



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.

(ITU) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (PDF) الإلكترونية النسخة هذه
تأوظفحمالو ةمكتبالا مقسدي في تروفمتال قثائوالا منضديةأصل يةتقور ةتقنيو ن م لانقّ

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.



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МККТТ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
КОНСУЛЬТАТИВНЫЙ КОМИТЕТ
ПО ТЕЛЕГРАФИИ И ТЕЛЕФОНИИ

СИНЯЯ КНИГА

ТОМ IV – ВЫПУСК IV.4

ТРЕБОВАНИЯ К ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЕ

РЕКОМЕНДАЦИИ СЕРИИ O



IX ПЛЕНАРНАЯ АССАМБЛЕЯ
МЕЛЬБУРН, 14-25 НОЯБРЯ 1988 ГОДА

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МККТТ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
КОНСУЛЬТАТИВНЫЙ КОМИТЕТ
ПО ТЕЛЕГРАФИИ И ТЕЛЕФОНИИ

СИНЯЯ КНИГА

ТОМ IV – ВЫПУСК IV.4

ТРЕБОВАНИЯ К ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЕ

РЕКОМЕНДАЦИИ СЕРИИ O



IX ПЛЕНАРНАЯ АССАМБЛЕЯ
МЕЛЬБУРН, 14-25 НОЯБРЯ 1988 ГОДА

ISBN 92-61-03434-9

**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 ителефонных 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 измерительной аппаратуре. 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 коммутлируемой 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 функциональной спецификации и описания (SDL). Критерии применения методов формальных описаний (FDT). Рекомендация Z.100 и приложения А, В, С и Е, 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 IV.4 СИНЕЙ КНИГИ

ЧАСТЬ I – РЕКОМЕНДАЦИИ СЕРИИ O

Требования к измерительной аппаратуре

Рек. №		Стр.
РАЗДЕЛ 1 – Общие положения		
O.1	Назначение и область применения Рекомендаций серии O	3
O.3	Требования к климатическим условиям и соответствующие испытания измерительной аппаратуры	6
O.6	Эталонная испытательная частота 1020 Гц	8
O.9	Измерительные схемы для определения степени асимметрии по отношению к земле	9
РАЗДЕЛ 2 – Доступ для технического обслуживания		
O.11	Линии доступа для технического обслуживания	17
РАЗДЕЛ 3 – Автоматические и полуавтоматические измерительные системы		
O.22	Автоматическая аппаратура для измерения характеристик передачи и испытаний системы сигнализации МККТТ АТМЕ № 2	23
O.25	Полуавтоматическая система испытания экрозаградителей без выхода их из эксплуатации (СИЭЗ)	50
O.27	Стационарная аппаратура для испытаний эконокомпенсаторов	57
O.31	Автоматическая измерительная аппаратура для каналов звукового вещания	64
O.32	Автоматическая измерительная аппаратура для стереофонических пар каналов звукового вещания	72
O.33	Автоматическая аппаратура для быстрого измерения монофонических и стереофонических каналов, трактов и соединений звукового вещания	82
РАЗДЕЛ 4 – Аппаратура для измерения аналоговых параметров		
O.41	Псофометр, используемый в каналах телефонного типа	94
O.42	Прибор для измерения нелинейных искажений методом перекрестной модуляции с использованием четырехчастотного сигнала	101
O.51	Волюметры	105
O.61	Простой прибор для регистрации перерывов в каналах телефонного типа	105

Рек. №		Стр.
O.62	Усовершенствованный прибор для регистрации перерывов в каналах телефонного типа . .	107
O.71	Прибор для измерения импульсных помех в каналах телефонного типа	109
O.72	Характеристики прибора для измерения импульсных помех при широкополосной передаче данных	112
O.81	Прибор для измерения группового времени прохождения в каналах телефонного типа	113
O.82	Прибор для измерения группового времени прохождения в полосе частот от 5 до 600 кГц	119
O.91	Прибор для измерения фазового дрожания в каналах телефонного типа	125
O.95	Прибор для регистрации скачков фазы и амплитуды в каналах телефонного типа	128
O.111	Прибор для измерения сдвига частоты в каналах систем передачи	131

РАЗДЕЛ 5 — Аппаратура для измерения цифровых и аналого-цифровых параметров

O.131	Прибор для измерения искажений квантования с использованием псевдослучайного шумового сигнала	137
O.132	Прибор для измерения искажений квантования с использованием синусоидального испытательного сигнала	143
O.133	Аппаратура для измерения характеристик кодеров и декодеров ИКМ	145
O.151	Аппаратура для измерения показателя ошибок в первичных цифровых системах и системах более высокого порядка	171
O.152	Прибор для измерения показателя ошибок в цифровых трактах со скоростью передачи 64 кбит/с	176
O.153	Основные параметры для измерения показателей ошибок на скоростях передачи более низких, чем первичная скорость передачи	179
O.161	Прибор для эксплуатационного контроля нарушений кода в цифровых системах передачи	183
O.162	Прибор для эксплуатационного контроля сигналов, передаваемых со скоростью 2048 кбит/с	186
O.163	Прибор для эксплуатационного контроля сигналов, передаваемых со скоростью 1544 кбит/с	191
O.171	Прибор для измерения фазового дрожания тактовой частоты в цифровом оборудовании	195

ЧАСТЬ II — ДОПОЛНЕНИЯ К РЕКОМЕНДАЦИЯМ СЕРИИ O

(Раздел 3 Дополнений к Рекомендациям серий M, N и O)

3 Требования к измерительной аппаратуре

Дополнение № 3.1	Требования к измерительным приборам — Генераторы синусоидальных сигналов и приборы для измерения уровня	207
Дополнение № 3.2	Приборы для измерения шума в каналах электросвязи	211
Дополнение № 3.3	Основные характеристики волюметров	211

Рек. №		Стр.
Дополнение № 3.4	Критерии для совместной работы приборов для измерения искажений квантования различных типов	211
Дополнение № 3.5	(Упразднено)	211
Дополнение № 3.6	Устройство контроля переходного затухания в системах передачи, организуемых по коаксиальным парам	211
Дополнение № 3.7	Измерительный сигнал (многочастотный испытательный сигнал), обеспечивающий быстрое измерение амплитуды и фазы в каналах телефонного типа	216
Дополнение № 3.8	Директивы по измерению фазового дрожания	219

ИЗМЕНЕНИЯ В РЕКОМЕНДАЦИЯХ СЕРИИ О

Изменение структуры тома IV Книги МККТТ

В результате определенной переработки тома IV *Красной книги МККТТ* произошли изменения в размещении (или в нумерации) некоторых существующих Рекомендаций. Они публикуются теперь в других разделах данного тома.

Для облегчения пользования томом IV *Синей книги МККТТ* эти изменения указываются ниже.

Красная книга МККТТ
(Малага-Торремолинос, 1984 г.)

Синяя книга МККТТ
(Мельбурн, 1988 г.)

