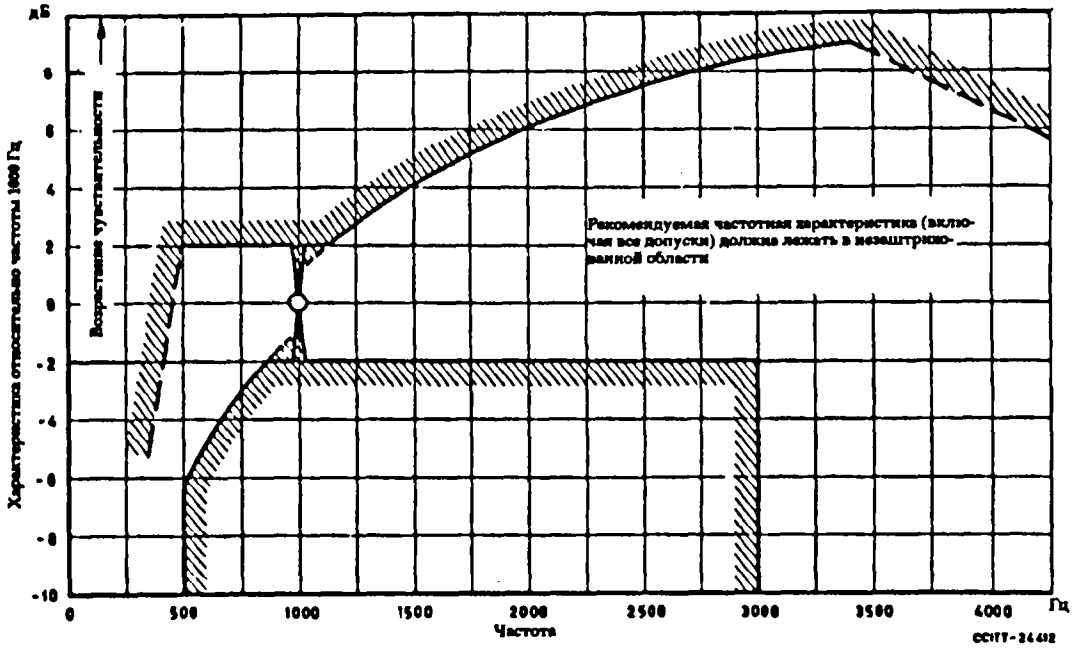
Примечание 2. – Необходимо учитывать допуски на амплитудно-частотные характеристики двух фильтров в детекторе перебоя, однако желательно, чтобы порог перебоя был по возможности независим от частоты; должен использоваться допуск ± 1,5 дБ, если L_S и L_R изменяются одновременно в зависимости от частоты в диапазоне частот 500–3000 Гц.

Примечание 3. – Здесь исключены допуски, обусловленные кодеками (± 0,5 дБ в Рекомендации G.712 [3]).

Примечание 4. – Предельные значения допусков Tvw и Tvz могут иногда превышаться на величину до 1 дБ в диапазоне $-26{,}5 < L_R < +3$ дБм0 вследствие влияния эффектов квантования. Теоретически это может вызывать ложное срабатывание перебоя при использовании установившихся испытательных сигналов (см. испытание № 8). Это явление не наблюдается при речевых сигналах.

Примечание 5. – Комбинация предельных значений порогов Tvw и Tvz, малых значений затухания эхотракта и малых значений C может теоретически вызвать колебание между подавлением и перебоем для испытаний, использующих установившиеся сигналы с малым уровнем. Это явление не наблюдалось в действующих в настоящее время эхозаградителях и не наблюдается при речевых сигналах.

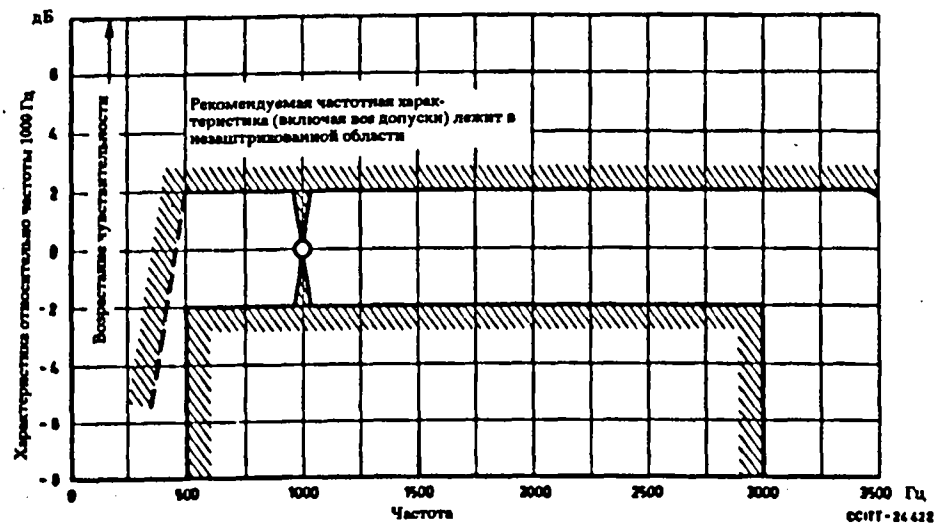
Примечание 6. – Фиксированный порог Tvw, который означает дифференциальную чувствительность, имеющую минимальное значение 0 дБ, обеспечивает защиту от ложного перебоя, обусловленного эхосигналом при минимальном затухании эхотракта 6 дБ (см. § 1.1.4).



Примечание. – Снижение чувствительности на частотах ниже 500 и выше 3400 Гц должно иметь величину не менее 12 дБ на октаву.

РИСУНОК 8/G.164

Рекомендуемая частотная характеристика тракта управления подавлением эхозаградителя



Примечание. – Снижение чувствительности на частотах ниже 500 и выше 3400 Гц должно иметь номинальную величину не менее 12 дБ на октаву.

РИСУНОК 9/G.164

Рекомендуемая частотная характеристика каждого тракта управления детектора перебоя эхозаградителя

3.3 *Динамические характеристики в трактах передачи и приема при независимой подаче, отключении или изменении сигналов*

3.3.1 Динамические характеристики можно определить как время, которое проходит с момента пересечения границы одной зоны до момента установления состояния, которое соответствует другой зоне (рисунки 6/G.164 и 12/G.164). При переходе из зоны X в зону Z это время называется временем включения подавления, а при переходе в обратном направлении — временем выключения подавления. При переходе из зоны Z через зону V в зону W (или Y) это время называется временем включения перебоя, а при переходе из зоны W через зону V в зону Z — временем выключения перебоя. На практике границы V/W и V/Z могут пересекаться под любым углом; требования, указанные в таблице 3/G.164, относятся к вертикальному и горизонтальному направлениям.

3.3.2 Время включения подавления (X/Z) должно быть почти постоянным, когда сигнал внезапно поступает в тракт приема с уровнем, который превышает пороговый (−31 дБм0) при отсутствии сколько-нибудь заметного сигнала в тракте передачи. Аналогично этому для переходов из состояния подавления в состояние перебоя (Z/V/W) при постоянном L_R значения времени включения, указанные в таблице 3/G.164, должны, как правило, обеспечиваться во всем диапазоне возможных пар сигналов (L_R и L_S), а не только для двух пар, указанных в таблице 3/G.164.

3.3.3 Значения времени выключения, указанные в таблице 4/G.164, должны, как правило, обеспечиваться в каждом случае, когда подавление или перебой возникают независимо от значений уровня сигналов, которые являются их причиной.

3.3.4 Когда уровни синусоидальных испытательных сигналов на частоте 1000 Гц внезапно изменяются, используются значения времени включения, приведенные в таблице 3/G.164, и рекомендованные значения времени перебоя, указанные в таблице 4/G.164. Правая часть каждой таблицы относится к испытаниям, которые описаны в § 6.

3.3.5 Значения времени включения удлинителя в тракте приема при переходе Y/W специально не устанавливаются и не измеряются, но они должны находиться в пределах, которые принимаются для времени включения подавления.

3.4 *Работа в условиях малого затухания эхотракта в случае, если может иметь место концевая задержка*

Изложенные выше требования относятся к случаям, когда эхозаградитель испытывается в таких условиях, что сигналы в трактах передачи и приема друг от друга не зависят. На практике удовлетворительная работа должна поддерживаться также и в том случае, когда тракт передачи подключен к тракту приема через эхотракт, который может иметь концевую задержку и малое затухание. Динамика работы эхозаградителя в этом случае имеет три особенности, которые требуют проведения специальных измерений. В § 6 описаны испытательные схемы, предназначенные для выполнения этих измерений. Эти три условия описаны ниже.

3.4.1 Эхосигнал (сигнал, просачивающийся через эхотракт) не должен вызывать ложное включение перебоя, когда затухание эхотракта невелико, а концевая задержка равна нулю. Этот эффект может быть вызван неправильным выбором постоянных времени тракта управления эхозаградителя. Когда сигнал внезапно появляется на входных зажимах тракта приема R_{in}, этот эффект проявляется как временное ложное включение перебоя, который сохраняется в течение времени выключения перебоя (см. испытание № 7).

3.4.2 Если в эхозаградителе имеет место недостаточная защита от влияния концевой задержки, то схема перебоя может включаться от заднего фронта эхосигнала. Это явление может иметь место при внезапном отключении сигнала на входных зажимах тракта приема R_{in}, когда затухание эхотракта невелико, а концевая задержка большая (см. испытание № 7).

3.4.3 В некоторых моделях эхозаградителей может оказаться, что гистерезис, который представлен зоной V с двустабильным состоянием (см. рис. 6/G.164), станет чрезмерно большим по сравнению с затуханием, вносимым в тракт приема. Это может привести к ложному задерживанию состояния перебоя под воздействием эхосигнала, который появляется при следующих условиях: сигнал установившегося режима присутствует на входных зажимах тракта приема R_{in} и связан с входными зажимами тракта передачи S_{in} через эхотракт. В этом случае на входные зажимы тракта передачи S_{in} подается сигнал, имеющий амплитуду и длительность, которые достаточны для того, чтобы вызвать перебой. При снятии этого сигнала эхо принятого сигнала может задерживать состояние перебоя (см. испытание № 8).

ТАБЛИЦА 3/G.164

Время включения

Граница	Начальные сигналы (см. примечание)		Конечные сигналы (см. примечание)		Рекомендованное значение (мс)	Испытание №	Переход (см. рис. 12/G.164)	Испытательная схема (номер рисунка)	Осциллограмма (номер рисунка)
	передача L_S (дБм0)	прием L_R (дБм0)	передача L_S (дБм0)	прием L_R (дБм0)					
Подавление X/Z	–40 –40	–40 –40	–40 –40	–25 –11	< 2	4	a ⟶ b a ⟶ d	14/G.164	15/G.164
Перебой Z/V/W L_S постоянное	–15 –15 –15	–10 – 5 0	–15 –15 –15	–25 –25 –25	24–36	5	h ⟶ i g ⟶ i f ⟶ i	14/G.164	16/G.164
Перебой Z/V/W L_R постоянное	–40 –40	–25 –15	–19 – 9	–25 –15	Частичный: < 2 Полный: 6–10	6	b ⟶ k c ⟶ j	17/G.164	17/G.164

Примечание. – См. также § 3.3.2.

ТАБЛИЦА 4/G.164

Время выключения

Граница	Начальные сигналы		Конечные сигналы		Рекомендованное значение (мс)	Испытание №	Переход (см. рис. 12/G.164)	Испытательная схема (номер рисунка)	Осциллограмма (номер рисунка)
	передача L_S (дБм0)	прием L_R (дБм0)	передача L_S (дБм0)	прием L_R (дБм0)					
Подавление Z/X	–40 –40	–25 –11	–40 –40	–40 –40	24–36	4	b ⟶ a d ⟶ a	14/G.164	15/G.164
Перебой W/V/Z L_R постоянное	–19 – 9	–25 –15	–40 –40	–25 –15	Частичный: ≤ 26 Полный: 48–66	6	k ⟶ b j ⟶ c	17/G.164	18/G.164

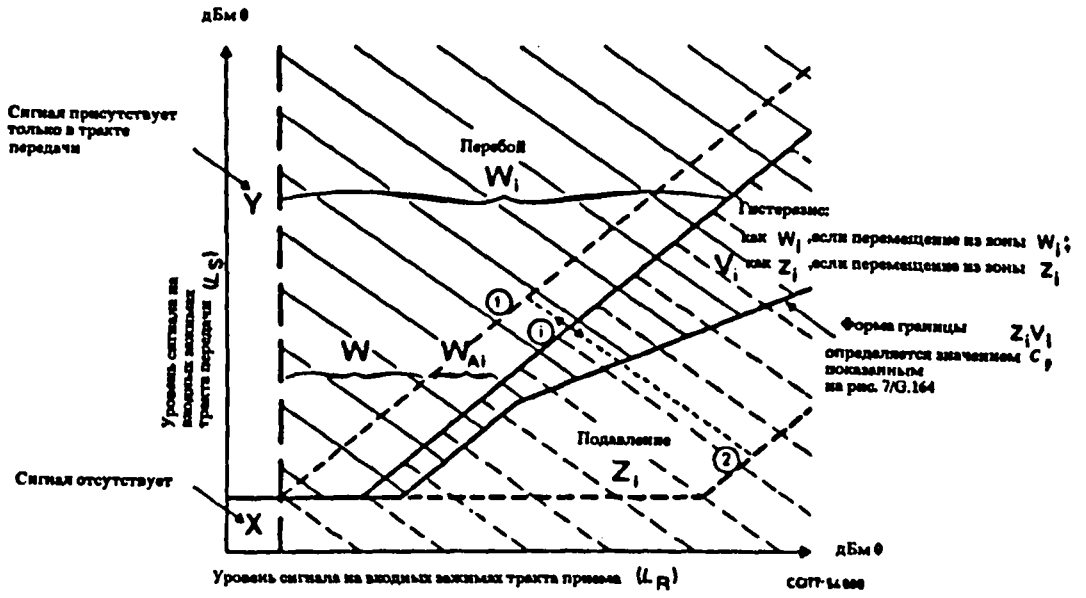
4 Характеристики эхозаградителя с адаптивной дифференциальной чувствительностью перебоя

4.1 *О положениях § 3*

Положения § 3 справедливы для эхозаградителей с адаптивной дифференциальной чувствительностью перебоя, когда $a_x = 0$ (см. ниже). Испытания №№ 1–8 (см. § 6) должны выполняться, и требования таблиц 1/G.164 и 2/G.164 справедливы только тогда, когда $a_x = 0$.

4.2 *Характеристики функции адаптации в случае независимой подачи сигналов в тракты передачи и приема*

4.2.1 Механизм адаптации поясняется ниже с помощью идеализированной диаграммы работы, показанной на рис. 10/G.164.



Примечание 1. – $W_i = W + W_{Ai}$, где W_{Ai} может меняться во времени.

Примечание 2. – Линия ① ($L_S = L_R - a_x$) может меняться между линией ① ($L_S = L_R$) и линией ② ($L_S = L_R - a_{x\,max}$).

РИСУНОК 10/G.164

Идеализированная диаграмма рабочих состояний эхозаградителя с адаптивным перебоем

4.2.2 Адаптация заключается в автоматической регулировке дифференциальной чувствительности в соответствии со значением затухания эхотракта. Параметр адаптации a_x используется для описания этого изменения чувствительности, а порог T_{vw} (см. таблицу 2/G.164) становится порогом $T_{v_iw_i}$, который задается соотношением

$$L_R - a_x - 3 < L_S < L_R - a_x,$$

где a_x такова, что для значений затухания эхотракта 6 дБ она равна 0, и уравнение сводится к:

$$L_R - 3 < L_S < L_R,$$

как указано в таблице 2/G.164.

4.2.3 Когда эхозаградитель находится в состоянии подавления (зона Z_1 на рис. 10/G.164), функция адаптации будет вызывать быструю конвергенцию a_x к значению затухания a_E в эхотракте —6 дБ, то есть:

$$a_x = L_R - L_S - 6 \text{ дБ}.$$

a_x может квантоваться ступенями приблизительно до 3 дБ. В этом случае значение a_x после конвергенции должно быть:

$$a_E - 9 \leqslant a_x \leqslant a_E - 6,$$

за исключением того случая, когда $a_x \geqslant 0$. Это уравнение должно оставаться справедливым для a_E по крайней мере до 26 дБ, то есть для $a_{x\,max} \geqslant 20$ дБ (см. таблицу 5/G.164). Скорость конвергенции указана в таблице 6/G.164.

ТАБЛИЦА 5/G.164

Величина затухания a_x после схождения в состояние Z_1

Затухание тракта эхосигнала, a_E (дБ)	a_x (дБ)
<6	0
7	0–1
8	0–2
9	0–3
10	1–4
•	•
•	•
x	x-9–x-6
•	•
•	•
•	•
26	17–20
•	•
•	•
•	•
a_x макс. + 6	a_xмакс. – 3 – a_x макс.
a_x макс. + 7	a_xмакс. – 2 – a_x макс.
a_x макс. + 8	a_xмакс. – 1 – a_x макс.
⩾ a_x макс. + 9	a_x макс.

ТАБЛИЦА 6/G.164

Скорость изменения характеристики адаптации a_X

Рабочие состояния (см. рис. 10/G.164)	Изменения характеристики адаптации a_X	Скорость изменения	Испытание №
Z_i	Адаптация к затуханию отражения эхосигнала (увеличение или уменьшение) ($a_X \rightarrow a_E$ – 6 дБ)	> 4 дБ/с (см. примечание 1)	10 b)
Y	Запоминание последнего значения	–	–
W_i W	Запоминание последнего значения	–	–
W_i W_{Ai}	Запоминание последнего значения или уменьшение до минимума возможного значения, обусловленного подавлением	(см. примечание 2)	10 a)
X	Стирание последнего значения ($a_X \rightarrow$ 0 дБ)	> 4 дБ/с	10 c)
V_i	Как для Z_i, если точка перемещается из Z_i; Как для W_i, если точка перемещается из W_i		

Примечание 1. – Скорость адаптации речи при a_X приблизительно 10 дБ/с является субъективно допустимой.

Примечание 2. – Если a_X в зоне W_{Ai} уменьшается, то скорость изменения не должна превышать скорости адаптации для a_X в зоне Z_i.

4.2.4 Состояние перебоя эхозаградителя (зона W_i) разделяется на две подзоны W и W_{Ai}.

4.2.4.1 Последнее значение a_X в зоне W должно храниться в запоминающем устройстве.

4.2.4.2 В зоне W_{Ai} возможны две разные стратегии. Первая заключается в том, чтобы хранилось последнее значение a_X. Вторая — в том, чтобы дать возможность a_X уменьшаться до нуля. Скорость изменения a_X должна быть меньше скорости адаптации (см. таблицу 6/G.164, примечание 2). Практика показала, что эти две стратегии дают сходные результаты, когда эхозаградитель включается под воздействием речи, а не испытательного синусоидального сигнала.

4.2.5 Когда речь отсутствует (зона X), a_X должна уменьшаться до нуля (см. таблицу 6/G.164).

4.2.6 Для измерения динамических характеристик функции адаптации можно использовать испытания №№ 9 и 10, § 6.

5 Характеристики устройств нейтрализации эхозаградителей

5.1 *Общие положения*

Каждый эхозаградитель должен иметь в своем составе устройство нейтрализации по тональному сигналу, смысл которого заключается в том, чтобы не допустить внесения подавления и затухания на приеме, когда через эхозаградитель передаются данные или другие специальные сигналы тональной частоты. Таким образом, он должен нейтрализовать специальным тональным сигналом, но не должен этого делать при передаче речи. Устройство нейтрализации по тональному сигналу должно обнаруживать сигнал нейтрализации, который может иметься в тракте передачи или приема, и реагировать на него.

5.2 *Характеристики нейтрализации* (см. рис. 11/G.164)

Передаваемый тональный сигнал нейтрализации имеет частоту 2100 Гц ± 15 Гц с уровнем −12 ± 6 дБм0. Частота тонального сигнала, воспринимаемого устройством нейтрализации, равна 2100 Гц ± 21 Гц (см. Рекомендацию V.21 [5]). Ширина полосы канала нейтрализации должна быть достаточной для передачи этого сигнала (и, возможно, других тональных сигналов нейтрализации, которые используются в национальных сетях). В то же время ширина полосы канала нейтрализации должна быть такой, чтобы вместе с амплитудой и временной защитой была обеспечена необходимая защита от ложного включения устройства нейтрализации под влиянием сигналов речи. Чувствительность канала нейтрализации (пороговый уровень) должна быть такой, чтобы устройство нейтрализации включалось при наименьшей ожидаемой мощности тонального сигнала нейтрализации. Характеристики полосы, показанные на рис. 11/G.164, дают возможность нейтрализации при тональном сигнале с частотой 2100 Гц, а также при сигналах на других частотах, которые используются в Северной Америке. Этот рисунок показывает, что в полосе частот 2079—2121 Гц нейтрализация *должна* быть возможной, тогда как в полосе 1900—2350 Гц она только *может* быть возможной.

Если в международном масштабе обеспечить использование только тонального сигнала нейтрализации рекомендованной частоты 2100 Гц, то помехи со стороны оборудования сигнализации будут исключены. Считается, что ложная нейтрализация эхозаградителя сигнальными частотами не наносит вреда, так как в течение времени, когда эти частоты передаются по каналу, эхозаградитель не выполняет требуемых функций.

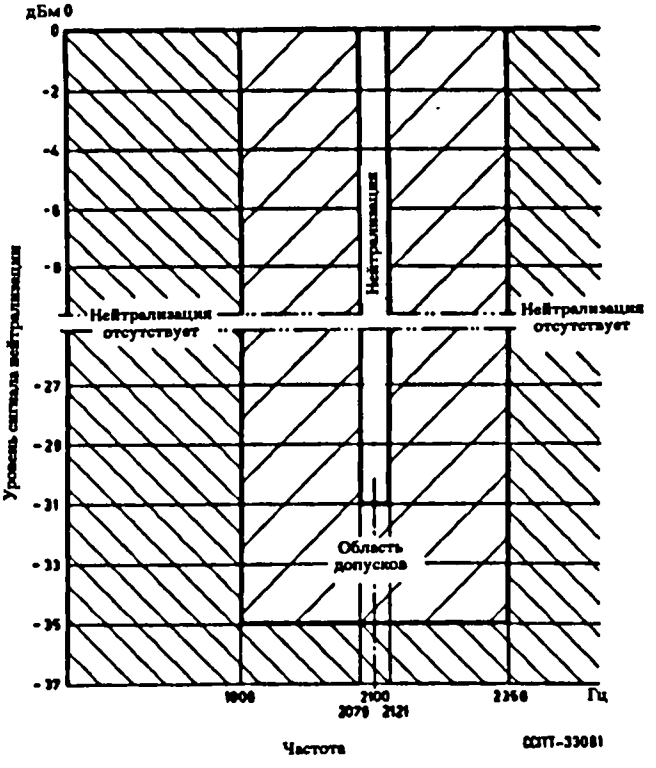


РИСУНОК 11/G.164

Требуемые характеристики полосы нейтрализации

5.3 *Характеристики защитной полосы*

Энергия речи за полосой нейтрализации должна использоваться для предотвращения нейтрализации таким образом, чтобы речь не вызывала ложного включения устройства нейтрализации. Защитная полоса должна иметь достаточную ширину и чувствительность, чтобы использовать энергию речи за пределами полосы нейтрализации. Чувствительность и форма защитной полосы должны быть такими, чтобы максимальный шум свобод-

ной или занятой цепи не мешал нейтрализации. Для имитации речи и шума канала связи, согласно требованию, используется белый шум. Таким образом, требование состоит в следующем:

Пусть белый шум (в полосе приблизительно 300—3400 Гц) приложен к устройству нейтрализации одновременно с сигналом частоты 2100 Гц, причем сигнал 2100 Гц имеет уровень на 3 дБ выше уровня порога устройства нейтрализации в середине полосы частот. Уровень энергии белого шума, необходимый для предотвращения нейтрализации, не должен превышать уровень сигнала 2100 Гц и не должен быть ниже этого уровня более чем на 5 дБ. Когда уровень сигнала 2100 Гц превышает на 30 дБ пороговый уровень в середине полосы устройства нейтрализации, то уровень энергии белого шума, необходимый для предотвращения нейтрализации, должен быть всегда ниже уровня сигнала 2100 Гц.

5.4 *Характеристики полосы удержания*

Устройство нейтрализации по тональному сигналу после включения должно удерживать состояние нейтрализации на сигналах определенной полосы частот. Ширина полосы в режиме удерживания должна охватывать все имеющиеся или возможные будущие частоты передачи данных. Чувствительность выключения должна быть достаточной, чтобы сохранить нейтрализацию при низшем ожидаемом уровне сигналов данных, но чтобы устройство нейтрализации выключилось при максимальном уровне шума свободной или занятой цепи. Таким образом, требование состоит в следующем:

Устройство нейтрализации по тональному сигналу должно удерживаться в режиме нейтрализации при любом одночастотном синусоидальном сигнале в полосе частот 390—700 Гц с уровнем —27 дБм0 или выше и в полосе частот 700—3000 Гц с уровнем —31 дБм0 или выше. Устройство нейтрализации по тональному сигналу должно выключаться при любом сигнале в полосе частот 200—3400 Гц с уровнем —36 дБм0 или ниже.

5.5 *Время включения*

Время включения должно быть достаточным, чтобы обеспечить защиту разговора, но меньшим, чем рекомендованное МККТТ предельное значение 400 мс. Таким образом, устройство нейтрализации должно включиться в течение 300 ± 100 мс после приема постоянного сигнала нейтрализации, который имеет уровень в интервале между 0 дБм0 и величиной уровня на 3 дБ выше порогового уровня в середине полосы устройства нейтрализации.

5.6 *Ложное включение от разговорных токов*

Желательно, чтобы ложное включение устройства нейтрализации под воздействием речевых сигналов было редким. Разумная норма для эхозаградителя, установленного на действующей цепи, следующая: обычные речевые сигналы в среднем не должны вызывать более 10 ложных включений за 100 часов передачи. Помимо защиты от речевых сигналов, обеспечиваемой шириной полосы канала нейтрализации, защитной полосой включения и временем включения, защита от речи может быть обеспечена также с помощью возврата к нулю, то есть если речевой сигнал, который имитирует сигнал нейтрализации, прерывается вследствие интервалов между слогами, то, прежде чем возникнет нейтрализация, устройство задержки времени включения должно успеть вернуться в исходное положение. Однако при кратковременном пропадании или изменении уровня самого сигнала нейтрализации устройство нейтрализации не должно возвращаться в исходное состояние.

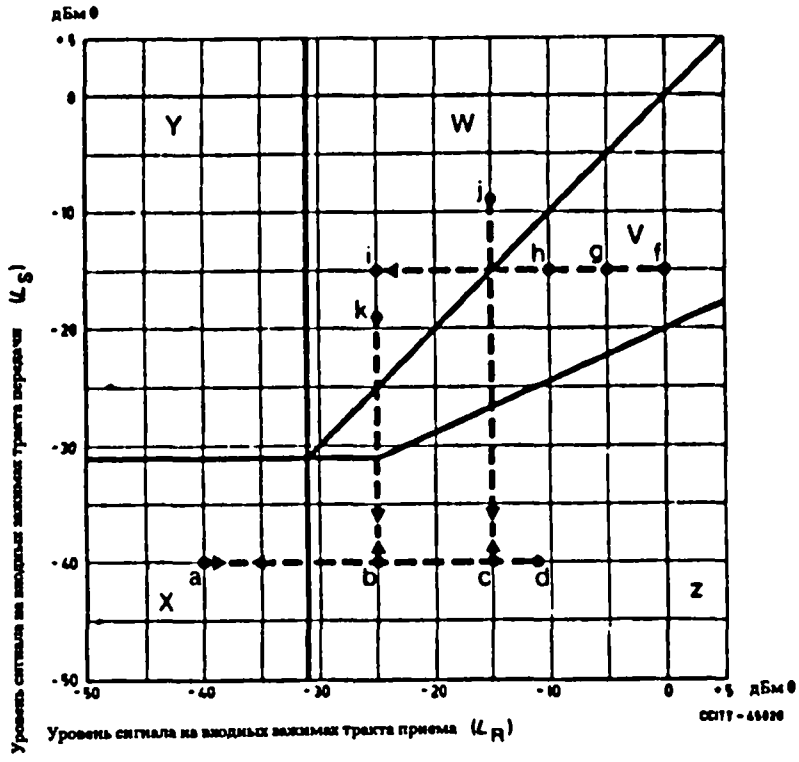
5.7 *Время выключения*

Устройство нейтрализации не должно выключаться при кратковременных понижениях уровня сигнала, которые продолжаются менее рекомендованных МККТТ 100 мс. Для обеспечения минимального снижения качества передачи при ложной нейтрализации речевыми сигналами устройство должно выключаться в течение 250 ± 150 мс после того, как сигнал в полосе удерживания снизится по крайней мере на 3 дБ ниже максимальной чувствительности удерживания.

6 Методы измерения основных рабочих характеристик эхозаградителей

6.1 *Общие соображения*

6.1.1 Эхозаградитель, к входным зажимам тракта передачи S_{in} и тракта приема R_{in} которого приложены синусоидальные сигналы, будет находиться в одном из нескольких состояний в зависимости от относительных уровней этих двух сигналов. Любую данную комбинацию уровней двух входных сигналов можно представить точкой на типовой рабочей диаграмме (см., например, рис. 12/G.164). Каждая область на этой диаграмме соответствует (при установившемся режиме) особому состоянию, которое определяется затуханиями двух разговорных трактов и схемой его логики.



Примечание. – Указанные границы являются типичными. Нижняя граница зоны V показана для максимального затухания *C*, допускаемого в соответствии с рис. 7/G.164.

РИСУНОК 12/G.164

Рабочая диаграмма, показывающая величины уровней, применяемых при динамических испытаниях (см. таблицы 3/G.164 и 4/G.164)

6.1.2 Описанные в настоящем пункте испытания предполагают использование аналоговых испытательных сигналов. В случае эхозаградителей типа C для стыка эхозаградителя с аналоговым испытательным устройством потребуются кодеки, которые удовлетворяют требованиям Рекомендации G.712 [3]. При испытаниях эхозаградителей типов C и D следует учитывать дополнительное время прохождения, обусловленное кодеками, когда измеряются значения продолжительности действия посредством наблюдения за выходными сигналами. Кроме того, при измерениях уровней необходимо учитывать допуски, предусматриваемые для кодеков. Частоты, соответствующие субгармоникам частоты дискретизации, могут дать неправильные результаты; их применения в подобных случаях следует избегать. Нужно отметить, что, если для удовлетворения требований § 3.2.4.2 требуется внешняя фильтрация, то она должна выполняться в процессе проведения испытаний.

6.1.3 *Статические* характеристики эхозаградителя определяются установлением границ между зонами и величинами затуханий в двух разговорных трактах при медленном переходе сигналов из одной зоны в другую.

Динамические характеристики эхозаградителей с фиксированной и адаптивной дифференциальной чувствительностью определяются периодом времени, в течение которого сигнал внезапно переходит из точки одной зоны в точку другой зоны, прежде чем установится состояние, соответствующее второй зоне.

Все характеристики, специфичные для эхозаградителей с адаптивной дифференциальной чувствительностью, должны измеряться как динамические.

Различные испытания, описанные в § 6, суммированы в таблице 7/G.164.

ТАБЛИЦА 7/G.164

Рекомендованные испытания для эхозаградителей

Испытание	Измеряемая характеристика	Блок-схема (номер рисунка)	Осциллограмма (номер рисунка)	Тип эхозаградителя: N: неадаптивный, A: адаптивный
1	Порог подавления и затухание	13/G.164	–	N, A
2	Порог Y/W и затухание на приеме	13/G.164	–	N, A
3	Различная чувствительность перебоя	13/G.164	–	N, A
4	Время включения и выключения подавления	14/G.164	15/G.164	N, A
5	Перебой, L_S постоянное	14/G.164	16/G.164	N, A
6	Частичный или полный перебой, L_R постоянное	17/G.164	18/G.164	N, A
7	Защита от ложного перебоя	19/G.164	–	N, A
8	Испытание при чрезмерном гистерезисе	20/G.164	21/G.164	N, A
9	Адаптивная различная чувствительность перебоя	22/G.164	23/G.164	A
10	a) скорость уменьшения a_X в состоянии W_{Ai} b) скорость увеличения a_X в состоянии Z_i c) скорость стирания a_X в состоянии X	22/G.164 25/G.164 27/G.164	24/G.164 26/G.164 28/G.164	A

6.1.4 Описание представленных в настоящем пункте испытательных схем указывает на возможный метод применения соответствующих испытательных сигналов. Могут использоваться другие методы получения этих сигналов (например, применение разных генераторов синусоидальных сигналов для передачи и приема). Хотя номинальное значение испытательной частоты составляет 1000 Гц, следует использовать частоту в диапазоне 1004—1020 Гц во избежание кратности частоты дискретизации.

6.2 *Измерение статических характеристик*

Измеренные статические характеристики представляют собой затухания в трактах передачи и приема и пороговые уровни между зонами (таблицы 1/G.164 и 2/G.164). Необходимое оборудование:

— один генератор с симметричным выходным сопротивлением 600 Ом;

— два симметричных 600-омных магазина затуханий;

— одно 600-омное смешивающее устройство;

— два прибора для измерения уровней с 600-омными симметричными входными сопротивлениями.

Схема измерений показана на рис. 13/G.164.

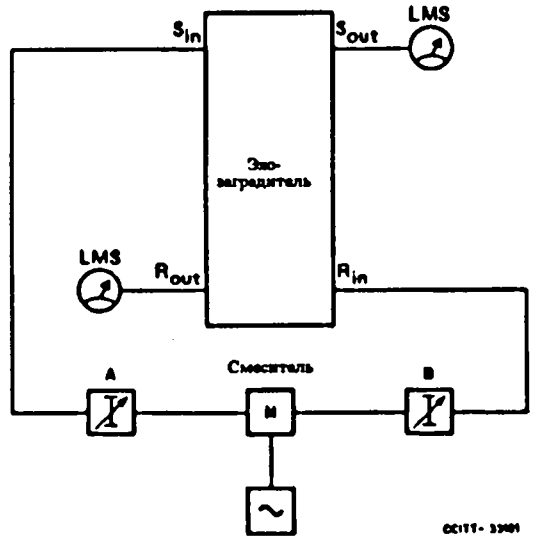


РИСУНОК 13/G.164

Испытательная схема для измерения статических характеристик (испытания 1, 2 и 3)

6.2.1 *Испытание № 1 – Порог и затухание подавления*

1) Установить генератор на 1000 Гц (допуски см. в § 6.1.4).

2) Отрегулировать A и B так, чтобы уровень $L_S = L_R = -40$ дБм0.

3) Убедиться, что в тракты передачи и приема затухание не вносится. Требование: см. таблицу 1/G.164 (зона X).

4) Увеличивать L_R до тех пор, пока не включится подавление, и отметить значения L_R и затухания подавления. Требование: $-33 \leqslant (L_R = Txz) \leqslant -29$ дБм0 (см. таблицу 2/G.164).

5) Уменьшать L_R до тех пор, пока не выключится подавление, и отметить значение L_R. Требование: $Txz - 3 \leqslant L_R \leqslant Txz$ (см. таблицу 2/G.164).

6) Установить генератор на требуемые частоты для проверки на соответствие предельным значениям, показанным на рис. 8/G.164, повторить операции 2—5.

6.2.2 *Испытание № 2 – Порог Y/W и затухание на приеме в состоянии перебоя*

1) Установить генератор на 1000 Гц (для допусков см. § 6.1.4).

2) Отрегулировать A таким образом, чтобы $L_S = +3$ дБм0.

3) Отрегулировать B таким образом, чтобы L_R изменялось в диапазоне -40 дБм0 $\leqslant L_R \leqslant L_S$. Работа в указанных на рис. 7/G.164 границах наблюдается посредством контроля разности $L_{Rin} - L_{Rout}$, которая равна затуханию C. Порог Y/W соответствует $C > 0$ дБ.

Примечание. – Зарегистрировать значения C в зависимости от L_R для применения в испытании № 3, операция 5.

6.2.3 *Испытание № 3 – Дифференциальная чувствительность перебоя*

1) Установить генератор на 1000 Гц (см. допуски в § 6.1.4).

2) Отрегулировать A, так, чтобы $L_S = -40$ дБм0.

3) Отрегулировать B так, чтобы $L_R = -26{,}5$ дБм0.

4) Увеличивать L_S до тех пор, пока не выключится подавление и не включится затухание в тракте приема. Отметить величину L_S. Требование: см. Tvw в таблице 2/G.164.

5) Уменьшать L_S до тех пор, пока не включится подавление и не выключится затухание в тракте приема. Отметить величину L_S. Требование: см. *Twz* в таблице 2/G.164.

6) Увеличивать L_R приемлемыми ступенями до + 3 дБм0 и повторить операции 4 и 5.

7) Установить генератор на требуемые частоты для проверки на соответствие предельным значениям, которые показаны на рис. 9/G.164, и повторить операции 2—6.

6.3 *Измерение динамических характеристик, когда L_S и L_R устанавливаются независимо*

Измеренными динамическими характеристиками являются величины времени включения и выключения подавления и перебоя (таблицы 3/G.164 и 4/G.164). Требуемое оборудование:

— один генератор с симметричным выходным сопротивлением 600 Ом, установленный на частоту 1000 Гц;

— три 600-омных симметричных магазина затуханий;

— три 600-омных смешивающих устройства;

— два генератора импульсов тональной частоты, время ВКЛЮЧЕНО и ВЫКЛЮЧЕНО которых регулируется раздельно от 0 до по крайней мере 200 мс и которые также могут быть установлены в любой из режимов вручную. Входное и выходное сопротивления в обоих режимах должны составлять 600 Ом. Один генератор тональных импульсов управляется другим с временем замедления 100 мс так, что он переводится в состояние ВКЛЮЧЕНО через 100 мс после перевода в состояние ВКЛЮЧЕНО первого;

— два 600-омных сопротивления нагрузки;

— один двухлучевой осциллограф с экраном, который имеет большое время послесвечения.

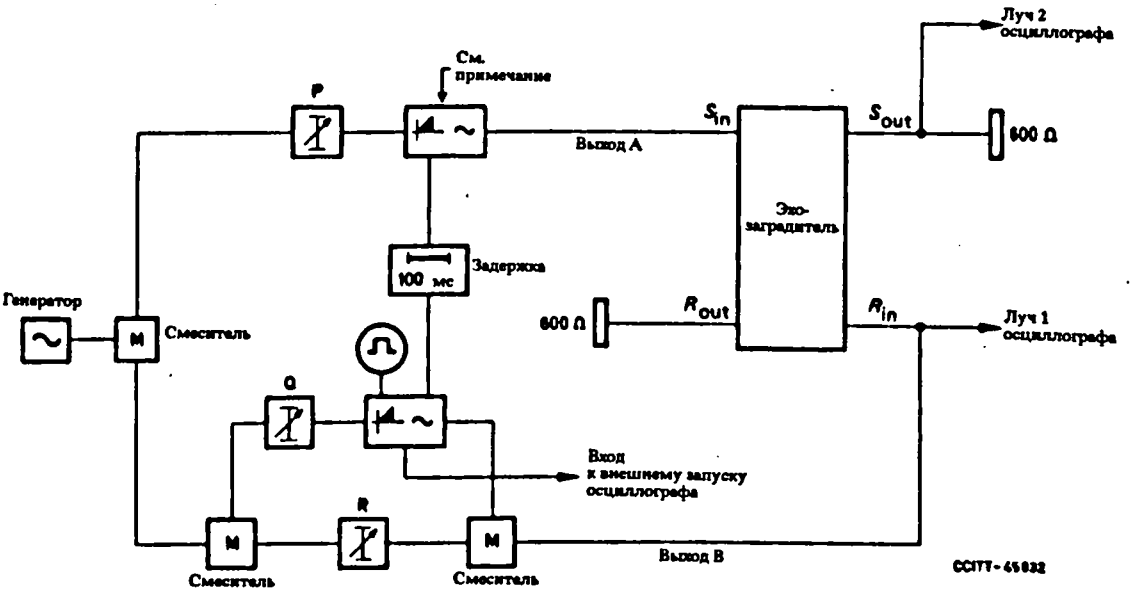
Примечание. — Если периоды ВКЛЮЧЕНО или ВЫКЛЮЧЕНО тональных сигналов не указаны, то для любого случая следует принимать значение 200 мс. Условия проведения испытаний №№ 4, 5 и 6 см. в таблицах 3/G.164 и 4/G.164.

6.3.1 *Испытания при постоянной величине L_S*

6.3.1.1 *Испытание № 4 – Время включения и выключения подавления*

1) Отрегулировать магазины затуханий P, Q и R, показанные на рис. 14/G.164, так, чтобы получить величины L_R и L_S, которые указаны в таблицах 3/G.164 и 4/G.164.

2) Снять показание величин времени, как показано на рис. 15/G.164.



Примечание. – В течение времени включения и выключения подавления этот модулятор должен находиться в состоянии пропускания.

РИСУНОК 14/G.164

Испытательная схема для измерения динамических характеристик при постоянной L_S [подавление (испытание № 4) и перебой (испытание № 5)]

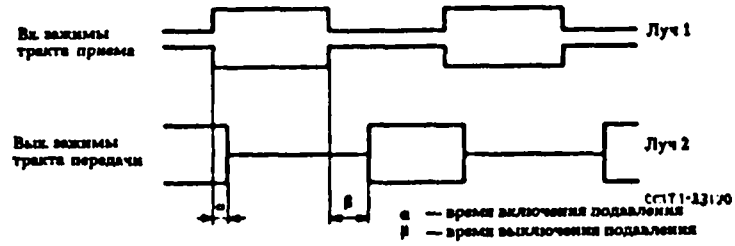


РИСУНОК 15/G.164

Осциллограмма времени включения и выключения подавления

6.3.1.2 *Испытание № 5 – Время включения перебоя при постоянной величине L_S*

В этом испытании L_R следует уменьшить, сохраняя постоянную L_S, и измерить время включения перебоя. Поскольку время выключения перебоя при постоянной L_S измерить трудно (из-за сложности констатации факта возвращения в состояние Z), невозможно провести различие между частичным и полным перебоем. В случае перебоя с постоянной L_S это явление считается маловажным.

1) Отрегулировать магазины затуханий P, Q и R, показанные на рис. 14/G.164, так, чтобы получить величины L_R и L_S, которые указаны в таблице 3/G.164.

2) Снять показание величин времени, как показано на рис. 16/G.164.

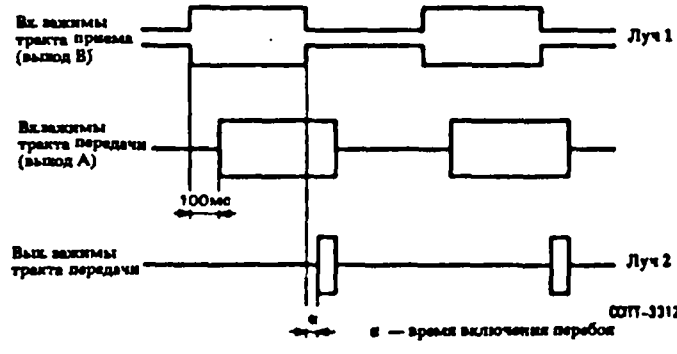


РИСУНОК 16/G.164

Осциллограмма времени включения перебоя при постоянной L_S

6.3.2 *Испытание при постоянной величине L_R*

6.3.2.1 *Испытание № 6 – Время включения и выключения частичного и полного перебоя при постоянной величине L_R*

Требуется такое же оборудование, что и для испытаний № 4 и 5, см. рис. 17/G.164. В этом испытании величину L_R необходимо поддерживать постоянной, L_S увеличить и произвести измерение времени включения и выключения частичного и полного перебоя. Для испытания частичного и полного перебоя должна изменяться длительность времени ВКЛЮЧЕНО L_S.