O.121
O.141

O.9
O.25

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

- 1 Некоторые дополнения, указанные в содержании, не публикуются в *Синей книге*. Относящиеся к ним данные приведены на страницах, указанных в содержании.
- 2 Вопросы, порученные каждой Исследовательской комиссии на период 1989—1992 годов, содержатся во Вкладе № 1 соответствующей Исследовательской комиссии.
- 3 В настоящем выпуске термин "Администрация" используется для краткого обозначения как Администрации связи, так и признанной частной эксплуатационной организации.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

ЧАСТЬ I

Рекомендации серии О

ТРЕБОВАНИЯ К ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЕ

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

РАЗДЕЛ 1

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Рекомендация О.1

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕКОМЕНДАЦИЙ СЕРИИ О

(Мельбурн, 1988 г.)

1 Назначение Рекомендаций серии О

МККТТ разрабатывает различные Рекомендации, касающиеся:

- а) основных требований к оборудованию электросвязи и
- б) эксплуатационных вопросов, например, процедур ввода в эксплуатацию и периодического контроля качества работы.

Поскольку испытания на соответствие оборудования требованиям Рекомендаций вышеуказанных двух категорий носят различный характер, выбираемые измерительные приборы часто отличаются друг от друга.

Испытания категории а) являются, как правило, более полными. Они проводятся с целью подтвердить соответствие систем расчетным параметрам (часто на основе измерений образцов или прототипов оборудования) и поэтому могут выполняться в качестве предварительных приемочных испытаний при установке оборудования в сетях Администраций связи. Эти испытания в редких случаях выполняются периодически, поэтому МККТТ обычно не разрабатывает Рекомендаций, относящихся к измерительной аппаратуре, предназначенной для подобных испытаний.

Испытания категории б), напротив, носят систематический и повторяющийся характер; учитывая их широкое применение, должны приниматься во внимание следующие дополнительные факторы:

- 1) в тех случаях, когда испытания выполняются с помощью измерительных приборов разных изготовителей, результаты должны быть сопоставимыми;
- 2) должен применяться единый метод измерений, чтобы обеспечить совместимость в тех случаях, когда испытание требует использования измерительных приборов на обоих концах международного канала.

МККТТ издает Рекомендации серии О, учитывая, в первую очередь, именно эти соображения.

Приведенные выше замечания касаются как аналоговых, так и цифровых методов.

2 Использование измерительной аппаратуры в цифровых системах передачи

Цель настоящего раздела состоит в том, чтобы облегчить выбор и применение требований Рекомендаций серии О по измерительной и испытательной аппаратуре, предназначенной для мультиплексоров данных и мультиплексоров первичной системы ИКМ, а также для цифровых систем передачи.

Существуют два вида применения измерительной аппаратуры:

- а) измерения и контроль, относящиеся к мультиплексорам первичной системы ИКМ;
- б) измерения и контроль, относящиеся к цифровым системам передачи, включая цифровые линейные тракты, цифровые каналы и цифровые мультиплексоры.

На рис. 1/0.1 и 2/0.1 показаны возможности испытаний и измерений применительно к мультиплексорам первичной системы ИКМ на передаче и приеме соответственно.

В таблицах 1/0.1 и 2/0.1 указаны возможности испытаний и измерений применительно к цифровым системам передачи.

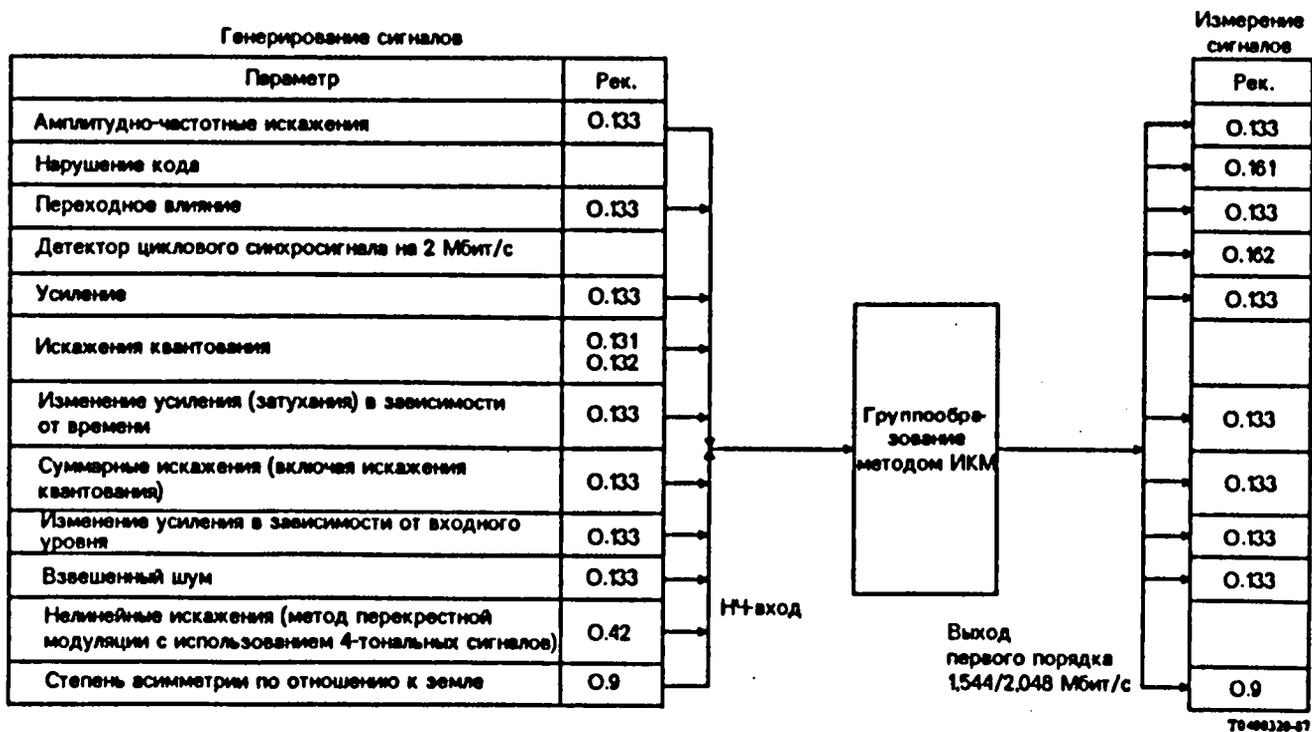
На рисунках указаны соответствующие Рекомендации серии О, относящиеся к каждому измерительному и испытательному параметру, а также показан соединительный стык испытательного прибора.

Например:

Измерение искажений квантования мультиплексора первичной системы ИКМ:

Рис. 1/0.1 показывает, что могут быть использованы и подключены к стыку низкочастотного входа кодера на передаче приборы, соответствующие Рекомендациям О.131 и О.132.

Рис. 2/0.1 показывает, что подобные приборы подключаются к стыку низкочастотного выхода декодера на приеме для образования полного измерительного тракта.

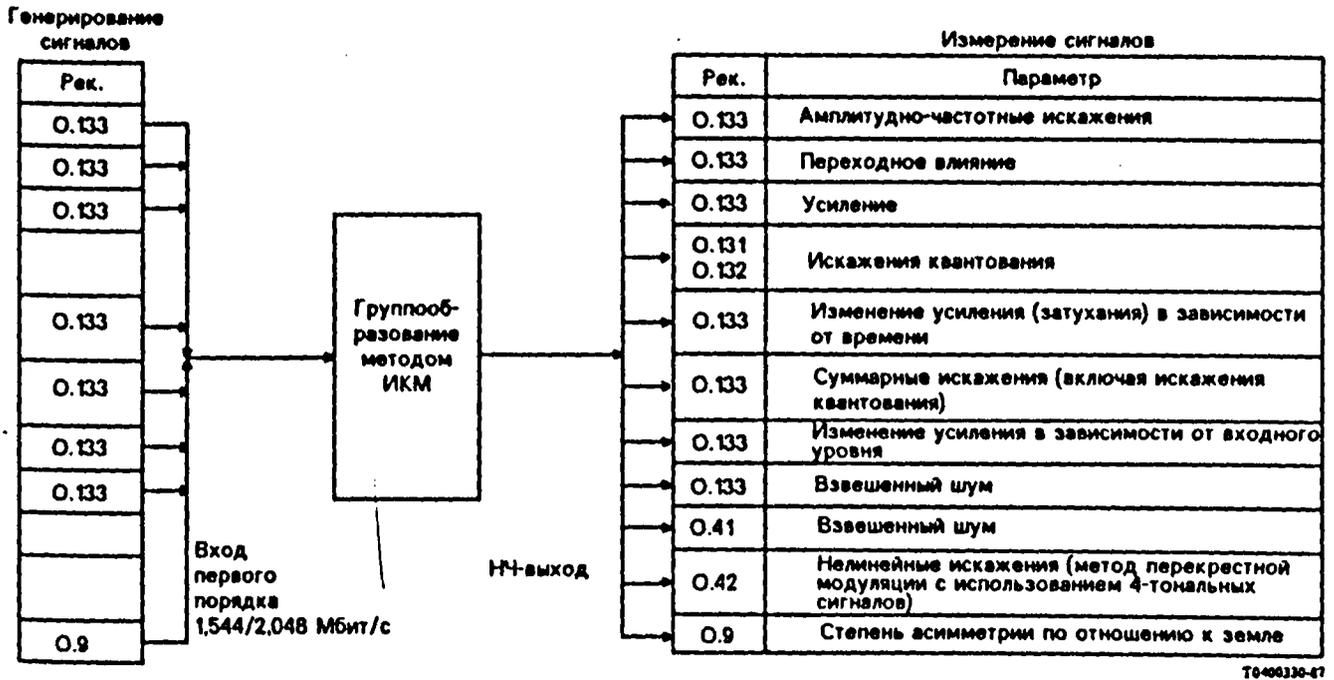


ТБ 400120-87

Примечание. – Измерения, выполняемые через цифровой стык мультиплексора первичной системы ИКМ, относятся, как правило, и к трансмультиплексорам, соответствующим Рекомендациям G.793 [1] и G.794 [2]. Предполагается, что при необходимости может быть использован генератор аналоговых испытательных сигналов.

РИСУНОК 1/0.1

Перечень испытаний и измерений применительно к мультиплексорам первичной системы ИКМ на передаче



Примечание. – Измерения, выполняемые через цифровой стык мультиплексора первичной системы ИКМ, относятся, как правило, и к трансмультиплексорам, соответствующим Рекомендациям G.793 [1] и G.794 [2]. Предполагается, что при необходимости может быть использован измерительный параметр аналоговых испытательных сигналов.

РИСУНОК 2/0.1

Перечень испытаний и измерений применительно к мультиплексорам первичной системы ИКМ на приеме

ТАБЛИЦА 1/0.1

Перечень испытаний и измерений применительно к цифровым системам на передаче

Иерархический уровень системы		Первого порядка	Второго порядка	Третьего порядка	Четвертого порядка
Скорость передачи	64 кбит/с	1544 2048 кбит/с	6312 8448 кбит/с	32 064 34 368 44 736 кбит/с	139.264 Мбит/с
Параметр	Рекомендация				
Показатель ошибок	О.152	О.151	О.151	О.151	О.151
Фазовое дрожание хронического сигнала	О.171	О.171	О.171	О.171	О.171

ТАБЛИЦА 2/О.1

Перечень испытаний и измерений применительно к цифровым системам на приеме

Иерархический уровень системы		Первого порядка	Второго порядка	Третьего порядка	Четвертого порядка
Скорость передачи	64 кбит/с	1544 2048 кбит/с	6312 8448 кбит/с	32 064 34 368 44 736 кбит/с	139,264 Мбит/с
Параметр	Рекомендация				
Показатель ошибок	О.152	О.151	О.151	О.151	О.151
Нарушения кода		О.161	О.161		
Детектор циклового синхросигнала		О.162 (2 Мбит/с)			
Фазовое дрожание хронизирующего сигнала	О.171	О.171	О.171	О.171	О.171

3 Использование измерительной аппаратуры в аналоговых системах передачи

Изучается.

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Характеристики 60-канальных трансмультиплексоров", том III, Рек. G.793.
- [2] Рекомендация МККТТ "Характеристики 24-канальных трансмультиплексоров", том III, Рек. G.794.

Рекомендация О.3

ТРЕБОВАНИЯ К КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ИСПЫТАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

(Мельбурн, 1988 г.)

1 Общие положения

В Рекомендациях серии О определяются требования к измерительным приборам, предназначенным для широкого использования. Надежность этих приборов является решающим фактором для нормальной технической эксплуатации оборудования и сетей электросвязи. На надежность может оказывать влияние окружающая среда, в которой работает измерительная аппаратура.

В настоящей Рекомендации приводится диапазон климатических условий, в которых могут работать измерительные приборы, определяемые в Рекомендациях серии О. В ней указываются также климатические условия, которые необходимо соблюдать при транспортировке и хранении измерительной аппаратуры.

В настоящей Рекомендации описываются также условия испытаний, имитирующие различные параметры окружающей среды, чтобы обеспечить возможность проверки на соблюдение указанных ниже требований.

Настоящая Рекомендация по возможности учитывает нормы, разработанные другими организациями, например Международной электротехнической комиссией (МЭК) [1] и СЕПТ [2].

2 Внешние условия для нормальной работы измерительной аппаратуры

2.1 Эксплуатация в закрытых помещениях

Поскольку измерительная аппаратура чаще всего будет использоваться в помещениях, защищенных от непогоды, нормальные условия эксплуатации, указанные на рис. 1/О.3, определяют диапазон внешних условий, в которых обеспечивается выполнение требований к измерительной аппаратуре. Эти условия соблюдаются на обычных рабочих местах, в учреждениях, узлах электросвязи или в помещениях для хранения особо чувствительной продукции и т.д.