1) Установить генератор на 1000 Гц (см. допуски в § 6.1.4).

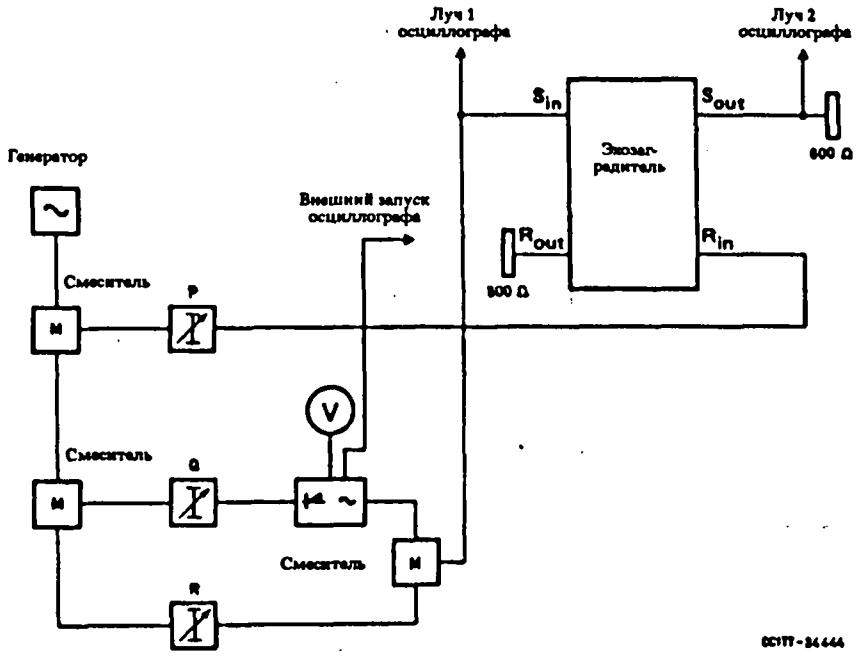
2) Отрегулировать магазин затуханий P, показанный на рис. 17/G.164, для получения L_R = −25 дБм0.

3) Отрегулировать магазины затуханий Q и R, показанные на рис. 17/G.164, для получения L_S = −40 дБм0 в состоянии ВЫКЛЮЧЕНО и L_S = −19 дБм0 в состоянии ВКЛЮЧЕНО.

4) Начиная с длительности 0 мс для L_S в состоянии ВКЛЮЧЕНО, увеличивать длительность в состоянии ВКЛЮЧЕНО до тех пор, пока не произойдет частичный перебой. Частичный перебой характеризуется малыми значениями времени включения и выключения, которые указаны в таблицах 3/G.164 и 4/G.164. Отметить лучи осциллографа на рис. 18/G.164 а) для определения времени.

5) Продолжать увеличивать длительность L_S в состоянии ВКЛЮЧЕНО до тех пор, пока не произойдет полный перебой, который характеризуется увеличением времени включения и выключения, указанным в таблицах 3/G.164 и 4/G.164. Отметить лучи осциллографа на рис. 18/G.164 b) для определения времени.

6) Повторить операции 3—5 для других пар значений уровней, которые приведены в таблицах 3/G.164 и 4/G.164. Отметить, что для всех значений $L_R > -26{,}5$ дБм0 и L_S, которое возрастает от значения ниже порогового до величины $> L_R$, должны иметь место частичный и полный перебои.



Примечание. – Регулятор V позволяет изменять раздельно время "включено" и время "выключено" для генераторов импульсов тональных сигналов от 0 до 100 мс.

РИСУНОК 17/G.164

Испытательная схема для измерения динамических характеристик при постоянной L_R [перебой, Z/V/W, (испытание № 6)]

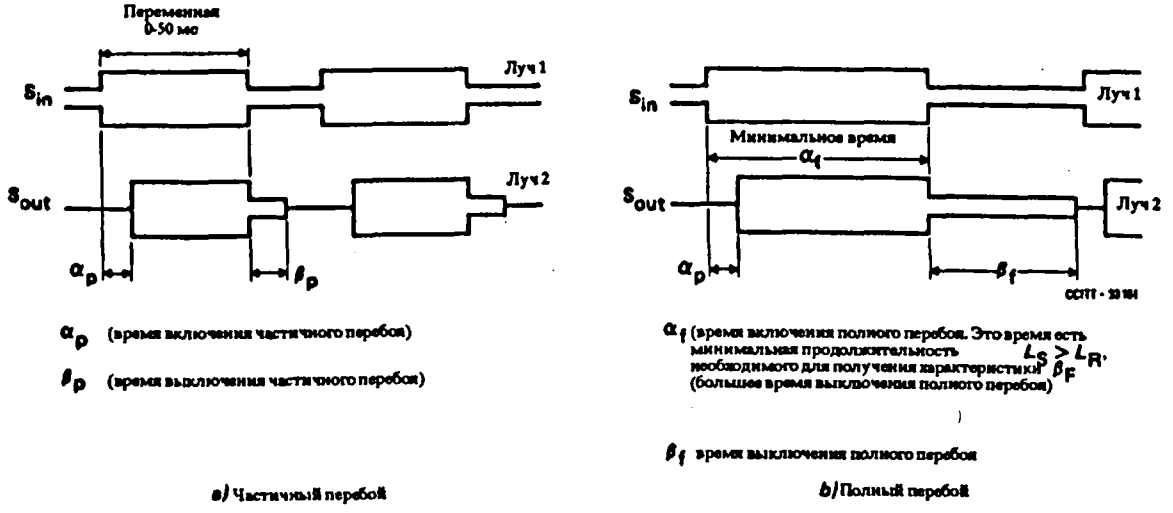


РИСУНОК 18/G.164

Осциллограмма времени включения и выключения частичного и полного перебоя при постоянной L_R

6.4 *Измерение работы эхозаградителя, когда входные зажимы S_{in} тракта передачи соединены с выходными зажимами R_{out} тракта приема через эхотракт, который может иметь затухание и замедление*

При этом испытании эхозаградитель проверяется на ложный перебой от возвращающихся токов эхосигнала.

6.4.1 *Испытание № 7 – Ложное включение перебоя*

Схема испытаний показана на рис. 19/G.164. Требуемое оборудование:

— один генератор с симметричным выходным сопротивлением 600 Ом;

— три 600-омных симметричных магазина затуханий;

— одно 600-омное сопротивление нагрузки;

— два 600-омных смешивающих устройства,

— один генератор импульсов тональной частоты;

— одно устройство задержки в диапазоне 0—24 мс в полосе тональных частот;

— один двухлучевой осциллограф.

1) Установить генератор на 1000 Гц и устройство задержки на нулевое значение (допуски см. в § 6.1.4).

2) Отрегулировать X таким образом, чтобы полное затухание эхотракта (*a-t-b*) было равно разности испытательных уровней в трактах передачи и приема плюс 6 дБ.

3) Отрегулировать Y таким образом, чтобы сигнал ВЫКЛЮЧЕНО составлял —26 дБм0.

4) Отрегулировать Z таким образом, чтобы сигнал ВКЛЮЧЕНО составлял —20 дБм0.

5) При подаче импульсного сигнала на входные зажимы R_{in} тракта приема проверить отсутствие сигнала на втором луче осциллографа, что указывает на правильное включение.

6) Уменьшать величину X до тех пор, пока не произойдет ложный перебой, и отметить, чтобы уменьшение затухания в эхотракте было не меньше 2 дБ.

7) Повторить операции 4, 5 и 6 при сигналах на входных зажимах R_{in} тракта приема, которые равны —10 дБм0 и 0 дБм0, когда генератор импульсов находится в состоянии ВКЛЮЧЕНО.

8) Повторить операции 2, 4 и 7 при сигналах на входных зажимах R_{in} тракта приема, которые равны —40 дБм0, когда генератор импульсов находится в состоянии ВЫКЛЮЧЕНО.

9) Повторить операции 2—8 при величине задержки 24 мс.

Убедиться, что ложный перебой не имеет места *ни при каких* парах уровней сигналов на входных зажимах R_{in} тракта приема при задержке до 24 мс и при затухании эхотракта 6 дБ или больше.

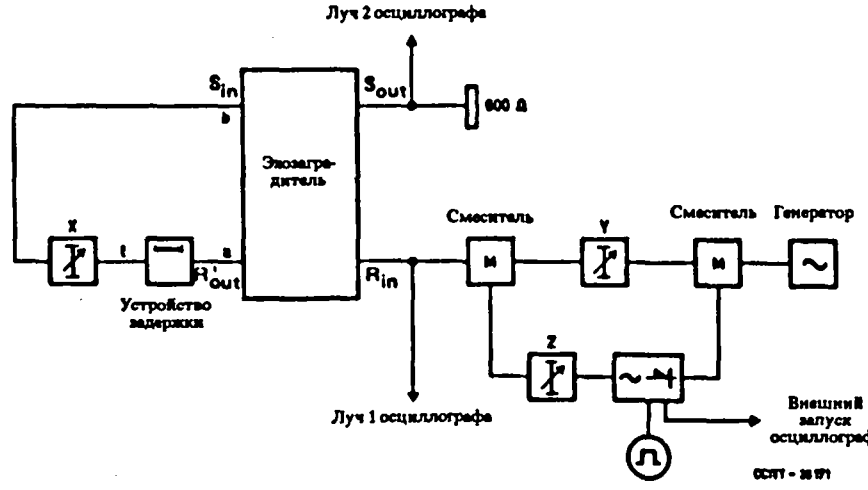


РИСУНОК 19/G.164

Испытательная схема ложного перебоя

6.4.2 *Испытание № 8 – Ложное удерживание состояния перебоя, обусловленное чрезмерно большим гистерезисом*

Испытательная схема показана на рис. 20/G.164. Требуемое оборудование:

— один генератор с симметричным выходным сопротивлением 600 Ом;

— три 600-омных симметричных магазина затуханий;

— два 600-омных смешивающих устройства;

— одно 600-омное сопротивление нагрузки;

— один генератор импульсов тональной частоты;

— один усилитель (буферный);

— один двухлучевой осциллограф.

1) Установить генератор на 1000 Гц (допуски см. в § 6.1.4).

2) Отрегулировать Q таким образом, чтобы затухание тракта между выходным зажимом тракта приема R_{out} и входным зажимом тракта передачи S_{in} было равно разности между величинами испытательных уровней в этих точках плюс 6 дБ.

3) Отрегулировать R таким образом, чтобы $L_R = -28$ дБм0.

4) Отрегулировать P таким образом, чтобы $L_S = (L_R + 3)$ дБм0.

5) Удостовериться, что сигнал на втором луче осциллографа является правильным (см. рис. 21/G.164), что соответствует отсутствию ложного удерживания состояния перебоя.

6) Повторить операции 3—5 для величин L_R равных −16 и 0 дБм0.

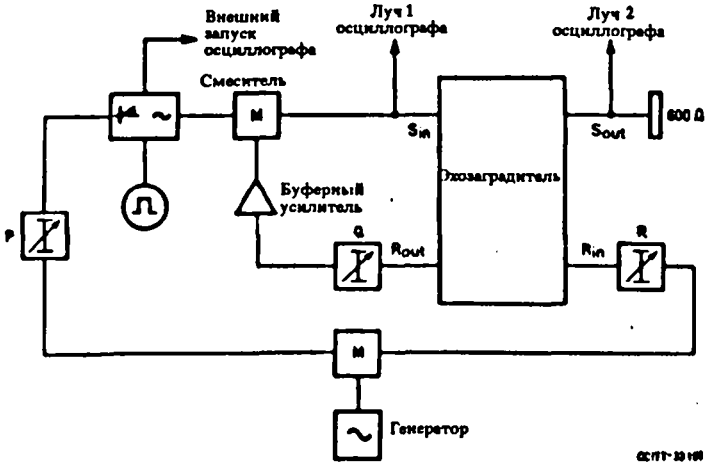


РИСУНОК 20/G.164

Схема для испытания ложного сохранения перебоя из-за чрезмерного гистерезиса

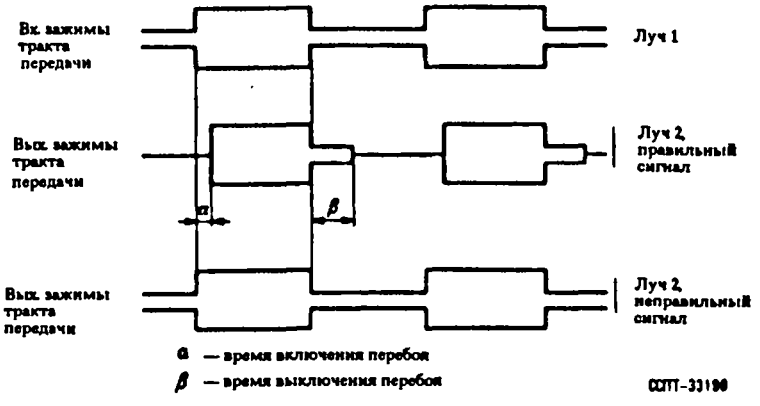


РИСУНОК 21/G.164

Осциллограммы ложного сохранения перебоя из-за чрезмерного гистерезиса

6.5 *Измерение специфических динамических характеристик эхозаградителей с адаптивным перебоем*

6.5.1 *Испытание № 9 – Адаптивная дифференциальная чувствительность перебоя*

Испытательная схема показана на рис. 22/G.164. Требуемое оборудование:

— один генератор с симметричным выходным сопротивлением 600 Ом;

— три 600-омных симметричных магазина затуханий;

— одно 600-омное сопротивление нагрузки;

— два 600-омных смешивающих устройства;

— два генератора импульсов тональной частоты с периодом до 10 с;

— один инвертор;

— один усилитель (буферный);

— один двухлучевой осциллограф.

1) Установить генератор на 1000 Гц (допуски см. в § 6.1.4);

2) Отрегулировать R таким образом, чтобы L_R = 0 дБм0.

3) Отрегулировать Q таким образом, чтобы затухание между выходными зажимами R_{out} тракта приема и входными зажимами S_{in} тракта передачи было равно разности испытательных уровней в этих точках плюс 6 дБ (a_E = 6 дБ).

4) При первоначальной установке P по крайней мере на 55 дБ уменьшать P для увеличения L_S до тех пор, пока не будет выключено подавление. На луче 2 осциллографа (см. рис. 23/G.164) проверить, удовлетворяет ли Tv_iw_i условию $L_R - a_E + 3 < L_S < L_R - a_E + 6$.

5) Повторить операции 2—4 для L_R = —8 дБм0.

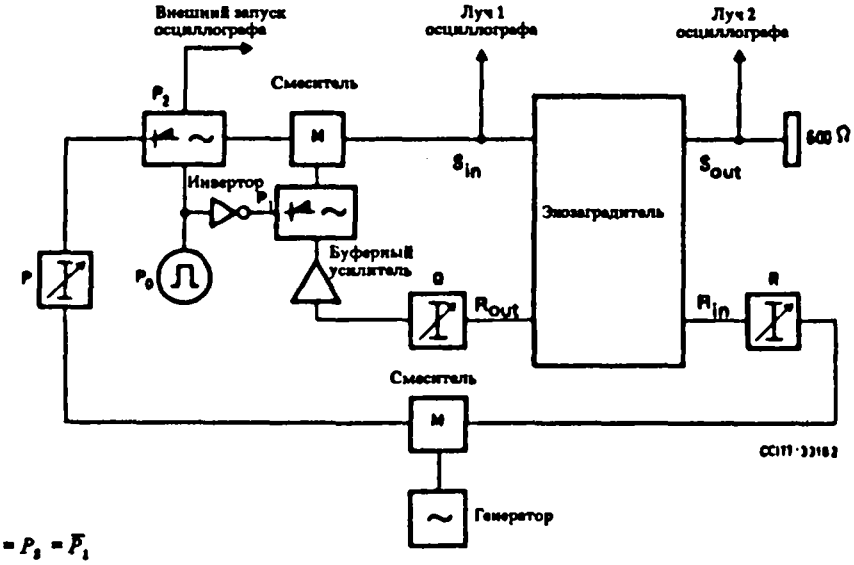
6) Повторить операции 2—4 для L_R = —15 дБм0.

7) Повторить операции 2—6 для a_E = 15 дБ.

8) Повторить операции 2—5 для a_E = 24 дБ.

9) Повторить операции 2—4 для a_E = 26 дБ.

Пояснение: в ходе испытания № 9 можно проверить, что минимальный диапазон a_x составляет по крайней мере 20 дБ ($a_{x\,max} > 20$ дБ).

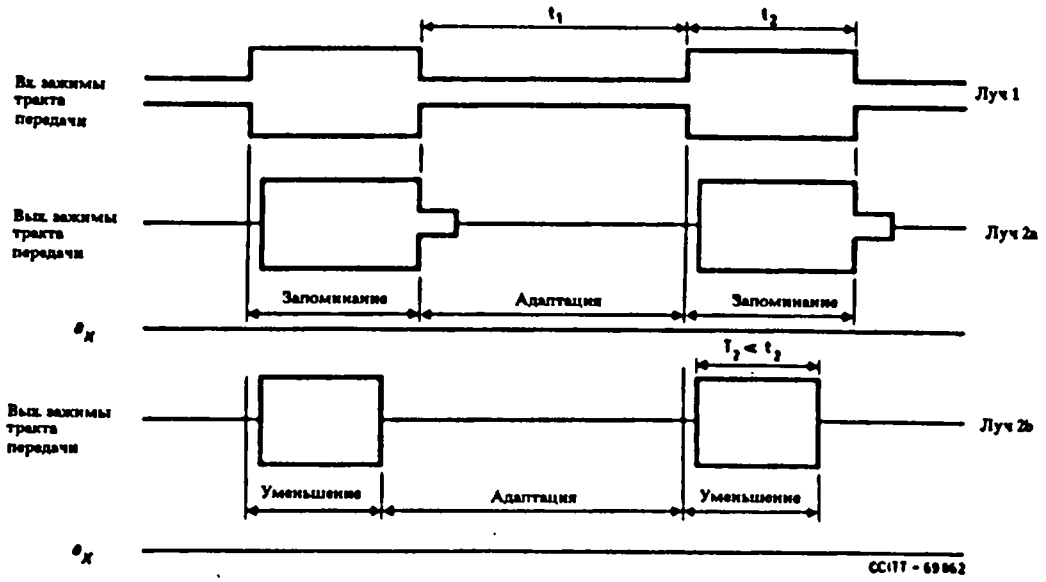


Примечание 1. – $P_0 = P_2 = P_1$

Примечание 2. – Эта схема может быть также использована для испытания № 10а (см. § 6.5.2.1).

РИСУНОК 22/G.164

Испытательная схема для измерения адаптивной дифференциальной чувствительности перебоя и скорости уменьшения a_x в зоне W_{Al}



Примечание 1. – Первоначальная установка t_1 на 5 с и t_2 приблизительно на 1 с.

Примечание 2. – Меньшее значение t_1 может быть использовано в зависимости от скорости увеличения и амплитуды изменения a_x в состоянии Z_l.

Примечание 3. – Возможны два варианта осциллограммы второго луча:

a) при $a_E = 6$ дБ время выключения перебоя β (см. рис. 21/G.164) должно наблюдаться после перехода W/Z (луч 2a),

b) при $a_E > 6$ дБ время β должно наблюдаться после перехода W_{Al}/Z_l, если a_x запоминается в состоянии W_{Al} (луч 2a) (см. таблицу 6/G.164), и не наблюдаться, если a_x уменьшается и продолжительность t_2 достаточно велика (луч 2b).

РИСУНОК 23/G.164

Осциллограммы для измерения адаптивной дифференциальной чувствительности перебоя

6.5.2 *Испытание № 10 – Измерение скорости изменения a_x*

6.5.2.1 *Измерение скорости уменьшения a_x в состоянии W_{Al}, испытание № 10 a*

Испытательная схема (рис. 22/G.164) и требуемое оборудование такие же, что и для испытания № 9.

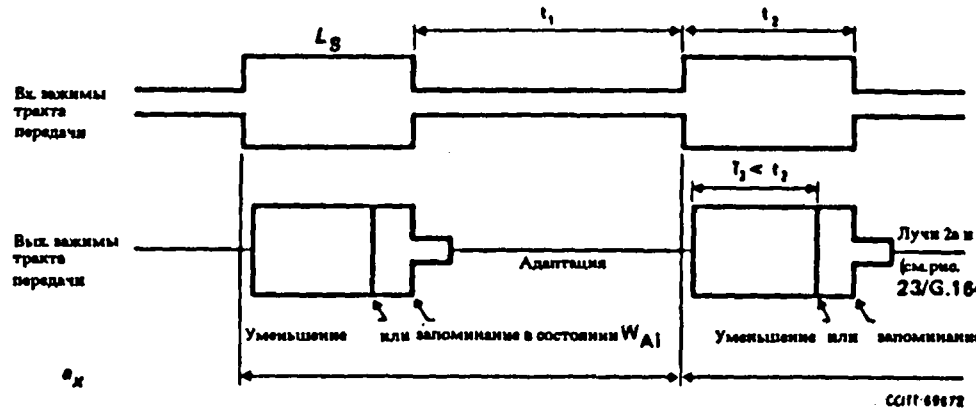
1) Установить генератор на 1000 Гц (допуски см. в § 6.1.4).
2) Отрегулировать R таким образом, чтобы $L_R = 0$ дБм0.
3) Отрегулировать Q таким образом, чтобы $a_E = 20$ дБ [после конвергенции в Z_l номинальное значение a_x должно составлять 14 дБ (a_{xC})].
4) С помощью P увеличивать L_S до тех пор, пока не будет выключено подавление, а в тракт приема не будет внесено затухание C (см. рис. 7/G.164). Проверить, удовлетворяет ли $T_{V_1W_1}$ условию $-17 < L_S < -14$ (дБм0).
5) Повторить операцию 4 для получения осциллограмм, которые показаны на рис. 24/G.164. Если перебой прекращается (конец T_2) до окончания t_2, то эхозаградитель уменьшает a_x в зоне W_{Ai}. Тогда измерить T_2.
6) Перебой заканчивается, когда a_x уменьшится до порогового уровня a_{xE}, где

$$L_R - C - L_S - 3 < a_{xE} < L_R - C - L_S.$$

Проверить, чтобы теоретическая скорость уменьшения a_x в состоянии W_{Ai} приближенно выражалась как

$$V = \frac{a_{xC} - a_{xE}}{T_2} \text{ дБ/с},$$

где $a_{xC} = 14$ дБ.



Примечание 1. – t_1 может иметь продолжительность приблизительно 3,5 с в зависимости от скорости увеличения a_x в состоянии Z_l.

Примечание 2. – Скорость уменьшения a_x в состоянии W_{Al} может быть очень мала. Может оказаться необходимым увеличить t_3, чтобы обеспечить возможность наблюдения осциллограммы луча 2b.

РИСУНОК 24/G.164

Осциллограммы для измерения скорости уменьшения a_x в состоянии W_{Al}

6.5.2.2 *Измерение скорости увеличения a_x в состоянии Z_l (см. рис. 25/G.164 и рис. 26/G.164), испытание № 10b*

Испытательная схема показана на рис. 25/G.164. Требуемое оборудование:

— один генератор с симметричным выходным сопротивлением 600 Ом;

— три 600-омных симметричных магазина затуханий;

— два 600-омных смешивающих устройства;

— одно 600-омное сопротивление нагрузки;

— два генератора импульсов тональной частоты с периодом до 10 с;

— один инвертор;

— один усилитель (буферный);

— одно устройство задержки тональной частоты с величиной задержки 500 мс;

— один двухлучевой осциллограф.

1) Установить генератор на 1000 Гц (допуски см. в § 6.1.4).

2) Отрегулировать R таким образом, чтобы L_R = 0 дБм0.

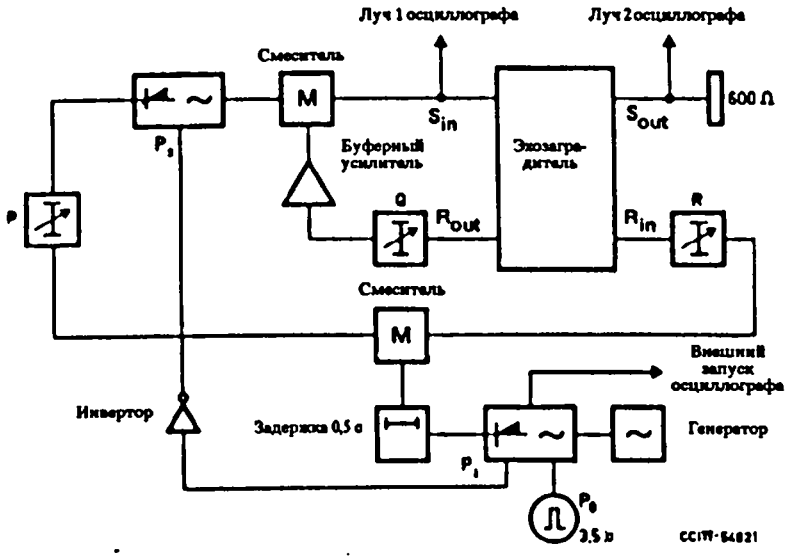
3) Отрегулировать Q таким образом, чтобы a_E = 20 дБ.

4) Отрегулировать P таким образом, чтобы L_S = –12 дБм0.

5) Отрегулировать периоды ВКЛЮЧЕНО и ВЫКЛЮЧЕНО для P_0 на 3,5 с.

6) Проверить, чтобы t_1 и t_2 были равны 3,5 и 0,5 с, соответственно.

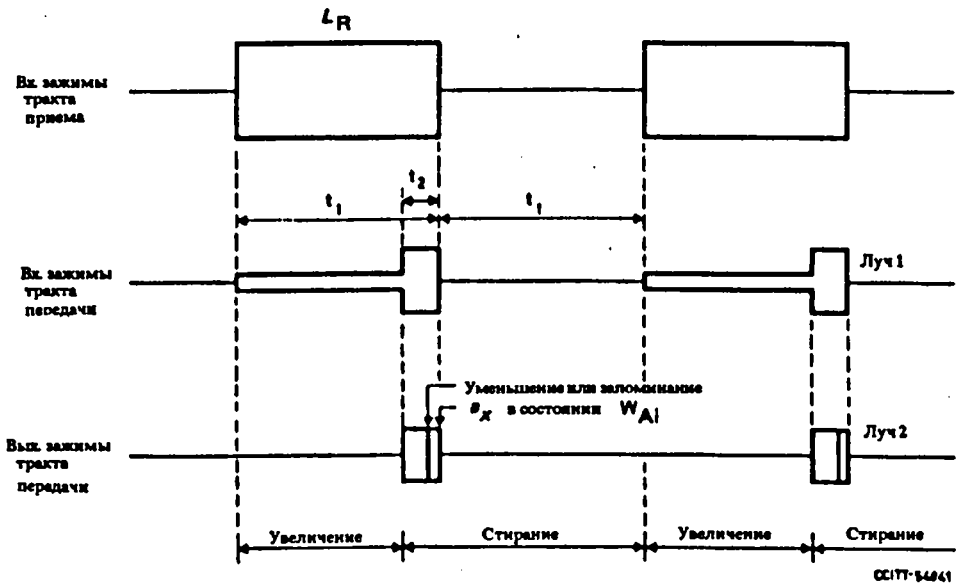
7) Проверить, чтобы перебой был виден на втором луче осциллографа (см. рис. 26/G.164).



Примечание. – $P_0 = P_1 = \overline{P}_2$ (взаимосвязь между P_0, P_1 и P_2).

РИСУНОК 25/G.164

Испытательная схема для измерения скорости увеличения a_X в состоянии Z_{Al}



Примечание. – В зависимости от алгоритма, используемого в состоянии W_{Al}, возможна любая из осциллограмм.

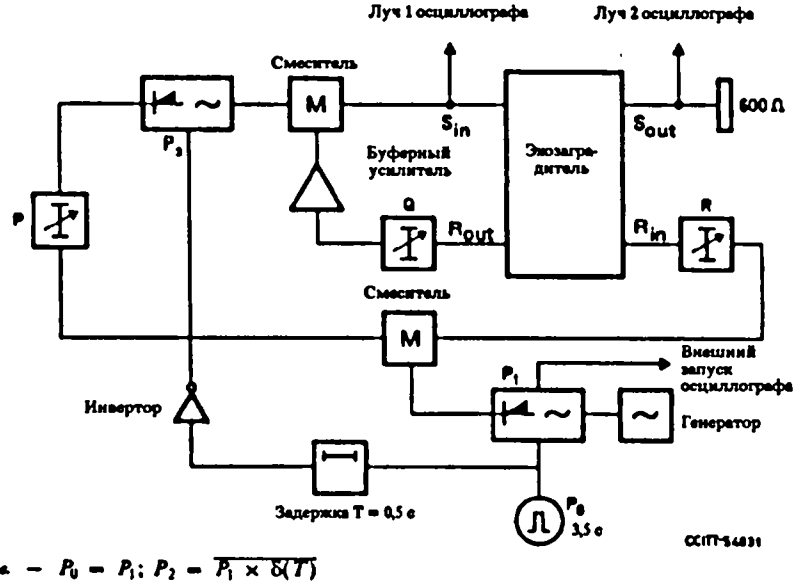
РИСУНОК 26/G.164

Осциллограммы для измерения скорости уменьшения a_X в состоянии Z_l

6.5.2.3 *Измерение скорости стирания a_X в состоянии X (см. рисунки 27/G.164 и 28/G.165), испытание № 10 c*

Испытательная схема показана на рис. 27/G.164; требуемое оборудование такое же, что и для испытания № 10 b.

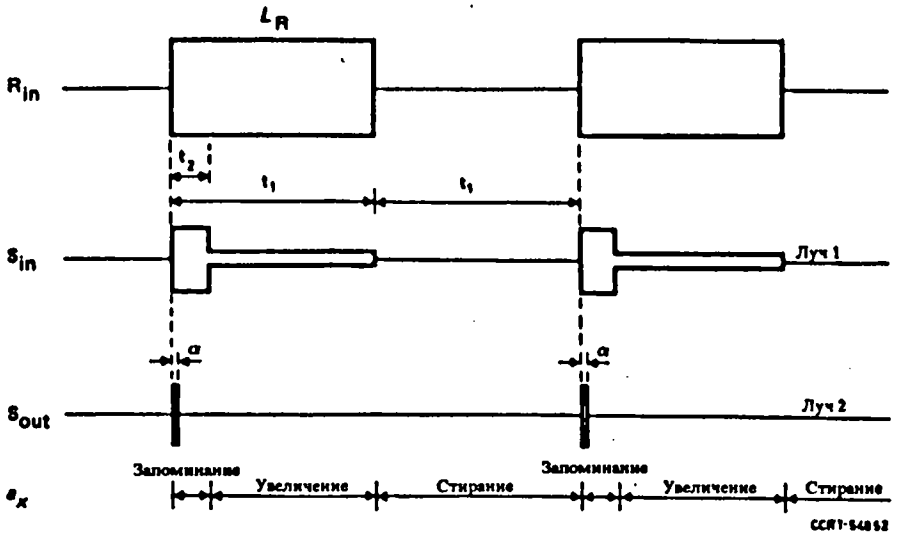
1) Установить генератор на 1000 Гц (допуски см. в § 6.1.4).
2) Отрегулировать Q таким образом, чтобы a_E = 20 дБ.
3) Отрегулировать R таким образом, чтобы L_R = 0 дБм0.
4) Отрегулировать P таким образом, чтобы L_S = −12 дБм0.
5) Отрегулировать периоды ВКЛЮЧЕНО и ВЫКЛЮЧЕНО для P_0 на 3,5 с.
6) Проверить, чтобы t_1 и t_2 были равны 3,5 и 0,5 с, соответственно.
7) Проверить, чтобы перебой не возникал на втором луче осциллографа.



Примечание. – $P_0 = P_1$; $P_2 = \overline{P_1 \times \delta(T)}$

РИСУНОК 27/G.164

Испытательная схема для измерения скорости P_3 стирания a_X в состоянии X



Примечание. – Возможное присутствие L_S на выходе в интервале a < 2 мс не влияет на результат испытания.

РИСУНОК 28/G.164

Осциллограмма для измерения скорости стирания a_X в состоянии X

Библиография

[1] Рекомендация МККТТ "Эхозаградители, пригодные для телеграфных цепей с малым или большим временем распространения", Оранжевая книга, том III, Рек. G.161, МСЭ, Женева, 1977 г.

[2] Рекомендация МККТТ "Влияние национальных сетей на устойчивость и эхо в международных соединениях", Оранжевая книга, том III, Рек. G.122, часть B, b), МСЭ, Женева, 1977 г.

[3] Рекомендация МККТТ "Характеристики качества ИКМ каналов между четырехпроводными стыками на тональных частотах", том III, Рек. G.712.

[4] Рекомендация МККТТ "Характеристики аппаратуры первичной ИКМ системы со скоростью передачи 1544 кбит/с", том III, Рек. G.733.

[5] Рекомендация МККТТ "Модем на 300 бод, нормализованный для применения на коммутируемой телефонной сети общего пользования", том VIII, Рек. V.21.

Рекомендация G.165

ЭХОКОМПЕНСАТОРЫ

(Женева, 1980 г; изменена в Малага-Торремолиносе, 1984 г., и Мельбурне, 1988 г.)

1 Общие положения

1.1 Эхокомпенсаторы представляют собой управляемые голосом устройства, размещаемые на четырехпроводном участке цепи (которая может представлять собой тракт для индивидуальной передачи или тракт, по которому передается многоканальный сигнал) и используемые для уменьшения эха посредством вычитания копии эхосигнала из реального эхосигнала цепи. Они могут характеризоваться тем, каким методом — аналоговым или цифровым — осуществляется передача по тракту или вычитание эхосигнала (см. рисунки 1/G.165, 2/G.165 и 3/G.165).

1.2 Настоящая Рекомендация применима для разработки эхокомпенсаторов, в которых используются аналоговые или цифровые методы и которые предназначены для работы на международных цепях. Эхокомпенсаторы, которые разработаны в соответствии с требованиями настоящей Рекомендации, будут совместимы друг с другом и с эхозаградителями, которые разработаны в соответствии с требованиями Рекомендаций G.161 [1] и G.164. Понятие совместимости определяется в § 1.4 Рекомендации G.164. Детали разработки, которые не оговариваются в данных требованиях, остаются на усмотрение разработчиков.

Эхокомпенсаторы могут использоваться не только для подавления эхосигнала на международных цепях, но и, например, в активных дифференциальных системах или в двухпроводных усилителях, однако настоящая Рекомендация к таким эхокомпенсаторам не относится.

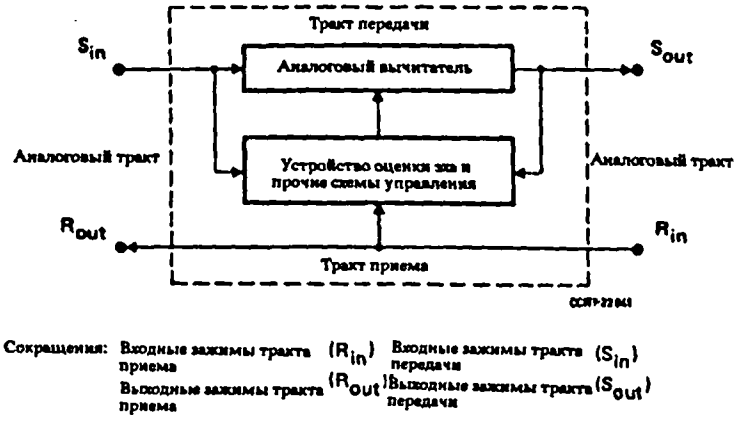
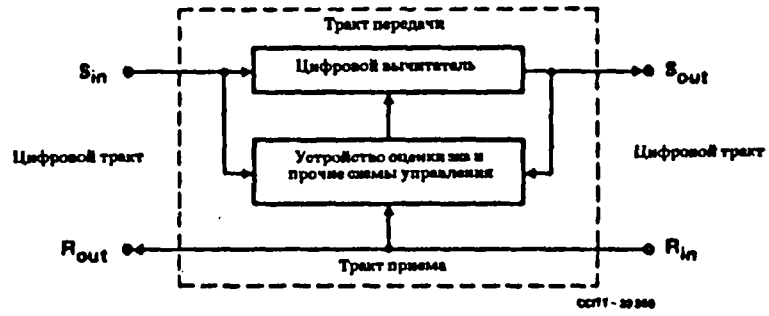


РИСУНОК 1/G.165

Эхокомпенсатор типа A



Примечание. – Функционально цифровой эхокомпенсатор типа C (DEC) имеет стык на 64 кбит/с. Однако 24 или 30 цифровых эхокомпенсаторов, например, могут объединяться по уровням первичных цифровых иерархий 1544 кбит/с или 2048 кбит/с, соответственно.

РИСУНОК 2/G.165

Эхокомпенсатор типа C

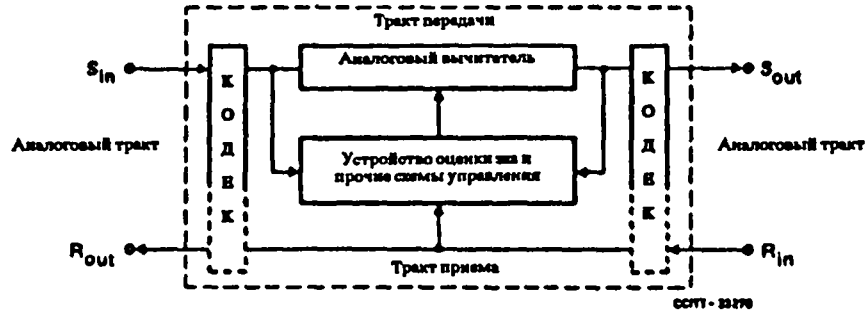


РИСУНОК 3/G.165

Эхокомпенсатор типа D

2 Определения, относящиеся к эхокомпенсаторам[1)]

В определениях и в тексте настоящей Рекомендации L — относительный уровень мощности сигнала, выраженный в дБм0, и A — затухание в тракте сигнала, выраженное в дБ.

2.1 эхокомпенсатор (см. рис. 4/G.165)

англ.: *echo canceller*

исп.: *compensador de eco; cancelador de eco*

фр.: *annuleur d'écho*

Управляемое голосом устройство, которое размещается на четырехпроводном участке цепи и используется для уменьшения эха, возникающего на ближнем конце в тракте передачи, путем вычитания копии эхосигнала из эхосигнала на ближнем конце.

---

1) Эти определения предполагают, что, если не указано иное, в трактах передачи или приема не имеется нелинейной обработки, например, центрального клиппирования, и этот сигнал на входных зажимах тракта передачи S_{in} является чисто эхосигналом.

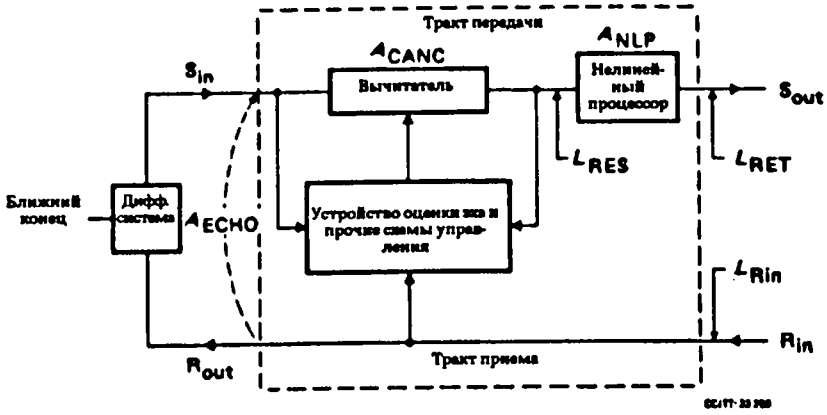


РИСУНОК 4/G.165

Эхокомпенсатор

2.2 **затухание эха (A_{ECHO})**

англ.: *echo loss (A_{ECHO})*

исп.: *atenuación del eco (A_{ECO})*

фр.: *affaiblissement d'écho (A_{ECHO})*

Затухание сигнала между выходными зажимами тракта приема (R_{out}) и входными зажимами тракта передачи (S_{in}) эхокомпенсатора, которое обусловлено затуханием передачи и затуханием дифференциальной системы, то есть затуханием в эхотракте.

Примечание. — Это определение не строго соответствует определению затухания эха, приведенному в § 2.2 Рекомендации G.122 и применяемому для затухания тракта *a-t-b*, который рассматривается от виртуальных точек коммутации международной цепи. Эхокомпенсатор может быть размещен ближе к точке отражения эха.

2.3 **затухание компенсации (A_{CANC})**

англ.: *cancellation (A_{CANC})*

исп.: *compensacion, cancelación (A_{COMP})*

фр.: *annulation (A_{NL})*

Затухание эхосигнала при прохождении по тракту передачи эхокомпенсатора. Это определение специально исключает нелинейную обработку на выходе эхокомпенсатора для получения еще большего затухания.

2.4 **уровень остаточного эха (L_{RES})**

англ.: *residual echo level (L_{RES})*

исп.: *nuvel de eco residual (N_{RES})*

фр.: *niveau d'écho résiduel (N_{RES})*

Уровень эхосигнала, который остается на выходных зажимах тракта передачи работающего эхокомпенсатора вследствие недостаточной компенсации эха в цепи. Он связан с уровнем L_{Rin} входного сигнала тракта приема выражением

$$L_{RES} = L_{Rin} - A_{ECHO} - A_{CANC}$$

Нелинейная обработка не включается.

2.5 **нелинейный процессор (NLP)**

англ.: nonlinear processor (NLP)
исп.: procesador no lineal (PNL)
фр.: processeur non linéaire (PNL)

Устройство, имеющее определенный пороговый уровень подавления, в котором:

a) подавляются сигналы, измеряемый уровень которых ниже порогового;

b) пропускаются сигналы, измеряемый уровень которых выше порогового, хотя эти сигналы могут быть искажены.

Примечание 1. — Точная работа нелинейного процесса зависит от используемого алгоритма детектирования и управления.

Примечание 2. — Примером нелинейного процессора может служить аналоговое устройство центрального клиппирования, в котором все уровни сигналов ниже определенного порога сводятся к некоторому минимальному значению.

2.6 **затухание нелинейной обработки (A_{NLP})**

англ.: nonlinear processing loss (A_{NLP})
исп.: atenuación por procesamiento (o tratamiento) no lineal (A_{PNL})
фр.: affaiblissement par traitement non linéaire (A_{TNL})

Дополнительное снижение остаточного уровня эха, вносимое нелинейным процессором, который размещается в тракте передачи эхокомпенсатора.

Примечание. — Строго говоря, затухание нелинейной обработки не может характеризоваться величиной потерь в дБ. Однако для иллюстрации и обсуждения вопроса о действии эхокомпенсаторов осторожное использование A_{NLP} может оказаться полезным.