Нормальные условия работы обеспечиваются отоплением, охлаждением или, при необходимости, принудительной вентиляцией. Как правило, уровень влажности контролировать не требуется.

Из рис. 1/О.3 следует, что измерительная аппаратура работает нормально при температуре около 25°C и при относительной влажности 45%.

Участок, обозначенный точками и находящийся в центре климатограммы рис. 1/О.3, определяет внешние условия, которые будут соблюдаться в течение 90% времени.

Исключительные условия эксплуатации, указанные на рис. 1/О.3, могут создаваться, например, вследствие неисправности системы кондиционирования. В таких условиях измерительные приборы могут сохранять работоспособное состояние, однако точность измерений может снижаться.

В некоторых случаях измерительные приборы могут подвергаться воздействию солнечных лучей или теплового излучения от других источников (например, от отопительной системы). Следует избегать прямого воздействия солнечных лучей, а температура вблизи аппаратуры должна находиться в пределах, указанных на рис. 1/О.3.

Приборы могут также подвергаться воздействию движения окружающего воздуха, например сквозняков при открытых окнах. Приборы не должны находиться в местах, подверженных конденсации или выпадению осадков.

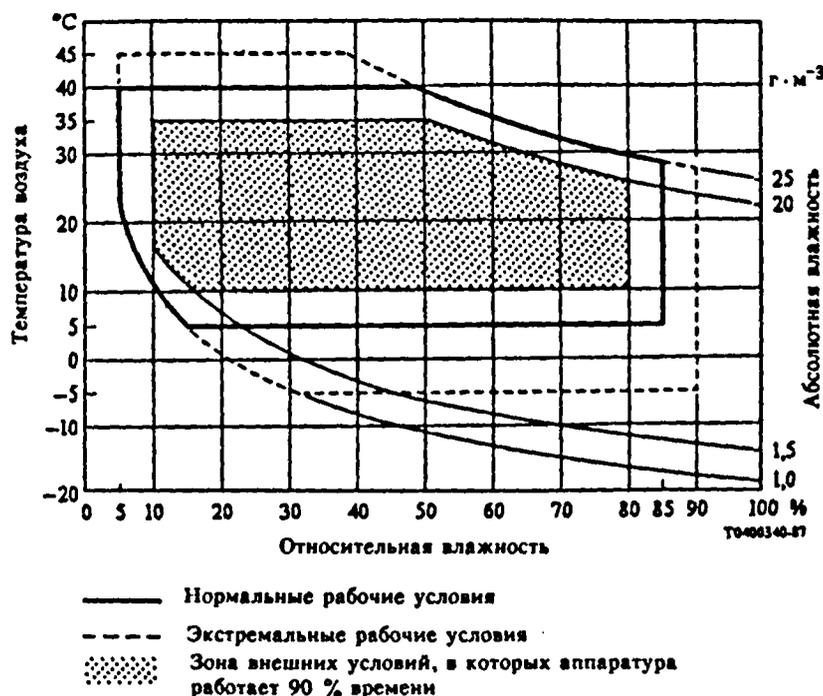


РИСУНОК 1/О.3

Диаграмма внешних рабочих условий для измерительной аппаратуры (в специальных помещениях)

2.2 Эксплуатация измерительной аппаратуры в других внешних условиях

Изучается.

3 Транспортировка и хранение

При транспортировке и хранении измерительные приборы могут сохранять работоспособность при температуре от -40 до $+70$ °С. В тех случаях, когда относительная влажность воздуха превышает 45%, а температура выше 25 °С, предельные значения климатограммы рис. 1/О.3 не должны превышать ни при каком сочетании параметров влажности и температуры. Время непрерывного пребывания в таких условиях должно ограничиваться двумя месяцами.

Примечание 1. — Предполагается, что измерительная аппаратура упаковывается в обычный транспортно-рочный контейнер и что вышеуказанные внешние условия — это условия снаружи упаковки.

Примечание 2. — Речь идет о временно принятых требованиях, которые подлежат дальнейшему изучению.

4 Условия испытаний

4.1 Условия испытаний в закрытых помещениях

Считается, что измерительный прибор отвечает требованиям, изложенным в § 2.1, если он выдерживает основные процедуры испытания на воздействие окружающей среды, определяемые в Публикации МЭК 68-2-3 [3].

В ходе выполнения этих испытательных процедур измерительный прибор помещается в испытательную камеру на четыре дня. Через два часа после возвращения в обычные условия испытываемый образец должен работать нормально, при этом установленные пределы погрешностей не должны превышать.

Примечание. — Речь идет о временно принятом требовании, которое подлежит дальнейшему изучению.

4.2 Условия испытаний в других окружающих средах

Изучаются.

Библиография

- [1] Публикация МЭК 731-3 "Классификация групп параметров окружающей среды и их жесткости".
Публикация МЭК 721-3-3 "Стационарное использование в помещениях, защищенных от непогоды".
- [2] Рекомендация T/TRw СЕПТ, часть В-3 "Условия окружающей среды и испытания на их воздействие для оборудования электросвязей", октябрь, 1987 г.
- [3] Публикация МЭК 68-2-3 "Основные процедуры испытаний на воздействие внешней среды. Часть 2: Непрерывное испытание на воздействие влажной жары".

Рекомендация О.6

ЭТАЛОННАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЧАСТОТА 1020 Гц

(Мельбурн, 1988 г.)

1 Введение

Цель настоящей Рекомендации состоит в том, чтобы установить единую номинальную эталонную частоту 1020 Гц, чтобы помочь изготовителям и Администрациям в разработке и эксплуатации нового оборудования и новых систем. В задачу данной Рекомендации не входит внесение изменений в существующее оборудование или существующие системы, кроме тех случаев, когда оборудование или системы должны быть модифицированы для работы во взаимодействии с новыми моделями. Так, например, аналоговая станция старого образца должна обеспечивать возможность использования новой эталонной частоты при взаимодействии с цифровыми станциями.

2 Испытательные частоты для каналов, организуемых по системам ИКМ

Выбор адекватной испытательной частоты имеет большое значение при испытании каналов, организуемых по системам ИКМ. При измерении уровня в каналах, организованных по системам ИКМ, может иметь место погрешность, если испытательная частота является субгармоникой частоты дискретизации ИКМ. Эта погрешность может достигать $\pm 0,15$ дБ на частоте 800 Гц и $\pm 0,20$ дБ на частоте 1000 Гц при частоте дискретизации 8000 Гц с использованием 8-разрядного кодирования. Кроме того, погрешности для некоторых других параметров (для суммарного искажения, например) могут быть еще более значительными.

Учитывая вышесказанное, рекомендуется избегать применения такой испытательной частоты, которая являлась бы субгармоникой частоты дискретизации ИКМ. Исследования в рамках МККТТ показывают, что некоторые Администрации использовали значения, которые отличались от номинальных эталонных испытательных частот 800 или 1000 Гц, в результате чего эти частоты находились в пределах от 804 до 860 Гц или от 1004 до 1020 Гц. Указанные исследования подтвердили, что при отсутствии взаимодействия в процессе технической эксплуатации у Администраций не было никаких серьезных проблем и что существующие испытательные процедуры и аппаратура могут быть использованы в дальнейшем.

В случае необходимости взаимодействия и в случае использования новой аппаратуры или новых систем Администрации отдадут явное предпочтение эталонной испытательной частоте 1020 Гц.

3 Соображения, которые необходимо принимать во внимание при нормировании новой измерительной аппаратуры

При разработке требований к новой измерительной аппаратуре в Рекомендациях серии О необходимо учитывать следующее:

- i) эталонная испытательная частота 1020 Гц рекомендуется для испытательных схем или приборов, генерирующих эталонные испытательные частоты. Нормируемый допуск частоты должен составлять от + 2 до - 7 Гц¹;
- ii) номинальный уровень эталонной испытательной частоты, если она используется в действующем оборудовании, не должен превышать - 10 дБм0 ± 0,1 дБ;
- iii) измерительные схемы или приборы, использующие эталонные испытательные частоты, должны по возможности обеспечивать измерение любой частоты в номинальном диапазоне от 1000 до 1025 Гц.

По договоренности между заинтересованными Администрациями в случае отсутствия требуемой аппаратуры на передаче или приеме может допускаться применение измерительной частоты от 800 до 860 Гц. Другие соображения, касающиеся использования эталонных испытательных частот, приводятся в Рекомендации М.20 [1].

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Принципы технической эксплуатации аналоговых, цифровых и смешанных сетей", том IV, Рек. М.20.

Рекомендация О.9

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СХЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ АСИММЕТРИИ ПО ОТНОШЕНИЮ К ЗЕМЛЕ

(Женева, 1972 г.; изменена в Малага-Торремолиносе в 1984 г. и в Мельбурне в 1988 г.)

1 Общие положения

В настоящей Рекомендации дается описание схем для измерения следующих параметров:

- затухание продольного перехода,
- затухание поперечного перехода,
- затухание продольного перехода передачи,
- затухание поперечного перехода передачи,
- затухание продольного влияния на входе,
- подавление синфазной составляющей,
- затухание асимметрии по выходному сигналу.

Указанные семь параметров асимметрии являются самыми важными в условиях практической эксплуатации. Предельные значения этих параметров, особые соображения, связанные с оконечными испытательными нагрузками, а также измерительные частоты указываются в соответствующих Рекомендациях по испытываемой аппаратуре.

¹ Отрицательный допуск 7 Гц предназначен для использования цифровых испытательных сигналов, генерируемых достаточным большим числом образцов, чтобы обеспечить точность измерения, определяемую в некоторых Рекомендациях серии О (например, Рекомендация О.133).

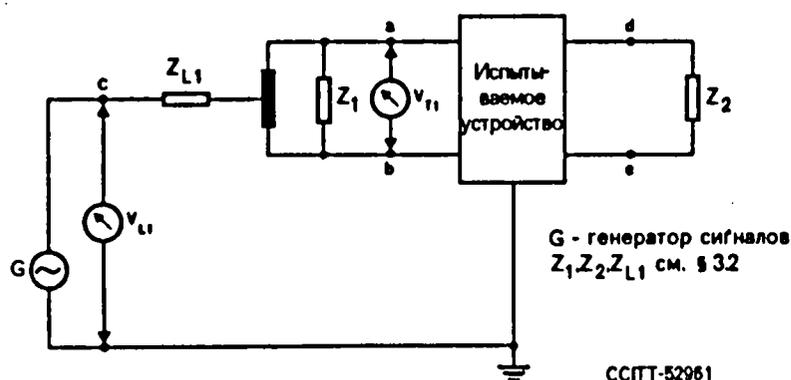
Настоящая Рекомендация соответствует принципам, терминологии и определениям, содержащимся в Рекомендации G.117 [1], в которой рассматриваются вопросы асимметрии по отношению к земле с точки зрения передачи. В приводимых ниже разделах в нужных местах даются ссылки на соответствующие параграфы и рисунки Рекомендации G.117 [1].

В § 3 содержатся указания по схеме измерительного моста и значениям его составных элементов.

2 Измерительные схемы

2.1 Затухание продольного перехода

Затухание продольного перехода двух- или четырехполюсника является мерой (отношение в дБ) нежелательного поперечного сигнала, который появляется на клеммах цепи при наличии продольного сигнала в соединительных проводах. Это затухание измеряется с помощью схемы, представленной на рис. 1/О.9. Данная схема применима как к входным, так и к выходным клеммам, например клеммы а и б заменяются на клеммы d и e (см. § 4.1.3 Рекомендации G.117 [1]).



$$\text{Затухание продольного перехода} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{V_{T1}} \right| \text{ дБ}$$

РИСУНОК 1/О.9

Измерение затухания продольного перехода

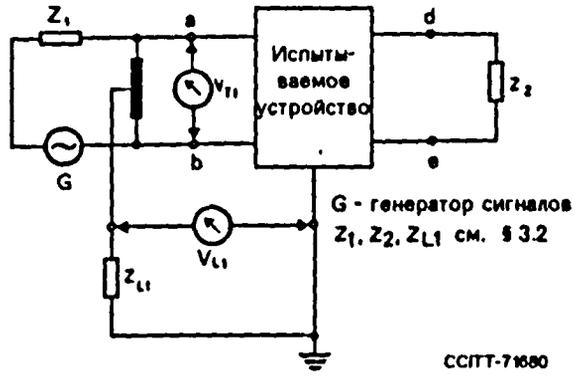
2.2 Затухание поперечного перехода

Затухание поперечного перехода двух- или четырехполюсника является мерой (отношение в дБ) нежелательного продольного сигнала, который появляется на входе (или на выходе) цепи при наличии там поперечного сигнала. Это затухание измеряется с помощью схемы, представленной на рис. 2/О.9 (см. § 4.1.2 Рекомендации G.117 [1]).

2.3 Затухание продольного перехода передачи

Затухание продольного перехода с учетом коэффициента передачи измеряемого объекта является мерой (отношение в дБ) нежелательного поперечного сигнала, который появляется на выходе четырехполюсника при наличии продольного сигнала в соединительных проводах на входе. Это затухание измеряется с помощью схемы, представленной на рис. 3/О.9 (см. § 4.2.3 Рекомендации G.117 [1]).

Если испытываемый объект вносит усиление или затухание между клеммами а/б и d/е, то это необходимо учитывать при нормировании затухания продольного перехода передачи. Помимо общих требований, изложенных в § 3, пределы измерения испытательной аппаратуры должны также учитывать усиление или затухание испытываемого объекта. Кроме того, если этот испытываемый объект осуществляет преобразование сигнала (например, в мультиплексорах с ЧРК или ВРК), то сигнал, измеряемый как V_{T2} , может иметь частоту, отличающуюся от частоты подаваемого сигнала V_{L1} . Сигнал V_{T2} может даже появиться в кодированной форме (цифровой сигнал). Определение этих сигналов и взаимосвязь между ними требуют дополнительного изучения.