2.7 **уровень возвращаемого эха (L_{RET})**

англ.: returned echo level (L_{RET})
исп.: nivel del eco devuelto (N_{DEV})
фр.: niveau de retour d'écho (N_{RET})

Уровень сигнала на выходных зажимах тракта передачи работающего эхокомпенсатора, который будет возвращаться к говорящему. Включается затухание, вносимое нелинейным процессором, если оно обычно присутствует. L_{RET} связано с L_{Rin} выражением

$$L_{RET} = L_{Rin} - (A_{ECHO} + A_{CANC} + A_{NLP}).$$

Следует отметить, что при отсутствии нелинейной обработки $L_{RES} = L_{RET}$.

2.8 **комбинированное затухание (A_{COM})**

англ.: combined loss (A_{COM})
исп.: atenuación combinada (A_{COMB})
фр.: affaiblissement combiné (A_{COM})

Сумма затухания эха, компенсации и затухания нелинейной обработки (если таковое имеет место). Это затухание связывает L_{Rin} и L_{RET} выражением:

$$L_{RET} = L_{Rin} - A_{COM}, \text{ где } A_{COM} = A_{ECHO} + A_{CANC} + A_{NLP}.$$

2.9 **схождение (конвергенция)**

англ.: convergence
исп.: convergencia
фр.: convergence

Процесс формирования модели эхотракта, который будет использоваться в схеме оценки эха для формирования копии эха цепи.

2.10 **время схождения**

англ.: convergence time
исп.: tiempo de convergencia
фр.: temps de convergence

Для заданного эхотракта временной интервал между моментом подачи определенного испытательного сигнала на входные зажимы тракта приема эхокомпенсатора (при первоначальной установке на нуль импульсной характеристики оцениваемого эхотракта) и моментом, когда уровень возвращаемого эха на выходных зажимах тракта передачи достигает определенного значения.

2.11 **время просачивания**

англ.: *leak time*

исп.: *tiempo de fuga*

фр.: *temps de fuite*

Временной интервал между моментом, когда испытательный сигнал снимается с входных зажимов тракта приема эхокомпенсатора в состоянии полного схождения, и моментом, когда модель эхотракта этого эхокомпенсатора изменяется таким образом, что, если испытательный сигнал вновь подается на входные зажимы R_{in} тракта приема при нейтрализованной схеме схождения, то эхо достигает определенного уровня.

Это определение относится к эхокомпенсаторам, в которых используются, например, схемы схождения с интеграторами с просачиванием.

3 Характеристики эхокомпенсаторов

3.1 *Общие положения*

Настоящая Рекомендация применима для разработки эхокомпенсаторов. Предполагается, что эхокомпенсаторы представляют собой "полукомплекты" эхокомпенсатора, то есть устройства, в которых компенсация производится только в тракте передачи под воздействием сигналов, присутствующих в тракте приема.

3.2 *Назначение, принцип действия и условия работы*

В любой двухпроводной телефонной цепи или в любой комбинации двух- и четырехпроводных телефонных цепей причиной появления эха является рассогласование полных сопротивлений. Эхокомпенсатор может быть использован для уменьшения уровня этого эха до допустимого значения.

Эхо, которое присутствует на входных зажимах тракта передачи эхокомпенсатора, представляет собой искаженный и замедленный отклик эхотракта на поступающие речевые сигналы с дальнего конца, то есть эхо является входящим речевым сигналом, который модифицируется эхотрактом. Эхотракт обычно характеризуется своей импульсной характеристикой (см. рис. 5/G.165). Эта характеристика типичного эхотракта показывает чистое время задержки t_r, которое обусловлено собственными задержками элементов передачи эхотракта, и дисперсный сигнал, который обусловлен ограничением полосы и многократными отражениями. Сумма их длительностей составляет величину задержки эхотракта t_d. Величины задержки и дисперсии будут изменяться в зависимости от свойств эхотракта; они, например, могут быть различными для разных национальных сетей. Предполагается, что эхотракты являются в основном линейными и не изменяются непрерывно[2], например, они не имеют волнистости фазы (см. Рекомендацию G.164). Кроме того, величина затухания эхотракта в дБ (см. § 2.2, выше) по всей вероятности, будет такой, что минимальное значение затухания между выходными зажимами тракта приема и входными зажимами тракта передачи эхокомпенсатора будет равно разности между относительными уровнями на этих двух парах зажимов плюс 6 дБ. Эхокомпенсаторы, выполненные в соответствии с настоящей Рекомендацией, будут правильно работать при затухании эха (A_{ECHO}) 6 дБ или больше. Они могут работать и при затухании (A_{ECHO}) меньше 6 дБ, но со сниженным качеством передачи. Выразить количественно это сниженное качество не представляется возможным.

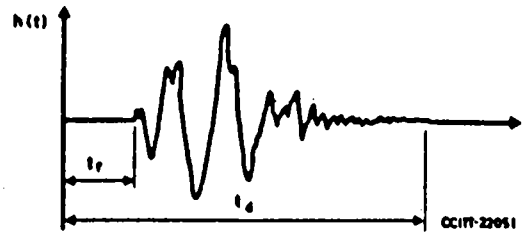


РИСУНОК 5/G.165

Пример импульсной характеристики эхотракта

---

[2] Эхокомпенсаторы, предназначенные специально для эхотрактов, которые имеют нелинейные и/или меняющиеся во времени характеристики, будут, по всей вероятности, гораздо более сложными, чем не предназначенные для этого. Имеющейся информации недостаточно, чтобы включить такие эхокомпенсаторы в данную Рекомендацию. Требованиям настоящей Рекомендации отвечают эхокомпенсаторы адаптивного типа; они могут копировать медленно изменяющиеся эхотракты, в которых речевые сигналы имеются только на приеме.

Эхокомпенсатор должен быть способен синтезировать модели импульсной характеристики эхотракта. Во многих эхокомпенсаторах моделирование эхотракта выполняется с помощью данных, которые получаются стробированием; стробирование производится с частотой Найквиста (8000 Гц). Для правильной работы такой эхокомпенсатор должен иметь память достаточно большой емкости для хранения требуемого количества отсчетов[3]. При слишком малом числе ячеек памяти эхокомпенсатор будет не в состоянии правильно синтезировать все эхотракты, а при слишком большом числе ячеек будет иметь место нежелательный дополнительный шум, обусловленный неиспользуемыми ячейками, сигналы в которых из-за погрешностей оценки, как правило, не равны нулю. Следует признать, что эхокомпенсатор создает дополнительный параллельный эхотракт. Если импульсная характеристика модели эхотракта значительно отличается от импульсной характеристики эхотракта, то суммарное значение возвращаемого эха может превысить эхо, которое обусловлено собственно эхотрактом.

При использовании эхокомпенсатора в последовательных соединениях эхотракты изменяются. Когда на входные зажимы тракта приема R_{in} впервые поступает речевой сигнал, эхокомпенсатор должен адаптироваться или сходиться к новому эхотракту, и желательно, чтобы это выполнялось достаточно быстро, например, за полсекунды. Кроме того, остаточное эхо должно быть слабым независимо от уровня принимаемых речевых сигналов и характеристик эхотракта. Некоторые Администрации считают, что вполне допустим несколько более высокий уровень остаточного эха при условии, что в дальнейшем он будет уменьшен вследствие использования в небольшой степени нелинейной обработки (см. § 5).

Когда абонент начинает говорить, несмотря на поступающие речевые сигналы другого абонента (двойной разговор), эхокомпенсатор может интерпретировать передаваемый сигнал как новый эхосигнал и попытаться адаптироваться к нему. Это может серьезно ухудшить субъективное качество соединения. При этом не только снижается компенсация эха, но и может иметь место искажение речи одновременно говорящих абонентов, поскольку эхокомпенсатор динамично пытается адаптироваться. В таком случае могут иметь место два решения. Первое заключается в использовании алгоритма, который обусловливает медленную адаптацию в периоды двойного разговора. Второе заключается в использовании детектора двойного разговора, аналогичного применяемому в эхозаградителях. Однако детектор двойного разговора в эхокомпенсаторе, как правило, должен отдавать предпочтение перебою при ложном воздействии эха. Это отличает его от детектора двойного разговора в эхозаградителе.

Таким образом, эхокомпенсаторы должны обладать следующими основными характеристиками:

1) быстрое схождение;

2) субъективный низкий уровень возвращаемого эха во время разговора одного абонента;

3) малое расхождение во время двойного разговора.

Когда эхокомпенсаторы размещаются с абонентской стороны оборудования международной сигнализации, токи сигнализации не проходят через компенсаторы, так что ни в каких специальных мерах нет нужды. Когда же компенсаторы размещаются на международной стороне оборудования сигнализации, они, как правило, нейтрализуются с помощью выключателя в течение интервалов активного обмена сигнализацией с тем, чтобы воспрепятствовать искажению сигналов эхокомпенсатором. Когда токи сигнализации одновременно появляются на зажимах трактов приема и передачи (аналогично одновременному разговору двух абонентов), принимаемый сигнал будет обрабатываться в модели эхотракта, которая входит в компенсатор. Копия сигнала, вырабатываемая компенсатором, может в значительной степени искажать передаваемый сигнал, так что он будет неправильно распознаваться приемным устройством сигнализации (примечание 1). Эхокомпенсатор должен быть нейтрализован во время передачи сигналов контроля целостности в системах сигнализации № 6 и № 7 МККТТ (примечание 2). Если эхокомпенсатор, который удовлетворяет требованиям Рекомендации G.165, размещается на международной стороне сигнальных устройств системы сигнализации № 5 МККТТ и находится в активном состоянии, то он будет мешать обмену сигналами, которые непрерывно обслуживают эту систему, если не будут приняты дополнительно специальные меры. Подробности приведены в Рекомендации Q.115.

Примечание 1. — При некоторых эхокомпенсаторах эта проблема может не возникать, если частоты передачи и приема будут разными.

Примечание 2. — В Рекомендации Q.271 по системе сигнализации № 6 МККТТ и в Рекомендации Q.724 по системе сигнализации № 7 МККТТ содержится следующее положение: "Поскольку наличие активных эхозаградителей в цепи будет оказывать мешающее действие на контроль целостности, необходимо нейтрализовать эти эхозаградители на время проведения проверки и заново включить их после ее выполнения".

---

3) Были успешно продемонстрированы эхокомпенсаторы с емкостью, обеспечивающей хранение реализаций длительностью 16–40 мс. Максимальная задержка t_d эхотракта на сети, где будет применен эхокомпенсатор, определяет требуемую емкость памяти.

3.3 *Внешнее включение и нейтрализация*

Должна обеспечиваться возможность включения или нейтрализации эхокомпенсатора подачей потенциала земли от междугородней цепи. Устройство включения должно обеспечивать возможность либо нормальной работы эхокомпенсатора, либо его нейтрализации. Некоторые эхокомпенсаторы типа С могут быть нейтрализованы непосредственно цифровым сигналом. Некоторые цифровые сигналы данных могут требовать от эхокомпенсаторов типа С обеспечения целостности последовательности битов 64 кбит/с-потока в состоянии внешней нейтрализации.

3.4 *Испытания и требования к характеристикам качества работы при подаче сигналов на вход трактов передачи и приема*

3.4.1 *Качество передачи*

Соответствующие требования Рекомендации G.164, которые предъявляются к качеству передачи, применимы также и к эхокомпенсаторам с исключениями, оговоренными ниже.

3.4.1.1 *Искажения задержки – тип А*

Искажения задержки относительно минимальной не должны превышать значений, которые указаны в таблице 1/G.165.

ТАБЛИЦА 1/G.165

Полоса частот (Гц)	Искажение групповой задержки (мкс)
500–600	300
600–1000	150
1000–2600	50
2600–3000	250

3.4.1.2 *Частотные искажения – тип А*

Частотные искажения должны быть такими, что, если Q дБ есть затухание на частоте 800 Гц (или 1000 Гц), то затухание должно находиться в диапазоне от $(Q + 0{,}5)$ дБ до $(Q - 0{,}2)$ дБ на любой частоте в полосе 300—3400 Гц и в диапазоне от $(Q + 1{,}0)$ дБ до $(Q - 0{,}2)$ дБ на частоте 200 Гц.

3.4.1.3 *Групповая задержка – тип С*

Групповая задержка в тракте передачи должна быть уменьшена до минимального значения и не должна превышать 1 мс. В тракте приема не должно быть ощутимой задержки.

Примечание. — Формирование проскальзываний цикла в эхотракте может иногда привести к ухудшению действия эхокомпенсаторов. Если задержка необходима для синхронизации цифровых трактов передачи и приема, то общая величина допустимой задержки в тракте передачи, включая групповую задержку, которая была упомянута выше, не должна превышать 1 мс, а в тракте приема — 250 мкс.

3.4.1.4 *Групповая задержка – тип D*

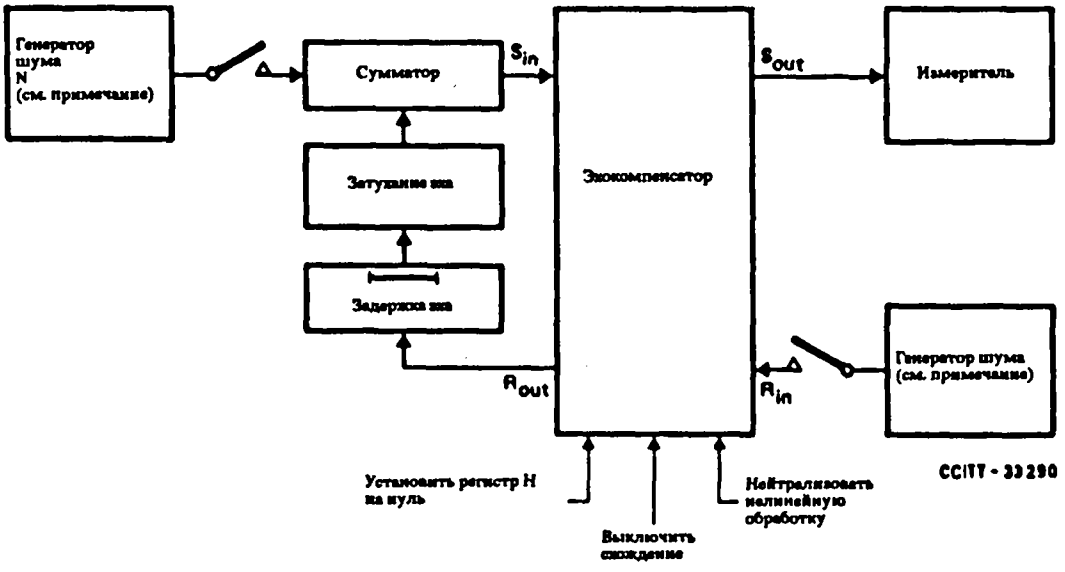
Групповая задержка в трактах передачи и приема должна удовлетворять требованиям § 3.4.1.3 для эхокомпенсаторов типа С с учетом дополнительной задержки для кодеков, как указано в Рекомендации G.712.

3.4.2 *Качество работы эхокомпенсатора*

Требования, предъявляемые к качеству и приведенные ниже, относятся к эхокомпенсаторам, в состав которых входят нелинейные процессоры (см. приложение А в отношении эхокомпенсаторов, в состав которых нелинейные процессоры не входят).

Для испытаний принимается, что нелинейный процессор может быть нейтрализован, что память импульсной характеристики эхотракта (регистр Н) может быть стерта (установлена на нуль) и что адаптация может быть нейтрализована.

Для определения требуемых параметров выполняются испытания с подачей сигналов на входные зажимы R_{in} тракта приема и S_{in} тракта передачи эхокомпенсатора и измерением сигналов на выходных зажимах S_{out} тракта передачи. Испытательная схема представлена на рис. 6/G.165. Предполагается, что относительные уровни мощности на зажимах будут равны. В качестве входного испытательного сигнала в тракте приема используется шум с ограниченной полосой. Затухание эха от частоты не зависит.



Примечание. – Требования § 3.4.2 основаны на использовании белого шума ограниченной полосы (300–3400 Гц) в качестве испытательного сигнала. Может быть также использован шум, сформированный в соответствии с Рекомендацией G.227. Однако возможность применения требований § 3.4.2 требует подтверждения и в настоящее время изучается.
Использование альтернативных испытательных сигналов, в большей мере отражающих реальную речь, и возможные изменения в процедурах испытаний и в требованиях также в настоящее время изучаются.

РИСУНОК 6/G.165

Испытание качества работы эхокомпенсатора

Основным назначением эхокомпенсатора является уменьшение эха речевого сигнала. Это осуществляется посредством формирования модели импульсной характеристики эхотракта и использования его для получения копии эхосигнала, которая вычитается из фактического эха цепи. Формирование должно выполняться по входному речевому сигналу. Из-за трудностей, связанных с определением речевого испытательного сигнала, рассматриваемые ниже испытания являются типовыми и основываются на использовании испытательного шумового сигнала с ограниченной полосой в первую очередь из-за удобства и воспроизводимости измерений. Эти испытания на эхокомпенсаторе должны выполняться только после того, как, согласно расчету, эхокомпенсатор обеспечивает правильное формирование модели импульсной характеристики эхотракта на основе входного речевого сигнала и соответствующего ему эха. В испытаниях, описанных в настоящем разделе, речевые сигналы не используются. Кроме того, в эхокомпенсаторе должен быть предусмотрен нелинейный процессор для сведения к минимуму, а, возможно, и исключения заметных влияний клиппирования одновременного разговора двух абонентов и резкого изменения шума (см. примечание а) к таблице 1 Рекомендации G.164). В настоящее время изучаются испытания, которые обеспечивают правильное функционирование.

3.4.2.1 *Испытание № 1 – Испытание для измерения уровней остаточного и возвращаемого эха в установившемся режиме*

Целью этого испытания является обеспечение затухания компенсации (A_{CANC}) в установившемся режиме, которое было бы достаточным для создания малого уровня остаточного эха, что позволит использовать нелинейную обработку без чрезмерной зависимости от нее.

Вначале освобождается регистр Н, затем подается принимаемый сигнал в течение времени, достаточного для того, чтобы эхокомпенсатор выполнил схождение, создавая уровень остаточного эха в установившемся режиме.

Требование (временное)

Когда регистр Н вначале установлен на нуль, нелинейный процессор нейтрализован для всех значений входного сигнала тракта приема, так что $L_{Rin} \geqslant -30$ дБм0 и $\leqslant -10$ дБм0, и для всех значений затухания эха $\geqslant 6$ дБ и при задержке эхотракта $t_d \leqslant \Delta$ мс[4]; уровень остаточного эха должен быть меньше или равен указанному на рис. 7/G.165. При включении нелинейного процессора уровень возвращаемого эха должен быть меньше −65 дБм0.

Примечание. — Рекомендация G.113 допускает применение в эхотракте до пяти ИКМ кодеков. Проверка на соответствие в этом случае требованию рис. 7/G.165 не проводилась. Данный вопрос находится в стадии изучения.

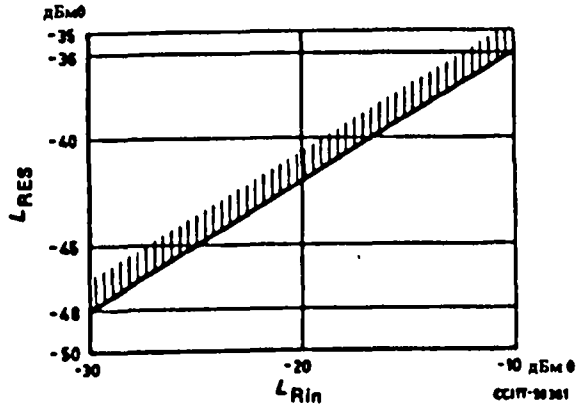


РИСУНОК 7/G.165

3.4.2.2 *Испытание № 2 – Испытание схождения*

Целью этого испытания является проверка быстроты схождения эхокомпенсатора при всех комбинациях входных уровней сигнала и эхотрактов, а также достаточно низкого уровня возвращаемого эха. Вначале освобождается регистр Н и устраняется адаптация. При наличии детектора двойного разговора он включается в режим двойного разговора посредством подачи сигналов на входные зажимы S_{in} тракта передачи и R_{in} тракта приема. Сигнал на зажиме S_{in} снимается, и одновременно включается адаптация. Степень адаптации, которая измерена по уровню возвращаемого эха, будет зависеть от характеристик схождения эхокомпенсатора и времени выключения детектирования состояния двойного разговора.

---

[4] Можно реализовать различные эхокомпенсаторы, которые предназначены для удовлетворительной работы при различных задержках эхотракта, в зависимости от их применения на различных сетях. Таким образом, Δ в настоящей Рекомендации всегда будет означать задержку t_d эхотракта, на которую рассчитан эхокомпенсатор.

Процедура испытания заключается в освобождении регистра H и выключении адаптации. Сигнал N подается с уровнем −10 дБм0 и, с другой стороны, на входные зажимы R_{in} тракта приема подается сигнал. Затем подача сигнала N прекращается и одновременно включается адаптация (см. рис. 8/G.165). Через 500 мс следует выключить адаптацию и произвести измерение уровня возвращаемого эха. Должен быть включен нелинейный процессор.

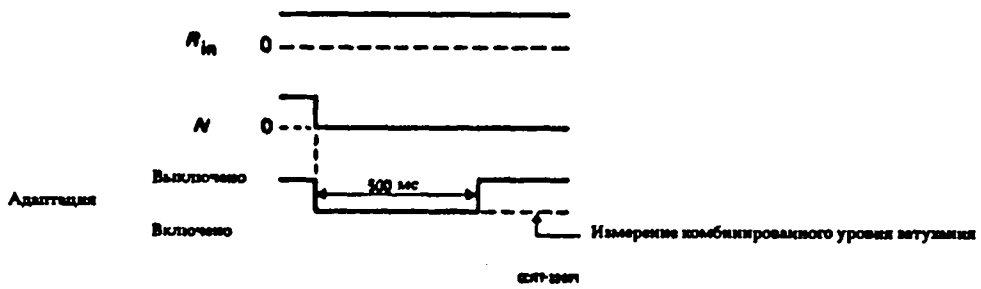


РИСУНОК 8/G.165

Требование

Когда регистр H вначале устанавливается на нуль при всех значениях $L_{R\,in} \geqslant -30$ дБм0 и $\leqslant -10$ дБм0 в течение 500 мс и при всех значениях затухания эха $\geqslant$ 6 дБ и задержке $t_d \leqslant \Delta$ мс в эхотракте, комбинированное затухание ($A_{COM} = A_{ECHO} + A_{CANC} + A_{NLP}$) должно быть $\geqslant$ 27 дБ.

3.4.2.3 *Испытание № 3 – Качество передачи в условиях двойного разговора*

Целью двух частей этого испытания является измерение качества работы эхокомпенсатора в различных условиях двойного разговора. При испытании предполагается, что при обнаружении двойного разговора принимаются меры по предотвращению или замедлению адаптации, с тем чтобы избежать чрезмерного уменьшения компенсации.

3.4.2.3.1 Целью испытания № 3 а является проверка того, что чувствительность детектирования двойного разговора настолько мала, что эхосигнал и низкий уровень речи на ближнем конце не вызывают ложного действия детектора двойного разговора, в результате которого адаптация становится невозможной. Процедура испытания заключается в освобождении регистра H; затем при некотором значении задержки эха и затухания эха на входные зажимы R_{in} тракта приема подается сигнал. Одновременно (см. рис. 9/G.165) на входные зажимы S_{in} тракта передачи подается мешающий сигнал, уровень которого достаточно мал, чтобы не оказывать серьезного влияния на способность эхокомпенсатора к схождению. Этот сигнал не должен вызывать действия детектора двойного разговора, так что должны иметь место адаптация и компенсация. Через 1 с адаптация выключается и производится измерение остаточного эха. Нелинейный процесс должен быть *нейтрализован*.

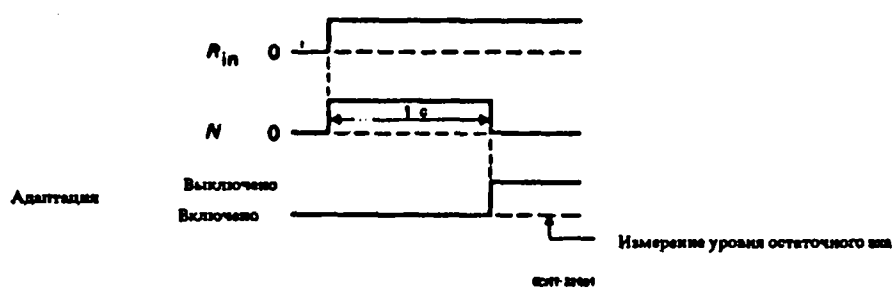


РИСУНОК 9/G.165

Требование

Когда регистр Н вначале устанавливается на нуль при всех значениях $L_{Rin} > -25$ дБм0 и < -10 дБм0, $N = L_{Rin} - 15$ дБ, $A_{ECHO} > 6$ дБ и задержке $t_d > \Delta$ мс в эхотракте, должно иметь место схождение в течение 1,0 с и L_{RES} должно быть $< N$.

3.4.2.3.2 Целью испытания № 3 b является проверка обеспечения того, чтобы детектор двойного разговора был достаточно чувствителен и быстро срабатывал, позволяя избежать большого расхождения эхокомпенсатора во время двойного разговора.

Процедура испытания заключается в следующем: вначале обеспечивается полное схождение эхокомпенсатора для заданного эхотракта. Затем сигнал подается на входные зажимы R_{in} тракта приема. Одновременно (см. рис. 10/G.165) сигнал N подается на входные зажимы S_{in} тракта передачи; этот сигнал имеет уровень по крайней мере равный уровню сигнала на входном зажиме R_{in} тракта приема. Это должно вызывать срабатывание детектора двойного разговора. Через произвольное время $\delta t > 0$ адаптация выключается и производится измерение остаточного эха. Нелинейный процессор должен быть нейтрализован.

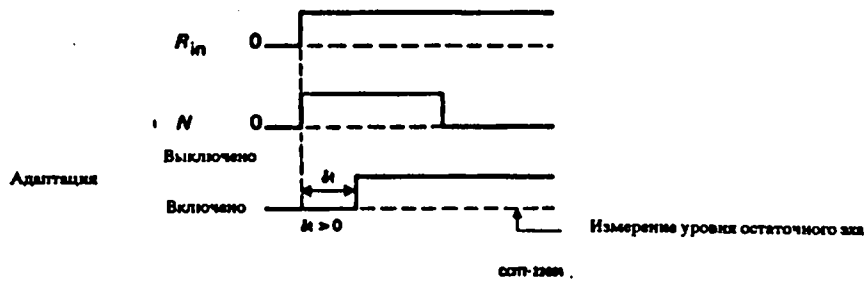


РИСУНОК 10/G.165

Требование

Когда первоначально эхокомпенсатор находится в состоянии полного схождения при всех значениях $L_{Rin} > -30$ дБм0 и < -10 дБм0 и при всех значениях $N > L_{Rin}$, а также при всех значениях затухания эха > 6 дБ и задержке $t_d < \Delta$ мс в эхотракте, уровень остаточного эха после одновременного включения L_{Rin} и N в течение любого периода времени не должен увеличиваться более чем на 10 дБ в соответствии с условиями установившегося режима испытания № 1.

3.4.2.4 *Испытание № 4 – Проверка времени просачивания*

Целью этого испытания является проверка обеспечения того, чтобы время просачивания было не слишком мало, то есть не слишком быстро уменьшалось до нуля содержимое регистра Н.

Процедура испытания заключается в обеспечении полного схождения эхокомпенсатора для заданного эхотракта и затем снятии с эхокомпенсатора всех сигналов. Через 2 мин содержимое регистра Н замораживается, на входные зажимы R_{in} тракта приема подается сигнал и производится измерение остаточного эха (см. рис. 11/G.165). Если при нормальной работе используется нелинейный процесс, то он должен быть *нейтрализован.*

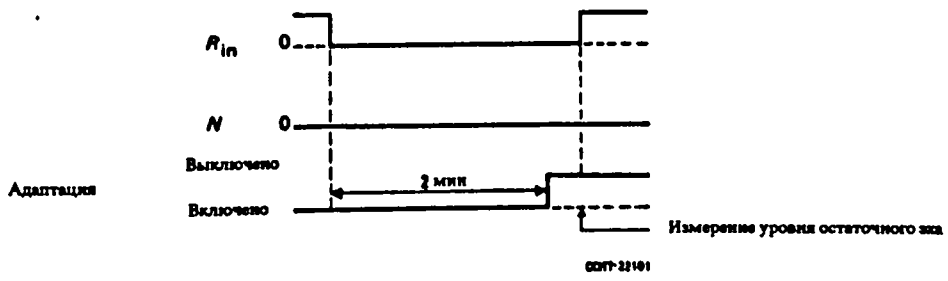


РИСУНОК 11/G.165

Требование

Когда первоначально эхокомпенсатор находится в состоянии полного схождения при всех значениях L_{Rin} > −30 дБм0 и < −10 дБм0, через 2 мин после снятия сигнала на входных зажимах R_{in} тракта приема уровень остаточного эха не должен вырасти более чем на 10 дБ по сравнению с условиями установившегося режима испытания № 1.

3.4.2.5 *Испытание № 5 – Проверка схождения при бесконечном затухании эха*

Целью этого испытания является проверка наличия в эхокомпенсаторе средств, препятствующих нежелательному образованию эхосигнала. Это может иметь место, когда регистр H содержит модель эхотракта либо от предшествовавшего соединения, либо от соединения, которое имеет место в данный момент, и эхотракт разомкнут (эхо цепи исчезло), а на входных зажимах R_{in} тракта приема имеет место сигнал.

Процедура испытания заключается в обеспечении полного схождения эхокомпенсатора для заданного эхотракта. Затем эхотракт прерывается, в то время как на входных зажимах R_{in} тракта приема остается сигнал. Через 500 мс после прерывания эхотракта на выходных зажимах S_{out} тракта передачи должен быть измерен возвращенный эхосигнал (см. рис. 12/G.165). Нелинейный процессор должен быть *нейтрализован.*

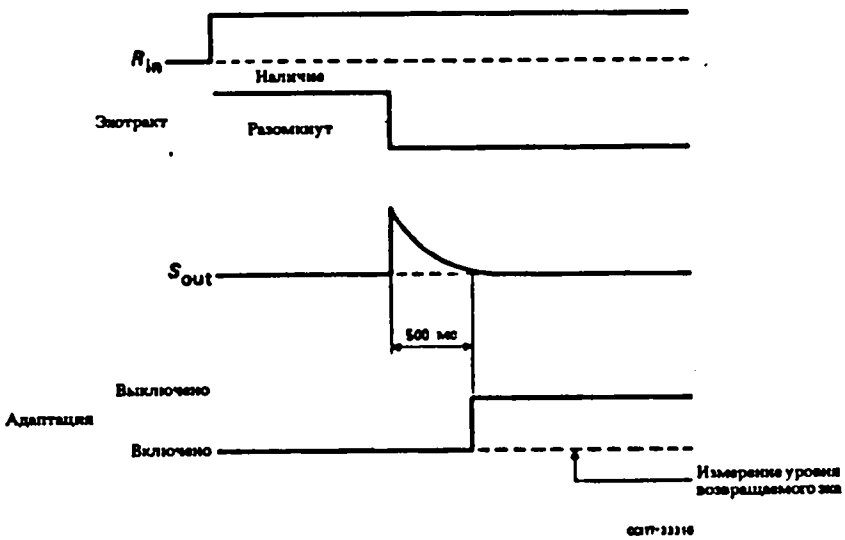


РИСУНОК 12/G.165

Требование (временное)

Когда первоначально эхокомпенсатор находится в состоянии полного схождения при всех значениях затухания эха > 6 дБ и при всех значениях L_{Rin} > −30 дБм0 и < −10 дБм0, уровень возвращаемого эха на выходных зажимах S_{out} тракта передачи должен быть < −37 дБм0 через 500 мс после прерывания эхотракта.

3.4.2.6 *Испытание № 6 – Испытание устойчивости*

В настоящее время изучается.

4 Характеристики устройства тональной нейтрализации эхокомпенсатора

4.1 *Общие положения*

Для обеспечения хорошей работы всех стандартизированных в настоящее время модемов серии V рассматриваемые в настоящей Рекомендации эхокомпенсаторы должны быть снабжены детектором сигнала тональной частоты, который соответствует требованиям данного раздела. Этот детектор тональной частоты реагирует на сигнал нейтрализации, который отличается от сигнала, используемого для нейтрализации эхозаградителя и описанного в Рекомендации G.164, § 5, и представляет собой тональный сигнал, частота которого равна 2100 Гц, с периодическими изменениями фазы на 180°. Устройство тональной нейтрализации должно реагировать только на определенный сигнал в полосе передаваемых частот. Оно не должно включаться по другим сигналам в этой полосе, например, по речевому сигналу или по сигналу тональной частоты 2100 Гц без изменения фазы. Устройство тональной нейтрализации должно обнаруживать сигнал нейтрализации, который может иметь место либо в тракте передачи, либо в тракте приема, и реагировать на него.

Требования, предъявляемые к нейтрализации эхокомпенсатора и обеспечивающие нормальную работу аппаратуры АТМЕ № 2, которая передает тональный сигнал частотой 2100 Гц с изменениями фазы на 180°, могут быть удовлетворены при использовании либо устройства тональной нейтрализации, которое определено в настоящем разделе, либо устройства тональной нейтрализации эхозаградителя, которое определено в § 5 Рекомендации G.164. Однако применение устройства нейтрализации, описанного в § 5 Рекомендации G.164, не обеспечивает хорошей работы со всеми стандартизированными в настоящее время модемами серии V.

В данном разделе термин "нейтрализованный" относится к уровню, при котором эхокомпенсатор имеет такую конфигурацию, что он больше не изменяет сигналы, проходящие через него в любом направлении. В этих условиях копия эхосигнала не вычитается в тракте передачи, нелинейный процессор становится прозрачным, а величина задержки передачи через эхокомпенсатор все еще удовлетворяет требованиям, определение которых дано в § 3.4.1. Однако не предполагается никакой связи между режимами цепи до и после нейтрализации. С одной стороны, не нормируется режим работы эхокомпенсаторов при подаче на вход тональных сигналов (таких как сигнал нейтрализации). С другой стороны, импульсная характеристика, которая хранилась в памяти эхокомпенсатора до схождения (и до начала передачи тонального сигнала нейтрализации), является произвольной. Это может привести к формированию дополнительных кажущихся эхотрактов, которые в некоторых реализациях эхокомпенсаторов остаются неизменными до распознавания тонального сигнала нейтрализации. Следует также отметить, что на этой же цепи могут размещаться эхозаградители и что не оговариваются соотношения между их задержками в состоянии включения и нейтрализации. Несмотря на вышеизложенное, можно, например, измерить суммарное время распространения эхосигнала цепи с сигналом нейтрализации, однако для этого должен использоваться задний фронт тонального импульса, и должно быть выдержано время, которое достаточно для нейтрализации всех устройств перед снятием сигнала нейтрализации и началом отсчета.

Следует отметить, что это условие необязательно удовлетворяет требованию в отношении целостности последовательности битов в 64 кбит/с-потоке; в этом случае должны применяться другие средства нейтрализации, которые соответствуют § 3.4 Рекомендации G.165.

Эталонное устройство тональной нейтрализации описано в приложении B.

4.2 *Характеристики устройства нейтрализации*

Устройство тональной нейтрализации эхокомпенсатора требует обнаружения тонального сигнала частотой 2100 Гц с изменениями фазы на 180°. Характеристики передаваемого сигнала определены в Рекомендации V.25. Должны обнаруживаться изменения фазы в диапазоне 180° ± 25°, а изменения фазы в диапазоне 0° ± 110° должны игнорироваться.

Частотные характеристики детектора тонального сигнала аналогичны характеристикам детектора тонального сигнала эхозаградителя, которые приведены в § 5 Рекомендации G.164.

Динамический диапазон этого детектора должен быть совместим с входными уровнями, которые определены в Рекомендациях V.2 и H.51, с учетом изменений, вносимых коммутируемой телефонной сетью общего пользования.

4.3 *Характеристики полосы защиты*

Аналогичны определенным в § 5.3 Рекомендации G.164 и совместимы с динамическим диапазоном, который указан в § 4.2, выше, за исключением следующего. Детектор должен правильно срабатывать в присутствии белого шума, уровень которого на 11 (или меньше) дБ ниже сигнала 2100 Гц. В диапазоне 5—11 дБ никаких указаний дать невозможно из-за различий в применяемых измерительных приборах. В частности, параметры могут изменяться в зависимости от отношения пикового значения к среднему значению используемого генератора шума. Однако, как правило, число (в %) правильных срабатываний (обнаружение изменений фазы порядка 180° ± 25° и необнаружение изменений фазы порядка 0° ± 110°) должно снижаться не более чем на 1% для каждого уменьшения на 1 дБ отношения сигнал/шум ниже 11 дБ. Администрация ФРГ указывает на возможность разработки такого детектора, который способен правильно срабатывать при отношении сигнал/шум равном 5 дБ.

4.4 *Характеристики полосы удержания*

Аналогичны определенным в § 5.4 Рекомендации G.164.

4.5 *Время включения*

Время включения должно быть достаточно большим, чтобы обеспечить защиту от ложного срабатывания от речевых сигналов, но не столь большим, чтобы увеличивать время нейтрализации без необходимости. Устройство тональной нейтрализации должно включаться в течение 1 с после приема сигнала нейтрализации.

4.6 *Ложное включение от разговорных токов*

То же, что в § 5.6 Рекомендации G.164.

4.7 *Ложное включение от сигналов данных*

Желательно, чтобы ложное включение устройства тональной сигнализации под воздействием сигналов данных из блоков данных, на которые оказывает вредное влияние нейтрализация эхокомпенсатора, было редким. Разумная норма для эхокомпенсатора, установленного на действующей цепи, такова, что обычные сигналы данных из подобных блоков данных в среднем не должны вызывать более 10 ложных включений за 100 часов передачи данных.

4.8 *Время выключения*

Аналогично определенному в § 5.7 Рекомендации G.164.

4.9 *Прочие соображения*

И эхо сигнала нейтрализации, и эхо сигнала вызова могут мешать обнаружению сигнала нейтрализации эхокомпенсатора. Поэтому не рекомендуется суммировать входные сигналы приема и передачи для получения входного сигнала одного детектора.

Особое внимание следует обратить на число поворотов (изменений) фазы на 180°, необходимых для обнаружения сигнала нейтрализации. Некоторые Администрации предпочитают однократный поворот для повышения вероятности обнаружения даже в присутствии проскальзываний, импульсных помех и малого отношения сигнал/шум. Другие же Администрации принимают два поворота фазы, чтобы повысить вероятность правильного различения сигналов частотой 2100 Гц без поворота и с поворотом фазы.

5 Нелинейные процессоры для использования в эхокомпенсаторах

5.1 *Устройства, охватываемые Рекомендацией*

Для цели настоящей Рекомендации термин "нелинейный процессор" означает только те устройства, которые соответствуют определению, приведенному в § 2.5, и которые признаны эффективными в компенсаторах. Такие нелинейные процессоры могут быть реализованы несколькими способами (одним из примеров являются устройства центрального клиппирования) с фиксированными или адаптивными рабочими характеристиками; однако никакой рекомендации в отношении какой бы то ни было конкретной реализации не дается. Общие принципы и указания изложены в § 5.2. Более подробная и конкретная информация требует ссылок на конкретные реализации. Ее можно найти в приложении C для частного случая "эталонного нелинейного процессора". Использование этого термина означает, что этот случай приведен только в качестве ориентира и как иллюстрация. При этом не исключаются другие реализации и не имеется в виду, что эталонный нелинейный процессор обязательно является наилучшей реализацией по каким-либо техническим, эксплуатационным или экономическим соображениям.

5.2 *Общие принципы и указания*

5.2.1 *Функция*

5.2.1.1 *Общие положения*

Нелинейный процессор размещается в тракте передачи между выходом вычитателя и выходными зажимами тракта передачи эхокомпенсатора. В принципе это — устройство, которое блокирует сигналы с низким уровнем и пропускает сигналы с высоким уровнем. Его функция заключается в дальнейшем снижении уровня остаточного эха (L_{RES} по определению в § 2.4), который остается после недостаточной компенсации эха цепи, чтобы мог быть достигнут необходимый уровень возвращаемого эхосигнала (L_{RET} по определению в § 2.7).

5.2.1.2 *Качество работы на сети*

Плохое выполнение компенсации может быть обусловлено тем, что эхокомпенсаторы, которые соответствуют настоящей Рекомендации, могут оказаться неспособными правильно смоделировать эхотракты, создающие большие нелинейные искажения (см. § 3.2). Такие искажения могут иметь место, например, на сетях, соответствующих Рекомендации G.113, которая допускает возможность включения в эхотракт до пяти пар ИКМ кодеков (соответствующих Рекомендации G.712). Накопленные искажения квантования от этих кодеков могут не давать эхокомпенсатору возможности достичь необходимого L_{RET} только лишь с помощью использования методов линейной компенсации. Поэтому рекомендуется, чтобы все эхокомпенсаторы, которые способны моделировать только линейные составляющие эхотрактов, но предназначены для общей сети, включали соответствующие нелинейные процессоры.

5.2.1.3 *Ограничения*

Подобное использование нелинейных процессоров представляет собой компромисс в отношении прозрачности цепи, которая была бы возможна при эхокомпенсаторах, способных достичь необходимого L_{RET} с помощью только лишь методов моделирования и компенсации. В идеале нелинейный процессор не должен вызывать искажений речи с ближнего конца. На практике может оказаться невозможным приблизиться к этому идеалу; в таком случае рекомендуется, чтобы нелинейные процессоры были неактивными в условиях двойного разговора или разговора одного абонента на ближнем конце. Отсюда ясно, что не следует слишком полагаться на нелинейный процессор и что L_{RES} должно быть достаточно малым, чтобы воспрепятствовать появлению нежелательного эха в условиях двойного разговора.

5.2.1.4 *Передача данных*

Нелинейные процессоры могут оказывать вредное влияние на передачу данных через включенный эхокомпенсатор. Этот вопрос находится в стадии изучения.

5.2.2 *Порог подавления*

5.2.2.1 *Общие положения*

Уровень порога подавления (T_{SUP}) нелинейного процессора выражается в дБм0 и равен самому высокому уровню синусоидального сигнала в заданный момент, который подавляется. Могут быть использованы уровни фиксированного или адаптивного порога подавления.

5.2.2.2 *Фиксированный порог подавления*

При фиксированном пороге подавления уровень, который должен быть использован, зависит от достигаемого затухания компенсации и статистики уровней речи и условий на линии конкретной сети, на которой должен использоваться эхокомпенсатор. В связи с этим рекомендуется, чтобы реальный уровень можно было выбирать в условиях эксплуатации, что позволит пользователю отрегулировать его в зависимости от реальных условий на сети. Значения уровня фиксированного порога подавления, которые должны быть использованы, в настоящее время изучаются — см. примечания 1 и 2.

Примечание 1. — Временно предлагается установить уровень порога подавления на несколько децибелов выше уровня, который позволяет подавлять *пики* L_{RES} для "2σ говорящих" и "2σ затуханий отражения эха".

Примечание 2. — Результаты эксплуатационных испытаний, о которых сообщила одна Администрация, показали, что уровень фиксированного порога подавления —36 дБм0 обеспечивает удовлетворительную работу. Проведенное другой Администрацией теоретическое исследование эхотракта, в состав которого входят пять пар ИКМ кодеков, показало, что при L_R = —10 дБм0, искажение квантования может дать L_{RES} = —38 дБм0.

5.2.2.3 *Адаптивный порог подавления*

Хороший компромисс между использованием высокого T_{SUP} для того, чтобы воспрепятствовать его превышению остаточным эхосигналом громко говорящего абонента, и использованием низкого T_{SUP} для того, чтобы уменьшить искажение речи при перебое, можно получить, если сделать T_{SUP} адаптивным к реальным условиям цепи и уровням речевого сигнала. Этого компромисса можно достичь многими способами; никакой рекомендации о конкретном осуществлении этого не дается. Общие руководящие принципы, которые применимы к уровням алгоритма управления и порогов подавления, в настоящее время изучаются.

5.2.3 *Управление включением нелинейного процессора*

5.2.3.1 *Общие положения*

Чтобы соответствовать рекомендации, содержащейся в § 5.2.1.3, необходимо управлять включением нелинейного процессора таким образом, чтобы он не включался во время разговора абонента на ближнем конце. В состоянии "включено" нелинейный процессор должен функционировать нормально, уменьшая L_{RES}. В состоянии "выключено" он не должен выполнять никакой нелинейной обработки сигнала, проходящего через эхокомпенсатор.

5.2.3.2 *Принципы управления*

Рекомендуется, чтобы управление включением нелинейного процессора определялось следующими двумя принципами. Во-первых, будучи предназначенным для дальнейшего уменьшения L_{RES}, он должен быть активным при высоком уровне L_{RES}. Во-вторых, поскольку он не должен искажать речь абонента на ближнем конце, он должен быть неактивным во время такой речи. В том случае, если между этими двумя принципами имеет место противоречие, функция управления должна осуществляться в соответствии со вторым принципом.

5.2.3.3 *Статические характеристики*

На рис. 13/G.165 представлена теоретическая диаграмма, которая показывает два рабочих состояния нелинейного процессора. Плоскость L_S L_R делится порогом WZ на две зоны — W и Z. В зоне W нелинейный процессор неактивен, а в зоне Z — активен. Для правильного управления нелинейным процессором, чтобы обеспечить работу в соответствующей зоне, требуется определять, имеет ли место двойной разговор или речь на ближнем конце. Неправильное распознание состояния двойного разговора в сочетании с высоким уровнем порога подавления приведет к искажению речи на ближнем конце. В этом случае эхокомпенсатор проявляет некоторые свойства эхозаградителя. Низкий уровень порога подавления будет допускать состояние легкого двойного разговора, даже если сделана ошибка в распознании, так как речь на ближнем конце будет иметь только низкий уровень нелинейных искажений. Если уровень порога подавления слишком низок, то могут быть слышны пики остаточного эха.

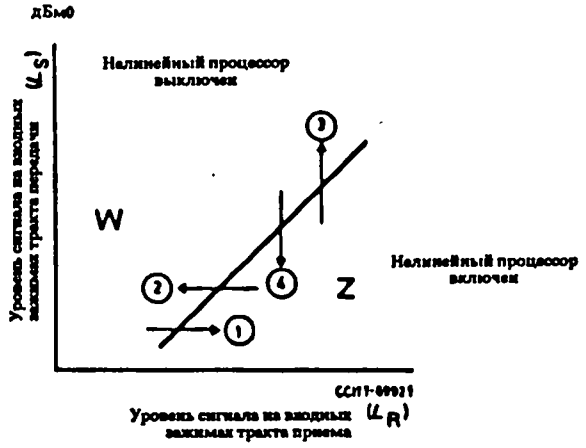


РИСУНОК 13/G.165

Рабочие зоны нелинейного процессора

5.2.3.4 *Динамические характеристики*

Динамические характеристики можно определить, указав время, требуемое для того, чтобы при изменении параметров сигнала, соответствующем переходу от точки одной зоны в точку другой зоны, установилось состояние, которое соответствует второй зоне. Четыре таких перехода показаны на рис. 13/G.165 стрелками.

Переход № 1 – Из зоны W в зону Z при постоянном L_S и возрастающем L_R

В этом случае вначале создается сигнал L_S, а сигнал L_R возрастает до довольно высокого уровня, чтобы перекрыть L_S в тракте управления и перевести нелинейный процессор из неактивного состояния в активное. Поскольку это вызывает искажение сигнала L_S (в данном случае речь ближнего абонента), это действие не должно начинаться слишком быстро.

Переход № 2 – Из зоны Z в зону W при постоянном L_S и уменьшающемся L_R

В данном случае сигнал L_R перекрывает сигнал L_S в тракте управления и нелинейный процессор находится в активном состоянии. Теперь сигнал L_R уменьшается. Нелинейный процессор должен оставаться активным достаточно долго, чтобы предотвратить возможность прослушивания дальним абонентом эха, сохраняющегося в эхотракте.

Переход № 3 – Из зоны Z в зону W при постоянном L_R и возрастающем L_S

Этот переход совершается в ответ на начало двойного разговора. После распознавания сигнала L_S нелинейный процессор должен быть как можно скорее переключен в неактивное состояние, что даст возможность минимизировать любое искажение речи ближнего абонента.

Переход № 4 – Из зоны W в зону Z при постоянном L_R и уменьшающемся L_S

В этом случае L_S распознается, но уменьшается. Любое предпринимаемое действие должно способствовать прохождению сигнала L_S. Это означает, что при переключении нелинейного процессора снова в активное состояние должна иметь место некоторая задержка.

5.2.4 *Предельные значения частот в трактах управления*

Вопрос изучается.

Примечание. — В зависимости от конкретной реализации нелинейного процессора изложенные соображения и предельные значения частот, указанных в § 3.2.4.2 Рекомендации G.164 для трактов управления подавлением и перебоем эхозаградителей, могут также применяться к аналогичным трактам управления, используемым в нелинейных процессорах. Эти тракты управления могут включать управление включением и управление уровнем адаптивного порога подавления.

5.2.5 *Затухание сигналов ниже порогового уровня*

Затухание сигналов, уровень которых ниже уровня порога подавления нелинейного процессора в активном состоянии, должно быть таким, чтобы удовлетворились требования § 3.4.2.1.

5.2.6 *Испытание нелинейных процессоров*

Нелинейный процессор может рассматриваться как особый случай эхозаградителя, который ограничивается подавлением только сигналов с низким уровнем. Типы испытаний, необходимые для определения рабочих характеристик нелинейных процессоров, весьма схожи с типами испытаний эхозаградителей, которые рассмотрены в Рекомендации G.164. Однако в зависимости от конкретной реализации нелинейного процессора переходы между зонами W и Z на рис. 13/G.165 могут быть не столь резко выраженными, как в случае эхозаградителей. Сигналы, которые имеют место на выходных зажимах тракта передачи эхокомпенсатора, могут в течение коротких периодов искажаться при переходах между зонами W и Z. Хотя Рекомендация G.164 может быть использована в качестве руководства для испытания нелинейных процессоров, все же могут потребоваться определенные изменения испытательных схем, что позволит выполнять измерения на некоторых специфичных реализациях нелинейных процессоров. Никаких рекомендаций относительно универсальной испытательной схемы, которая была бы пригодна для всех реализаций рассматриваемого устройства, дать невозможно.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(к Рекомендации G.165)

Эхокомпенсаторы без нелинейной обработки

Можно реализовать эхокомпенсаторы без нелинейной обработки. В этом случае полное затухание эха обеспечивается его компенсацией. Компенсация эха, которую можно получить, ограничивается характеристиками эхотракта и методом реализации эхокомпенсатора. В частности, если в эхотракте или эхокомпенсаторе используется одна пара кодеков, соответствующих Рекомендации G.712, то максимальное затухание компенсации эха (с учетом погрешностей квантования в эхокомпенсаторе и других снижений качества) будет соответствовать затуханию, которое указано сплошной линией на рис. А-1/G.165.

Были проведены испытания эхокомпенсаторов, соответствующих сплошной линии на рис. A-1/G.165, что позволило определить их приемлемость для работы в Японии. Однако другие испытания показали, что компенсация, которая требуется от эхокомпенсаторов, предназначенных для общего применения, по крайней мере соответствует компенсации, показанной на рис. A-1/G.165 пунктирной линией. Этот вопрос требует дальнейшего изучения. До получения результатов этого изучения эхокомпенсаторы без нелинейных процессоров для общего применения не рекомендуются.

Все положения и испытания, которые фигурируют в Рекомендации G.165, применимы к этим эхокомпенсаторам, за исключением следующих:

a) § 3.4.2.1: требуемый уровень остаточного эха соответствует показанному на рис. A-1/G.165 сплошной линией;

b) для всех других испытаний никакие ссылки на нелинейную обработку в расчет не принимаются.

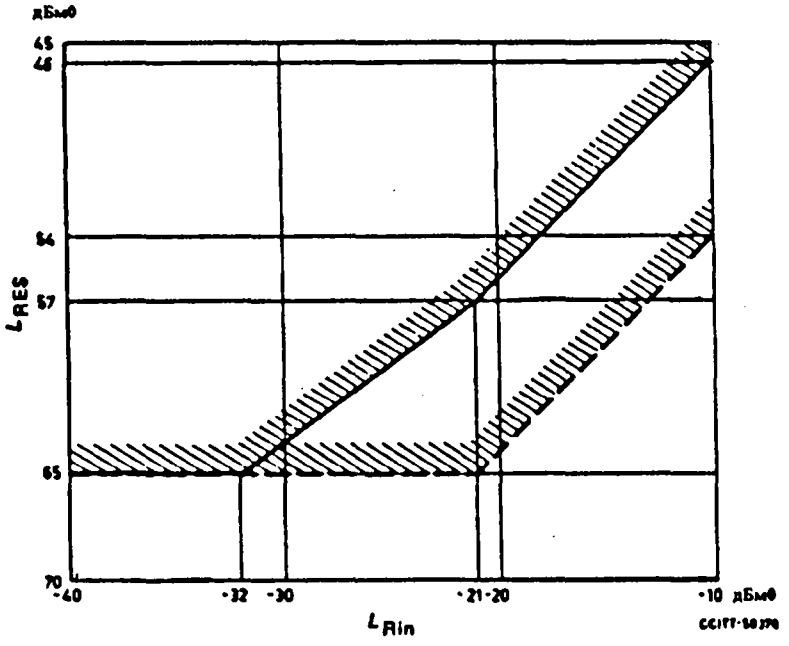


РИСУНОК A-1/G.165

ПРИЛОЖЕНИЕ B

(к Рекомендации G.165)

Описание эталонного устройства тональной нейтрализации эхокомпенсатора

B.1 *Общие положения*

В настоящем приложении рассматриваются характеристики эталонного устройства тональной нейтрализации эхокомпенсатора. Использование слова *эталонный* означает, что реализация нейтрализации приводится только лишь в качестве руководства. Она не исключает других реализаций устройства тональной нейтрализации, которые воспринимают сигнал, описанный в Рекомендации V.25, и которые удовлетворяют всем критериям по надежности работы и защите от ложных включений под влиянием речевых сигналов.

B.2 *Характеристики устройства нейтрализации*

Эталонное устройство тональной нейтрализации эхокомпенсатора, описанное в настоящем приложении, распознает сигнал тональной частоты 2100 Гц с периодическими изменениями (поворотами) фазы на 180°, которые происходят каждые 450 ± 25 мс. Характеристики передаваемого сигнала определены в Рекомендации V.25.

B.2.1 *Распознавание тонального сигнала*

Частотные характеристики приемника тонального сигнала, который используется в рассматриваемом эталонном устройстве тональной нейтрализации, аналогичны характеристикам детектора тонального сигнала эхозаградителя, приведенным в § 5.2 Рекомендации G.164, за исключением того, что верхний предел динамического диапазона равен −6 дБм0.

B.2.2 *Распознавание изменений фазы на 180°*

Эталонное устройство тональной нейтрализации реагирует на сигнал с изменениями фазы порядка 180° ± 10° в его источнике (как определено в Рекомендации V.25), когда этот сигнал изменяется под влиянием допустимых ухудшений, обусловленных сетью связи, например, шумом, дрожанием фазы и т.п. Рассматриваемое устройство нечувствительно к дрожанию фазы ± 15° от пика до пика в диапазоне частот 0—120 Гц. Это совместимо с дрожанием фазы, которое допускается Рекомендациями H.12 и G.229. Для минимизации вероятности ложной нейтрализации эхокомпенсатора под влиянием разговорных токов и изменений фазы, вносимых сетью, данное эталонное устройство тональной нейтрализации не реагирует на единичные изменения фазы сигнала тональной частоты 2100 Гц в диапазоне 0° ± 110° в течение интервала 1 с. Эта цифра была выбрана по той причине, что она представляет собой приблизительный сдвиг фазы, обусловленный одиночными проскальзываниями цикла в ИКМ системе.

B.3 *Характеристики полосы защиты*

Отвечает требованиям § 5.3 Рекомендации G.164.

Примечание. — Была учтена возможность помехи во время распознавания изменения фазы. Одним из возможных источников помехи является наличие тонального сигнала вызова, как определено в Рекомендации V.25. Если тональный сигнал вызова мешает распознаванию изменения фазы, то вся последовательность распознавания нейтрализации начинается сначала, но только один раз. Рекомендация V.25 обеспечивает период молчания не менее 1 с между тональными сигналами вызова.

B.4 *Характеристики полосы удержания*

Отвечают требованиям § 5.4 Рекомендации G.164.

B.5 *Время включения*

Эталонное устройство тональной нейтрализации включается в течение 1 с при приеме без помех непрерывного сигнала тональной частоты 2100 Гц с периодическими изменениями фазы на 180° при уровне в диапазоне от −6 до −31 дБм0. Включение за 1 с обеспечивает распознавание сигнала тональной частоты 2100 Гц при двух изменениях фазы (если одно из этих изменений фазы не маскируется проскальзыванием или импульсной помехой).

B.6 *Ложное включение под влиянием речевых токов*

Отвечает требованиям § 5.6 Рекомендации G.164.

B.7 *Ложное включение под влиянием передачи данных*

Отвечает требованиям § 4.7 Рекомендации G.165. Согласно этому схема устройства тональной нейтрализации отключается, если в течение 1 с распознается чистый сигнал тональной частоты 2100 Гц (то есть без изменений фазы или других помех). Эта схема остается отключенной в течение периода передачи данных и снова включается только спустя 250 ± 150 мс после того, как уровень сигнала в полосе удержания становится по крайней мере на 3 дБ ниже максимальной чувствительности удержания. Таким образом, возможность случайной нейтрализации эхокомпенсатора в период передачи данных сводится к минимуму.

B.8 *Время выключения*

Отвечает требованиям § 5.7 Рекомендации G.164.

ПРИЛОЖЕНИЕ С

(к Рекомендации G.165)

Описание эталонного нелинейного процессора

С.1 *Общие положения*

Настоящее приложение составлено исключительно в иллюстративных целях и не должно использоваться в качестве подробного расчета (см. § 5.1); в нем описывается эталонный нелинейный процессор, в основу которого положены простейшие принципы, дающие, однако, достаточное количество признаков для получения большого диапазона возможных реализаций. С этой целью в приложение включены два варианта эталонного нелинейного процессора. Оба они основаны на аналоговом устройстве центрального клиппирования; его передаточная функция показана на рис. С-1/G.165. В первом варианте уровень порога подавления (который определяется в этом случае уровнем клиппирования) является адаптивным, при этом адаптация выполняется относительно L_R. Управление включением производится в соответствии с разностью между L_R и L_S. Во втором варианте порог подавления является фиксированным. Это предполагает, что эталонный нелинейный процессор используется в эхокомпенсаторе, который осуществляет компенсацию линейных составляющих любого возвращаемого эха не менее N дБ. Значение N в настоящее время изучается.

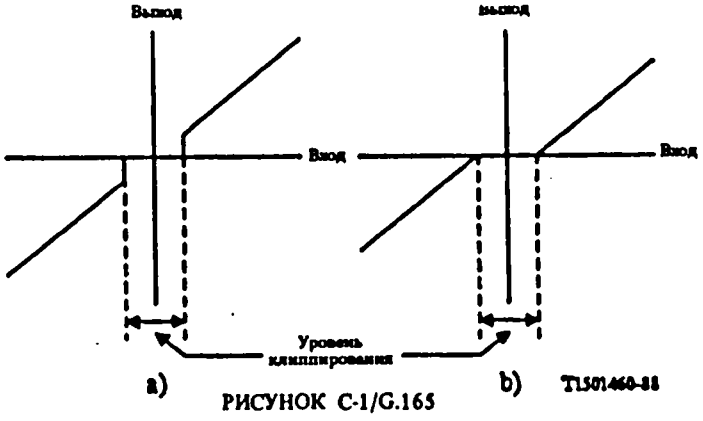


РИСУНОК С-1/G.165

Два примера идеализированной передаточной функции устройства центрального клиппирования

С.2 *Порог подавления* (T_{SUP})

Адаптивный $T_{SUP} = (L_R - x \pm 3)$ дБм0 при $-30 < L_R < -10$ дБм0.

Фиксированный $T_{SUP} = x'$ дБм0.

Примечание. — Значения x и x' в настоящее время изучаются. Для x предложена величина 18 и для x' величина −36, но требуется подтверждение того, что эти значения окажутся пригодными для использования на всех сетях.

С.3 *Статические характеристики управления включением*

$T_{WZ} = (L_R - y \pm 3)$ дБм0 при $-30 < L_R < -10$ дБм0.

Примечание 1. — T_{WZ} определен в § 5.2.3.3.

Примечание 2. — Значение y для каждого варианта может быть разным; в настоящее время оно изучается. Целесообразными представляются значения x дБ для случая адаптивного T_{SUP} и > 6 дБ для y в случае фиксированного T_{SUP}.

С.4 *Динамические характеристики управления включением*

Динамические характеристики управления включением приведены в таблицах С-1/G.165 и С-2/G.165. См. также рис. 13/G.165.

С.5 *Предельные значения частот в трактах управления*

См. § 5.2.4 в Рекомендации G.165.

С.6 *Испытание*

Таблицы С-1/G.165 и С-2/G.165 со ссылкой на Рекомендацию G.165 показывают, каким образом динамические характеристики управления включением нелинейного процессора можно проверить с помощью синусоидальных сигналов. На рисунках С-2/G.165 и С-3/G.165 показаны диаграммы, которые получены на экране осциллографа для этих испытаний.

ТАБЛИЦА C-1/G.165

Время выключения устройства нелинейной обработки

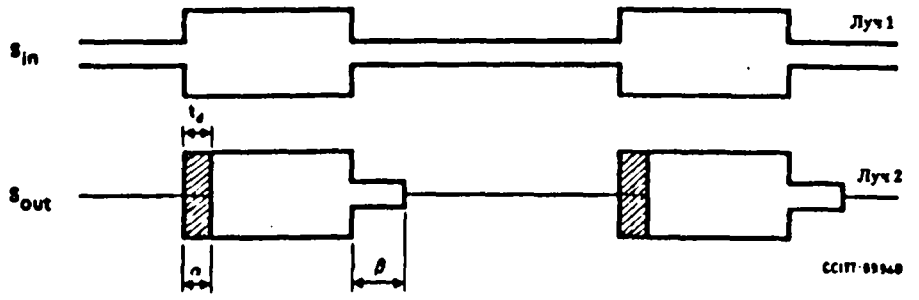
Граница		Начальный сигнал		Конечный сигнал		Рекомендованное значение (мс)	Испытание № (Рек. G.164)	Отклонение (см. рис. 13/G.165)	Испытательная схема, рис.:	Осциллограмма
		передача L_S (дБм0)	прием L_R (дБм0)	передача L_S (дБм0)	прием L_R (дБм0)					
Z/W	Фиксированная	−25	−10	−25	−30	15–64	5	Переход ②	14/G.164	Луч 1 и луч 2 на рис. C-3/G.165 (β)
	Адаптивная	−55 −40 −30	−20 −15 −5	−55 −40 −30	−40 −40 −30	Δ[a)]				
W/Z	Фиксированная	−15	−25	−40	−25	16–120	6	Переход ④	17/G.164	Луч 1 и луч 2 на рис. C-3/G.165 (β)
	Адаптивная	−40 −40 −25	−50 −30 −15	−55 −55 −40	−50 −30 −15	30–50				

a) Δ определена в § 3.4.1 [сноска[4)]].

ТАБЛИЦА C-2/G.165

Время включения устройства нелинейной обработки

Граница		Начальный сигнал		Конечный сигнал		Рекомендованное значение (мс)	Испытание № (Рек. G.164)	Отклонение (см. рис. 13/G.165)	Испытательная схема, рис.:	Осциллограмма
		передача L_S (дБм0)	прием L_R (дБм0)	передача L_S (дБм0)	прием L_R (дБм0)					
W/Z	Фиксированная	−25	−30	−25	−10	16–120	4	Переход (1)	14/G.164	Луч 2 на рис. C-3/G.165 (a)
	Адаптивная	−55 −40 −30	−40 −40 −30	−55 −40 −30	−20 −15 −5	15–75				
Z/W	Фиксированная	−40	−25	−15	−25	< 1	6	Переход (3)	17/G.164	Луч 1 и луч 2 на рис. C-2/G.165 (a)
	Адаптивная	−55 −55 −40	−50 −30 −15	−40 −40 −25	−50 −30 −15	< 5				



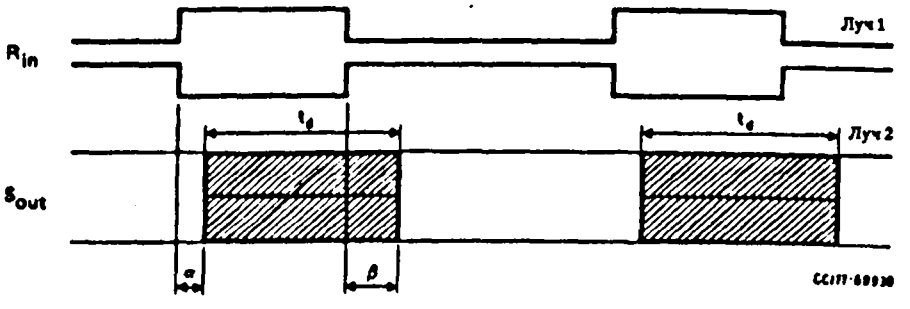
α — время включения

β — время выключения

t_d — временной интервал, в течение которого может наблюдаться искаженный сигнал

РИСУНОК C-2/G.165

Диаграмма для времени включения и выключения нелинейного процессора при постоянном L_R



α — время включения

β — время выключения

t_d — временной интервал, в течение которого может наблюдаться искаженный сигнал

РИСУНОК C-3/G.165

Диаграмма для времени включения и выключения нелинейного процессора при постоянном L_S

Библиография

[1] Рекомендация МККТТ "Эхозаградители, пригодные для телефонных цепей с малым или большим временем распространения", Оранжевая книга, том III.1, Рек. G.161, МСЭ, Женева, 1977 г.

ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛОГОВЫХ КОМПАНДЕРОВ ДЛЯ ТЕЛЕФОНИИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СИСТЕМАХ С БОЛЬШИМ ЧИСЛОМ КАНАЛОВ И БОЛЬШОЙ ПРОТЯЖЕННОСТЬЮ

(*Малага-Торремолинос, 1984 г.; изменена в Мельбурне, 1988 г.*)

Компандеры, рассмотренные в *Желтой книге*, Рекомендация G.162, были предназначены для применения в системах с малым числом каналов; их не рекомендуется применять в системах с большим числом каналов и большой протяженностью. Для таких систем предназначаются компандеры, которые рассматриваются в настоящей Рекомендации. Их применение в системах с малым числом каналов необязательно. Они не предназначаются для таких применений, как службы подвижной связи.

1 Общие положения

1.1 Слоговые компандеры — это устройства, в которых скорость изменения усиления сравнима со слоговой скоростью речи. Компандер представляет собой комбинацию компрессора в одной точке тракта передачи для уменьшения диапазона амплитуд сигналов и экспандера — в другой точке для соответствующего его увеличения. Компандер улучшает субъективное качество речи в принципе за счет двух эффектов. Компрессор повышает средний уровень речи для более слабых сигналов до их поступления в тракт передачи, где ожидается повышенный шум. Экспандер, возвращая речевой сигнал в его исходный динамический диапазон, вносит субъективное улучшение в тракт передачи, ослабляя шум, который ощущается слушающим абонентом в паузах. Более подробное описание работы компандера дано в приложении А.

1.2 В настоящей Рекомендации характеристики детектора, например, пиковые, среднеквадратичные или средние, не нормируются.

Рекомендуемое качество работы может оказаться недостаточным для обеспечения совместимости между компандерами, соответствующими настоящей Рекомендации, но имеющими различия по принципам построения. Прежде чем приступить к эксплуатации компрессоров и экспандеров, построенных на различных принципах, на концах одной цепи, Администрациям необходимо испытать их на совместимость. В этих испытаниях должна учитываться чувствительность функционирования компандера к характеристикам испытательного сигнала.

1.3 Применение нескольких слоговых компандеров на цепях, организованных по системе передачи с ЧРК, может привести к изменению загрузки, на которую рассчитана эта система передачи. Следовательно, может возникнуть необходимость в изменении рабочих характеристик системы передачи с ЧРК в зависимости от ее загрузки.

1.4 Следует отметить, что субъективное улучшение качества речи при использовании слоговых компандеров бесполезно при передаче неречевых сигналов; на цепях, которые оснащены слоговыми компандерами, может иметь место ухудшение отношения сигнал/шум.

1.5 Некоторые из указанных ниже требований определяют общие характеристики компрессора и экспандера одного направления передачи четырехпроводной цепи. Характеристики, заданные таким образом, получить гораздо легче, если компрессоры и экспандеры имеют однотипную конструкцию; в некоторых случаях необходимо тесное взаимодействие между Администрациями. Этот вопрос изучается в рамках принципов применения слоговых компандеров.

2 Определения

2.1 неизменяемый уровень

Неизменяемым уровнем называется абсолютный уровень сигнала с частотой 800 Гц в точке нулевого относительного уровня в канале между компрессором и экспандером, который остается неизменным независимо от того, включен в цепь компрессор или нет. Неизменяемый уровень определен таким образом для того, чтобы не вводить значение относительного уровня на входе компрессора или на выходе экспандера.

Для того, чтобы учесть увеличение средней мощности, которое вызывается компрессором, и избежать возможного увеличения шума от нелинейных помех и перегрузки, неизменяемый уровень должен устанавливаться с учетом емкости системы передачи (см. библиографию [1], глава II, приложение 4, где подробно рассматривается эта установка).

2.2 коэффициент компрессии

Коэффициент компрессии компрессора определяется по формуле:

$$a = \frac{L_{1\ \mathrm{CIN}} - L_{2\ \mathrm{CIN}}}{L_{1\ \mathrm{COUT}} - L_{2\ \mathrm{COUT}}},$$

где $L_{1\ \mathrm{CIN}}$ и $L_{2\ \mathrm{CIN}}$ — любые два уровня на входе компрессора в пределах его рабочего диапазона;

$L_{1\ \mathrm{COUT}}$ и $L_{2\ \mathrm{COUT}}$ — уровни на выходе компрессора, соответствующие уровням на входе $L_{1\ \mathrm{CIN}}$ и $L_{2\ \mathrm{CIN}}$, соответственно.

2.3 коэффициент экспандирования

Коэффициент экспандирования экспандера определяется по формуле:

$$\beta = \frac{L_{1\ \mathrm{EOUT}} - L_{2\ \mathrm{EOUT}}}{L_{1\ \mathrm{EIN}} - L_{2\ \mathrm{EIN}}},$$

где $L_{1\ \mathrm{EIN}}$ и $L_{2\ \mathrm{EIN}}$ — любые два уровня на входе экспандера в пределах его рабочего диапазона;

$L_{1\ \mathrm{EOUT}}$ и $L_{2\ \mathrm{EOUT}}$ — уровни на выходе экспандера, соответствующие уровням на входе $L_{1\ \mathrm{EIN}}$ и $L_{2\ \mathrm{EIN}}$, соответственно.

3 Характеристики слоговых компандеров

3.1 *Неизменяемый уровень*

Для систем с большим числом каналов рекомендуется номинальное значение для неизменяемого уровня −10 дБм0. Однако Администрации по взаимному согласию могут выбирать другой неизменяемый уровень, который позволяет оптимально использовать загрузку систем передачи. Предполагается, что будут выбираться значения в диапазоне от −10 до −24 дБм0. Необходимо учитывать влияние, которое оказывают на загрузку контрольные сигналы.

3.2 *Коэффициент компрессии a*

Коэффициент компрессии a компандера должен быть равен 2 в диапазоне уровней, определенном в § 3.4, и в температурном диапазоне от +10°C до +40°C. Разность между измеренным и вычисленным уровнями на выходе компрессора не должна превышать ± 0,25 дБ в предположении, что величина коэффициента компрессии равна точно 2.

3.3 *Коэффициент экспандирования β*

Коэффициент экспандирования β компандера должен быть равен 2 в диапазоне уровней, определенном в § 3.4, и в температурном диапазоне от +10°C до +40°C. Разность между измеренным и вычисленным уровнями на выходе экспандера не должна превышать ± 0,4 дБ в предположении, что величина коэффициента экспандирования равна точно 2.

3.4 *Диапазон изменения уровней*

В настоящее время изучается.

Диапазон изменения уровней, к которому должны относиться рекомендованные величины a и β, должен быть не менее:

от + 5 до −60 дБм0 на входе компрессора и
от +5 до −65 дБм0 при нормальном уровне на выходе экспандера.

3.5 *Изменение усиления компрессора*

Уровень на выходе компрессора, измеренный на частоте 800 Гц при входном уровне, который равен неизменяемому уровню, не должен изменяться от его номинальной величины более чем на ± 0,25 дБ при интервале температур от +10°С до +40°С и отклонении напряжения электропитания на ± 5% от его номинальной величины.

3.6 *Изменение усиления экспандера*

Уровень на выходе экспандера, измеренный на частоте 800 Гц, при входном уровне, который равен неизменяемому уровню, не должен изменяться от его номинальной величины более чем на ± 0,5 дБ при интервале температур от +10°С до +40°С и отклонении напряжения электропитания на ± 5% от его номинальной величины.

3.7 *Допустимые значения уровней на выходе ансамбля "компрессор-экспандер" одного направления передачи четырехпроводной цепи*

Компрессор и экспандер соединяются последовательно. Между выходом компрессора и входом экспандера включается затухание (или усиление), равное номинальному затуханию (или усилению) между этими точками в реальной цепи, в которой они будут использоваться. На рис. 1/G.166 показаны допустимые предельные значения разностей между уровнями на выходе экспандера и на входе компрессора в зависимости от уровня сигнала с частотой 800 Гц на входе компрессора. (Положительные значения показывают, что уровень на выходе экспандера превышает уровень на входе компрессора).

Эти предельные значения должны соблюдаться при всех комбинациях температур в интервале от +10°С до +40°С, при которых могут использоваться компрессор и экспандер. Они должны также соблюдаться, когда испытание повторяется при затухании (или усилении) между компрессором и экспандером, увеличенном или уменьшенном на 2 дБ, а результат измерения корректируется на ± 4 дБ при β = 2,00.

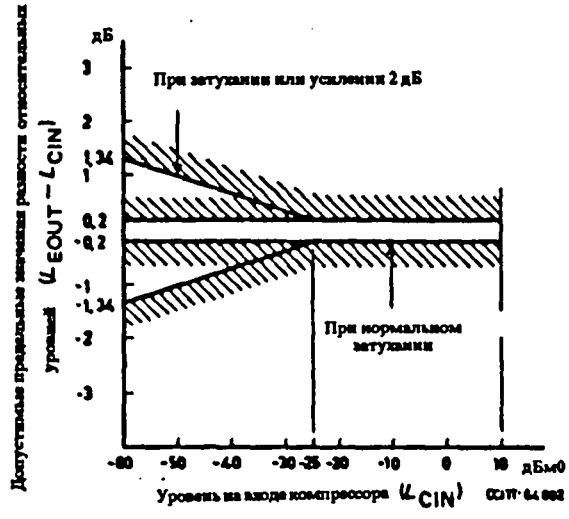


РИСУНОК 1/G.166

Допуски для выходных уровней ансамбля "компрессор-экспандер"

3.8 *Требования, предъявляемые к стабильности*

См. описание, приведенное в § 2.6 Рекомендации G.162, том III *Желтой книги*, МСЭ, Женева, 1981 г., § 2 Рекомендации G.143, *Красная книга*, и в библиографии [1].

Эти предельные нормы должны соблюдаться при всех комбинациях температуры компрессора и экспандера в интервале температур от +10°С до +40°С. Они также должны соблюдаться при повторении испытания с затуханием (или усилением) между компрессором и экспандером, увеличивающимся или уменьшающимся на 2 дБ.

Примечание. — Изменение усиления (или затухания) на 2 дБ, упомянутое в § 3.7, вдвое больше величины стандартного отклонения затухания передачи, которое рекомендовано в качестве нормы для международных цепей, организуемых по простому первичному групповому тракту, в § 3 Рекомендации G.151.

4 Входные сопротивления и затухания отражения

Номинальная величина входного и выходного сопротивлений компрессора и экспандера должна быть 600 Ом (нереактивное).

Затухание отражения по отношению к номинальному сопротивлению входа и выхода компрессора и экспандера должно быть не меньше 20 дБ в полосе частот 300—3400 Гц при любом измерительном уровне между +5 и —60 дБм0 на входе компрессора или на выходе экспандера.

5 Рабочие характеристики на различных частотах

5.1 *Рабочая характеристика при блокированной схеме управления*

Цепь управления считается блокированной, когда управляющий ток (или напряжение), получаемый в результате выпрямления сигнала, заменен постоянным током (или напряжением), поступающим от внешнего источника. Для блокирования цепи управления величина этого тока (или напряжения) должна быть равна величине управляющего тока (или напряжения), получаемого, когда сигнал на входе отрегулирован на неизменяемый уровень.

Для отдельно взятых экспандера и компрессора изменение затухания или усиления в зависимости от частоты должно находиться в пределах шаблона, который может быть получен на рис. 1/G.132 путем деления указанных допусков на 8, причем измерение проводится при постоянном входном уровне, соответствующем неизменяемому.

5.2 *Рабочая характеристика при нормальной работе схемы управления*

Указанный в § 5.1 шаблон должен соблюдаться для компрессора, когда его схема управления работает нормально, причем измерение проводится при постоянном уровне на входе, соответствующем неизменяемому.

Для экспандера при тех же условиях измерения нормы могут быть получены из рис. 1/G.132 делением указанных допусков на 4.

Эти значения должны соблюдаться в интервале температур от +10°C до +40°C.

6 Нелинейные искажения

6.1 *Искажения по гармоникам*

Полные искажения по гармоникам, измеренные с помощью специального синусоидального сигнала с частотой 800 Гц и уровнем, который равен неизменяемому, не должны превышать 0,5% для отдельно взятых компрессора и экспандера.

Примечание. — Даже в идеальном компрессоре при внезапном увеличении уровня сигнала будут возникать высокие пиковые напряжения на выходе. Наиболее тяжелым случаем представляется случай сигнализации тональной частотой, хотя этот эффект может возникнуть и при передаче речи. В исключительных случаях может оказаться желательным снабдить компрессор амплитудным ограничителем, чтобы избежать помех за счет переходных процессов во время сигнализации тональной частотой.

6.2 *Измерения искажений по комбинационным колебаниям*

Если компандеры предназначаются для международных цепей (независимо от используемой системы сигнализации), а также во всех случаях, когда они предназначаются для национальных цепей, в которых предусматривается многочастотная сигнализация или передача данных с использованием аналогичных видов сигналов, то помимо измерений искажений по гармоникам необходимо провести измерение искажений по комбинационным колебаниям.

Продукты искажений по комбинационным колебаниям, которые могут влиять на работу приемников многочастотной телефонной сигнализации, являются продуктами третьего порядка вида $(2f_1 - f_2)$ и $(2f_2 - f_1)$, где f_1 и f_2 — две частоты сигнализации.

Для этих испытаний рекомендуются два сигнала с частотами 900 и 1020 Гц.

Должны быть рассмотрены два условия испытаний: первое, при котором каждый из сигналов f_1 и f_2 имеет уровень —5 дБм0, и второе, при котором каждый из них имеет уровень —15 дБм0. Эти уровни устанавливаются на входе компрессора или на выходе экспандера (некомпрессируемые уровни).

Предельные значения для продуктов искажений по комбинационным колебаниям определяются как разность между уровнем любого из сигналов частот f_1 и f_2 и уровнем любого продукта искажений по комбинационным колебаниям с частотой $(2f_1 - f_2)$ или $(2f_2 - f_1)$.

Величина этой разности, которая удовлетворяет требованиям многочастотной телефонной сигнализации (включая сигнализацию из конца в конец соединения, состоящего из трех последовательно включенных цепей, каждая из которых имеет компандер), равна 32 дБ для отдельно взятых компрессора и экспандера.

Примечание 1. — Эти величины, по-видимому, пригодны для системы сигнализации № 5, которая будет использоваться на некоторых международных цепях большой протяженности.

Примечание 2. — Не рекомендуется проводить измерения ансамбля последовательно включенных компрессора и экспандера, так как, если даже каждый из них имеет весьма высокие уровни комбинаций, то измерения при их последовательном включении могут дать значительно меньшую величину уровня комбинационных колебаний вследствие того, что характеристики компрессора и экспандера могут очень хорошо дополнять друг друга. Компенсация, которая будет иметь место при измерениях последовательно включенных компрессора и экспандера, на практике может отсутствовать из-за фазовых искажений в цепи или вследствие того, что компрессор и экспандер на обоих концах цепи могут в меньшей степени дополнять друг друга, чем компрессор и экспандер, которые соединены последовательно.

Следовательно, измерения должны проводиться отдельно для компрессора и экспандера. Два сигнала с частотами f_1 и f_2 должны подаваться одновременно и уровни на выходе компрессора или экспандера должны измеряться селективно.

7 Шум

Эффективная величина суммы всех шумов, отнесенная к точке нулевого относительного уровня, при входе и выходе, которые нагружены на сопротивления 600 Ом, должна быть равна или не более следующих величин:

— на выходе компрессора: —45 дБм0п,

— на выходе экспандера: —80 дБм0п.

8 Переходная характеристика

Общая переходная характеристика ансамбля "компрессор-экспандер", которые должны использоваться в одном направлении передачи четырехпроводной цепи с компандерами, проверяется следующим образом.

Компрессор и экспандер включаются последовательно, причем между ними включается соответствующее затухание (или усиление), как указано в § 3.7.

На входе компрессора создается перепад уровней 12 дБ сигнала с частотой 2000 Гц (фактически этот скачок представляет собой изменение уровня сигнала от —16 до —4 дБм0 при повышении и от —4 до —16 дБм0 при понижении). При этом измеряется огибающая на выходе экспандера. Выброс огибающей (положительный или отрицательный) после перепада на 12 дБ вверх, выраженный в процентах от окончательно установившегося напряжения, является мерой общих переходных искажений ансамбля "компрессор-экспандер" при повышении уровня. Выброс (положительный или отрицательный) после перепада на 12 дБ вниз, выраженный в процентах от окончательно установившегося напряжения, является мерой переходных искажений ансамбля "компрессор-экспандер" при понижении уровня. Для обеих величин допустимые значения равны ± 20%. Эти значения должны соблюдаться при тех же условиях изменений температуры и затухания (или усиления) между компрессором и экспандером, что и при испытании согласно § 3.7.

Кроме того, должны быть измерены величины времени установления при обоих видах перепадов только для компрессора следующим образом.

Используя те же перепады на 12 дБ вверх и вниз, время установления при повышении уровня определяется как время между моментом, когда происходит скачкообразное изменение, и моментом, когда огибающая напряжения на выходе станет в 1,5 раза больше установившегося значения. Время установления при понижении уровня определяется как время между моментом, когда происходит скачкообразное изменение, и моментом, когда огибающая напряжения на выходе достигает величины, которая равна 0,75 установившегося значения.

Допустимые предельные значения должны быть:

— не менее 3 мс и не более 5 мс для времени установления при повышении уровня, и

— не менее 13,5 мс и не более 22,5 мс для времени установления при понижении уровня.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(к Рекомендации G.166)

Показатели улучшения, вносимого компандером

Улучшение, которое можно получить благодаря применению компандера, основано на том факте, что помеха оказывается наиболее раздражающей во время тихой речи или пауз, тогда как при сравнительно громкой речи она маскируется. Поэтому нет необходимости изменять характеристики передачи системы при больших уровнях речевых сигналов, но при низком уровне сигнала требуется определенное улучшение. Уровень шума можно уменьшить, внося затухание на приемном конце цепи в те периоды, когда сигнал является слабым или вообще отсутствует. Вносимое затухание будет влиять на шум или переходные помехи, возникающие в тракте, так что уровень помех будет уменьшаться на величину этого затухания. Однако этому влиянию подвергаются также полезные сигналы, так что для того, чтобы не изменять уровень принимаемого речевого сигнала при включении компандера, такая же величина усиления должна быть внесена на передающем конце. Таким образом, общее остаточное затухание цепи сохраняется постоянным, а уровень слабых сигналов повышается по сравнению с фоновым шумом линии.

Однако вышеописанная ситуация не должна сохраняться, когда необходимо передавать сигналы с высоким уровнем, ибо в противном случае в усилителях, которые включены в цепь, может иметь место перегрузка. Функцией компандеров является автоматическое внесение требуемых величин усиления и затухания таким образом, чтобы общее остаточное затухание цепи сохранялось неизменным независимо от уровня речевого сигнала, а для слабых сигналов отношение сигнал/шум увеличивалось. Это в схематической форме показано на диаграмме уровней, приведенной на рис. А-1/G.166. Для одного конкретного уровня, который называется *неизменяемым* уровнем *X*, компандер нигде не вносит ни усиления, ни затухания, так что сигнал проходит по системе с неизменным уровнем, как показано линиями (1), (2), (3).

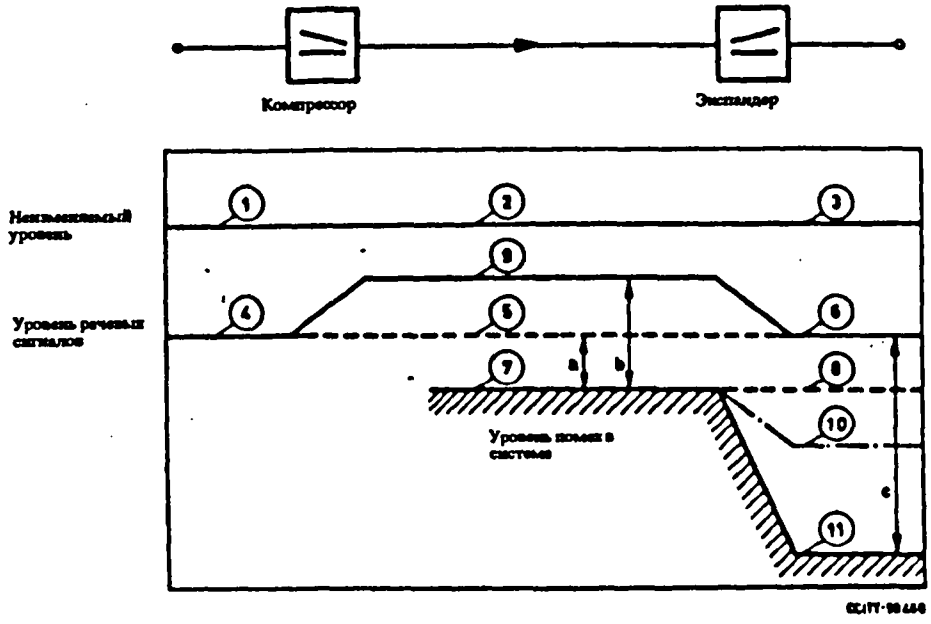
Речевой сигнал уровня (4), если бы не было компандера, проходил бы с неизменным уровнем по системе, как показано линиями (4), (5), (6). Если предположить, что уровень помехи в системе (шум, переходный разговор и т.п.) таков, как показано линией (7), то отношение сигнал/помеха соответствует *a*, а уровень помехи на выходе показан линией (8), как во время разговора, так и во время пауз.