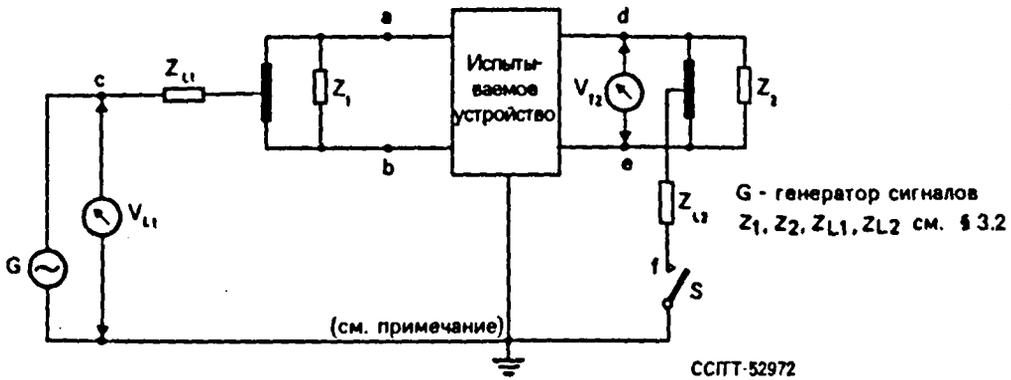


$$\text{Затухание поперечного перехода} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{11}}{V_{L1}} \right| \text{ дБ}$$

Примечание. – В настоящей Рекомендации поперечный сигнал выражается в виде напряжения в точках a/b (или d/e). Любое определение на основе начального напряжения генератора сигналов G даст тот же результат, если входное (выходное) сопротивление испытываемого устройства равно Z_1 (Z_2).

РИСУНОК 2/0.9

Измерение затухания поперечного перехода



$$\text{Затухание продольного перехода передачи} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{V_{T2}} \right| \text{ дБ}$$

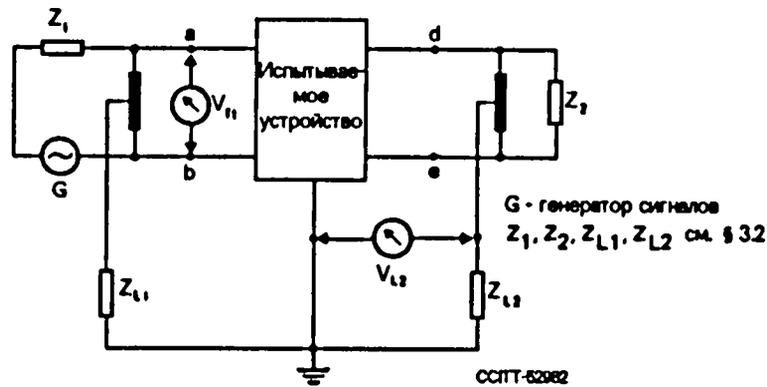
Примечание. – Как правило, проведение измерений и определение предельных значений осуществляется при "замкнутом" положении переключателя S. Однако для некоторых видов оборудования, например оборудования, описываемого в Рекомендации Q.45 [2], может потребоваться определение предельных значений этого затухания как при разомкнутом, так и при замкнутом положении переключателя S.

РИСУНОК 3/0.9

Измерение затухания продольного перехода передачи

2.4 Затухание поперечного перехода передачи

Затухание поперечного перехода с учетом коэффициента передачи измеряемого объекта является мерой (отношение в дБ) нежелательного продольного сигнала, который появляется на выходе четырехполюсника при наличии поперечного сигнала на входе. Это затухание измеряется с помощью схемы, представленной на рис. 4/О.9. Если испытываемый объект осуществляет преобразование сигнала (например, в мультиплексорах с ЧРК или ВРК), то сигнал, измеряемый как V_{L2} , может иметь частоту, отличающуюся от частоты подаваемого сигнала V_{T1} . Этот сигнал может появиться даже в кодированной форме (цифровой сигнал). Определение этих сигналов и взаимосвязь между ними требуют дополнительного изучения (см. § 4.2.2 Рекомендации G.117 [1]).



$$\text{Затухание поперечного перехода передачи} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{T1}}{V_{L2}} \right| \text{ дБ}$$

Примечание. – В настоящей Рекомендации поперечный сигнал выражается в виде напряжения в точках а/в. Любое определение на основе начального напряжения генератора сигналов G даст тот же результат, если входное сопротивление испытываемого устройства равно Z_1 .

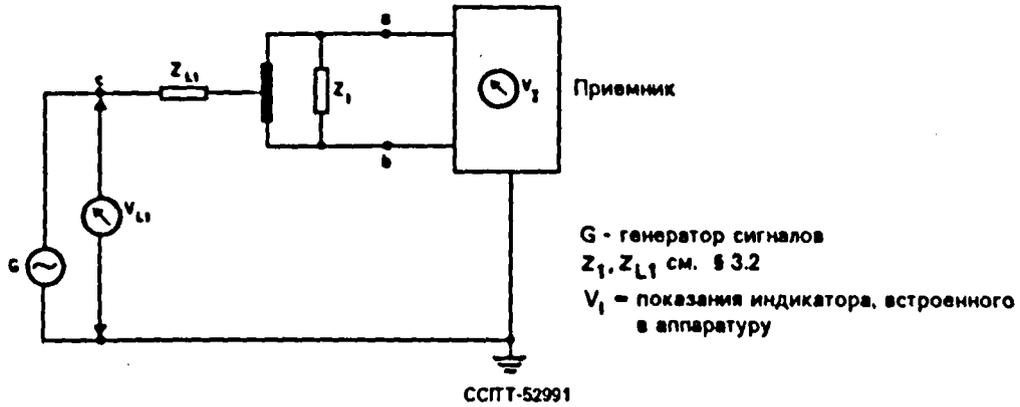
РИСУНОК 4/О.9

Измерение затухания поперечного перехода передачи

2.5 Затухание продольного влияния на входе

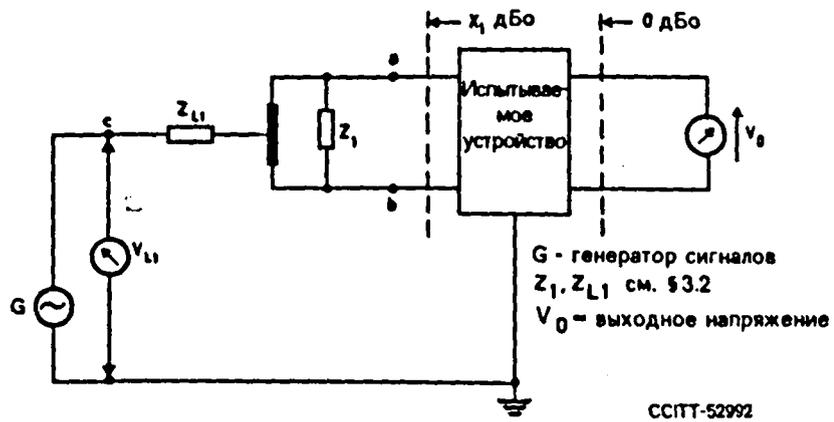
Измерение данного параметра выполняется для приемных устройств (например, усилителей, измерителей уровня и др.). Затухание продольного влияния на входе является мерой (отношение в дБ) чувствительности приемного устройства к продольным помехам. Измерение осуществляется с помощью схемы, представленной на рис. 5а и 5б/О.9. По существу данное измерение аналогично измерению затухания продольного перехода, однако, ввиду того что оно выполняется внутри испытываемого объекта (с помощью встроенного индикаторного устройства) или на его выходе, это измерение позволяет определять не только асимметрию по сопротивлению в точках а/в, но и влияние затухания синфазной составляющей (см. § 4.4.1 Рекомендации G.117 [1]).