Включение компандера поднимет уровень поступающего речевого сигнала от (4) до (9), так что отношение сигнал/помеха представляется отрезком *b*. Уровень речевого сигнала на приемном конце возвращается к начальному значению (6), и соответствующий уровень помехи *во время передачи речи* показан линией (10). Однако, как говорилось ранее, еще более важным является значение уровня помехи во время пауз. Оно показано линией (11). Таким образом, эффективное соотношение между уровнями речевых сигналов и помехами, которые слышны *во время пауз*, имеет значение, показанное стрелкой *c*.

Часть компандера, расположенная на передающем конце, называется компрессором, так как производится компрессирование диапазона уровней речевых сигналов на входе. Неизменяемый уровень, рекомендованный МККТТ для систем с большим числом каналов, составляет —10 дБм0. Однако Администрации могут по взаимному согласию выбирать другой неизменяемый уровень, который позволяет оптимально использовать загрузку своих систем передачи. Предполагается, что значения неизменяемого уровня будут выбираться в диапазоне от —10 до —24 дБм0. Выбранный неизменяемый уровень будет влиять на величину средней мощности, приходящейся на канал.

Часть компандера, которая расположена на приемном конце, называется экспандером; величина неизменяемого уровня остается прежней.

Из вышесказанного следует, что, когда требуются компрессоры-экспандеры, они должны размещаться на каждом конце телефонной цепи в четырехпроводном тракте передачи тональной частоты: компрессор в тракте передачи и экспандер в тракте приема.



Все уровни приведены к точке нулевого относительного уровня. Сплошными линиями показана работа системы с компандерами, пунктирными – без компандеров.

a – отношение сигнал/помеха без компандера;

b – увеличение отношения сигнал/помеха, полученное при передаче речи в результате использования компрессора;

c – отношение между речевыми сигналами и помехой, слышимой во время пауз, при использовании компандера.

Для идеального компандера 2:1:2 это отношение составляет 2 *b*.

РИСУНОК A-1/G.166

Диаграмма уровней для системы передачи с компандерами

Библиография

[1] Руководство МККТТ "Планирование передачи по коммутируемым телефонным сетям", МСЭ, Женева 1976 г.

1.7 Относящиеся к плану передачи аспекты специальных цепей и соединений, использующих международную телефонную сеть

Рекомендация G.171

АСПЕКТЫ СЕТЕЙ ЧАСТНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ПЛАНУ ПЕРЕДАЧИ

(Женева, 1980 г.; изменена в Малага-Торремолиносе, 1984 г., и Мельбурне, 1988 г.)

1 Общие положения

Настоящая Рекомендация относится главным образом к телефонным коммутируемым сетям частного пользования. При определенных обстоятельствах эти сети могут также использоваться для передачи аналоговых кодированных сигналов данных, однако не предусмотрено никаких специальных требований для обеспечения удовлетворительного качества работы. Хотя могут применяться цифровые устройства, которые размещаются на одном участке цепи, или цифровые коммутационные устройства, §§ 1—9 настоящей Рекомендации применимы главным образом к аналоговому соединению цепей и коммутационных устройств. §§ 10 и 11 применимы к некоторым аспектам всех цифровых соединений.

Следует отметить, что не все Администрации обеспечивают такую возможность. Некоторые допускают взаимное соединение между телефонными сетями частного пользования и телефонной сетью общего пользования. В последнем случае не всегда может быть обеспечено качество передачи, соответствующее нормам МККТТ. Кроме того, соединение нескольких сетей частного пользования может обусловить снижение качества передачи соединений.

Настоящая Рекомендация не имеет своей целью предотвращение заключения двусторонних соглашений по специальным конфигурациям сетей. При таких обстоятельствах предлагается приведенные здесь планы сети использовать в качестве руководства для осуществления других возможных мероприятий.

План передачи, описанный в настоящей Рекомендации, аналогичен плану передачи коммутируемой сети общего пользования; следовательно, желательно, чтобы соблюдались другие Рекомендации, такие как Рекомендация G.151, когда это возможно и целесообразно. В то же время следует отметить, что некоторые требования, сформулированные в Рекомендации G.151, являются более жесткими, чем требования настоящей Рекомендации (например, частотные искажения), и что в Рекомендации G.151 в отличие от настоящей Рекомендации рассматриваются некоторые снижения качества, являющиеся более важными для передачи данных в полосе разговорных частот.

По поводу плана передачи частных сетей необходимо отметить, что обычно коммутационные станции этих сетей (УАТС) исполняют функции местной станции, и, следовательно, нужно использовать метод переключения удлинителей для получения надлежащего затухания соединения.

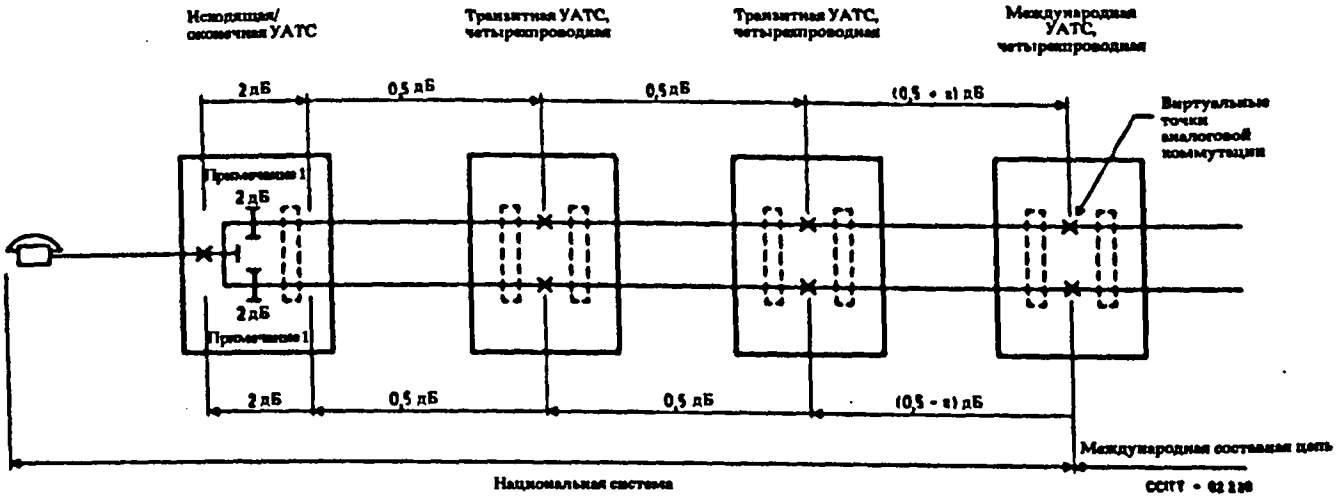
Конфигурации сети, рассматриваемые в настоящей Рекомендации, могут быть реализованы также путем замены некоторых или всех УАТС средствами коммутации, которые выделены для частного пользования и размещаются в аппаратных телефонной администрации, а не у пользователей.

В Рекомендации M.1030 приводится информация о техническом обслуживании международных арендованных каналов, которые образуют часть коммутируемых сетей частного пользования. В Рекомендации Q.8 описаны системы сигнализации, которые должны использоваться для международных арендованных цепей.

2 Конфигурации сетей

2.1 *Предпочтительные конфигурации четырехпроводных сетей*

Предпочтительные конфигурации сетей представлены на рисунках 1/G.171 и 2/G.171. Четырехпроводные УАТС используются совместно с четырехпроводными цепями, имеющими малое затухание. Представленные планы распределения затухания приведены для иллюстрации; они основаны на национальных планах, рассматриваемых в Рекомендации G.121. Для удобства на этих рисунках используется в качестве примера только план переменного затухания. Следует отметить, что план фиксированного затухания без изменений (рис. 2/G.171) пригоден только тогда, когда размеры национальной системы ограничиваются 1000—1500 км.



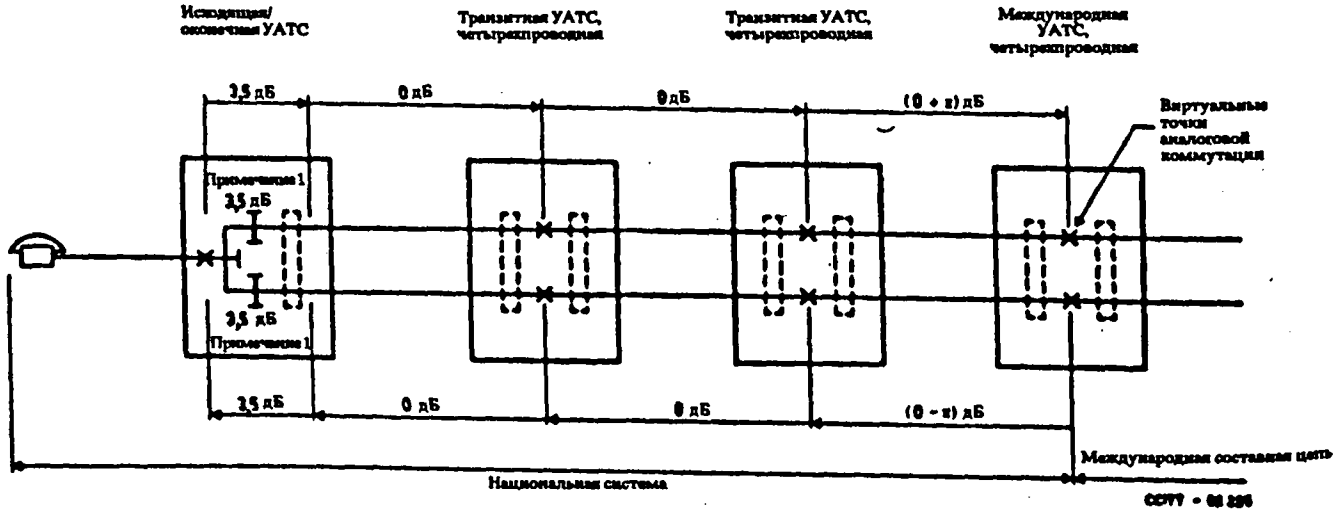
Примечание 1. — Переключаемый удлинитель 2 дБ или его эквивалент. Удлинитель включается при оконечных/исходящих соединениях и выключается при транзитных.

Примечание 2. — Величина x есть затухание, необходимое для перехода от реальных к виртуальным точкам аналоговой коммутации.

Примечание 3. — Обозначает эхокомпенсатор или полукомплект эхозаградителя, которые могут быть установлены.

РИСУНОК 1/G.171

Переменное затухание в четырехпроводной сети



Примечание 1. — Переключаемый удлинитель 3,5 дБ или его эквивалент. Удлинитель включается при оконечных/исходящих соединениях и выключается при транзитных.

Примечание 2. — Величина x есть затухание, необходимое для перехода от реальных к виртуальным точкам аналоговой коммутации.

Примечание 3. — Обозначает эхокомпенсатор или полукомплект эхозаградителя, которые могут быть установлены.

РИСУНОК 2/G.171

Полное затухание в четырехпроводной сети

На каждой УАТС коммутируемый удлинитель или его эквивалент используется таким образом, что удлинитель "выключен" из цепи, когда коммутационное устройство УАТС работает в режиме транзита, и "включается" в цепь на исходящей/оконечной УАТС. Это позволяет получить гибкую конфигурацию УАТС при поддержании затухания эхосигнала и полного показателя громкости. УАТС, которой заканчивается составная цепь, называется международной УАТС. Концептуально виртуальные точки аналоговой коммутации размещены на этой УАТС.

Следует отметить, что, как правило, короткие линии абонентов УАТС могут потребовать большего затухания в соединениях согласно Рекомендациям по ПГ для передающей и приемной частей в виртуальных точках аналоговой коммутации. Это, безусловно, зависит от ПГ приема и передачи для соединительной и абонентской линий. Кроме того, может потребоваться дополнительное затухание на соединениях, устанавливаемых в пределах УАТС.

2.2 *Допустимая конфигурация сети при использовании двухпроводных цепей*

Конфигурация, представленная на рис. 3/G.171, учитывает возможность использования двухпроводных цепей, что нежелательно, и этого следует избегать. Если же двухпроводные цепи используются, то они должны применяться только между исходящей/оконечной УАТС и первой транзитной УАТС. Двухпроводная цепь может быть полностью двухпроводной или состоять из двух- и четырехпроводных участков.

Применение двухпроводных цепей может потребовать специального регулирования затухания на соединенных последовательно УАТС. Если требования §§ 5 и 6 в отношении устойчивости и эхосигнала не могут быть удовлетворены иным способом, то необходимо включить удлинитель или его эквивалент в последовательное соединение с двухпроводной цепью. Могут потребоваться специальные устройства транзита и регулирования на транзитной УАТС, чтобы определить двухпроводные цепи, которые не удовлетворяют требованиям в отношении устойчивости и эхосигнала. Если это невозможно, то во все транзитные соединения необходимо внести дополнительное затухание, что ведет к ухудшению полного показателя громкости.

2.3 *Балансированные двухпроводные транзитные УАТС*

Как показано на рис. 3/G.171, двухпроводные УАТС могут работать в режиме транзита, если совокупность взаимосоединяемых четырехпроводных стыков удовлетворяет требованиям в отношении балансировки, как указано в примечании 2. При среднем значении затухания эхосигнала 27 дБ и стандартном отклонении 3 дБ влияние эха на УАТС пренебрежимо мало по сравнению с основным эхосигналом на исходящей/оконечной УАТС или транзитной УАТС, которая подключена к одной двухпроводной цепи. Рекомендация G.131 рассматривает соответствующие величины балансировки для случая транзитной двухпроводной коммутационной станции. Временно рекомендуется, чтобы в одной национальной цепи продолжения имелось не более трех двухпроводных УАТС. Это соответствует одной двухпроводной исходящей/оконечной УАТС с двумя другими балансированными двухпроводными транзитными УАТС.

Как показано на рис. 4/G.171, международные УАТС могут быть двухпроводными. Виртуальные точки аналоговой коммутации расположены рядом с дифференциальной системой на четырехпроводной стороне. Если УАТС используется для транзитной коммутации, то она должна быть отбалансирована и следует использовать коммутируемый удлинитель или его эквивалент, как было указано выше.

2.4 *Сетевые ограничения*

Для ограничения эха, искажений, шума и задержки между исходящей и оконечной УАТС рекомендуется иметь не более семи последовательно включенных цепей. Распределение числа цепей между национальными и международными участками должно быть гибким; оно должно выполняться на базе конкретной сети с возможностью включения максимум семи цепей. Однако в соединении любой национальной цепи продолжения должно быть не более пяти последовательно включенных цепей.

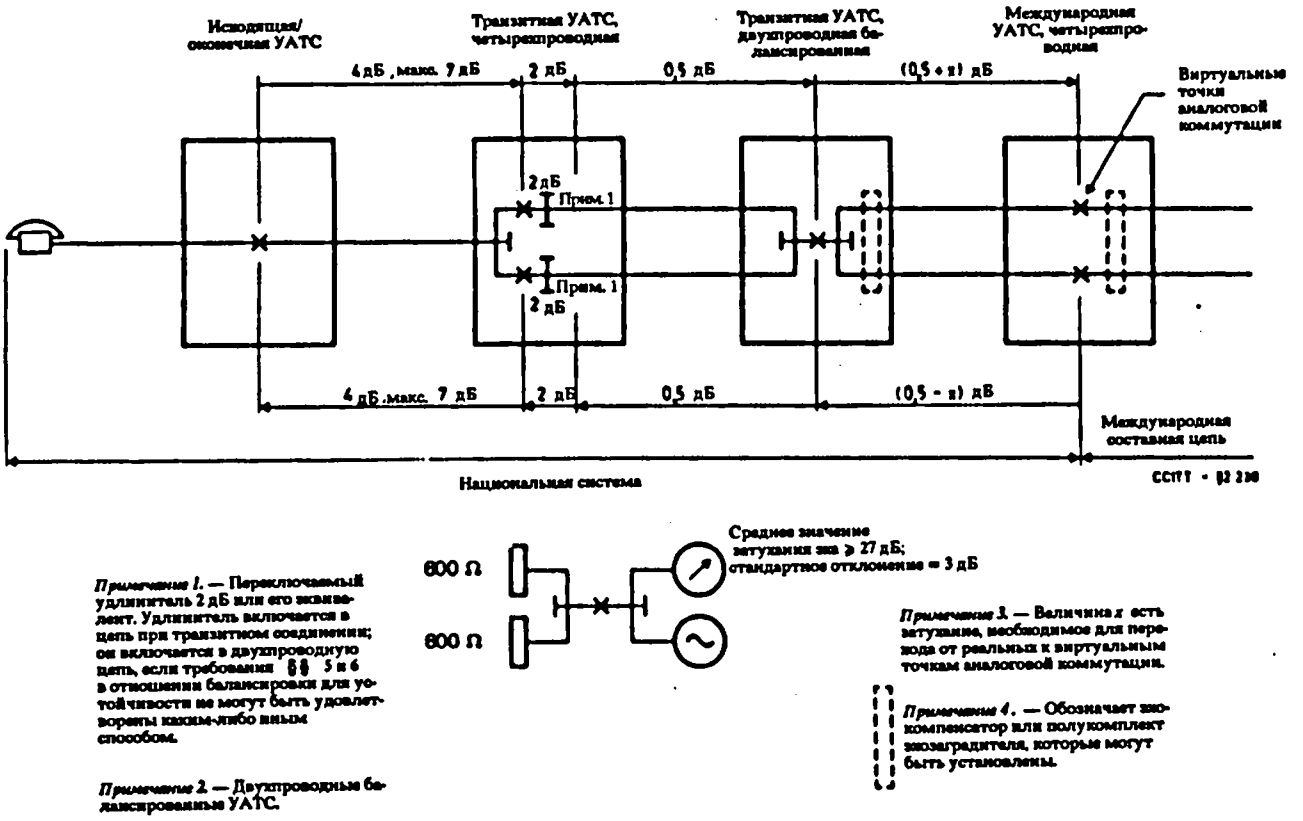
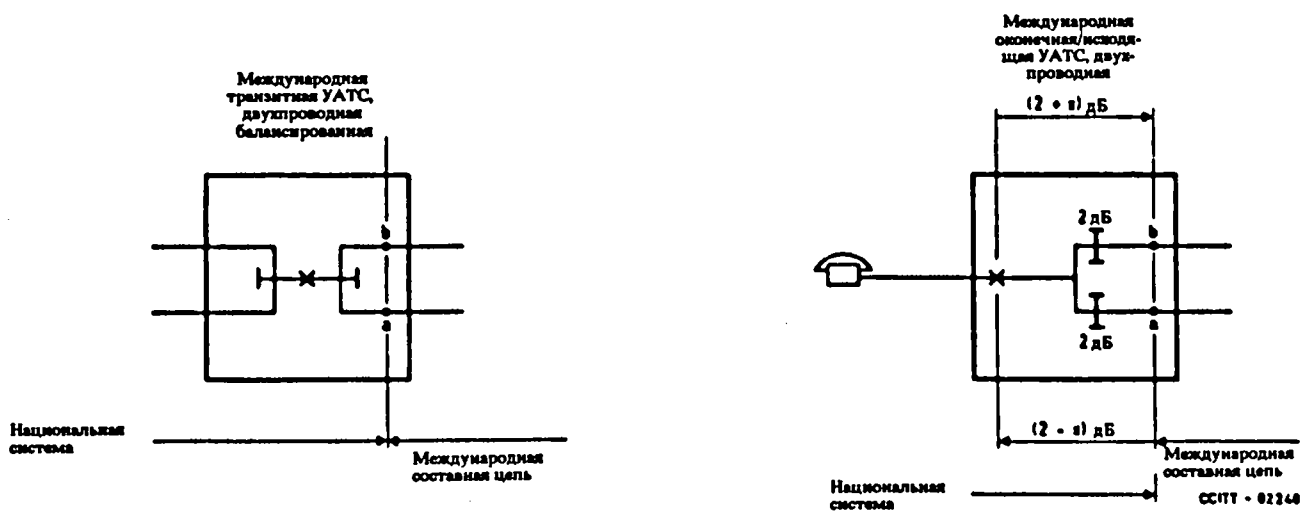


РИСУНОК 3/G.171

Конфигурация сети с использованием двухпроводных цепей



Примечание. – Величина *x* есть затухание, необходимое для перехода от реальных к виртуальным точкам аналоговой коммутации.

РИСУНОК 4/G.171

Двухпроводная международная УАТС

Необходимо соблюдать требование Рекомендации G.114 относительно среднего значения времени прохождения в одном направлении. В частности, в соединение должно входить не более одной спутниковой цепи. При невозможности соблюдения этого ограничения нельзя гарантировать соответствие передачи нормам МККТТ.

На рисунках 1/G.171—4/G.171 предлагаются конфигурации сети, которые удовлетворяют требованиям Рекомендации, относящимся к устойчивости, эху и СЭЗ (ПГ) (см. §§ 5, 6 и 7). Приемлемы и другие конфигурации, обеспечивающие достижение этих показателей.

3 Номинальное затухание передачи международных цепей

3.1 *Четырехпроводные цепи*

Рекомендация G.111 применима к цепям этого типа, поэтому номинальное затухание передачи на опорной частоте между виртуальными точками аналоговой коммутации будет 0,5 дБ для аналоговых цепей. В той же Рекомендации дается указание о месте расположения виртуальных точек аналоговой коммутации; концептуально последние будут находиться на частной станции, на которой заканчивается цепь. Четырехпроводные цепи не должны содержать двухпроводных участков.

3.2 *Цепи с двухпроводным окончанием*

К числу таких цепей относятся цепи, которые недоступны на четырехпроводных стыках (например, цепи между узлами двухпроводной коммутации).

Для целей настоящей Рекомендации можно полагать, что виртуальные точки аналоговой коммутации для цепи этого типа расположены на четырехпроводной части цепи рядом с дифференциальной системой. При этом цепь может рассматриваться так же, как и четырехпроводная (см. рис. 4/G.171).

Примечание 1. — Реальное затухание цепи между реальными точками коммутации на опорной частоте нельзя определить точно, не зная уровней коммутации.

Примечание 2. — Могут иметь место расхождения между реальными затуханиями цепи для двух направлений передачи. Подробнее этот вопрос рассматривается в приложениях к Рекомендации G.121.

Примечание 3. — Цепь определяется как полный тракт передачи между точками коммутации двух рассматриваемых частных станций.

Примечание 4. — Реальное затухание передачи отличается от номинальных значений и изменяется во времени. Для всех цепей изменения остаточного затухания во времени на опорной частоте (включая суточные и сезонные изменения, но исключая резкие выбросы) должны быть как можно меньше и не должны превышать ± 4 дБ.

4 Номинальное затухание передачи национальных цепей

4.1 *Четырехпроводные цепи*

Номинальное затухание на опорной частоте должно быть 0,5 дБ между реальными точками коммутации. Эта величина учитывает четырехпроводные цепи, которые заканчиваются на балансированных двухпроводных УАТС. Затухание цепи в реальных точках коммутации по сравнению с виртуальными точками аналоговой коммутации международных УАТС зависит от уровня передачи УАТС, который используется в национальном плане.

4.2 *Двухпроводные цепи*

В состав двухпроводных цепей могут входить двух- и четырехпроводные участки. Номинальное затухание на опорной частоте не должно превышать 7 дБ; предпочтительно иметь меньшее затухание, например 4 дБ.

Примечание 1. — На национальных сетях стран больших размеров может использоваться номинальное затухание, которое превышает 0,5 дБ на четырехпроводных цепях, или могут использоваться изменения затухания в зависимости от расстояния для улучшения характеристик эха говорящего абонента без применения устройств уменьшения эха. Этот метод применим, если удовлетворяются требования Рекомендаций, которые относятся к ПГ, § 7.

Примечание 2. — Поскольку в состав арендованных цепей могут входить участки, которые реализуются на парах местных непупинизированных распределительных кабелей, необходимо соблюдать меры для гарантирования надлежащей устойчивости с учетом относительного усиления, вносимого парами непупинизированного кабеля.

Примечание 3. — Изменения затухания должны контролироваться так, как описано для международных цепей.

5 Устойчивость

5.1 *Национальные двухпроводные цепи/цепи с двухпроводным окончанием*

Цепи с двухпроводным окончанием — это четырехпроводные цепи, которые заканчиваются на двухпроводной УАТС. Временно номинальное значение затухания любого четырехпроводного шлейфа должно быть не меньше 6 дБ на любой частоте полосы 0—4 кГц для всех условий окончания, которые встречаются при нормальной эксплуатации (например, состояния незанятости или установления соединения).

5.2 *Системы окончания международных цепей*

Национальные дифференциальные системы, которые соединяются с международными цепями, должны удовлетворять требованиям Рекомендации G.122 в отношении устойчивости. В случае международных цепей с двухпроводным окончанием виртуальные точки аналоговой коммутации могут рассматриваться как расположенные рядом с дифференциальной системой (четырехпроводная сторона) (см. рис. 4/G.171).

При установлении и освобождении соединения затухание (a - b) между виртуальными точками аналоговой коммутации должно удовлетворять требованиям § 1 Рекомендации G.122.

Система сигнализации оказывает влияние на затухание в условиях установления соединения, как это поясняется в Рекомендации G.122. Если описанные в данной Рекомендации схемы не дают возможности удовлетворить это требование, то необходимо увеличить либо коммутируемые, либо фиксированные затухания.

В условиях установленного соединения предложенные на рисунках 1/G.171, 2/G.171 и 3/G.171 конфигурации обеспечивают соответствие Рекомендации G.122. Если предположить, что линии абонентов УАТС имеют распределение балансного затухания, которое обеспечивает устойчивость, эквивалентное или превышающее это распределение для линий абонентов сети общего пользования, и что это распределение имеет среднее значение 6 дБ и стандартное отклонение $\sqrt{6{,}25}$ дБ, то распределение затухания (a - b), которое обеспечивает устойчивость, соответствует рекомендованному в § 1 Рекомендации G.122 при тех же предположениях, что и содержащиеся в настоящей Рекомендации.

Примечание. — Чтобы получить рекомендованное значение устойчивости на цепях с двухпроводным окончанием с малым затуханием (например, 3 дБ), необходимо дифференциальную систему размещать на частных станциях. Это необязательно для цепей с бо́льшим номинальным затуханием. В Руководстве МККТТ, которое указано в [1], даются указания по этому вопросу.

6 Эхо

6.1 *Системы окончания международных цепей*

Национальные системы окончания, которые соединяются с международными цепями, должны удовлетворять требованиям § 2 Рекомендации G.122 в отношении затухания эха (a - b) и требованиям § 2 Рекомендации G.131 в отношении ограничения эха.

В условиях установленного соединения предложенные на рисунках 1/G.171, 2/G.171 и 3/G.171 конфигурации обеспечивают соответствие § 2 Рекомендации G.122. Если предположить, что линии абонентов УАТС имеют распределение балансного затухания с точки зрения эха, эквивалентное или превышающее это распределение для линий абонентов сети общего пользования, и что это распределение имеет среднее значение 11 дБ и стандартное отклонение 3 дБ, то распределение затухания (a - b) с точки зрения эха соответствует распределению, которое рекомендовано в § 2 Рекомендации G.122 при тех же предположениях, что и содержащиеся в настоящей Рекомендации.

6.2 *Устройства уменьшения эха*

Когда требуются устройства уменьшения эха (например, эхозаградители или эхокомпенсаторы), желательно, чтобы они размещались на частной станции. Это сводит к минимуму концевую задержку, а также в случае необходимости дает возможность нейтрализовать устройство при транзитной передаче. Кроме того, неко-

торые системы сигнализации на определенных этапах сигнализации требуют местной нейтрализации устройств уменьшения эха. Устройство уменьшения эха (эхокомпенсатор или полукомплект эхозаградителя, действующий на дальнем конце) для международной цепи будет размещаться на УАТС, где заканчивается международная составная цепь, поскольку эта же УАТС, как правило, может являться исходящей/оконечной для нагрузки или транзитной коммутационной для многих соединительных линий без регулировки эха. Однако если национальные цепи, входящие в соединение, вносят достаточную задержку, вызывающую необходимость снижения эха, то устройства уменьшения эха также могут предусматриваться на этих цепях.

Если используются полукомплекты эхозаградителя, которые действуют на дальнем конце, то промежуточные эхозаградители должны быть нейтрализованы. Это необязательно в случае эхокомпенсаторов, поскольку каскадная работа не вызывает снижения качества передачи. В любом случае чем ближе к линии абонента УАТС располагается устройство уменьшения эха, тем эффективнее оно действует в соединении и тем больше уменьшает концевую задержку. Устройства уменьшения эха размещаются на четырехпроводном участке сети и между первой дифференциальной системой и международной составной цепью. Однако эти устройства могут размещаться на международном центре, когда ранее описанные факторы качества могут быть соблюдены удовлетворительно, и такое размещение является выгодным как с точки зрения технического обслуживания, так и с точки зрения затрат.

Затухание цепей, оснащенных устройствами уменьшения эха, должно составлять 0 дБ.

В соответствии с Рекомендациями G.164 и G.165 эхозаградители и эхокомпенсаторы, как правило, требуют затухания $(a - b)$ сигнала 6 дБ для *нормального* функционирования этих устройств. Поэтому с точки зрения качества передачи желательно, чтобы затухание $(a - b)$, которое обеспечивает устойчивость во время установленного соединения, составляло не менее 6 дБ, поскольку это обеспечит правильную работу при *любом* (по частотному спектру) сигнале в полосе 0—4 кГц. Однако это может потребовать очень больших затрат. Спектр типичного речевого сигнала и тракта возврата таков, что, если затухание $(a - b)$ *эхосигнала* составляет не менее 6 дБ, ожидается, что затухание $(a - b)$ для речевого сигнала будет не менее 6 дБ и устройства уменьшения эха должны работать правильно. Однако спектр некоторых сигналов данных, передаваемых в полосе тональных частот, и тракта возврата таков, что требуется затухание $(a - b)$ эха не менее 10 дБ, чтобы затухание $(a - b)$ сигнала для реального сигнала данных составляло 6 дБ. (Для правильной работы модемов, работающих в полудуплексном режиме по спутниковым цепям, может потребоваться защита от эха в хороших условиях). Следовательно, когда устройство уменьшения эха размещается на УАТС, затухание эха на четырехпроводных зажимах устройства в направлении абонентской линии должно составлять не менее 6 дБ для 99,5% соединений и 10 дБ для 95% соединений при всех конфигурациях сети в период установленного соединения. Такое требование не ново в той степени, что эти значения совместимы с рекомендуемым распределением затухания эха независимо от числа цепей между устройствами уменьшения эха и абонентской линией в предположении, что распределение останется гауссовым (это консервативное предположение).

Конфигурации, представленные на рисунках 1/G.171, 2/G.171 и 3/G.171, обеспечивают соответствие Рекомендациям относительно минимального затухания эха. При использовании этих конфигураций между устройством уменьшения эха и двухпроводным окончанием всегда включается удлинитель или его эквивалент. Тогда при условиях, которые описаны в § 6.1, распределение затухания на зажимах устройства уменьшения эха будет соответствовать рекомендуемому.

Если на частной сети используются эхозаградители и если она соединяется с сетью общего пользования, на которой имеются эхокомпенсаторы, то могут иметь место трудности в конвергенции эхокомпенсатора, когда эхозаградитель действует после эхокомпенсатора. Однако в этом случае качество передачи будет определяться устройствами уменьшения эха на каждом конце соединения.

7 Показатели громкости (ПГ) цепей продолжения

7.1 *Загрузка*

Администрации должны гарантировать, что технические предписания, которыми они регламентируют частные сети в отношении уровней эксплуатации, эффективности и т.п., не будут противоречить критериям проектирования международной системы передачи. Внимание обращается на Рекомендацию G.121, § 3, согласно которому ПГ передачи должен иметь номинальное минимальное значение 2 дБ, отнесенное к виртуальным точкам аналоговой коммутации.

7.2 *ПГ передачи*

Максимальное значение ПГ передачи цепи телефон — линия абонента УАТС (которая аналогична местной телефонной цепи в сети общего пользования) не должно превышать 10,5 дБ. Это значение соответствует примеру местной телефонной цепи максимальной длины, который приведен на рис. 1/G.103. На практике следует ожидать, что большинство значений ПГ передачи будет значительно ниже этого предельного значения.

Администрации должны попытаться выбрать значения так, чтобы они соответствовали предпочтительной перспективной норме, указанной в § 1 Рекомендации G.121 (значение, отнесенное к виртуальной точке аналоговой коммутации).

7.3 *ПГ приема*

Максимальное значение ПГ приема цепи телефон — линия абонента УАТС (которая аналогична местной телефонной цепи в сети общего пользования) не должно превышать 4 дБ. Это значение соответствует примеру местной телефонной цепи максимальной длины, который приведен на рис. 1/G.103. На практике следует ожидать, что большинство значений ПГ приема будет значительно ниже этого предельного значения, хотя следует учитывать необходимость надлежащих запасов против чрезмерного шума, переходного разговора и местного эффекта.

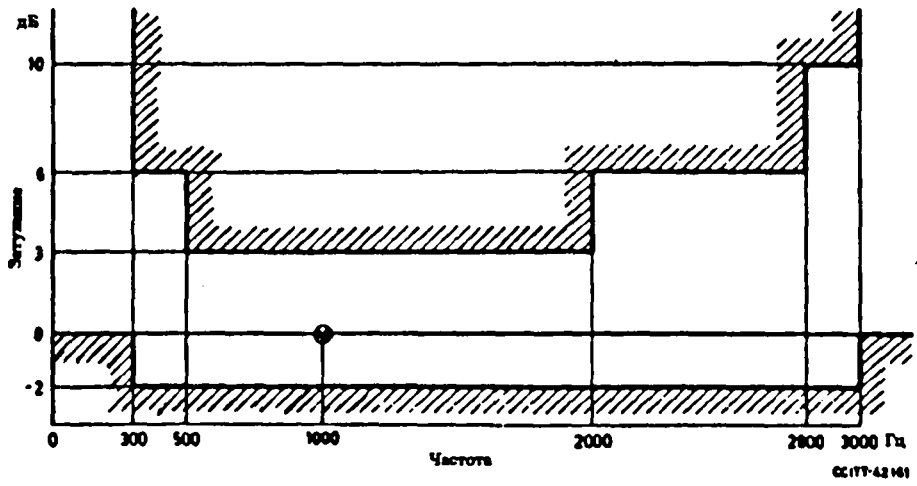
Администрации должны попытаться выбрать значения, которые соответствовали бы предпочтительной перспективной норме, указанной в § 1 Рекомендации G.121 (значения, отнесенные к виртуальной точке аналоговой коммутации).

ПГ передачи и ПГ приема для всех соединений должны соответствовать требованиям § 3.2 Рекомендации G.111 в отношении полного ПГ.

8 Частотные искажения

8.1 *Четырехпроводные цепи*

Частотные искажения каждой четырехпроводной цепи не должны превышать предельных значений, указанных на рис. 5/G.171. Эти предельные значения применимы также к четырехпроводному участку цепи, если он заканчивается на узле двухпроводной коммутации (см. § 2).



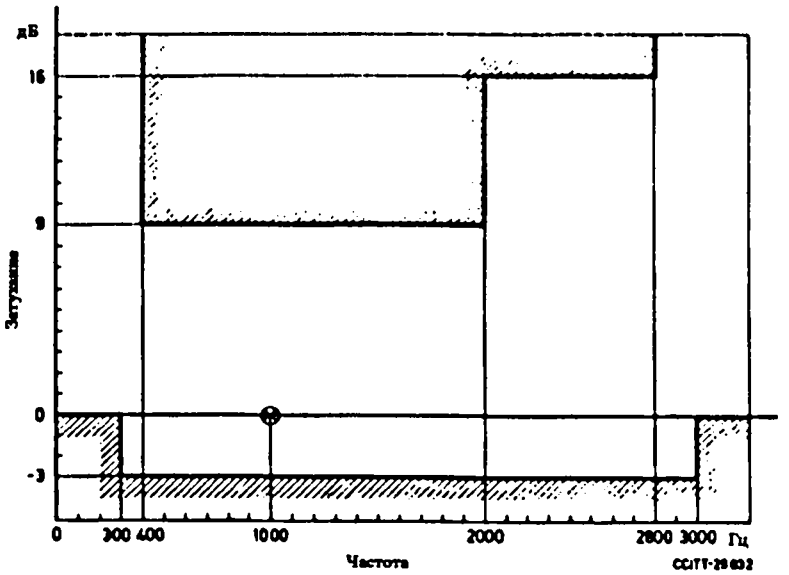
Примечание. – Цифры 300 Гц и 3000 Гц, ограничивающие усиление на краях полосы, являются временными, поскольку Рекомендация G.232[2] позволяет использовать для оконечного оборудования системы с ЧРК более широкий диапазон.

РИСУНОК 5/G.171

Предельные значения остаточного затухания цепи относительно остаточного затухания на частоте 1000 Гц для четырехпроводных цепей

8.2 *Двухпроводные цепи*

Частотные искажения каждой двухпроводной цепи не должны превышать предельных значений, указанных на рис. 6/G.171.



Примечание. – Цифры 300 Гц и 3000 Гц, ограничивающие усиление на краях полосы, являются временными, поскольку Рекомендация G.232 [2] позволяет использовать для оконечного оборудования системы передачи с ЧРК более широкий диапазон.

РИСУНОК 6/G.171

Предельные значения остаточного затухания цепи относительно остаточного затухания на частоте 1000 Гц для двухпроводных цепей

9 Шум

Должны удовлетворяться требования соответствующих Рекомендаций в отношении шума каждого участка цепи; Рекомендации G.123 и G.143, § 1, дают некоторые общие указания относительно характеристик шума системы. Номинальный уровень мощности случайного шума на частной станции зависит от реального состава цепи, но не должен превышать −38 дБм0п (временное предельное значение для технической эксплуатации цепей, протяженность которых превышает 10 000 км). На практике более короткие цепи будут иметь значительно меньший случайный шум. Ожидаемая характеристика показана на рис. 7/G.171.

Цепи, в состав которых входят участки, организованные через спутники и соответствующие Рекомендации G.153, могут оцениваться по характеристикам шума по нормам спутниковой цепи протяженностью 1000 км. Однако следует отметить, что, хотя такое допущение справедливо для большинства спутников, через которые осуществляется международный обмен, все же в отдельных случаях уровни шума могут превышать это значение.

10 Цифровые соединения

На цифровой сети частного пользования, которая образована цифровыми УАТС важной проблемой является план распределения затуханий. Для получения прозрачных цифровых соединений на такой сети величина затухания между цифровыми стыками должна составлять 0 дБ. Однако в УАТС, которая участвует в соединении цифровых и аналоговых стыков, необходимо внести затухание. Если между цифровыми стыками вносится цифровое затухание, то желательно дополнительно предусмотреть возможность обхода цифрового удлинителя, чтобы получать прозрачные соединения. Обход цифровых удлинителей может потребовать применения специальных схем сигнализации.

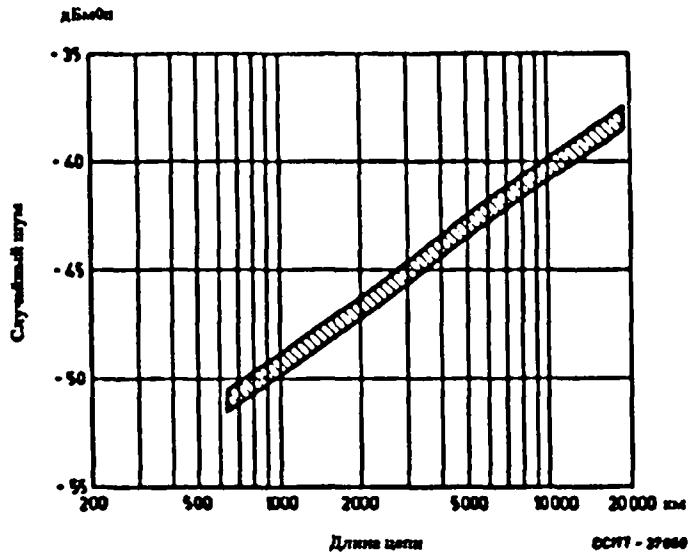


РИСУНОК 7/G.171

Характеристики случайного шума цепи

На цифровой УАТС сети частного пользования, как правило, имеется несколько категорий аналоговых стыков. Такие стыки соответствуют внутренним абонентам, внешним абонентам, аналоговым соединительным линиям к другим УАТС и аналоговым соединениям к коммутируемой сети общего пользования. Матрица затуханий между портами аналоговых и цифровых стыков цифровой УАТС в сочетании с затуханием всего аналогового оборудования и линий образует общий план распределения затуханий. Различные УАТС, которые используют одинаковые матрицы затуханий между портами, совместимы и могут применяться на одной и той же сети в соответствии с общим планом распределения затуханий.

Поскольку имеется большое количество различных типов соединений, общий план распределения затуханий представляет собой компромисс; при этом добиться оптимального качества передачи на всех соединениях не представляется возможным. План затуханий должен обеспечивать приемлемые показатели громкости передающей и приемной частей и полный показатель громкости, как указано в § 7.3 настоящей Рекомендации для соединений всех типов. В приложении к настоящей Рекомендации в качестве примера приводится один план распределения затуханий, который разработан для достижения этой цели. В настоящее время в упомянутом приложении не рассматриваются цифровые стыки с цифровыми телефонными аппаратами.

11 *Соединение с коммутируемой телефонной сетью общего пользования*

При соединении сетей частного пользования с коммутируемой телефонной сетью общего пользования не всегда можно обеспечить качество передачи, которое удовлетворяет нормам МККТТ. Эта ситуация осложняется тем, что возможны соединения большого количества различных типов. На аналоговых сетях общая проблема соединений состоит в увеличении затухания и ухудшении полного показателя громкости. Должны соблюдаться требования, касающиеся относительных уровней на цифровой станции, как указано в Рекомендации Q.552 (§ 2.2.4). На цифровых сетях можно получить более прозрачные соединения. К цифровым сетям применимы следующие указания:

i) На соединениях между цифровой УАТС и цифровой оконечной установкой предпочтительно использовать цифровые устройства с прозрачным соединением в оконечной установке. Затухание преимущественно должно переноситься на частную сеть в точку цифро-аналогового преобразования или в цифровой телефонный аппарат.

ii) Уровни кодирования и декодирования на сети частного пользования должны быть совместимы с национальным планом и обеспечивать показатели громкости, указанные в Рекомендации G.121.

iii) План синхронизации для сети частного пользования должен быть совместим с национальной стратегией синхронизации.

Когда осуществляется подключение аналоговой или цифровой сети частного пользования к коммутируемой телефонной сети общего пользования и устанавливается международное соединение, национальную цепь продолжения образуют эта коммутируемая телефонная сеть общего пользования и подключенная к ней сеть частного пользования. Такая конфигурация должна удовлетворять всем требованиям, относящимся к национальным цепям продолжения. В частности, должны выполняться требования, которые предъявляются к показателю громкости и указаны в Рекомендации G.121, а также требования в отношении эха и устойчивости, указанные в Рекомендации G.122. Коммутируемая телефонная сеть общего пользования с подключенной к ней сетью частного пользования должна удовлетворять требованиям в отношении эха и устойчивости в виртуальной точке аналоговой коммутации.