Измерения, выполняемые в соответствии с рис. 5б/О.9, применимы также к устройствам, осуществляющим преобразование сигналов (например, для НЧ/ВЧ сторон оборудования индивидуального преобразования, А/Ц сторон мультиплексора ИКМ и т.д.). См. пункт f) § 2 Рекомендации G.117 [1]. В этом случае измерения на выходе испытываемого объекта должны выполняться с использованием соответствующего анализатора, (избирательного измерителя уровня), если эти измерения проводятся в оборудовании индивидуального преобразования, или с использованием цифрового анализатора (см. Рекомендацию O.133), если они проводятся в мультиплексорах ИКМ. В уравнении рис. 5б/О.9 предполагается, что V_0 измеряется в точке с относительным уровнем 0 дБ. Величина X_1 является относительным уровнем на клеммах а/в.



$$\text{Затухание продольного влияния на входе} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{V_T} \right| \text{ дБ}$$

а) Измерение затухания продольного влияния на входе при условии, что испытываемое устройство имеет встроенное индикаторное устройство



$$\text{Затухание продольного влияния на входе} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{V_0} \right| \text{ дБ}$$

Примечание. - При расчете затухания продольного влияния на входе необходимо учитывать значения X_1 , которые отличаются от 0 дБ.

б) Измерение затухания продольного влияния на входе при условии, что испытываемое устройство подключено к внешнему индикаторному устройству

РИСУНОК 5/0.9

Измерение продольного влияния на входе

2.6 Подавление синфазной составляющей

Данный параметр (отношение в дБ) также относится к приемным действиям. Он измеряется с использованием схемы, представленной на рис. 6/О.9; при этом входные клеммы закорачиваются, а затем на них подается напряжение (см. § 5.1 Рекомендации G.117 [1]).

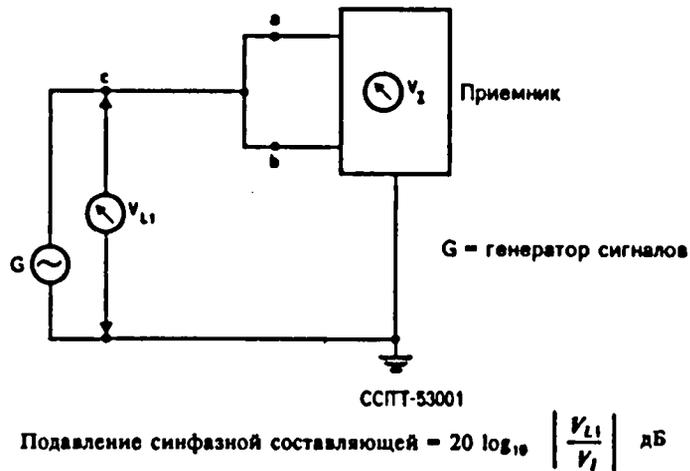
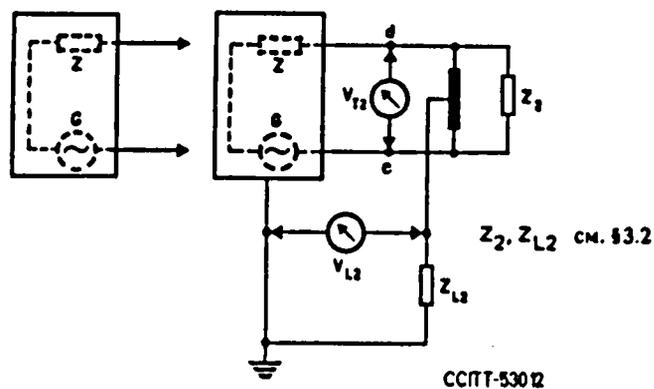


РИСУНОК 6/О.9

Измерение параметра подавления синфазной составляющей

2.7 Затухание асимметрии по выходному сигналу

Данное измерение (отношение в дБ) относится к выходным сигналам. Затухание асимметрии по выходному сигналу является мерой нежелательных продольных сигналов на выходе какого-либо устройства. Этот параметр измеряется с помощью схемы, представленной на рис. 7/О.9 (см. § 4.3.1 Рекомендации G.117 [1]).



$$\text{Затухание асимметрии по выходному сигналу} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{T2}}{V_{L2}} \right| \text{ дБ}$$

РИСУНОК 7/О.9

Измерение затухания асимметрии по выходному сигналу

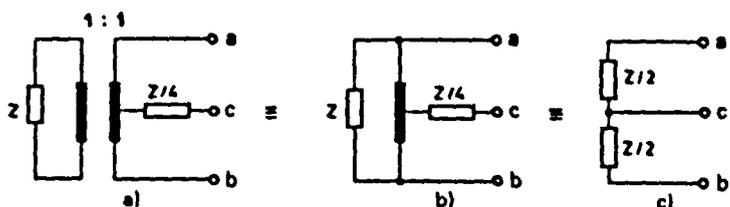
Источник сигналов G, представленный на рис. 7/О.9, может быть внутренним или внешним по отношению к испытываемому объекту. Измерения затухания асимметрии по выходному сигналу применимы также к устройствам, осуществляющим преобразование сигналов (например, для ВЧ/НЧ сторон оборудования индивидуального преобразования, Ц/А сторон мультиплексоров ИКМ и т.д.; см. пункт f) § 2 Рекомендации G.117 [1]). В этом случае для измерений требуется соответствующий внешний источник сигналов (генератор аналоговых сигналов), если измерения проводятся в оборудовании индивидуального преобразования, или генератор цифровых сигналов (см. Рекомендацию O.133), если они выполняются в мультиплексорах ИКМ.