Контроль времени прохождения и характеристики эха говорящего абонента могут создавать затруднения на соединениях сетей частного пользования с коммутируемой сетью общего пользования. Во-первых, поскольку устройства уменьшения эхосигнала сети частного пользования будут, по всей вероятности, включены последовательно с аналогичными устройствами коммутируемой сети общего пользования, на сети частного пользования должны применяться эхокомпенсаторы для предотвращения снижения качества передачи. При этом интерес представляют следующие конкретные вопросы:

i) Характеристики эха говорящего абонента для вызовов, для которых, как правило, не предусматривается уменьшение эхосигнала на коммутируемой сети общего пользования. Дополнительная задержка на сети частного пользования может послужить причиной неприемлемого качества для значительного числа вызовов (правило M, Рекомендация G.131).

ii) Дополнительная задержка, вносимая сетью частного пользования, может послужить причиной превышения предельных значений времени прохождения при оконечных соединениях в устройствах уменьшения эхосигнала, которыми оснащена коммутируемая сеть общего пользования. С целью контроля этих факторов может оказаться необходимым оснастить эхокомпенсаторами и соединительные линии к сети частного пользования, в частности, для снижения отражений обратно в коммутируемую сеть общего пользования. Предельные значения задержки и/или стратегия уменьшения эха, которые применяются на сети частного пользования, должны обеспечивать приемлемые характеристики эха говорящего абонента в соответствии с правилами Рекомендации G.131, § 2.3. Кроме того, предельные значения задержки на сети частного пользования должны быть как можно меньше для того, чтобы свести к минимуму полные величины времени прохождения по соединению в соответствии с Рекомендацией G.114.

К числу прочих параметров, являющихся важными для получения приемлемого общего качества, относятся искажения квантования, местный эффект, шум, частотные искажения, искажение группового времени задержки, переходный разговор, коэффициент ошибок, дрожание фазы и фазовый дрейф. Для частных сетей указывать предельные значения перечисленных параметров нецелесообразно, ибо они должны удовлетворять всем требованиям, которые предъявляются к национальным цепям продолжения для всех конфигураций. Важно, чтобы составные части сети частного пользования разрабатывались в соответствии с требованиями относящейся к этому вопросу Рекомендации МККТТ, в которой рассматриваются эти параметры.

Библиография

[1] Руководство МККТТ "Планирование передачи коммутируемых телефонных сетей", МСЭ, Женева, 1976 г.

[2] Рекомендация МККТТ "12-канальная оконечная аппаратура", том III, Рек. G.232.

ПРИЛОЖЕНИЕ A

(к Рекомендации G.171)

План распределения затуханий и качественные характеристики цифровых сетей частного пользования

A.1 *Введение*

В США Ассоциация электронной промышленности (EIA) работает над предложенным стандартом [1] на затухание между портами цифровой УАТС. В настоящем вкладе рассматривается план распределения затуханий и некоторые результаты, относящиеся к качественным характеристикам сети и обосновывающие этот план. Материал, содержащийся в настоящем вкладе, предлагается в качестве основы для изучения рассматриваемого вопроса. Данная информация может быть, в частности, полезной при развитии Рекомендации G.171 в соответствии с признанной приоритетностью работы по составлению плана распределения затуханий цифровой сети частного пользования, включая соединения с сетями общего пользования.

A.2 *Цифровые сети частного пользования*

План распределения затуханий для цифровых сетей частного пользования составлен по образцу плана распределения затухания для еще не расформированной коммутируемой цифровой сети общего пользования компании АТТ. Для последней определено фиксированное затухание 6 дБ между местными коммутационными станциями для большинства соединений [2]. Кроме того, планировалось гармоничное взаимодействие с развитой аналоговой сетью, чтобы при смешанных соединениях обеспечивалось хорошее качество передачи.

На цифровых сетях частного пользования для соединений, которые заканчиваются на обоих концах аппаратами, размещенными в помещении станции (ONS), величина затухания из конца в конец должна быть 12 дБ. Разность 6 дБ между такими соединениями и соединениями по коммутируемым цифровым сетям общего пользования предназначена для компенсации разницы между средним затуханием абонентской линии на сети общего пользования (приблизительно 4 дБ) и средним затуханием линии абонента, подключенного к станции в том же помещении сети частного пользования (приблизительно 1 дБ). Таким образом, на каждую линию на каждом конце соединения отводится 3 дБ из 12 дБ затухания из конца в конец (см. рис. A-1/G.171).

Когда вместо внутренних телефонных аппаратов (ONS) в соединении участвуют внешние телефонные аппараты (OPS) (то есть расположенные вне помещения станции), то выделение затухания 3 дБ на абонентскую линию не производится, поскольку линия внешнего телефонного аппарата имеет затухание, сравнимое с затуханием обычной абонентской линии или рассчитываемое по транзитному чистому затуханию канала (VNL) + 4 дБ. Таким образом, если оба конца соединения, организованного по цифровой сети частного пользования, заканчиваются линиями внешних телефонных аппаратов, то величина затухания из конца в конец должна составлять 6 дБ. Если же один конец соединения заканчивается внешним телефонным аппаратом, а второй — внутренним, то величина затухания соединения из конца в конец будет составлять 9 дБ.

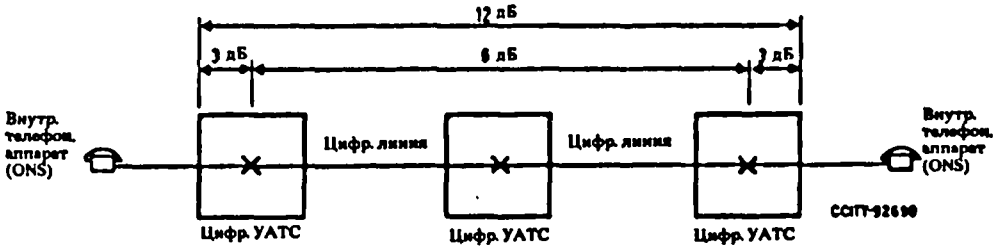


РИСУНОК A-1/G.171

Соединение на цифровой сети частного пользования

A.3 *План распределения затуханий Ассоциации электронной промышленности*

План распределения затуханий Ассоциации для цифровых УАТС был предложен для реализации плана распределения затуханий цифровых сетей частного пользования. Он обеспечивает также возможность работы цифровых УАТС на смешанной аналого-цифровой сети и соединения сетей частного и общего пользования.

План распределения затуханий Ассоциации для цифровых УАТС представлен в таблице A-1/G.171. В ней указаны затухания, которые должны вноситься УАТС между различными стыками в обоих направлениях передачи. Метод реализации затухания (аналоговый, цифровой смешанный) не определяется. Однако в полностью цифровом соединении из конца в конец все затухание вносится на оконечной УАТС, за исключением 3 дБ, которые определены для исходящего внутреннего телефонного аппарата. Например, для получения величины затухания 12 дБ, которая указана на рис. A-1/G.171, каждая оконечная УАТС должна вносить затухание 3 дБ в направлении передачи и 9 дБ (6 + 3) в направлении приема (см. клетку 1-D); но средняя УАТС не должна вносить никакого затухания (клетка 4-D).

Как указывалось выше, в рассматриваемой таблице также определены величины затухания, которые обеспечивают стык с оборудованием аналоговой сети частного пользования и с сетью общего пользования с помощью аналогового или цифрового оборудования. Величины затухания определены также для спутниковых цепей УАТС. Последние имеют, как правило, малую протяженность. Следовательно, определив специальный набор значений затухания для соединения с такими же цепями, можно получить лучшие показатели всей сети. В случае применения аналогового оборудования предполагается, что оно рассчитано на транзитное затухание (VNL).

ТАБЛИЦА A-1/6.171

План распределения затуханий цифровой УАТС

		A ONS	B OPS	C A/TT	D D/TT	E S/ATT S/DTT
		↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓
1 ONS	–	6	3	3	3	3
	–	6	3	3	9	3
2 OPS	–	3	0	2	0	2
	–	3	0	2	6	2
3 A/TT	–	3	2	0	–3	0
	–	3	2	0	3	0
4 D/TT	–	9	6	3	0	6
	–	3	0	–3	0	0
5 S/ATT S/DTT	–	3	2	0	0	0
	–	3	2	0	6	0
6 A/CO	–	0	0	0/2	–3/0	0
	–	0	0	0/2 (Примечание 2)	3/6 (Примечания 1, 2)	0
7 D/CO	–	3	0	2	0/–3	0
	–	3	0	2	6/3 (Примечание 3)	0
8 A/TO	–	6	3	0	–3	3
	–	6	3	0	3	3
9 D/TO	–	9	6	3	0	6
	–	3	0	–3	0	0

(Значения в дБ)

Стыки УАТС

ONS – линейный стык с внутренней линией

OPS – линейный стык с внешней линией

A/TT – стык аналоговой междугородней линии с соединительной линией

D/TT – стык цифровой междугородней линии с цифровой соединительной линией или смешанной соединительной линией, или с любой другой соединительной линией с цифровым окончанием на УАТС

S/ATT – стык аналоговой междугородней линии с аналоговой спутниковой соединительной линией к УАТС

S/DTT – стык цифровой междугородней линии с цифровой спутниковой соединительной линией к УАТС

A/CO – стык аналоговой междугородней линии с аналоговой линией к местной телефонной станции

D/CO – стык цифровой междугородней линии к местной цифровой телефонной станции или смешанной линии к местной телефонной станции, или любой другой линии к местной телефонной станции с цифровым окончанием на УАТС

A/TO – стык аналоговой междугородней линии с аналоговой междугородней линией на междугородней телефонной станции

D/TO – стык цифровой междугородней линии или смешанной междугородней линии к междугородней телефонной станции или любой другой междугородней линии к междугородней телефонной станции с цифровым окончанием на УАТС

Примечание 1. – Два значения –3/3 дБ должны быть предусмотрены для соединений между портами A/CO и D/TT в качестве стыка со смешанной соединительной междугородней линией к спутниковой УАТС.

Примечание 2. – Желательно использовать вариант с малым затуханием (0/0 или –3/3), когда затухание междугородней линии УАТС/местная телефонная станция равно 2 дБ или больше и ERL > {18,13} и SRL >{10,6}, измеренные при оконечной нагрузке 900 Ом + 2,16 мкФ на местной станции. [В обозначении {M, L} M означает медианное значение, L – нижнее предельное значение.]

Примечание 3. – Пара значений затухания 0/6 дБ должна обеспечиваться всегда. Пара значений затухания –3/3 дБ представляет собой желательный вариант для межсетевых применений, при которых никакая из значащих конфигураций не сталкивается с проблемами эха, устойчивости или перегрузки вследствие сниженного затухания. При значениях затухания –3/3 дБ многочастотные сигналы DTMF, которые передаются через стык D/CO в сеть частного пользования, могут испытывать невосстанавливаемые цифровые нарушения при вторичных применениях сигнализации (сигнализация DTMF после установления соединения, для которого, например, уже были предусмотрены команды) под влиянием усиления 3 дБ.

A.4 *Результаты изучения уровня сервиса, обосновывающие план распределения затухания для УАТС, составленный EIA*

Поскольку план распределения затуханий для цифровых сетей частного пользования скопирован с плана распределения затуханий цифровой коммутируемой сети общего пользования компании ATT, ожидается, что качественные показатели цифровых сетей частного пользования будут сравнимы с показателями цифровой коммутируемой сети общего пользования. Затухание 6 дБ между оконечными станциями для цифровых коммутируемых соединений на сети общего пользования является компромиссным значением. Как показано на рис. A-2/G.171, оптимальная величина затухания зависит от протяженности соединения (которая определяет суммарное время распространения отраженных сигналов). Однако компромиссное значение затухания 6 дБ обеспечивает хорошие качественные показатели для большинства соединений. Аналогичным образом уровень сервиса (GOS) соединения будет зависеть от затухания из конца в конец. Значение 12 дБ для цифровых сетей частного пользования (или распределение по 3 дБ на каждую линию внутреннего телефонного аппарата) подтверждается приводимыми ниже результатами по уровню сервиса.

На рис. A-3b/G.171 показан уровень сервиса[1)] (при учете влияния затухания-шума-эха) для цифровой сети частного пользования с внутренними телефонными аппаратами на обоих концах в зависимости от затухания. Затухание фигурирует в виде переменной величины P, которая вводится для каждого внутреннего телефонного аппарата помимо фиксированного затухания 6 дБ из конца в конец (см. рис. A-3a/G.171). Рассматриваются соединения, имеющие малую, среднюю и большую длины (45, 250 и 1820 миль, соответственно). В данном испытании было установлено затухание отражения эха со средним значением 12 дБ и стандартным отклонением 3 дБ. Как показывают результаты, оптимальное значение P возрастает с увеличением протяженности соединения.

[1)] Уровень сервиса выражается средней долей (в %) оценок – хороший или лучше, – полученных на модели Cavanaugh Hatch, Sullivan.

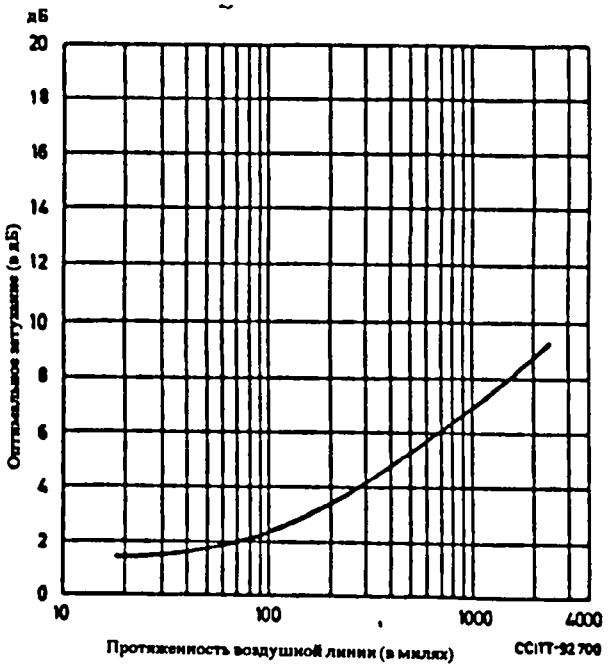


РИСУНОК A-2/G.171

Оптимальное затухание коммутируемой цифровой сети (из [2])

Рис. A-4a/G.171 аналогичен рис. A-3a/G.171, за исключением того, что один внутренний телефонный аппарат заменен внешним. На УАТС, к которой подключен внешний телефонный аппарат, нет затухания P, которое связано с линией внешнего телефонного аппарата. Кроме того, отличаются и параметры затухания отражения эха. На рис. A-4b/G.171 представлены результаты оценки уровня сервиса (при учете влияния затухания-шума-эха) для соединения, представленного на рис. A-4a/G.171 для трех длин на сети частного пользования, как он воспринимается абонентом внутреннего телефонного аппарата (уровень сервиса для абонента внешнего телефонного аппарата будет другим). Зависимость уровня сервиса P аналогична зависимости, которая представлена на рис. A-3b/G.171. При P = 6 дБ качество соединения большой протяженности (см. рис. A-4b/G.171) близко к оптимальному. Однако для других соединений оно начнет ухудшаться. Это ухудшение будет заметным, когда на обоих концах подключены внутренние телефонные аппараты (см. рис. A-3b/G.171). Поскольку подавляющее число соединений заканчивается на внутренних телефонных аппаратах, величина P = 3 дБ будет наилучшим компромиссом; именно эта величина и была выбрана.

Величина P = 3 дБ применяется также для аналогового соединительного оборудования и, как показывает нижеследующий пример, является хорошим компромиссным решением для соединения сетей частного и общего пользования. Подобный пример приведен на рис A-5a/G.171. На рис. A-5b/G.171 показаны результаты оценки уровня сервиса по восприятию абонента внутреннего телефонного аппарата.

A.5 *Выводы*

Рассмотрен план распределения затуханий для цифровых сетей частного пользования, составленный в соответствии с планом распределения затуханий для УАТС, который был предложен Ассоциацией электронной промышленности. По оценкам уровня сервиса рассматриваемый план распределения затуханий является хорошим компромиссом и обеспечивает высокий уровень качества работы и большую гибкость для соединений различных типов.

Моделируемые соединения

Цифровой внутр. телефон. аппарат → внутр. телефон. аппарат (ONS → ONS)

Протяженность соединительной линии:

малая	45 миль
средняя	250 миль
большая	1820 миль

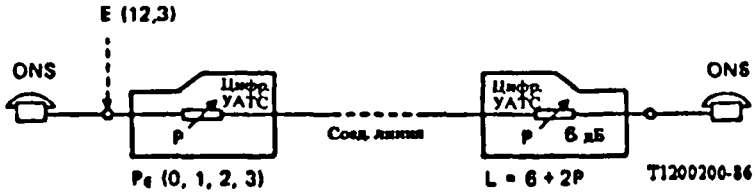


РИСУНОК A-3a/G.171

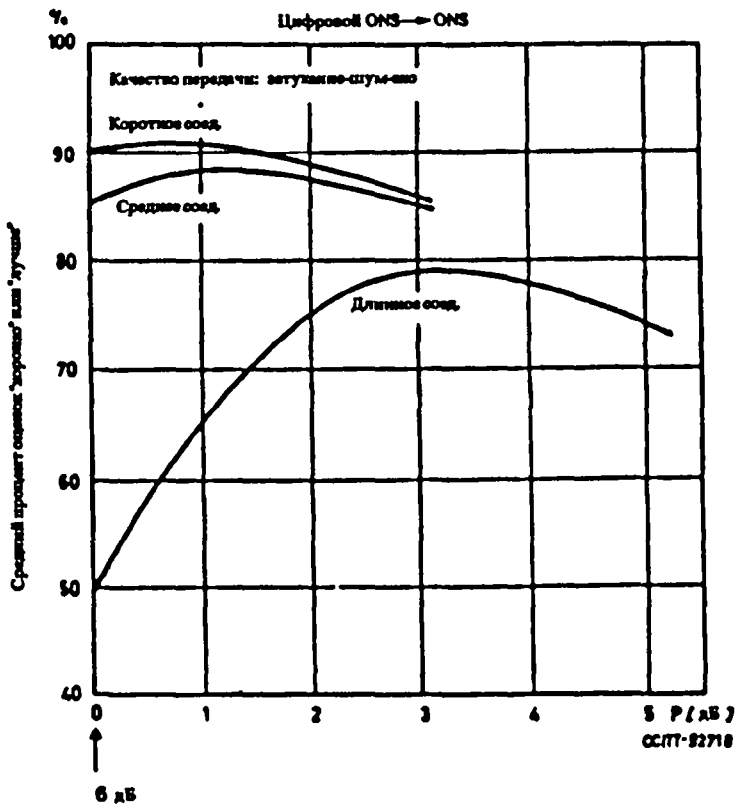


РИСУНОК A-3b/G.171

Моделируемые соединения

Аналоговый внеш. телефон. аппарат (OPS) → цифровой внутр. телефон. аппарат (ONS)

Протяженность соединений (в милях)

Соединение УАТС — УАТС

Малая	.....	45
Средняя	.....	250
Большая	.....	1820

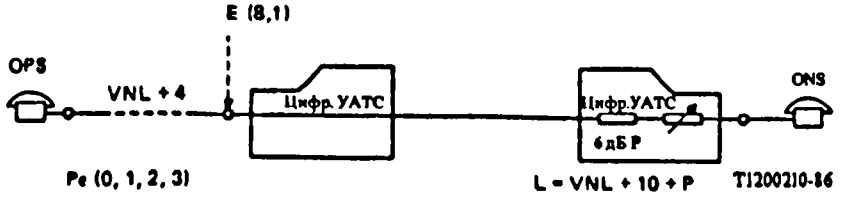


РИСУНОК A-4a/G.171

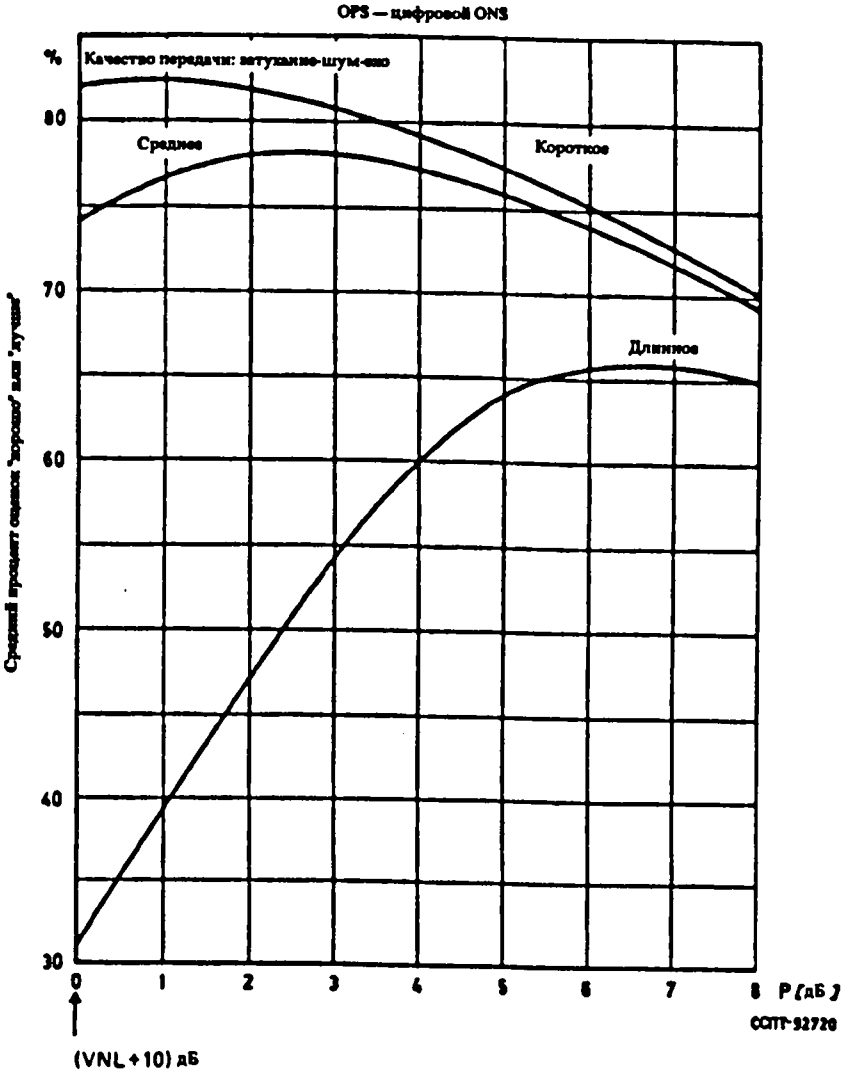


РИСУНОК A-4b/G.171

Моделируемые соединения

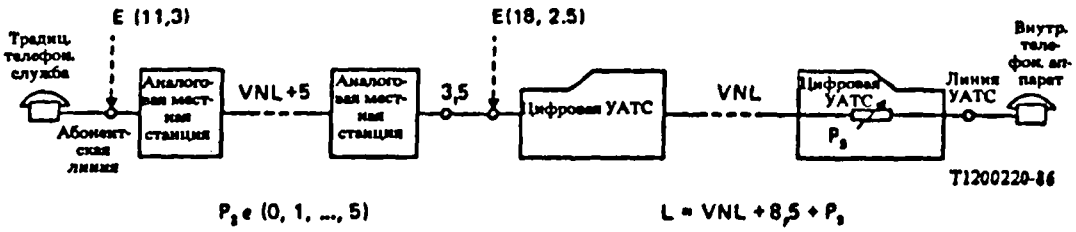
Аналоговая

сеть общего пользования → сеть частного пользования

Протяженность соединений (в милях)

Соединение УАТС-УАТС

Короткое	45
Среднее	250
Длинное	1820



$P_3 \in (0, 1, ..., 5)$ $L = VNL + 8{,}5 + P_3$

РИСУНОК A-5a/G.171

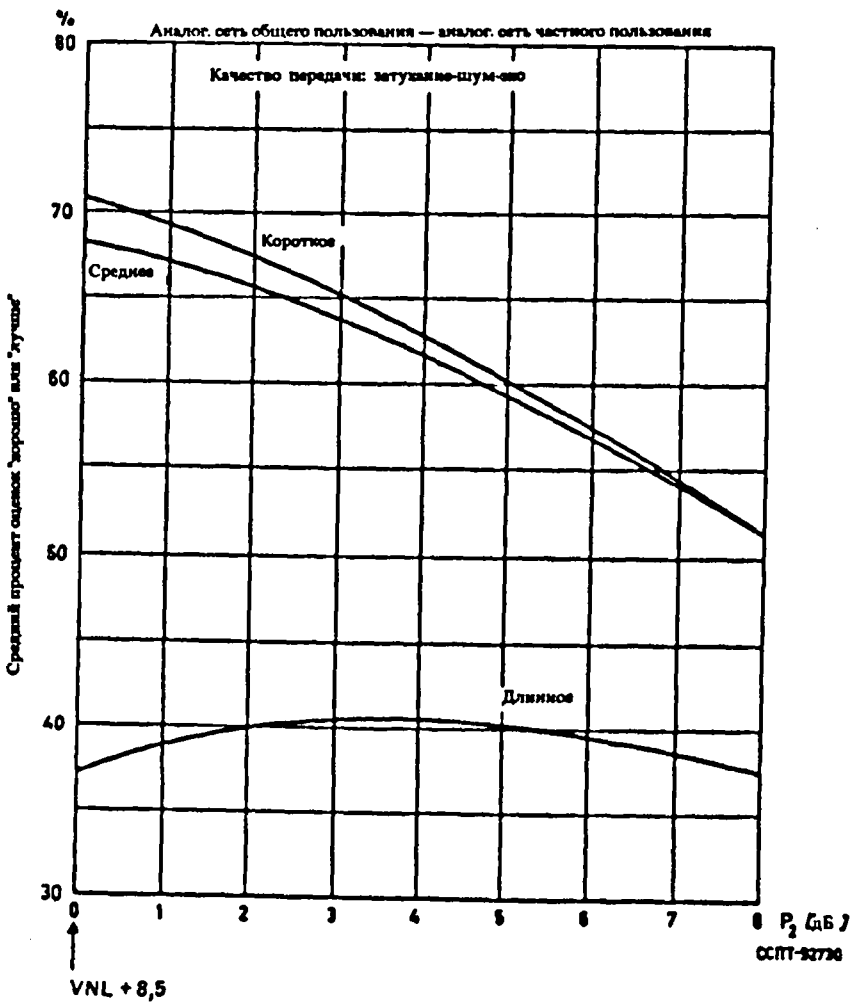


РИСУНОК A-5b/G.171

Библиография

[1] EIA PN-1378, Private branch exchange (PBX) switching equipment for voiceband applications.

[2] AT&T, Notes on the network, 1980.

Рекомендация G.172

АСПЕКТЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦ-СВЯЗИ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ПЛАНУ ПЕРЕДАЧИ

(Малага-Торремолинос, 1984 г.; изменена в Мельбурне, 1988 г.)

Приведенные здесь соображения, относящиеся к передаче применимы к соединениям для конференц-связи, организация и эксплуатация которых осуществляются в соответствии с Рекомендацией E.151.

1 В соответствии с Рекомендациями МККТТ, относящимися к показателям громкости на международных соединениях, необходимо использовать высококачественный комплект конференц-связи. Этот комплект должен обеспечивать номинальное затухание передачи 0 дБ в направлении от участника, который в данный момент является активным (говорящим), ко всем неактивным (слушающим) участникам. Это затухание должно измеряться между точками коммутации с одинаковым уровнем национальных цепей или виртуальными точками коммутации международных цепей.

Примечание. — В некоторых комплектах конференц-связи используется устройство АРУ для сведения к минимуму контраста, который существует между уровнями речи участников, использующих соединения с различными затуханиями; к таким комплектам конференц-связи не применимо вышеприведенное соображение. Вопросы передачи для комплектов конференц-связи с АРУ требуют дальнейшего изучения.

2 Должен использоваться современный комплект конференц-связи, в котором применяются методы, позволяющие избежать чрезмерного снижения качества из-за накопления шума и эхосигналов на выходе комплекта конференц-связи с множественным доступом.

В соединении с двумя комплектами конференц-связи один из них имеет N1 доступов, включая говорящего абонента, а другой — N2 доступов; с увеличением числа доступов возрастает шум в соответствии с правилом: $10\log(N1 + N2 - 1)$.

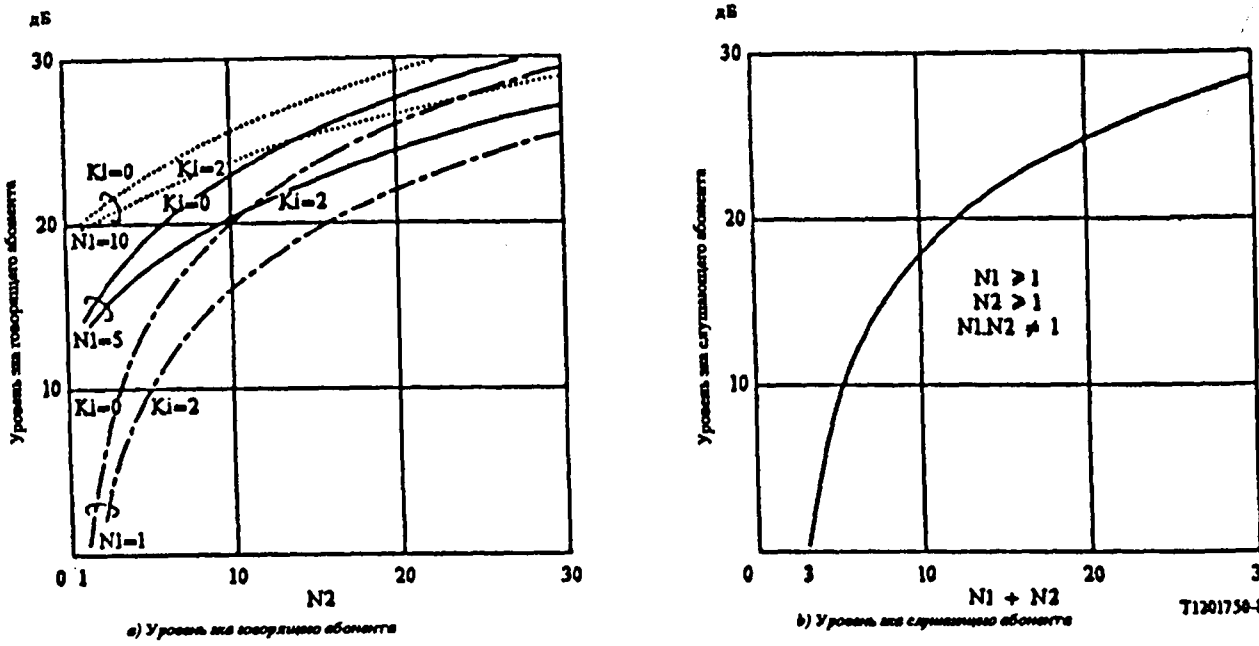
Эхо слушающего и говорящего абонентов также увеличивается по мере увеличения числа доступов, как показано на рис. 1/G.172.

Таким образом, схема с несколькими комплектами конференц-связи требует применения устройств снижения шума и уменьшения эхосигнала.

Примечание 1. — Используется например, комплект конференц-связи, который обеспечивает затухание, включаемое голосом, или его эквивалент. В таком комплекте конференц-связи вносится затухание 15 дБ для каждого входа когда пользователь, работающий по этому тракту, неактивен. Когда пользователь становится активным, затухание из его тракта передачи переносится в его тракт приема. Такое действие обеспечивает защиту говорящего абонента от эха и препятствует снижению запаса на зуммирование при срабатывании переключателя. Затухание, которое нормально присутствует в тракте передачи, приглушает слабые входные сигналы, такие как шум до того как они поступят в комплект конференц-связи. В этом случае уровень полного сигнала который отражается в любую активную точку доступа, представляет собой сумму отдельных отражений от всех других пар зажимов, уменьшенную на 30 дБ.

Этот комплект конференц-связи может обслуживать до 30 участников.

Примечание 2. — Описание комплекта конференц-связи, который использует затухание, включаемое голосом, дано в приложении 2 к Вопросу 6/XVI, том III-3 *Зеленой книги.* Требования к передаче, изложенные в этом приложении, могут быть использованы для разработки комплекта конференц-связи. Требования, предъявляемые к комплекту конференц-связи, в котором используются другие методы для регулирования разности уровней и накопления шума и эха, являются предметом будущего изучения.



Ki Затухание передачи между комплектами конференц-связи

N1 Число абонентов первого комплекта конференц-связи

N2 Число абонентов второго комплекта конференц-связи

РИСУНОК 1/G.172

Повышение уровней эха говорящего и слушающего абонентов при конференц-связи с двумя комплектами оборудования конференц-связи

3 Для обеспечения оптимальной работы комплект конференц-связи должен размещаться как можно ближе к центру соединения. Это позволяет выравнивать затухания от комплекта конференц-связи до всех мест, в которых располагаются участники соединения, сводя таким образом к минимуму разность уровней. Отсюда следует, что комплекты международной конференц-связи должны размещаться в транзитных центрах более высокого порядка.

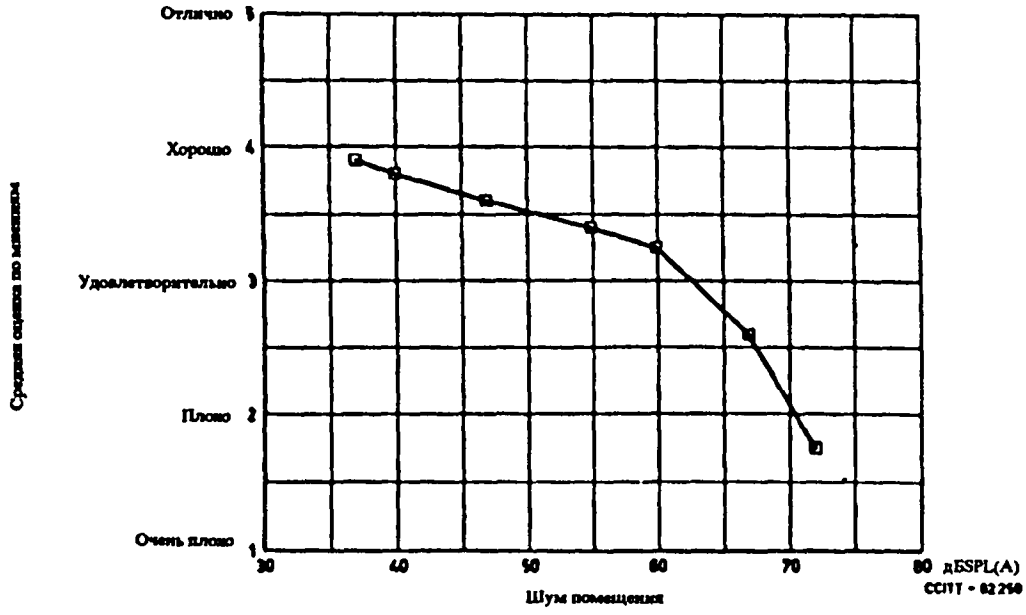
4 По возможности комплект конференц-связи должен быть четырехпроводным и иметь четырехпроводную коммутацию как на национальных, так и на международных цепях.

5 Обращается внимание на Рекомендацию G.114, которая касается среднего времени прохождения в одном направлении и рекомендует не использовать соединения с задержкой свыше 400 мс, за исключением самых крайних случаев. Для соответствия этой Рекомендации следует предусмотреть выбор схемы соединений, который позволит избежать использования более чем одной спутниковой цепи. Для некоторых конференций при использовании радиальной сети это может ограничить выбор места для размещения комплекта конференц-связи. При других обстоятельствах может быть выбрано несколько радиальных сетей, которые соединяются с помощью одной спутниковой цепи, оснащенной соответствующими эхозаградителями и соединяющей комплекты конференц-связи.

6 Соединения при конференц-связи должны выбираться очень тщательно, чтобы свести число устройств с затуханием, включаемым голосом, которые включаются последовательно, к двум на каждый доступ конференц-связи. Сюда относится аппаратура для конференц-связи, которая установлена в аппаратных участников (например, громкоговорящие телефоны), и сетевая аппаратура (например, эхозаградители), но исключается комплект конференц-связи.

7 Если при конференц-связи требуется подключение только одного участника в каждом пункте и применяется абонентская микротелефонная трубка, то шум помещения, где находится пользователь, должен ограничиваться величиной не более 60 дБ SPL (A)[1] для обеспечения хорошего качества передачи. На рис. 2/G.172 представлена средняя оценка по методу мнений качества передачи в зависимости от шума помещения [1]. Если пользователь не выполняет это требование, то конференц-связь может оказаться неприемлемой.

8 Когда для конференц-связи нужно более одного участника в одном пункте, может оказаться желательным использовать помещения для проведения конференц-связи, которые оснащены соответственно размещенными микротелефонами и громкоговорителями. Для обеспечения надлежащего отношения сигнал/шум и отсутствия влияний реверберации помещения для проведения конференц-связи необходимо соблюдать принципы размещения микрофонов и громкоговорителей, которые указаны в Дополнении № 4, том V[2].



Примечание. – Эта кривая представляет мнение пользователей, слышащих телефонную передачу с шумом помещения от 37 до 72 дБ SPL (A). Каждая точка кривой есть среднее для всех значений уровня речи и шума цепи, полученное при этом уровне шума помещения.

РИСУНОК 2/G.172

Зависимость качества передачи от шума помещения

Библиография

[1] *Guidelines for improving telephone communications in noisy room environments*, Bell System Technical Reference, PUB 42902, February 1980, American Telephone and Telegraph Co.

---

[1] Уровень звукового давления (SPL) относительно 20 мкПа с использованием А-взвешивания. См. Рекомендацию P.54 в отношении информации, касающейся измерений уровней звука.

[2] Другой проблемой, связанной с конференц-связью, при которой используются громкоговорители, является вероятность акустической обратной связи между громкоговорителем и микрофоном. Хотя эта обратная связь сегодня, как правило, уменьшается с помощью затухания, включаемого голосом, в оконечном оборудовании помещения для конференц-связи, следует отметить, что Исследовательская комиссия XV предложила новые исследования для определения того, как использовать эхокомпенсаторы для уменьшения акустической обратной связи.

Рекомендация G.180

ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЕРЕДАЧИ ТИПА N + M, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЦИФРОВЫХ СЕКЦИЯХ И ТРАКТАХ ИЛИ В ЦИФРОВОЙ АППАРАТУРЕ

(Мельбурн, 1988 г.)

1 Общие положения

Функция восстановления передачи часто применяется на современных сетях электросвязи с целью повышения готовности и улучшения качества обслуживания посредством снижения до минимума влияний или возможных влияний отказов трактов передачи и облегчения технического обслуживания.

Терминология и общие принципы восстановления передачи приведены в Рекомендации M.495. Функциональная организация автоматического восстановления передачи изложена в Рекомендации M '96.

2 Цель Рекомендации

В настоящей Рекомендации определяются характеристики оборудования для систем прямого восстановления передачи типа N + M (резервирование трактов) для цифровых трактов передачи (см. Рекомендацию G.701). Структурная схема системы прямого восстановления передачи типа N + M представлена на рис. 1/G.180. В настоящей Рекомендации рассматривается оборудование, которое на этом рисунке обозначено как RSE и RSCE (оборудование переключения на резерв и оборудование управления переключением, соответственно).

Настоящая Рекомендация рассматривает также случай, когда сигналы на стыках T относятся к разным иерархическим уровням. В этом случае каждый доступ на одной стороне может быть группой доступов, как показано на рис. 2/G.180. Левая часть этого рисунка относится к частному случаю, когда резервируется не полный тракт, а лишь его часть внутри аппаратуры группообразования.

Примечание. — Возможно, что оборудование, определенное в настоящей Рекомендации, может применяться также для автоматического или полуавтоматического перенаправления передачи N + M (сетевое резервирование), но, как правило, функция восстановления этого типа реализуется другим оборудованием, часто выполняющим также и другие функции (таким как, например, цифровая аппаратура оперативного переключения). Оборудование этого типа в настоящее время изучается.

В настоящей Рекомендации рассматриваются три типа систем прямого восстановления передачи.

Первый должен обеспечивать перенаправление любого из N нормальных трактов на любой из M резервных трактов.

Второй тип должен обеспечивать соединение любого из N доступов с любым из N + M трактов.

Третий тип должен обеспечивать перенаправление любого из N нормальных трактов на один резервный тракт (во многих случаях этот тип рассматривается просто как частный случай первого типа).

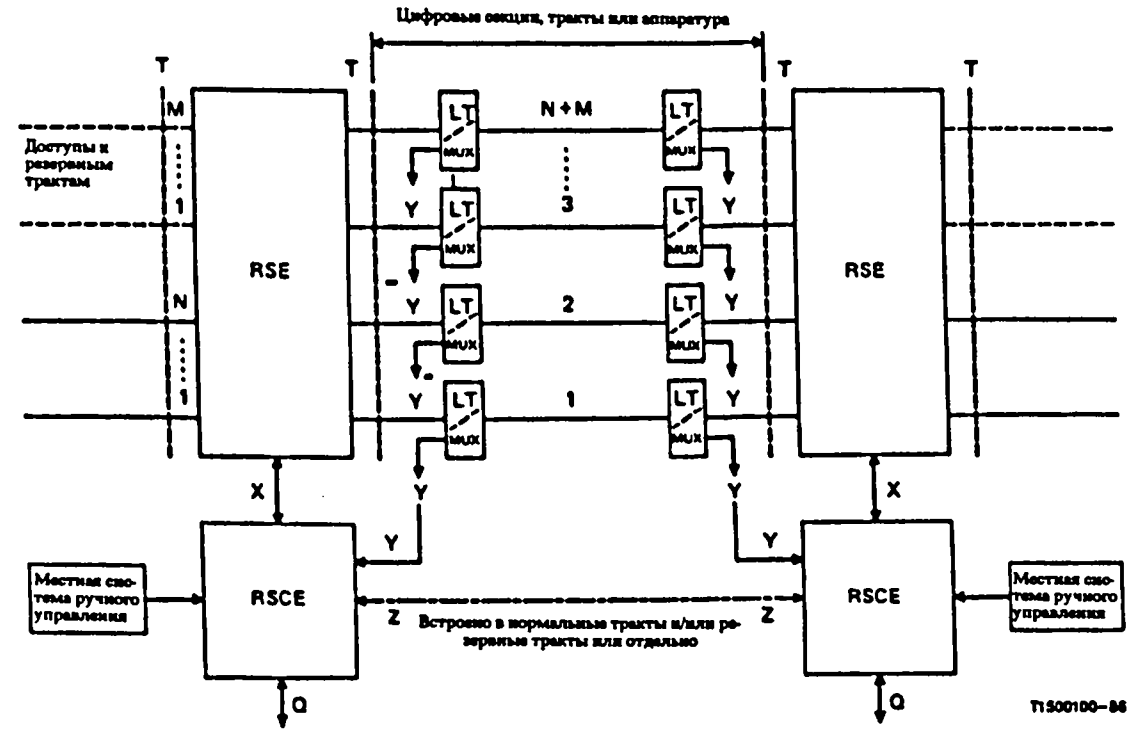
Для всех типов имеется два варианта:

a) переключать два направления передачи независимо; и

b) переключать два направления передачи одновременно.

В настоящей Рекомендации не рассматриваются системы восстановления, встроенные в системы передачи, а также системы 1 + 1, в которых переключение производится только на приемном конце (см. Рекомендацию G.181).

Иерархические уровни на стыках T — это уровни, которые определяются в Рекомендации G.702 (иерархические уровни 1 и выше).



RSE — оборудование переключения на резерв

RSCE — оборудование управления переключением

LT/MUX — Оконечное линейное устройство или аппаратура группообразования

Этот канал может быть заменен соединением в сети управления электросвязью (TMN)

X — нестандартизированный (или стандартный Q) интерфейс. При объединении RSE и RSCE интерфейс X отсутствует

Y — интерфейс, который должен быть стандартизирован в будущем (возможно, стандартный Q)

Z — интерфейс, который, возможно, должен быть стандартизирован

Q — вариант стандартного интерфейса Q для сети управления электросвязью (TMN) или для центра управления

T — интерфейсы трактов передачи

Примечание 1. – Повреждение секции или тракта может быть, по всей вероятности обнаружено в оборудовании переключения на резерв, а информация передана в оборудование управления переключением. В этом случае интерфейс Y может отсутствовать.

Примечание 2. – Взаимодействие с сетью управления электросвязью через интерфейс Q в настоящее время в область применения данной Рекомендации не входит.

Примечание 3. – Цифровые секции или тракты N + M могут находиться в одном и том же кабеле или проходить по разным направлениям.

Примечание 4. – Доступы к резервным трактам могут использоваться для передачи низкоприоритетной нагрузки.

Примечание 5. – Интерфейс между оборудованием управления переключением и местной системой ручного управления не стандартизирован и в настоящей Рекомендации не рассматривается.

РИСУНОК 1/G.180

Система прямого восстановления передачи N + M

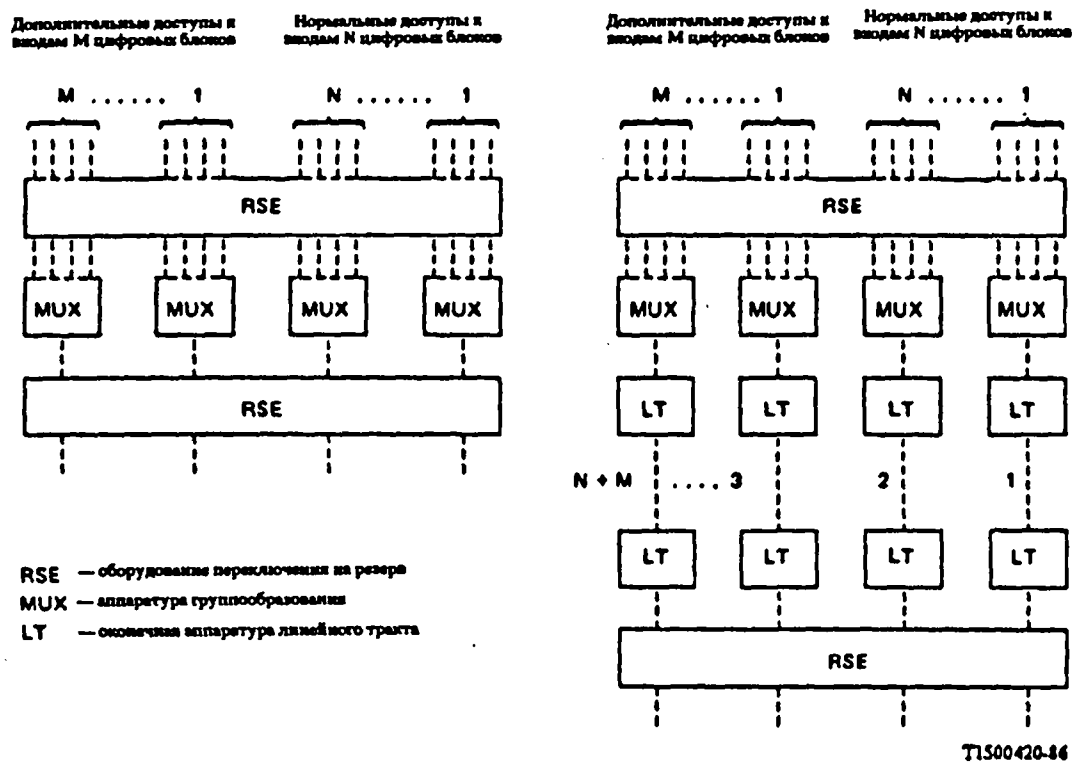


РИСУНОК 2/G.180

Примеры систем восстановления, в которых на двух концах разные иерархические уровни

3 Требования к оборудованию переключения на резерв

В настоящей Рекомендации рассматриваются два типа оборудования переключения на резерв: "регенеративное" и "нерегенеративное".

Первый тип, в котором цифровой сигнал подвергается полному процессу восстановления по временно́му положению и форме, требует цифрового оборудования переключения на резерв, что иногда дает преимущество, например, с точки зрения влияния станционного кабельного монтажа.

Второй тип, в котором выходной сигнал пропорционален входному (за исключением незначительных искажений) считается выгодным в некоторых обстоятельствах, например, с точки зрения надежности и стоимости.

3.1 *Интерфейсы*

3.1.1 *Интерфейсы трактов передачи* (T)

Соответствующие параметры и рекомендуемые значения перечислены в верхней части таблицы 1/G.180 для нерегенеративного оборудования переключения на резерв и в верхней части таблицы 2/G.180 — для регенеративного.

ТАБЛИЦА 1/G.180

Значения, рекомендуемые в качестве временных для характеристик интерфейса и передачи оборудования переключения на резерв нерегенеративного типа

ИНТЕРФЕЙС	Номинальное полное сопротивление	Как указано в Рек. G.703
	Затухание несогласованности на входных зажимах (выходные зажимы нагружены номинальным полным сопротивлением)	На z дБ выше значений указанных в Рек. G.703 (примечание 1)
	Допустимые уровни	Выходные уровни, рассмотренные в Рек. G.703
ПЕРЕДАЧА	Передаточная функция между входными и выходными зажимами оборудования переключения на резерв (нагруженными номинальным сопротивлением) (примечание 2)	< x% от затухания соединительной пары и фазового искажения, допустимые в Рек. G.703 для соответствующего иерархического уровня или дополнения его, плюс или минус y дБ "плоского" затухания. Предполагается, что зависимость затухания от частоты приблизительно следует закону $\sqrt{f}$ (примечания 3 и 4)
	Переходное затухание	> Y_1 дБ от любого канала; > Y_2 дБ многоканальной помехи, оцениваемой по сумме напряжений. Эти значения относятся к частотам вплоть до номинальной скорости передачи (примечание 5)

Примечание 1. – Значение z изучается. Возможное значение составляет z = 6 дБ.

Примечание 2. – Поскольку в настоящее время изучается соответствующее требование в отношении подключения измерительной аппаратуры в защищенных контрольных точках, может оказаться возможным принять технические требования, соответствующие рассматриваемому случаю.

Примечание 3. – Изучаются значения x и y. Предлагаемые значения: x = 10% и y = 0,5 дБ.

Примечание 4. – Предельное значение времени задержки будет также рассматриваться в будущем, если это окажется полезным.

Примечание 5. – Изучаются предельные значения Y_1 и Y_2. Было предложено y_1 = 40 и y_2 = 30 в качестве компромисса между различными предложениями. По всей вероятности, могут быть приняты различные предельные значения для оборудования переключения на резерв, имеющего разные схемы (например, N + 1 или N + M).

3.1.2 *Интерфейсы управления*

Единственным интерфейсом управления оборудованием переключения на резерв является X. Этот интерфейс пока еще не стандартизирован МККТТ. Однако в будущем он может быть определен как интерфейс Q (см. Рекомендацию G.771).

Поскольку интерфейс X не нормирован, то разграничение между оборудованием RSE и оборудованием RSCE (и, следовательно между §§ 3 и 4 настоящей Рекомендации) будет несколько произвольным.

3.2 *Аспекты эксплуатации*

3.2.1 *Передача переключаемых сигналов*

Соответствующие параметры и рекомендуемые значения перечислены в нижней части таблицы 1/G.180 для нерегенеративного оборудования RSE и в нижней части таблицы 2/G.180 — для регенеративного RSE.

ТАБЛИЦА 2/G.180

Характеристики интерфейсов и передачи, рекомендуемые для оборудования переключения на резерв регенеративного типа

Общие положения	Номинальная скорость передачи и допуск	Как указано в Рек. G.703
ИНТЕРФЕЙС	Соединительные пары Измерительное полное сопротивление и затухание несогласованности на входных зажимах Форма импульса и уровни Допустимое дрожание фазы на входе	Как указано в Рек. G.703
	Собственное дрожание фазы на на выходе	Как указано в дополнении А к таблице 2/G.180
ПЕРЕДАЧА	Коэффициент передачи фазы на выходе	Как указано в дополнении В к таблице 2/G.180
	Коэффициент ошибок	99,99% секунд, свободных от ошибок (примечание 3)
	Прочее (примечание 1)	Тракты, проходящие через каждый ключ должны обеспечивать независимость и целостность цифровой последовательности (примечание 2)

Примечание 1. – Предельное значение времени задержки будет также рассматриваться в будущем, если это окажется полезным.

Примечание 2. – Требуется дальнейшее изучение, независимо от того, должен ли цифровой сигнал заменяться сигналом иным, чем сигнал индикации аварии (AIS) в условиях переключения на резерв.

Примечание 3. – Оценивается в условиях максимальной нагрузки и исключения любого внешнего источника помех.

3.2.2 *Выполнение команд*

Для оборудования RSE, обеспечивающего M резервных трактов для N нормальных трактов (включая M = 1), рекомендуется, чтобы в ответ на команду оборудования RSCE оборудование RSE подавало входной сигнал, который относится к нормальному тракту, на входные зажимы заданного резервного тракта. Этот сигнал не должен сниматься с входных зажимов рассматриваемого нормального тракта, за исключением случая, когда он может быть заменен испытательным сигналом.

В том случае, когда оборудование RSE обеспечивает N + M трактов для N доступов, рекомендуется, чтобы в ответ на команду оборудования RSCE оборудование RSE подало входной сигнал, относящийся к любому заданному доступу от 1 до N в любой заданный тракт от 1 до N + M.

Рекомендуется, чтобы время, необходимое для вышеуказанных переключений, то есть "время восстановления передачи", было меньше tx мс. Значение для tx в настоящее время изучается.

Примечание. – Характеристики, необходимые для нормирования дополнительной услуги по обнаружению в оборудовании RSE неисправного тракта и для передачи этой информации в оборудование RSCE, в настоящее время изучается.

3.2.3 *Прочие аспекты эксплуатации*

При обнаружении отказа оборудования RSCE или его отключения от оборудования RSE на интерфейсе X (если таковой имеется) необходимо:

a) либо заставить оборудование RSE направлять все сигналы по N нормальным трактам. После устранения отказа оборудования RSCE или его подключения к оборудованию RSE восстанавливается нормальное резервирование;

b) либо не изменять состояния оборудования RSE. Матрица взаимных соединений оборудования RSE должна быть доступной по запросу оборудования RSCE с тем, чтобы после устранения отказа или подключения оборудования RSCE к оборудованию RSE переписать эту матрицу по имеющимся в оборудовании RSCE данным.

В случае систем восстановления второго типа (как определено в § 2 настоящей Рекомендации) справедлив только вариант b). В случае систем первого и третьего типов применимы оба варианта.

Примечание. — Рекомендуемое поведение оборудования RSE в случае отказа его системы питания в настоящее время изучается.

4 Требования к оборудованию RSCE

4.1 *Интерфейсы*

Интерфейсы Y, Z и Q оборудования RSCE (см. рис. 1/G.180) в настоящее время изучаются, включая скорость передачи и допустимый коэффициент ошибок для интерфейса Z.

4.2 *Аспекты эксплуатации*

4.2.1 *Выполнение команд*

Переключение на резервный тракт должно начинаться по запросу, который поступает от интерфейсов Y, Z, Q (и X, когда в оборудовании RSE обнаруживаются отказы), или по команде от местной системы ручного управления.

По решению выделение резервного тракта оборудования RSCE может производиться в соответствии с определенными правилами приоритетности, основанными на:

— приоритетности, заданной для каждого нормального тракта,

— типе запроса (низкий или высокий приоритет).

В противном случае это выделение должно определяться по информации, которая поступает от интерфейсов Z, Q или местной системы ручного управления.

В случае систем восстановления, обеспечивающих M резервных трактов (включая M = 1) для N нормальных, когда запрос на резервирование снимается, трафик должен вернуться в соответствующий нормальный тракт, а соответствующий резервный тракт должен быть освобожден.

Должна иметься возможность с интерфейсов Z, Q и местного устройства ручного управления осуществлять управление блокировкой тракта, который находится в рабочем состоянии (например, во время технического обслуживания системы).

Время, необходимое для рекомендованных выше действий по восстановлению, есть сумма "времени ожидания" и "времени для процедуры восстановления". Эти две составляющие должны оставаться в следующих пределах:

— времени ожидания (изучается).

— времени для процедуры восстановления (изучается).

Примечание. — Значения, которые должны быть рекомендованы, могут быть различными для трех типов систем, рассмотренных в § 2, и могут зависеть от интерфейса, по которому передается эта информация. В настоящий момент не существует никакого точного предлагаемого значения. В случае системы N + 1 в одном предложении указывается, что сумма "времени для процедуры восстановления" и "времени передачи для восстановления" в 90% случаев не должна превышать 50 мс плюс время, необходимое для связи.

4.2.2 *Критерии аварии и состояния*

В настоящее время изучаются (см. добавление I к настоящей Рекомендации).

4.2.3 *Процедуры контроля и самопроверки*

В настоящее время изучаются (см. добавление II к настоящей Рекомендации).

ДОПОЛНЕНИЕ А

(к таблице 2/G.180)

Допустимое максимальное значение собственного дрожания фазы на выходных зажимах оборудования переключения на резерв (RSE) регенеративного типа

(Значения для скоростей передачи в цифровой иерархии 1544 кбит/с в настоящее время изучаются)

Для асинхронного оборудования RSE на пространственной матрице:

Скорость цифровой передачи (кбит/с) \ Значение параметра	Максимальное значение для единичного интервала (от пика до пика)	Ширина полосы измерительного фильтра	
		Полосовой фильтр, имеющий нижнюю частоту среза f_1 и верхнюю частоту среза f_4	
		f_1	f_4
2 048	0,1	20 Гц	100 кГц
8 448	0,1	20 Гц	400 кГц
34 368	0,075	100 Гц	800 кГц
139 264	0,05	200 Гц	3 500 кГц

Скорость цифровой передачи (кбит/с) \ Значение параметра	Максимальное значение для единичного интервала (от пика до пика)		Ширина полосы измерительного фильтра		
			Полосовой фильтр, имеющий нижнюю частоту среза f_1 или f_3 или верхнюю частоту среза f_4		
	B_1 ($f_1 + f_4$ фильтр)	B_2 ($f_3 + f_4$ фильтр)	f_1	f_3	f_4
2 048	0,25	0,05	20 Гц	18 кГц (700 Гц)	100 кГц
8 448	0,25	0,05	20 Гц	3 кГц (80 кГц)	400 кГц
34 368	0,35	0,05	100 Гц	10 кГц	800 кГц
139 264	изучается	0,05	200 Гц	10 кГц	3 500 кГц

Примечание 1. – UI – единичный интервал

для 2 048 кбит/с 1 UI = 488 нс
для 8 448 кбит/с 1 UI = 118 нс
для 34 368 кбит/с 1 UI = 29,1 нс
для 139 264 кбит/с 1 UI = 7,18 нс

Примечание 2. – Эти цифры должны удовлетворяться для любого нормализованного сигнала в отсутствие дрожания фазы на входе. Изменение должно быть выполнено с помощью устройства, разработанного в соответствии с Рекомендацией О.171 МККТТ.

Примечание 3. – В § 2 Рекомендации G.823 указан метод измерения.

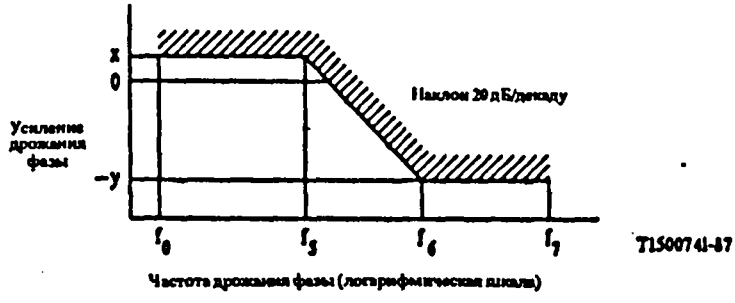
Примечание 4. – Значения частоты, указанные в скобках, могут применяться только к некоторым национальным интерфейсам.

ДОПОЛНЕНИЕ B

(к таблице 2/G.180)

Характеристики передачи дрожания фазы, рекомендованные для оборудования переключения на резерв регенеративного типа

(Значения для скоростей передачи в цифровой иерархии 1544 кбит/с в настоящее время изучаются.)



Скорость цифровой передачи (кбит/с) \ Значение параметра	x (дБ) (прим. 5)	$-y$ (дБ)	f_0 (Гц)	f_5 (кГц)	f_6 (кГц)	f_7 (кГц)	Испытательный сигнал (псевдослучайный см. Рек. O.151)
2 048	0,5	–8,4 (–9,5)	(примечание 1)	36 (1,4)	100 (4,4)	100	$2^{16}-1$
8 448	0,5	–9,5 (–7,5)	(примечание 1)	6 (160)	19 (400)	400	$2^{16}-1$
34 368	0,5	–9,5	(примечание 1)	20	64	800	$2^{23}-1$
139 264	0,5	–9,5	(примечание 1)	20	64	3 500	$2^{23}-1$

Примечание 1. – Частота f_0 должна быть как можно более низкой (например, 10 Гц) с учетом возможностей измерительного устройства.

Примечание 2. – Метод измерения должен быть селективным при ширине полосы достаточно малой по отношению к соответствующей измерительной частоте, но не шире 40 Гц.

Примечание 3. – В диапазоне частот f_6-f_7 усиление дрожания фазы должно быть меньше, чем y дБ, за исключением случайных выбросов, которые должны подавляться ниже –6 дБ.

Примечание 4. – Значения частот, указанные в скобках, применимы только к некоторым национальным интерфейсам.

Примечание 5. – Значение 0,2 дБ было предложено как технически возможное для устройства этого типа. Это может быть полезно, когда на сети используется большой объем оборудования RSE.

Значение параметра / Скорость цифровой передачи (кбит/с)	x (дБ) (прим. 5)	$-y$ (дБ)	f_0 (Гц)	f_8 (кГц)	f_6 (кГц)	f_7 (кГц)	Испытательный сигнал (псевдослучайный, см. Рек. O.151)
2 048	0,5	19,5	(примечание 1)	40	400	100	$2^{15}-1$
8 448	0,5	19,5	(примечание 1)	100	1 000	400	$2^{15}-1$
34 368	0,5	19,5	(примечание 1)	300	3 000	800	$2^{23}-1$
139 264	0,5	изучается	(примечание 1)	900	изучается	3 500	$2^{23}-1$

Примечание 1. – Частота f_0 должна быть как можно более низкой (например, 10 Гц) с учетом возможностей измерительного устройства.

Примечание 2. – Метод измерения должен быть селективным при ширине полосы достаточно малой по отношению к соответствующей измерительной частоте, но не шире 40 Гц.

Примечание 3. – Необходимость допускать случайные выбросы выше y дБ в диапазоне частот f_6-f_7 требует дальнейшего изучения.

ДОБАВЛЕНИЕ I

(к Рекомендации G.180)

Предложения по критериям аварии и состояния
(оба относятся к системе N + 1)

Критерии, предложенные компаниями STC, PLC	Критерии, предложенные компаниями АТТ и "Филипс"
Аварии Предлагается, чтобы система включала: a) отказ системы, b) отказ в резервировании, c) ручное переключение в процессе эксплуатации, d) автоматическая проверка программного обеспечения в процессе эксплуатации, e) отказ системы управления, f) отказ программного обеспечения системы, g) отказ канала связи, h) отказ резервного тракта, i) отказ блока питания, j) изъятие карточки.	Отдельные критерии аварии должны появляться при возникновении следующих неисправных состояний: a) потеря сигнала на зажимах ввода трафика, сторона передачи, b) потеря сигнала на зажимах вывода трафика, сторона приема, c) автоматическая блокировка (см. примечание 1), d) отказ переключателя, e) отказ в резервировании, f) отказ системы управления, g) отказ канала связи, h) отказ резервного тракта, i) отказ блока питания, j) отказ тестера переключателя. Отдельные критерии состояния должны появляться при возникновении следующих ситуаций: a) работа переключателя, b) блокировка переключателя, c) ожидание ответа на запрос о переключателе, d) переключатель в ручном режиме. Устройство управления переключением на резерв должно допускать наличие информации об аварии и состоянии центра дистанционного управления и технического обслуживания, соответствующей вышеуказанным критериям.
	Примечание. – Эта система должна автоматически блокироваться на нормальном или резервном канале если за любой заданный период происходит чрезмерно большое число срабатываний переключателя.

ДОБАВЛЕНИЕ II

(к Рекомендации G.180)

Предложения по процедурам контроля и самопроверки (обе относятся к системе N + 1)

Предложено компаниями STC, PLC	*Контроль резервного канала* В состав системы должны входить средства непрерывного контроля резервного канала для правильной работы. *Самопроверка* В состав системы должны входить следующие средства самопроверки: a) канал связи, b) неразрушающий контроль памяти, буфер управления коаксиальными реле и прочая аппаратура, c) правильность выполнения программы.
Предложено компаниями АТТ и "Филипс"	*Контроль резервного канала* Резервный канал должен контролироваться непрерывно на работоспособность. *Испытательное устройство переключателя* В состав системы переключения на резерв должно входить испытательное устройство переключателя, удовлетворяющее следующим требованиям: Устройство должно проверять полную процедуру переключения, исключая последний переключатель передачи в направлении передачи Система переключения должна отказаться от программы испытаний и обслуживать запросы на переключение от отказавших каналов или каналов с сильным снижением качества. Может быть предусмотрено устройство для включения последнего переключателя для выполнения программы. Должна быть предусмотрена возможность нейтрализации этого устройства.

ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТИПА 1 + 1 ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЦИФРОВЫХ ТРАКТАХ ПЕРЕДАЧИ

(Мельбурн, 1988 г.)

1 *Общие положения*

Функции восстановления передачи часто применяются на современных сетях электросвязи с целью повышения готовности и улучшения качества обслуживания посредством снижения до минимума влияний или возможных влияний нарушения передачи и облегчения технического обслуживания.

Терминология и общие принципы восстановления передачи приведены в Рекомендации М.495. Функциональная организация автоматического восстановления передачи изложена в Рекомендации М.496.

2 Цель Рекомендации

В настоящей Рекомендации определяются характеристики оборудования для систем восстановления передачи типа 1 + 1 (переключение на резервный тракт) для цифровых трактов передачи (см. Рекомендацию G.701). Структурная схема системы этого типа представлена на рис. 1/G.181. На стороне передачи системы используется дифференциальная система, разделяющая входной тракт на два выходных. На стороне приема оба тракта контролируются и снова объединяются с помощью переключателя, управление которым осуществляют автоматически принятые сигналы. Кроме того, этим переключателем можно управлять вручную или дистанционно. Два направления передачи функционируют независимо друг от друга.

В настоящей Рекомендации рассматривается оборудование, которое обозначено как Н (дифференциальная система), RSE (оборудование переключения на резерв) и RSCE (оборудование управления переключением на резерв).

В настоящей Рекомендации не рассматриваются системы восстановления, полностью встроенные в системы передачи.

Иерархическим уровнем на интерфейсе Т является 2048 кбит/с. Другие иерархические уровни в настоящее время изучаются.

3 Требования к оборудованию

Дифференциальная система Н и оборудование RSE (см. рис. 1/G.181) могут быть регенеративного и нерегенеративного типов.

3.1 *Интерфейсы*

3.1.1 *Интерфейсы трактов передачи* (Т)

Для дифференциальных систем Н и оборудования RSE регенеративного типа интерфейсы должны соответствовать описанным в Рекомендации G.703. Собственное выходное дрожание фазы не должно превышать 0,05 UI (ширина полосы измерительного фильтра: 20 Гц — 100 кГц).

Для дифференциальных систем Н и оборудования RSE нерегенеративного типа характеристики интерфейса в настоящее время изучаются.

3.1.2 *Интерфейс управления* (X)

Интерфейс управления X в настоящее время МККТТ еще не стандартизирован. Однако в будущем он может быть определен как интерфейс Q (см. Рекомендацию G.771).

3.2 *Аспекты эксплуатации*

3.2.1 *Передача переключаемых сигналов*

Для дифференциальных систем Н и оборудования RSE регенеративного типа усиление передачи дрожания фазы не должно превышать 0,5 дБ (предельные значения частот в настоящее время изучаются).

Для дифференциальных систем Н и оборудования RSE нерегенеративного типа характеристики передачи изучаются.

3.2.2 *Выполнение команд*

Переключение между двумя трактами производится только на стороне приема, как показано на рис. 1/G.181.

Один из двух трактов может представлять собой тракт с приоритетом, например, II/II′. При отказе этого тракта переключатель переходит на тракт III/III′. После восстановления тракта II/II′ переключатель автоматически возвращается на него.

Если два тракта равноправны, то переключатель остается в последней позиции даже после восстановления отказавшего тракта. Это — предпочтительный метод.

Примечание. — Тракты II/II′ и III/III′ имеют одинаковые качественные показатели при нормальных условиях планирования направления передачи и систем. "Метод одинакового права" снижает частость переключения и повторной синхронизации вдвое.

Должно исключаться переключение на отказавший тракт.

Оборудование RSCE должно приводить в действие переключатель:

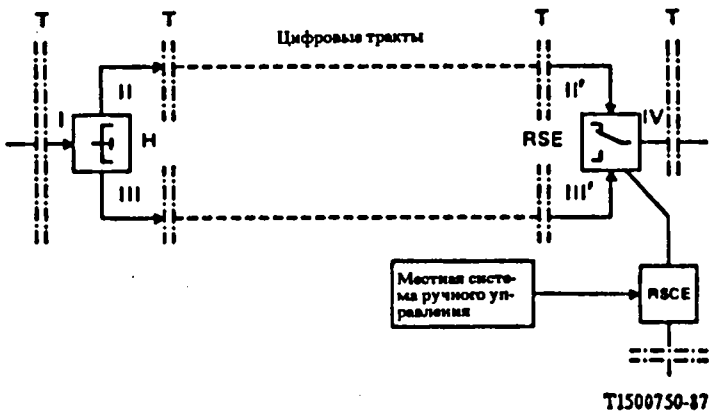
— автоматически в соответствии с критериями, которые указаны в таблицах 1/G.181 и 2/G.181, в зависимости от приема сигнала индикации аварии (AIS) и потери входного сигнала или (как вариант) в зависимости от качества передачи (см. примечание);

— вручную по команде от местной системы ручного управления;

— по запросу от интерфейса X.

Примечание. — В качестве варианта переключение может быть основано на качестве передачи в соответствии с Рекомендацией G.821 и по соглашению между Администрациями. В этом случае переданные сигналы должны иметь стандартную структуру цикла, соответствующую Рекомендации G.704, в которой для скорости передачи 2048 кбит/с должна использоваться также процедура циклической проверки избыточности (CRC4).

Рекомендуется, чтобы время, необходимое для вышеуказанного ответа, то есть "время подтверждения" плюс "время передачи при восстановлении", должно быть меньше 10 мс для наземных трактов и 500 мс — для спутниковых.



H — дифференциальная система
RSE — оборудование переключения на резерв
RSCE — оборудование управления переключением
T — интерфейс передачи
X — интерфейс управления

Примечание 1. – Два цифровых тракта могут быть организованы по одному и тому же кабелю или по разным направлениям.

Примечание 2. – Интерфейс между оборудованием управления переключением и местной системой ручного управления не стандартизирован и в настоящей Рекомендации не рассматривается.

РИСУНОК 1/G.181

Система восстановления передачи 1 + 1

ТАБЛИЦА 1/G.181

Ответные действия дифференциальной системы Н на стороне передачи

Условие отказа	Соответствующие меры (сигнал на II и III)
Сигнал на I отсутствует	AIS
На I получен сигнал AIS	AIS
Отказ блока питания, отказ системы	AIS (если имеется возможность[a])

[a] Оборудование может оказаться неспособным посылать сигнал индикации аварии (AIS); это зависит от характера отказа.

ТАБЛИЦА 2/G.181

Критерии переключения для оборудования переключения на резерв на стороне приема

Ситуация	Соответствующие меры	Замечание	
Сигнал получен на II′ и III′	(См. примечание)	Сигнал на IV	
Сигнал получен на II′ AIS или отсутствие сигнала на III′	Переключение на II′	Сигнал на IV	
Сигнал получен на III′ AIS или отсутствие сигнала на II′	Переключение на III′	Сигнал на IV	
AIS на II′ и III′	Переключение на II′ или III′	Передача транзитом полученного AIS	
Отсутствие сигнала на II′ и III′	Устройство переключения посылает AIS на IV		
AIS на II′ и отсутствие сигнала на III′	Переключение на II′	Передача транзитом полученного AIS	
AIS на III′ и отсутствие сигнала на II′	Переключение на III′		
Правильный сигнал на II′, плохое качество на III′	Переключение на II′	Правильный сигнал на IV	Дополнительно
Правильный сигнал на III′, плохое качество на II′	Переключение на III′	То же	
Плохое качество на II′ AIS или отсутствие сигнала на III′	Переключение на II′	Плохое качество на IV	
Плохое качество на III′, AIS или отсутствие сигнала на II′	Переключение на III′	То же	
Плохое качество на III′ Плохое качество на II′	(См. примечание)	Плохое качество на IV	
Отказ блока питания, отказ системы	Устройство переключения посылает AIS (если возможно) на IV		

Примечание. – Переключение на тракты II/II′ или III/III′, если оба они равноправны. Переключение на приоритетный тракт, если используется другой метод (см. § 3.2.2).

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

ЧАСТЬ II

ДОПОЛНЕНИЕ К РАЗДЕЛУ 1 РЕКОМЕНДАЦИЙ СЕРИИ G

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

Дополнение № 1

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, УСТАНОВЛЕННЫХ В СООТВЕТСТВИИ С ПЛАНОМ ПЕРЕДАЧИ И КОММУТАЦИИ

(Относится к Рекомендации G.131; это Дополнение см. на стр. 555 тома III.2 *Зеленой книги*, Женева, 1973 год)

Дополнение № 2

ЭХО ГОВОРЯЩЕГО АБОНЕНТА НА МЕЖДУНАРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

(Женева, 1964 г.; изменено в Мар-дель-Плате, 1968 г.; Женеве, 1976 и 1980 гг.; Малага-Торремолиносе, 1984 г.; и Мельбурне, 1988 г.; ссылка содержится в Рекомендации G.131, § 2)

1 Кривые, представленные на рис. 2/G.131, могут использоваться для определения того, требует ли данное международное соединение применения устройства уменьшения эха (эхозаградителя или эхокомпенсатора). Кроме того, они могут использоваться для нахождения такого значения номинального остаточного затухания, которое должно быть принято для четырехпроводной составной цепи полного соединения, чтобы сделать ненужным применение устройства уменьшения эха. До того, как можно будет использовать эти кривые, необходимо решить, для какой доли вызовов допускается наличие мешающего эха; Рекомендация G.131 дает по этому вопросу необходимое указание.

Координаты соответствуют двум параметрам телефонного соединения, определяющим эхо, то есть полный показатель громкости (полный ПГ, OLR) эхотракта и среднее время распространения в одном направлении. С помощью определенных допущений (они рассматриваются ниже) эти два параметра становятся главными.

Каждая кривая делит плоскость координат на две части и положение точки, которая описывает соединение, относительно кривой указывает, требуется ли устройство уменьшения эха; при этом принимается в расчет, для какой доли вызовов (в процентах) можно допустить мешающий эхосигнал.

2 Факторы, управляющие эхосигналом

Основными факторами, которые следует рассматривать для определения того, необходимо ли использовать устройство уменьшения эха в конкретном соединении, являются:

a) число эхотрактов;

b) время, за которое токи эха проходят по этим трактам;

c) полные ПГ эхотракта, включая абонентские линии;

d) оценки эха абонентами.

Эти факторы, в свою очередь, рассматриваются следующим образом.

Когда коммутируемые цепи являются четырехпроводными, имеется только один эхотракт, если предположить, что переходное влияние между направлениями передачи пренебрежимо мало. Это в основном справедливо и в том случае, если коммутируемые цепи являются двухпроводными и в точках соединения имеет место достаточное затухание отражения эха (например, среднее значение 27 дБ со стандартным отклонением 3 дБ). Основными токами эха будут токи, которые обусловлены сравнительно малыми балансными затуханиями эха на концах двух крайних четырехпроводных цепей, где осуществляется переход на двухпроводную систему.

Время, необходимое для прохождения эхотракта, фактически зависит только от протяженности четырехпроводного соединения, поскольку основные цепи современных национальных и международных сетей являются высокоскоростными.

Полный ПГ эхотракта говорящего абонента для симметричного соединения для целей планирования приблизительно дается суммой:

— удвоенного значения ПГ соединения (JLR) между двухпроводной точкой на местной оконечной станции говорящего абонента и двухпроводной точкой дифференциальной системы на стороне слушающего абонента[1];

— балансного затухания эхосигнала на стороне слушающего абонента;

— суммы ПГ передачи и ПГ приема телефонного аппарата и абонентской линии говорящего абонента.

Как правило, должны использоваться значения ПГ передачи и ПГ приема, соответствующие абонентским линиям с малыми затуханиями.

Эхо, слышимое абонентом на линиях с большим затуханием, требует дополнительного затухания. Однако данное предложение консервативно.

Данные об оценках эха абонентами, которые приведены в таблице 1, представлены компанией АТТ; они основаны на серии исследований, выполненных в 1971 году. Эти исследования дали информацию о полном ПГ эхотракта для эха (EARS), которое едва обнаруживается, в зависимости от времени задержки в эхотракте. Кроме того, были получены качественные показатели, которые оценивались по пятибалльной шкале (отлично, хорошо, удовлетворительно, плохо, неудовлетворительно). Значения, выраженные в единицах показателя громкости EARS (позже использованные компанией АТТ) были затем преобразованы в значения показателей громкости МККТТ посредством прибавления 1 дБ. В таблице 1 приведены средние значения затухания эхотракта для порога обнаружения и для показателей при неудовлетворительной оценке. Эти средние значения представляют собой показатель громкости эхотракта для 50% обнаружения и 50% неудовлетворительных оценок. Указаны также значения стандартного отклонения.

ТАБЛИЦА 1

Результаты оценок эха

Время распространения в одном направлении (мс)	Полный ПГ эхотракта говорящего абонента			
	порог		неудовлетворительно	
	среднее (дБ)	стандартное отклонение (дБ)	среднее (дБ)	стандартное отклонение (дБ)
10	26	≃4	9	≃6
20	35	≃4	16	≃6
30	40	≃4	20	≃6
40	45	≃4	23	≃6
50	50	≃4	25	≃6
75	–	–	29	≃6
100	–	–	32	≃6
150	–	–	35	≃6
200	–	–	37	≃6
300	–	–	39	≃6

[1] В соответствии с § А.3.3 Рекомендации G.111 показатель громкости соединения четырехпроводных цепей должен определяться как затухание на частотах 800 или 1000 Гц.

3 Построение рисунка 2/G.131

Средняя величина запаса оценок "плохо" или "неудовлетворительно" для характеристики эха дается формулой:

$$M = 2T + B - E + \mathrm{SLR} + \mathrm{RLR},$$

где T — средний показатель громкости соединения между двухпроводной точкой на местной оконечной станции говорящего абонента и двухпроводной точкой дифференциальной системы на стороне слушающего абонента. Показатели громкости в обоих направлениях передачи предполагаются одинаковыми;

B — среднее балансное затухание на стороне слушающего абонента;

E — среднее значение показателя громкости эхотракта, необходимое для получения оценки "неудовлетворительно"[2];

SLR — показатель громкости передачи в двухпроводной точке на исходящей местной станции для коротких абонентских линий;

RLR — показатель громкости приема в двухпроводной точке на исходящей местной станции для коротких абонентских линий.

4 Полностью аналоговые соединения

Предполагается, что балансное затухание эха должно иметь среднее значение не менее 11 дБ и стандартное отклонение 3 дБ и должно быть выражено как коэффициент взвешенной средней мощности (см. Рекомендацию G.122). Предполагается, что среднее значение затухания передачи равномерно во всей полосе и что стандартное отклонение затухания передачи для каждой четырехпроводной цепи должно составлять 1 дБ для каждого направления передачи. Предполагается, что корреляции между изменениями затухания в обоих направлениях передачи составляет 1.

Стандартное отклонение запаса дается формулой:

$$m^2 = n(t^2_1 + 2rt_1t_2 + t^2_2) + b^2 + e^2,$$

где m — стандартное отклонение запаса,

t_1, t_2 — стандартное отклонение затухания передачи в двух направлениях передачи национальной или международной четырехпроводной цепи;

b — стандартное отклонение балансного затухания эха;

e — стандартное отклонение распределения значений показателя громкости эхотракта говорящего абонента, который необходим для получения оценки "неудовлетворительно" методом мнений;

r — коэффициент корреляции между t_1 и t_2;

n — число четырехпроводных цепей в четырехпроводной составной цепи.

Подставляя $t_1 = t_2 = 1$ дБ; $r = 1$; $b = 3$дБ; $e = 6$ дБ, получаем $m^2 = (4n + 45)$.

В § 2.3 Рекомендации G.131 правила A и E относятся к 1% и 10%-ной вероятности неудовлетворительной оценки эха; для этих случаев предполагается девять четырехпроводных цепей (3 национальные + 3 международные + 3 национальные). Следовательно, для обеих кривых – 1% и 10% — $m = 9{,}0$ дБ.

Для 10%-ной вероятности запас может уменьшиться до 1,28 стандартного отклонения. Соответствующий коэффициент для кривой 1%-ной вероятности составляет 2,33. Следовательно, соответствующие значения M будут:

$M = 1{,}28 \times 9{,}0$ дБ $= 11{,}5$ дБ для 10%-ной вероятности;
$M = 2{,}33 \times 9{,}0$ дБ $= 21$ дБ для 1%-ной вероятности.

Подставляя эти значения в выражение $M = 2T + B - E + \mathrm{SLR} + \mathrm{RLR}$, получаем следующие величины среднего значения затухания эха говорящего абонента, $2T + B + \mathrm{SLR} + \mathrm{RLR}$:

$2T + B + \mathrm{SLR} + \mathrm{RLR} = 11{,}5$ дБ $+ E$ для 10%-ной вероятности,
$2T + B + \mathrm{SLR} + \mathrm{RLR} = 21$ дБ $+ E$ для 1%-ной вероятности.

---

[2] Это соответствует значению полного показателя громкости эхотракта для 50% оценок "неудовлетворительно", полученных с помощью метода мнений.

С помощью этих уравнений были вычислены (с точностью до целого децибела) значения, представленные в таблице 2. Цифры в столбце, указывающем протяженность соединения, были вычислены при предположении скорости распространения 160 км/мс.

ТАБЛИЦА 2

Среднее время распространения в одном направлении (мс)	Протяженность соединения (км)	Средний ПГ эхотракта говорящего абонента $2T + B$ + SLR + RLR (дБ)	
		10% неудовлетворительно	1% неудовлетворительно
10	1 600	21	30
20	3 200	28	37
30	4 800	32	41
40	6 400	35	47
50	8 000	37	46
75	12 000	41	50
100	16 000	44	53
150	24 000	47	56
200	32 000	49	58
300	48 000	51	60

На рис. 2/G.131 последняя сплошная линия для $n = g$ построена на основании этих значений и аналогичных значений, которые были вычислены для других значений n (аналоговые цепи).

5 Полностью цифровые соединения с аналоговыми двухпроводными абонентскими линиями (в соответствии с рис. 2/G.111)

Стандартное отклонение запаса дается выражением:

$$m^2 = n(2t^2) + b^2 + e^2,$$

где m — стандартное отклонение запаса;

n — число пар кодер-декодер;

t — стандартное отклонение затухания передачи в двух направлениях;

b — стандартное отклонение балансного затухания эха;

e — стандартное отклонение распределения значений показателей громкости эхотракта говорящего абонента для получения оценки "неудовлетворительно" методом мнений.

Член $(2\ t^2)$ представляет собой дисперсию затухания пары кодер-декодер, где t = 0,2 дБ. Для полностью цифрового соединения между аналоговыми двухпроводными абонентскими линиями имеются две пары кодер-декодер (то есть по одной на местной станции говорящего абонента и на местной станции слушающего абонента).

Подставляя $n = 2$, t = 0,2 дБ, e = 6 дБ и полагая b = 3 дБ, получаем m^2 = 45,2 и m = 6,7.

Следовательно, значения m таковы:

m = 1,28 x 6,7 = 8,6 дБ для 10%-ной вероятности;
m = 2,33 x 6,7 дБ = 15,6 дБ для 1%-ной вероятности.

Подставляя эти значения в выражение $M = 2T + B - E + \mathrm{SLR} + \mathrm{RLR}$, получаем следующие величины среднего значения затухания эхотракта говорящего абонента, $2T + B + \mathrm{SLR} + \mathrm{RLR}$:

$2T + B + \mathrm{SLR} + \mathrm{RLR} = 8{,}6$ дБ $+ E$ для 10%-ной вероятности;
$2T + B + \mathrm{SLR} + \mathrm{RLR} = 15{,}6$ дБ $+ E$ для 1%-ной вероятности.

С помощью этих уравнений были вычислены значения, представленные в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3

Среднее время распространения в одном направлении (мс)	Средний ПГ эхотракта говорящего абонента $2T + B + \mathrm{SLR} + \mathrm{RLR}$	
	10% неудовлетворительно (дБ)	1% неудовлетворительно (дБ)
10	17,6	24,6
20	24,6	31,6
30	28,6	35,6
40	31,6	38,6
50	33,6	40,6
75	37,6	44,6
100	40,6	47,6
150	43,6	50,6
200	45,6	52,6
300	47,6	54,6

Пунктирная линия на рис. 2/G.131 построена на основе этих значений (полностью цифровые соединения).

6 Полностью цифровые соединения с цифровыми абонентскими линиями (в соответствии с Рекомендацией G.801)

В этом случае в соединении отсутствуют двухпроводные точки. Однако между микрофоном и телефоном телефонного аппарата существует тракт акустической обратной связи. Поэтому используемое выше балансное затухание эхосигнала теперь представляется затуханием этого акустического тракта. Репрезентативные величины этого акустического затухания в настоящее время широко изучаются. Некоторая информация по этому вопросу приведена в добавлении к настоящему дополнению.

Можно допустить, что стандартное отклонение затухания передачи пары кодер-декодер равно значению, которое указано выше для цифровых соединений с двухпроводными абонентскими линиями. Значение остаточного затухания T следует принять равным нулю. Теперь величины ПГ передачи и ПГ приема относятся к виртуальным аналоговым четырехпроводным точкам с уровнем 0 дБо.

Если предположить, что стандартное отклонение затухания акустического эхотракта равно 3 дБ, а распределение является нормальным, то значения, которые приведены в таблице 3, применимы также к цифровым абонентским линиям, и может быть использована пунктирная кривая рис. 2/G.131.

7 Смешанные аналого-цифровые соединения

Этот случай представляет собой комбинацию случаев, рассмотренных выше, и соответствующие переменные и их значения должны браться из вышеприведенной информации, на основании чего можно составить соответствующую таблицу.

Как правило, если в соединении имеются только две пары кодер-декодер, то изменениями затухания передачи можно пренебречь по сравнению с нестабильностью аналоговых цепей и с другими изменениями. Для таких соединений довольно точные результаты дает применение сплошной кривой рис. 2/G.131 для соответствующего числа аналоговых цепей в соединении.

ДОБАВЛЕНИЕ I

(к Дополнению № 2)

Затухание эха в четырехпроводных телефонных аппаратах

(вклад Норвегии)

Резюме

В четырехпроводном телефонном аппарате эхо может возникнуть как вследствие электрического переходного влияния в шнуре, так и вследствие акустической связи между телефоном и микрофоном микротелефонной трубки. Затухание эхосигнала для этих трактов было определено для двух аналоговых двухпроводных телефонных аппаратов. Эти данные используются для определения значения затухания эха условного четырехпроводного аппарата, имеющего SLR + RLR = 3 дБ, с такими же акустическими и электрическими характеристиками, как и двухпроводные телефонные аппараты.

I.1 *Введение*

В нескольких вкладах указывалось, что выбор показателей громкости для цифровых телефонных аппаратов должен производиться с учетом аспектов громкости и эхосигнала в полном четырехпроводном соединении. Для получения возможности изучить опасность возникновения мешающего эхосигнала Исследовательская комиссия XVI просила Исследовательскую комиссию XII представить информацию по субъективному влиянию эха говорящего абонента в зависимости от времени задержки, полного ПГ и затухания эхотракта.

В цифровом четырехпроводном соединении, которое включает четырехпроводные абонентские линии и цифровые телефонные аппараты, основные эхотракты имеют место непосредственно в телефонном аппарате:

— акустическая связь между телефоном и микрофоном микротелефонной трубки;

— электрическая связь в гибком шнуре к микротелефонной трубке.

Для оценки характеристики эхосигнала четырехпроводного соединения необходимо оценить значение затухания эхосигнала цифрового телефонного аппарата.

В качестве примера значений, которых можно ожидать, на двух различных аналоговых телефонных аппаратах были выполнены измерения этих эхотрактов. Полученные результаты были использованы для определения затухания эха между зажимами передачи и приема условного четырехпроводного телефонного аппарата, имеющего ПГ передачи = 6 дБ и ПГ приема = −3 дБ и электрические и акустические характеристики, аналогичные характеристикам измеряемых аппаратов.

I.2 *Измерения*

На рис. I-1 представлена блок-схема для измерения затухания между направлениями приема и передачи в обычном двухпроводном телефонном аппарате. Для разделения двух направлений передачи используются два телефонных аппарата.

Для измерения акустического тракта шнур микротелефонной трубки заменяется экранированными проводами, а для измерения электрического тракта микрофон заменяется соответствующим сопротивлением. При выполнении измерения акустической связи микротелефонная трубка размещалась как в "свободном поле", так и в нормальном для слушающего абонента положении.

Для измерений использовались два разных норвежских стандартных телефонных аппарата. Оба они оборудованы линейными микрофонами. Модель EB 67 имеет "традиционную" микротелефонную трубку, а модель Тестафон — это "современный" аппарат.

I.3 *Результаты, полученные при измерении затухания эха*

Для сравнения результатов, полученных для двух телефонных аппаратов, измерения были соотнесены с телефонным аппаратом, у которого SLR + RLR = 7 дБ. Значения затухания эха, как определено в § 2.2 Рекомендации G.122, для этого условного телефонного аппарата представлены в таблице I-1.

Акустические условия:

1) микротелефонная трубка находится в нормальном положении для слушания, плотно прижата к уху ("реальное ухо"), и
2) микротелефонная трубка находится в "свободном поле".

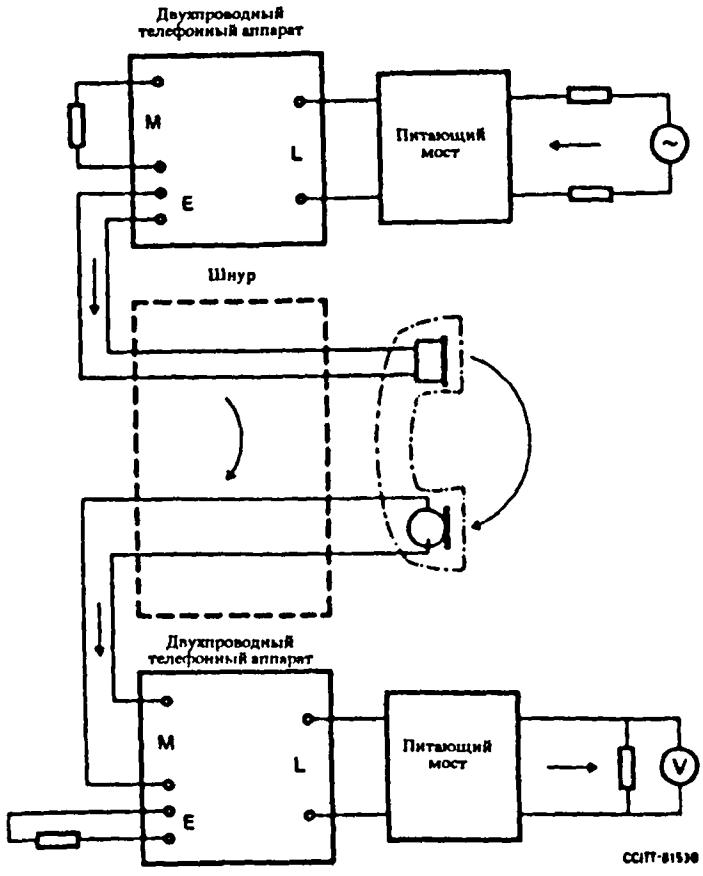


РИСУНОК I-1

Измерительная установка

ТАБЛИЦА I-1

Затухание эха в дБ условного телефонного аппарата, имеющего SLR + RLR = 3 дБ

Акустические условия	Модель EB 67		Модель Тестафон	
	свободное поле	реальное ухо	свободное поле	реальное ухо
Акустический тракт	28,2	31,7	41,5	44,4
Электрический тракт	32,2	32,2	37,0	37,0

Следует отметить, что большое значение затухания эха не является расчетной нормой ни для одного из измеряемых телефонных аппаратов. Поэтому результаты можно рассматривать как представительные в отношении того, что можно получить, не принимая специальных мер.

Значение затухания эха акустического тракта существенно зависит от физической реализации микротелефонной трубки и акустических свойств преобразователей. В таблице I-1 получена разность 13 дБ для двух аппаратов, которые были использованы при проведении измерений. Влияние акустического окончания телефона, то есть "свободное поле" или "реальное ухо", чрезвычайно мало и составляет приблизительно 3 дБ для обоих телефонных аппаратов.

Таблица I-1 показывает, что электрическое переходное влияние в гибком шнуре является серьезным источником эха в обоих аппаратах. При заданных значениях ПГ передачи и ПГ приема уровень переходного влияния зависит от распределения величины усиления между микротелефонной трубкой (т.е. микрофоном) и телефонным аппаратом. Увеличение усиления в микротелефонной трубке (посредством повышения чувствительности микрофона или размещения в микротелефонной трубке микрофонного усилителя) будет повышать уровень сигнала в шнуре и улучшать соотношение сигнал/переходное влияние. Переходное влияние можно также уменьшить, используя экранированные провода. Следовательно, электрический эхотракт можно исключить соответствующим конструированием, а акустический компонент можно рассматривать как нижний предел затухания эха.

Дополнение № 3

ОЦЕНКА УСТРОЙСТВ УМЕНЬШЕНИЯ ЭХОСИГНАЛА

(Относится к Рекомендации G.161; это Дополнение см. на стр. 559 *Зеленой книги*, том III.2, Женева, 1973 г.)

Дополнение № 10

ПРИМЕНЕНИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ B.4, КАСАЮЩЕЙСЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕЦИБЕЛА

(Это Дополнение см. на стр. 598 тома III.2 *Зеленой книги*, Женева, 1973 г.)

Дополнение № 20

ВОЗМОЖНЫЕ КОМБИНАЦИИ ОСНОВНЫХ ДЕФЕКТОВ ПЕРЕДАЧИ В УСЛОВНЫХ ЭТАЛОННЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

(Относится к Рекомендации G.103; это Дополнение см. на стр. 319 выпуска III.1 *Красной книги*, Женева, 1985 г.)

Дополнение № 21

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕДИНИЦ ИСКАЖЕНИЙ КВАНТОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

(Вклад компании "Белл нозерн рисерч")

(Относится к Рекомендации G.133; это Дополнение см. на стр. 326 выпуска III.1 *Красной книги*, Женева, 1985 г.)

Дополнение № 24

СООБРАЖЕНИЯ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ЕДИНИЦАМ ИСКАЖЕНИЙ КВАНТОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ ОБРАБОТКИ КОДИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ

(Относится к Рекомендации G.113; это Дополнение см. на стр. 333 выпуска III.1 *Красной книги*, Женева, 1985 г.)

Дополнение № 25

УКАЗАНИЯ ПО РАЗМЕЩЕНИЮ МИКРОФОНОВ И ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ В ПОМЕЩЕНИЯХ ДЛЯ ТЕЛЕФОННЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ

(Относится к Рекомендации G.172; это Дополнение см. на стр. 335 выпуска III.1 *Красной книги*, Женева, 1985 г.)

Дополнение № 29

НОРМЫ ДЛЯ СМЕШАННЫХ АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ЧЕТЫРЕХПРОВОДНЫХ СОСТАВНЫХ ЦЕПЕЙ

Проект Рекомендации G.136

(Настоящее Дополнение предлагается для дальнейшего изучения в течение данного исследовательского периода с целью преобразования в Рекомендацию.)

1 Общие положения

В период перехода от полностью аналоговой к полностью цифровой сети на международных и национальных сетях будут существовать смешанные составные цепи из четырехпроводных телефонных каналов (см. Рекомендацию G.101, § 4.2); отдельные участки таких цепей могут быть организованы по аналоговым или цифровым системам передачи.

Принимая во внимание, что этот переходный период может оказаться довольно долгим, а также учитывая необходимость обеспечить определенное качество передачи по смешанным составным цепям, МККТТ рекомендует соблюдать некоторые нижеизложенные принципы организации смешанной составной цепи, а также нормы на параметры таких составных цепей.

Основной принцип нормирования смешанных цепей заключается в сохранении норм, которые были приняты для цепей с ЧРК. Это позволяет сохранить качество передачи по четырехпроводной составной цепи, в которую входят международные цепи и национальные цепи продолжения.

Для некоторых параметров это возможно; что же касается других, то из-за аналого-цифровых преобразований и ошибок на цифровых участках имеются существенные расхождения в нормах и методах измерений.

Нормы на некоторые параметры смешанных цепей содержатся в ряде Рекомендаций серий G, Q и M. Однако эти нормы не учитывают законов сложения искажений, которые основаны на разнообразии структур смешанных цепей и специфических характеристик применяемых методов измерений.

Принимая во внимание важность сохранения качества передачи в этот переходный период и придавая большое значение нормированию смешанных аналого-цифровых цепей разнообразных типов, на которых применяются различные типы аналого-цифровых преобразований, МККТТ полагает, что целесообразно иметь специальную Рекомендацию по нормам для смешанных аналого-цифровых цепей и четырехпроводных составных цепей, в которые входят и аналоговые, и цифровые цепи.

Настоящая Рекомендация относится к смешанным четырехпроводным составным цепям, а рассматриваемые смешанные аналого-цифровые соединения — это те, на обоих концах которых включены аналоговые телефонные аппараты.

В основу ее положены существующие Рекомендации по канальной аппаратуре систем с ЧРК (Рекомендация G.232), канальной аппаратуре систем с ИКМ (Рекомендация G.712), аналоговым коммутационным центрам (Рекомендации Q.45, Q.45-бис), цифровым коммутационным центрам (Рекомендации Q.551—Q.554); она учитывает также и другие действующие Рекомендации серий G и M.

В будущем в соответствии с результатами изучения Вопроса 26/XII настоящая Рекомендация должна быть дополнена нормами на составные смешанные цепи, образованные с помощью различных методов аналого-цифрового преобразования, таких как трансмультиплексоры (Рекомендации G.793, G 794), модемы (Рекомендации G.941, V.37), транскодеры (Рекомендация G.761), кодеки (Рекомендация G.795), аппаратура цифрового размножения каналов (DCME), а также нормами на соединения с цифровым телефонным аппаратом на одном конце и аналоговым телефонным аппаратом — на другом.

2 Структура смешанной аналого-цифровой составной ТЧ цепи из четырехпроводных цепей

Параметры смешанной четырехпроводной составной цепи зависят, главным образом, от числа аналоговых участков и числа аналого-цифровых преобразований в этой составной цепи.

В соответствии с Рекомендацией G.103 общее число четырехпроводных цепей в четырехпроводной составной цепи максимальной протяженности в исключительном случае может быть 12 (таблица 2/G.101), так что можно предполагать, что число цепей не будет превышать 12.С точки зрения искажений наихудшие случаи имеют место, когда:

— все коммутационные центры являются цифровыми, а участки цепи от и до этих центров организованы по аналоговым системам передачи. Тогда число аналого-цифровых преобразований составляет 11, число аналоговых участков — 12;

— все коммутационные центры являются аналоговыми, а участки цепи от и до этих центров организованы по цифровым системам передачи. Число аналого-цифровых преобразований в этом случае составляет 12, число цифровых участков — 12.

Такие случаи очень редки. Более репрезентативным считается случай, при котором число аналого-цифровых преобразований составляет половину от максимального (Рекомендация G.103, приложение B), а именно 6, то есть существуют цифровые островки. Такое четырехпроводное соединение представлено на рис. 1. Число аналоговых участков равно 6, число цифровых — также 6. Существуют и другие структуры смешанной четырехпроводной составной цепи, в которых соединение участков реализуется без коммутационной аппаратуры. Подобные структуры рассматриваются в Рекомендации M.562 (§ 3.2). Наихудшим случаем для соединения, в состав которого входит 12 участков без коммутационных центров, является случай, когда цифровые и аналоговые участки чередуются (см. рис. 2), число аналого-цифровых преобразований равно 6, число цифровых участков равно 6, число аналоговых — также 6.

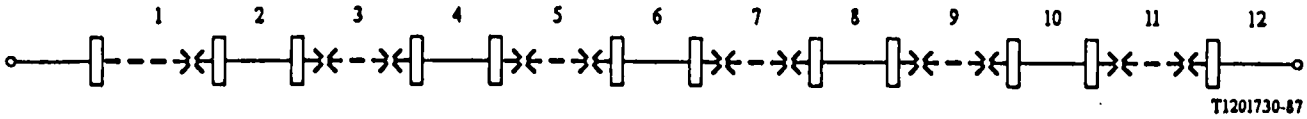


РИСУНОК 1

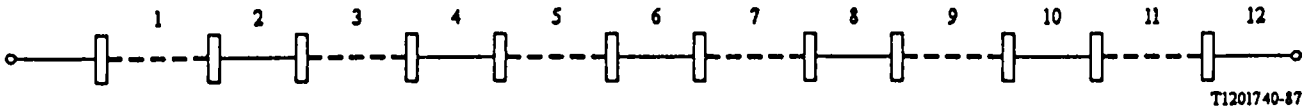


РИСУНОК 2

Таким образом, изучение различных структур смешанных аналого-цифровых составных ТЧ цепей показывает, что для четырехпроводной составной цепи максимальной протяженности, которая имеет в своем составе 12 участков, целесообразно установить нормы на искажения, исходя из 6 аналого-цифровых преобразований, 6 аналоговых и 6 цифровых участков.

Промежуточные варианты комбинаций аналоговых и цифровых участков и аналого-цифровых преобразований будут:

11 аналоговых участков + 1 аналого-цифровое преобразование
(1 цифровой участок) = 12

. . . . . .

6 аналоговых участков + 6 аналого-цифровых преобразований
(6 цифровых участков) = 12

Необходимо помнить, что чаще всего составные цепи имеют менее 12 участков. Доля, вносимая в искажение коммутационными центрами, пренебрежимо мала, если в их состав не входят аналого-цифровые преобразования.

3 Нормы на параметры смешанных аналого-цифровых цепей

3.1 Номинальное значение входного/выходного сопротивления аналоговых и цифровых участков и коммутационной аппаратуры должно составлять 600 Ом.

3.2 Предпочтительно, чтобы затухание отражения входного/выходного сопротивления относительно номинального значения аналоговых и цифровых участков и коммутационной аппаратуры было не меньше 20 дБ в полосе частот 300—3400 Гц.

Примечание. — Для коммутационного центра и оконечной аппаратуры систем с ЧРК допустима величина 15 дБ в полосе 300—600 Гц (см. Рекомендацию Q.45, § 6.3, и Рекомендацию G.232, § 7).

3.3 *Затухание асимметрии по отношению к земле*

В существующих Рекомендациях по коммутационным центрам (Рекомендации Q.45, Q.553) и оконечной аппаратуре систем с ЧРК (Рекомендация G.712) затухание асимметрии по отношению к земле нормируется разными способами. Имеются также различия и в методах измерений. В Рекомендации по канальной аппаратуре систем с ЧРК (Рекомендация G.232) этот параметр не определяется. Вопрос о нормировании и методах измерения этого параметра для каналов смешанных цепей в настоящее время изучается.

До тех пор, пока не будут установлены унифицированные нормы и методы измерения, Рекомендацию К.10 по затуханию асимметрии аппаратуры связи следует рассматривать как содержащую общие указания для смешанной составной цепи четырехпроводных цепей.

3.4 *Номинальный относительный уровень*

Номинальный относительный уровень на стороне передачи каждого участка (аналогового и цифрового) составляет —14 (—16) дБо. Номинальный относительный уровень на стороне приема каждого участка (аналогового и цифрового) составляет +4 (+7) дБо (см. Рекомендации G.232, § 11, G.712, § 14, Q.45, § 3, и Q.553, § 2.2).

Номинальный относительный уровень в виртуальной точке аналоговой коммутации составляет:

— на передаче: — 3,5 дБо
— на приеме : — 4,0 дБо для аналоговых систем
— 3,5 дБо для цифровых систем

(см. Рекомендацию G.101, § 5.2).

Номинальный относительный уровень на смешанной цепи определяется для частоты, которая не является субгармоникой частоты дискретизации. В качестве временного значения рекомендуется 1020 Гц.

3.5 *Изменения остаточного затухания во времени*

Стандартное отклонение остаточного затухания не должно превышать 1 дБ.

Разность между средней и номинальной величинами остаточного затухания не должна превышать 0,5 дБ.

Примечание. — Указанные величины определены в Рекомендации G.151, § 3, для полностью аналоговой цепи при условии, что каналы входят в один первичный групповой тракт с автоматическим регулированием усиления.

Стабильность смешанных соединений, с одной стороны, улучшается благодаря наличию цифровых участков, имеющих более высокую стабильность, чем аналоговые, а с другой стороны, в смешанных цепях отсутствует возможность автоматического транзитного регулирования усиления аналоговых участков, что снижает общую стабильность. Именно по этой причине указанные величины следует рассматривать как временные и требующие подтверждения.

3.6 *Амплитудно-частотные искажения*

Амплитудно-частотные искажения для всей составной четырехпроводной цепи не должны превышать величины, указанные на рис. 1/G.132.

Для смешанных составных цепей (без учета искажений, вносимых коммутационными центрами) закон накопления амплитудно-частотных искажений выражается следующей формулой:

$$\Delta a = n_1 \bar{a}_{FDM} + \sum_{i=1}^{n_2} a_{i\,PCM} \pm K\sqrt{\sigma^2_{FDM} \cdot n_1} \quad , \qquad (1)$$

где n_1 : число аналоговых участков;

n_2 : число аналого-цифровых преобразований;

a_{FDM} : средняя величина (детерминированная составляющая) амплитудно-частотных искажений аналоговых участков;

σ_{FDM} : среднеквадратичная величина отклонения амплитудно-частотного искажения аналоговых участков;

a_{PCM} : амплитудно-частотная характеристика аппаратуры аналого-цифрового преобразования;

К = 1,2 или 3 : коэффициент, определяющий вероятность максимальной/минимальной величины амплитудно-частотных искажений.

"К" обычно берется равным 3. Обоснование выбора К = 3 в зависимости от заданной вероятности можно найти в [1, 2].

Примечание 1. — Амплитудно-частотные характеристики аппаратуры аналого-цифрового преобразования одного и того же типа весьма сходны. По этой причине — если в смешанной составной цепи используется аппаратура аналого-цифрового преобразования одного и того же типа, — сумма в формуле (1)

$$\sum_{i=1}^{n_2} a_{i\,PCM}$$

может быть заменена произведением $n_2 \cdot a_{PCM}$.

Примечание 2. — Предельные значения искажений в аппаратуре аналого-цифрового преобразования, рекомендованные в Рекомендации G.712 (§ 1, рис. 1) и предельные значения искажений в канальной аппаратуре системы с ЧРК, рекомендованные в Рекомендации G.232 (§ 1, рис. 1), удовлетворяют предельным значениям, которые указаны в Рекомендации G.132 для смешанных цепей, где число участков не превышает 4.

При организации смешанных составных цепей с бóльшим числом участков целесообразно использовать современную канальную аппаратуру, в которой величины амплитудно-частотных искажений будут существенно меньше, чем указанные в Рекомендациях G.232 и G.712.

Примечание 3. — Амплитудно-частотные искажения измеряются относительно опорной частоты 1020 (1000) Гц.

Примечание 4. — Для учета искажений в коммутационной аппаратуре см. Рекомендации Q.45 (§ 3.4) и Q.553.

3.7 *Искажения групповой задержки*

Искажения групповой задержки не должны превышать величин, указанных в Рекомендации G.133 для четырехпроводной составной цепи.

Закон накопления искажений групповой задержки выражается следующей формулой:

$$\Delta\tau = n_1\,\tau_{FDM} + \sum_{i=1}^{n_2} \tau_{i\,PCM}, \qquad (2)$$

где n_1 — число аналоговых участков,

n_2 — число аналого-цифровых преобразований.

Примечание 1. — Если на смешанной составной цепи применяется аппаратура аналого-цифрового преобразования одного и того же типа, то сумма

$$\sum_{i=1}^{n_2} \tau_{i\,PCM}$$

заменяется произведением $n_2 \cdot \tau_{PCM}$.

Примечание 2. — Ожидается, что искажения групповой задержки на смешанных составных цепях будут меньше, чем на полностью аналоговой цепи для любой комбинации аналоговых и цифровых участков. Тем не менее характеристики искажений (асимметрия) могут существенно различаться. Это необходимо учитывать при передаче данных по смешанным цепям, в состав которых входят корректоры групповой задержки.

Примечание 3. — Искажения групповой задержки измеряются относительно частоты, находящейся на нижней границе полосы частот аналогового канала, то есть 190—200 Гц.

Примечание 4. — Искажения, вносимые коммутационными центрами, очень малы и их можно не учитывать.

3.8 *Внятный переходный разговор*

Защищенность от внятного переходного разговора на ближнем и дальнем концах между цепями и между прямым и обратным направлениями должна удовлетворять требованиям Рекомендации G.151 (§ 4).

Примечание 1. — Предполагается, что величины, указанные в Рекомендации G.151, должны соблюдаться и даже быть лучше для смешанных составных цепей при любой комбинации аналоговых и цифровых участков благодаря тому, что в аналого-цифровых преобразователях достигаются более высокие значения.

Примечание 2. — Измерение защищенности от переходного влияния между цепями может выполняться без подачи в канал, подверженный влиянию, дополнительного сигнала (в отличие от указаний, которые даны в примечании к пункту 11 Рекомендации G.712). Это можно объяснить тем, что в смешанной составной цепи, как правило, будет иметь место шум на входе аналого-цифровых преобразователей.

3.9 *Нелинейные искажения*

В существующих Рекомендациях для аналоговых цепей (Рекомендация M.1020, § 2.11), для коммутационной аппаратуры (Рекомендация Q.45, § 6.1) и в Рекомендации G.712 для аналого-цифрового оборудования содержатся различные требования по нелинейным искажениям; различаются и методы их измерения. В Рекомендациях для цифровых коммутационных центров (Рекомендации Q.551– Q.554) вообще отсутствуют требования по нелинейным искажениям.

В настоящее время не представляется возможным рекомендовать допустимые величины нелинейных искажений и метод их измерения на смешанных составных цепях. Этот вопрос требует изучения.

3.10 *Шум (полные искажения)*

В смешанных составных цепях из-за аналого-цифровых преобразований, которые создают искажения квантования, сопровождающие сигнал, понятие о шуме потеряло свой первоначальный смысл, и поэтому вместо термина "шум" часто используется термин "полные искажения". Это обусловлено тем, что измерение искажений квантования (Рекомендация Q.132) включает элементы нелинейных искажений и одночастотных помех.

С этой точки зрения, полные искажения в смешанных составных цепях включают шум аналоговых участков, который зависит от протяженности последних в случае наземных систем передачи и искажения квантования, определяемого числом и типом аналого-цифровых преобразований.

Закон сложения полных искажений выражается следующей формулой:

$$P = 10 \log_{10} \left\{ 10^{-9} \cdot W_{FDM} + 10^{0.1\left[S - \left((S/N) - 10 \log \eta_2 \, qdu\right)\right]} \right\}, \qquad (3)$$

где — W_{FDM} — мощность шума на аналоговых участках (пВтп0),

— $W_{FDM} = W_o \dfrac{pWp0}{km} L\ km$

(для участка, организованного через спутник, протяженность наземного участка берется равной 2500 км).

— S/N — отношение сигнал/искажение квантования при одном аналого-цифровом преобразовании,
— η_2 qdu — суммарное число единиц искажений квантования аналого-цифровых преобразований.

Для определения S/N и суммарного числа единиц искажений квантования см. Рекомендацию G.113.

— S — уровень сигнала, при котором производится измерение общих искажений.

Для исключения любого влияния нелинейных искажений величина S не должна превышать —10 дБм0.

Допустимая величина P должна быть определена в результате изучения, выполняемого Исследовательской комиссией XII.

Величина —36 дБм0 (при S = — 10 дБм0), то есть отношение сигнал/полные искажения = 26 дБ, может быть указана в качестве временной.

Шум незанятого канала должен соответствовать Рекомендациям G.123 и G.153, § 1.

Примечание 1. — Полные искажения включают также составляющую, определяемую ошибками на цифровых участках. Предполагается, что если коэффициент ошибок по битам на каждом цифровом участке равен 10^{-6} (при скорости передачи 64 кбит/с), то соответствующая составляющая может быть опущена.

Примечание 2. — Величины полных искажений для аналоговых участков различной протяженности и разного числа единиц искажений квантования на смешанных составных цепях указаны в таблицах 5/M.580 и 6/M.580 приложения A к этой Рекомендации.

3.11 *Одночастотная помеха*

Уровень одночастотной помехи не должен превышать −73 дБм0 (см. Рекомендацию G.151, § 8). Указанная величина не относится к помехе на частоте дискретизации.

Уровень помехи на частоте дискретизации не должен превышать величины $-50 + 10 \log n_2$, где n_2 — число аналого-цифровых преобразований на смешанной составной цепи. Указанная величина является временной и должна быть подтверждена результатами изучения, проводимого Исследовательской комиссией XII.

3.12 *Продукты паразитной модуляции*

Уровни помех, создаваемых паразитной модуляцией от источников электропитания, не должны превышать −45 дБ (см. Рекомендацию G.151, § 7).

3.13 *Импульсные помехи*

Импульсные помехи нормируются для аналоговых цепей, которые используются для передачи данных (Рекомендации M.1020 и M.1025), и для коммутационной аппаратуры (Рекомендации Q.45, § 5.2, и Q.553). Для телефонных цепей в системах передачи с ИКМ импульсные помехи не определяются, поскольку предполагается, что их совсем не должно быть. На практике, однако, отмечено, что при накоплении ошибок импульсные помехи могут возникать в цепи ТЧ, что оказывает мешающее влияние на передачу сигналов данных. (Предварительные результаты по влиянию ошибок в цифровых каналах на импульсные помехи в незанятых ТЧ ИКМ каналах указаны в [4]).

Влияние импульсных помех, возникающих на цифровых участках, на суммарную величину помех в смешанной четырехпроводной составной цепи является предметом изучения.

3.14 *Кратковременные перерывы, дрожание фазы, скачки амплитуды и фазы*

Эти параметры оказывают сильное влияние на передачу данных. Для аналоговых цепей они определены в Рекомендациях M.1020, M.1060 и M.910. Для каналов ТЧ, организованных по ИКМ системам, нормы отсутствуют. Можно временно предположить, что на смешанных составных цепях наличие цифровых участков не оказывает существенного влияния. Однако этот вопрос требует изучения.

3.15 *Коэффициент ошибок*

Требуется дальнейшее изучение.

Библиография

[1] Moskvitin (V.D.): Opredelenije trebovanij k chastotnym kharakteristikam zvenjev sostavnykh kanalov i traktov. (Specification of requirements for attenuation frequency distortions in sections of composite circuits and links.) "Elektrosviaz", 1969, No.11.

[2] Moskvitin (V.D.): Normirovanije chastotnykh kharakteristik ostatochnogo zatuhanija kanalov. (Frequency distortion objectives for transmission loss.) "Elektrosviaz", 1970, No.1.

[3] Вклад COM XII-19 (период 1985—1988 гг.) Администрации СССР "Амплитудно-частотные искажения и искажения групповой задержки на смешанных аналого-цифровых каналах ТЧ".

[4] Вклад COM XII-118 (период 1985—1988 гг.) Администрации СССР "Взаимосвязь ошибок в цифровой линии с импульсными помехами в каналах ТЧ ИКМ систем".

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(к проекту Рекомендации G.136)

ТАБЛИЦА 5/M.580

Отношение сигнал/суммарное искажение для технического обслуживания телефонных цепей общего пользования на уровне испытательной частоты – 10 дБм0

Тип цепи	Число единиц искажений квантования (примечание 1)	Единица	Расстояние при аналоговой передаче (примечание 3) (км)						
			<320	321–640	641–1600	1601–2500	2501–5000	5001–10000	10 001–20 000
Аналоговая	0 (примечание 2)	дБ	45	43	41	39	36	33	30
Составная цепь	0,5	дБ	35	35	34	34	33	31	29
	1	дБ	33	33	32	32	31	30	28
	2	дБ	30	30	30	29	29	28	27
	3	дБ	28	28	28	28	28	27	26
	3,5	дБ	27	27	27	27	27	26	26
	4	дБ	27	27	27	27	26	26	25

Примечание 1. – Число единиц искажений квантования, вносимых различными процессами, показано в таблице 1/G.113 [8].

Примечание 2. – Шум незанятого канала, нагруженного на номинальное сопротивление 600 Ом.

Примечание 3. – Участок цепи, организованный через спутник (между земными станциями) и использующий технику ЧРК, вносит шум, величина которого составляет приблизительно 10 000 пВтп (–50 дБм0п). Таким образом, для определения предельных значений суммарных искажений для международных телефонных цепей общего пользования протяженность этого участка, согласно таблице 4/M.580, может рассматриваться как эквивалентная 2500 км.

ТАБЛИЦА 6/М.580

Отношение сигнал/суммарное искажение для технического обслуживания телефонных цепей общего пользования при уровне испытательной частоты –25 дБм0

Тип цепи	Число единиц искажений квантования (примечание 1)	Единица	Расстояние при аналоговой передаче (примечание 3) (км)						
			<320	321–640	641–1600	1601–2500	2501–5000	5001–10000	10 001–20 000
Аналоговая	0 (примечание 2)	дБ	30	28	26	24	21	18	15
Составная цепь	0,5	дБ	29	27	26	24	21	18	15
	1	дБ	28	27	25	23	21	18	15
	2	дБ	27	26	25	23	20	18	15
	3	дБ	26	25	24	23	20	18	15
	3,5	дБ	26	25	24	22	20	18	15
	4	дБ	25	24	23	22	20	17	15

Примечание 1. – Число единиц искажений квантования, вносимых различными процессами, показано в таблице 1/G.113 [8].

Примечание 2. – Шум незанятого канала, нагруженного на номинальное сопротивление 600 Ом.

Примечание 3. – Участок цепи, организованный через спутник (между земными станциями) и использующий технику ЧРК, вносит шум, величина которого составляет приблизительно 10 000 пВтп (–50 дБм0п). Таким образом, для определения предельных значений суммарных искажений для международных телефонных цепей общего пользования протяженность этого участка, согласно таблице 4/М.580, может рассматриваться как эквивалентная 2500 км.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(к проекту Рекомендации G.136)

ИСТОЧНИК: АДМИНИСТРАЦИЯ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ СССР

НАЗВАНИЕ: ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ОШИБКАМИ В ЦИФРОВОЙ ЦЕПИ И ИМПУЛЬСНЫМИ ПОМЕХАМИ В КАНАЛАХ ТЧ ИКМ СИСТЕМ

В.1 *Введение*

Каналы ТЧ систем с ИКМ или ЧРК должны быть пригодны для передачи сигналов различных типов. Известно, что на качество передачи дискретных сигналов в каналах ТЧ оказывают влияние импульсные помехи. В настоящее время в Рекомендации G.712 отсутствуют требования по импульсным помехам в каналах ТЧ ИКМ систем. Однако в условиях реальной эксплуатации импульсные помехи оказывают влияние на коэффициент ошибок цифровых трактов. В настоящем вкладе приведены результаты исследования импульсных помех в каналах ТЧ в ИКМ системах.

B.2 *Влияние коэффициента ошибок в цифровых цепях на импульсные помехи в незанятом канале ТЧ ИКМ системы*

Оценка влияния коэффициента ошибок в цифровых цепях на величину импульсных помех в каналах ТЧ была выполнена экспериментально в канальной аппаратуре (в соответствии с требованиями Рекомендации G.712) ИКМ системы передачи (на скорости 2048 кбит/с). С помощью имитатора ошибок были внесены ошибки в один или несколько битов, соответствующие выбранному незанятому каналу ТЧ цифрового тракта (см. рис. B-1). В этом канале импульсные помехи могут наблюдаться с помощью осциллографа. Форма импульсной характеристики канала ТЧ представлена на рис. B-2.

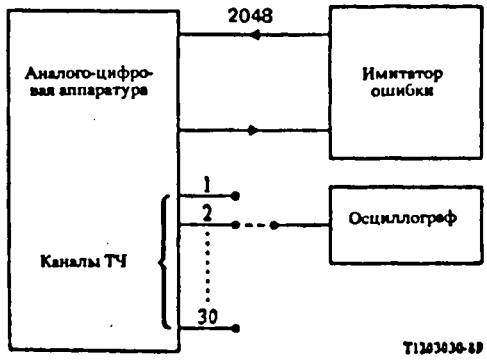


РИСУНОК B-1

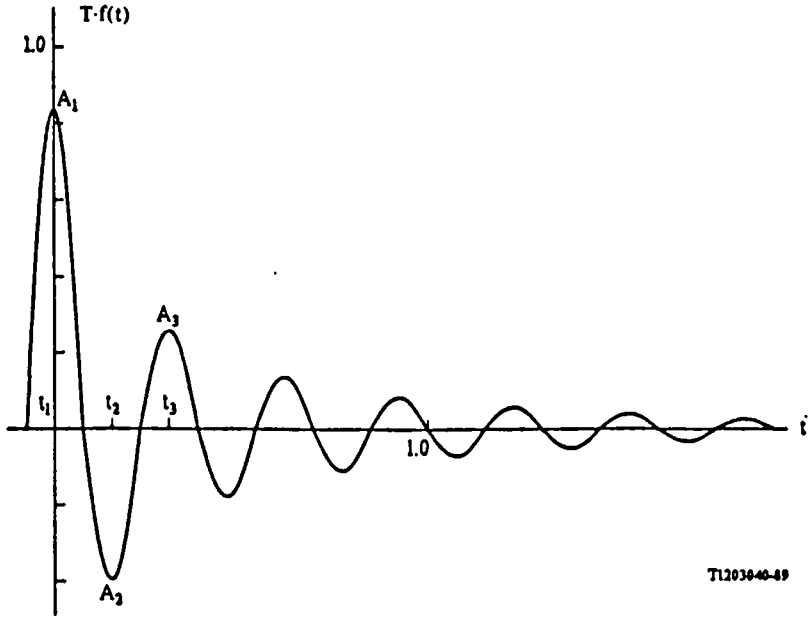


РИСУНОК B-2

Параметры импульсной характеристики указаны в таблице 1 (значения выбраны для точки нулевого относительного уровня при сопротивлении 600 Ом). Эти данные позволяют сформулировать следующие выводы:

— Амплитуда импульсной характеристики зависит от числа битов, в которых имеются ошибки; ошибки в более значащих битах обусловливают бо́льшую величину амплитуды.

— При одиночных ошибках максимальное значение пика импульса A_1 (в случае ошибки во втором бите) составляет —22,1 дБм0.

— При формировании пакетов ошибок и увеличении числа битов с ошибками в кодовом слове первичного цифрового тракта (при скорости передачи 2048 кбит/с) величины амплитуд A_1, A_2, A_3,... возрастают, но их продолжительность, которая определена по частотной характеристике фильтра приема нижней частоты канала, остается неизменной. Это относится к случаям, когда в основном цифровом тракте пакеты ошибок влияют на цифровой поток в течение не более чем одного периода дискретизации, то есть число ошибок в пакете не превышает 256. При ошибках в кодовых словах, которые появляются каждые 125 мкс, происходит наложение частотных характеристик в результате реагирования приемного фильтра на импульсы ошибок каждого последующего периода дискретизации.

ТАБЛИЦА В-1

Биты с ошибками в цикле первичной группы	Амплитуда импульсной характеристики			Длительность импульсной характеристики		
	A_1	A_2	A_3	t_1	t_2	t_3
	дБм0	дБм0	дБм0	мкс	мкс	мкс
2	-22,1	-28,2	-33,8	320	160	130
3	-34,1	-40,2	-45,8	320	160	130
2 и 3	-10,1	-16,2	-21,8	320	160	130
2 и 3 и 4 от 2 до 8,	-4,1	-10,2	-15,8	320	160	130
2 периода дискретизации от 2 до 8,	+4,3	-6,7	-14,8	440	180	100
3 периода дискретизации от 2 до 8,	+4,3	-4,9	-14,8	600	200	100
4 периода дискретизации от 2 до 8,	+4,3	-4,7	-14,8	680	180	120
5 периодов дискретизации от 2 до 8,	+4,3	-6,7	-14,8	840	200	120
6 периодов дискретизации от 2 до 8,	+3,8	-4,3	-14,8	930	200	100
7 периодов дискретизации	+5,25	-8,7	-14,8	1100	180	140

Таким образом, когда в цифровом тракте 2048 кбит/с ошибки объединяются в пакеты по 2 ошибки и более, существует некоторая вероятность того, что величина импульсной помехи в канале ТЧ ИКМ системы превышает значение —21 дБм0, указанное в Рекомендации М.1020, § 2.6.

Когда пакеты ошибок состоят из 256 и более битов, вышеупомянутая импульсная помеха присутствует всегда.

Количественное соотношение между числом пакетов, числом ошибок в них в течение определенного временно́го интервала и числом импульсных помех и коэффициентом ошибок по битам (BER) в канале ТЧ в настоящее время изучается.

АСПЕКТЫ ПЛАНА ПЕРЕДАЧИ СУХОПУТНЫХ СИСТЕМ ПОДВИЖНОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Проект Рекомендации G.173

(Это Дополнение предлагается изучить в настоящем исследовательском периоде с целью преобразования в Рекомендацию.)

1 Общие положения

В настоящей Рекомендации рассматриваются в основном те аспекты плана передачи, которые относятся к аналоговым или цифровым сухопутным системам подвижной связи. Подобные системы по техническим или экономическим соображениям не могут полностью соответствовать общим характеристикам международных телефонных соединений и цепей, которые рекомендованы МККТТ.

Таким образом, целью настоящей Рекомендации является разработка принципов и советов для Администраций в отношении того, какие меры и минимальные требования необходимы для успешного включения таких сетей в национальную коммутируемую телефонную сеть общего пользования.

Нормы на качественные показатели подобных систем могут быть различными для разных групп пользователей. Для нормальных пользователей целью должно быть достижение качества, как можно более близкого к нормам МККТТ. Для других групп пользователей могут быть приняты другие нормы качества.

2 Конфигурации сети

В настоящее время изучаются.

В рамках этого параграфа Администрациям предлагается использовать четырехпроводную передачу во избежание трудностей при доступе по существу к четырехпроводным каналам подвижной связи.

3 Номинальное остаточное затухание каналов подвижной связи

В настоящее время изучается.

В рамках этого параграфа следует рассмотреть проблемы, связанные с применением показателей громкости и правильной загрузки радиоканалов.

Величины ПГ, рекомендуемые в Рекомендации G.121, не могут быть непосредственно применимы вследствие того, что уровень собственного шума в автомобиле будет выше, чем это предполагается в Рекомендации G.121.

Каково должно быть расчетное значение для уровней разговорных сигналов, поступающих из радиотракта, и какие уровни должны быть при поступлении этих сигналов в сеть?

4 Устойчивость

В настоящее время изучается.

5 Эхо

В настоящее время изучается.

В рамках этого параграфа следует рассмотреть необходимость использования устройств уменьшения эха.

6 Шум

В настоящее время изучается.

(Может ли европейская группа экспертов дать указания, касающиеся характеристик собственных шумов для алгоритмов, которые в настоящее время используются в кодеках?)

7 Время прохождения

В настоящее время изучается.

8 Влияние ошибок в цифровых системах

Было предложено несколько методов кодирования (например, SBC, ATC, RELP и APC-AB) при скоростях передачи 16 кбит/с для достижения эффективности использования частотного спектра и качества, которые были бы сравнимы с принятыми для традиционных аналоговых ЧМ систем. Однако применение таких высокоэффективных методов кодирования речи в сухопутной системе подвижной радиосвязи может привести к существенному ухудшению качества из-за ошибок передачи.

Каналы подвижной радиосвязи не всегда свободны от ошибок. Пакеты ошибок часто обусловлены многолучевыми замираниями. Имеются сведения, что средний коэффициент ошибок по битам (BER) при разнесенном приеме составляет от 10^{-2} до 10^{-4} в диапазоне 10—20 дБ среднего отношения несущая/шум (CNR), а длина пакетов ошибок составляет 20—100 битов в случае передачи цифровых сигналов со скоростью 16 кбит/с. Следовательно, важнейшей характеристикой для кодирования разговорных сигналов, используемого для подвижных систем связи, является помехозащищенность. КОДЕКИ разговорных сигналов в каналах подвижных систем радиосвязи должны использовать методы контроля ошибок для обеспечения помехозащищенности в каналах с многолучевыми замираниями. Таким образом, скорость передачи должна выбираться так, чтобы обеспечить избыточные биты, предназначенные для контроля ошибок.

Что касается оценок качества, то может оказаться целесообразным использовать среднюю величину отношения несущая/шум как уровень приема для сравнения аналоговых и цифровых систем. Это обусловлено тем, что уровень приема может быть представлен как нормализованная единица как для аналоговых с ЧМ систем, так и для цифровых. Для оценки качества различных цифровых систем отношение средней величины энергии сигнала на бит к плотности мощности шума (E_b/N_0) пригодно для представления уровня приема. Это объясняется тем, что оно может описывать уровень приема как нормализованную единицу для любых скорости передачи и ширины полосы частот приема.

9 Искажения квантования

В настоящее время изучаются.

10 Влияние дефектов передачи на передачу данных в полосе разговорных частот

В настоящее время изучается.

Printed in USSR • 1991 – ISBN 92-61-03314-8