3 Требования, предъявляемые к измерительным схемам

3.1 Собственная асимметрия

Схемы измерительных устройств, представленные на рис. 1/О.9—7/О.9, содержат два независимых сопротивления и индуктивность со средней точкой, расположенную с таким расчетом, чтобы обеспечить эквивалент двум подобным сопротивлениям, равным $Z/2$. Катушка индуктивности должна иметь железный сердечник с отводом, расположенным точно в середине, чтобы соединенные между собой полуобмотки были строго симметричны. Электрические схемы, представленные на рис. 8/О.9, эквивалентны, и любая из них может быть использована для измерений, рассматриваемых в настоящей Рекомендации. Следует отметить, что при использовании схемы c) рис. 8/О.9 точка с должна соединяться с землей через практически нулевое сопротивление. На очень низких частотах схемы a) и b) рис. 8/О.9 могут оказаться непригодными, и в этом случае лучше применить схему c) рис. 8/О.9 со слабым сопротивлением (например, 1 Ом), введенным в продольную ветвь, что обеспечит получение меры продольного тока подачей эквивалентного напряжения через $Z/4$.

Необходимо определять собственную асимметрию любой измерительной схемы; измерения должны выполняться лишь при условии, что симметрия является удовлетворительной. Для этого испытываемое устройство может быть заменено вторым измерительным мостом. Собственное затухание продольного перехода измерительной схемы должно быть на 20 дБ выше предельного значения, установленного для испытываемого объекта. Такая же асимметрия должна быть получена после перемены полярности на клеммах а и б. Получаемая точность составляет порядка ± 1 дБ. На рис. 21/С.117 Рекомендации G.117 [1] дается пример измерительного моста, реализуемого в практических условиях.



Примечание - $Z = Z_1$ или Z_2 .

CCITT-53021

РИСУНОК 8/О.9

Электрическое соответствие между схемами, содержащими катушку индуктивности со средней точкой и сопротивления со средней точкой

3.2 Полные сопротивления Z_1 , Z_2 , Z_{L1} и Z_{L2}

Z_1 и Z_2 представляют собой полные сопротивления, подключенные параллельно соответственно к входу и выходу испытываемого объекта. Их значения, как правило, находятся в пределах $\pm 25\%$ от номинального сопротивления входа/выхода. Если измерения выполняются при входе с высоким сопротивлением, то между точками а и б необходимо подключить дополнительное сопротивление Z_1 . Продольные сопротивления Z_{L1} и Z_{L2} номинально равны сопротивлениям $Z_1/4$ и $Z_2/4$ соответственно. Однако допускается использование и различных значений. Это может оказаться необходимым для лучшей имитации рабочих условий испытываемого объекта. В подобных случаях значения Z_{L1} и/или Z_{L2} должны определяться в Рекомендации, относящейся к испытываемому устройству.

3.3 Измерение и генерирование испытательных сигналов

Напряжения V_L и V_T измеряются с помощью вольтметров с высокоомным сопротивлением и с таким расчетом, чтобы асимметрия не нарушалась. Если измеряется напряжение V_{L1} , то значения внутреннего сопротивления и э.д.с. генератора G в расчет не принимаются. Конструкция испытываемого устройства может налагать определенное ограничение на допустимое значение продольного напряжения.

Если устройство, испытываемое в соответствии со схемой на рис. 1/О.9, является генератором сигналов и если затухание продольного перехода нужно измерять во время работы этого генератора, то V_{T1} должно измеряться селективным методом. Селективный метод предпочтителен также при измерениях больших значений затуханий.

3.4 Прочие соображения

При выполнении некоторых измерений может потребоваться подача постоянного тока удержания линии или осуществление нагрузки линии постоянным током. В подобных случаях в Рекомендации, относящейся к испытываемому устройству, должны указываться требования, касающиеся использования в линии постоянного тока.

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Асимметрия по отношению к земле с точки зрения передачи (определения и методы)", том III, Рек. G.117.
- [2] Рекомендация МККТТ "Характеристики передачи международной аналоговой станции", том VI, Рек. Q.45.

РАЗДЕЛ 2

ДОСТУП ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Рекомендация О.11

ЛИНИИ ДОСТУПА ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

(Женева, 1972 г.; изменена в Малага-Торремолиносе в 1984 г. и в Мельбурне в 1988 г.)

1 Общие положения

1.1 Введение

Для обеспечения более эффективного ручного и автоматического технического обслуживания международных каналов в телефонной сети с автоматическим способом установления соединений рекомендуются следующие международные линии доступа для технической эксплуатации:

- а) симметричная пассивная нагрузка, первоначально посылающая обратно испытательный тональный сигнал с уровнем -10 дБм0;
- б) линия доступа к рабочему месту технического обслуживания или испытательному пульта с кодами множественного доступа для испытания телефонных соединений и/или каналов;
- в) испытательная линия для управляемой аппаратуры системы испытания эхозаградителей без вывода их из эксплуатации (СИЭЗ) (см. Рекомендацию О.25);
- г) испытательный шлейф (аналоговый или цифровой);
- д) испытательная линия для оконечного устройства управляемой аппаратуры испытания эхокомпенсаторов;
- е) испытательная линия для оконечного устройства управляемой аппаратуры функционального испытания системы сигнализации и измерения характеристик передачи (типа а) для использования с аппаратурой АТМЕ № 2 (см. Рекомендацию О.22);
- ж) испытательная линия, по которой посылается обратно электрический сигнал занятости, для использования с аппаратурой АТМЕ № 2 (называемой также управляемой аппаратурой типа с, см. Рекомендацию О.22).

Указанные испытательные линии должны иметь модульную конструкцию, чтобы каждая Администрация могла сама определять число устройств каждого типа для установки на конкретной станции.

Испытательные линии, указанные выше в пунктах а) — е), не могут обеспечивать надежные результаты в канале, оборудованном системой размножения каналов (СРК), в которой используются средства интерполяции [включая и тот случай, когда канал организуется по спутниковой системе с многостанционным доступом с временным разделением и с цифровой интерполяцией речи (МДВР/ЦИР)]; следовательно, эта система не должна использоваться в данном случае, если только не обеспечена постоянная связь цепь/канал в обоих направлениях передачи в течение всего измерительного периода. Причина состоит в том, что без такой связи цепь — канал нельзя сохранить целостность цепи в системе размножения каналов при отсутствии сигнала и при его слабых уровнях.

1.2 *Линия с пассивной оконечной нагрузкой*

Эта линия, доступ к которой может быть получен набором номера, первоначально посылает обратно тональный сигнал с частотой 1020 Гц¹⁾ и с номинальным уровнем -10 дБм0 в течение 13—15 секунд. По истечении этого начального периода передачи тонального сигнала испытательная линия должна иметь симметричную нагрузку в 600 Ом, иммитирующую номинальное полное сопротивление станции. Пассивная оконечная нагрузка должна оставаться подключенной до момента, когда вызывающая сторона осуществит разъединение. Поскольку доступ на эту испытательную линию может быть получен путем набора номера, она позволяет одному оператору осуществлять ручные измерения затухания, шума (или шума с тональным сигналом) и импульсных помех в одном направлении в любом канале с удаленной коммутационной станции.

1.3 *Линия доступа для испытаний и/или соединений*

Выход на эту линию доступа также может быть осуществлен путем набора номера. Она находится на испытательном рабочем месте или испытательном пульте технического обслуживания, которыми оборудуются международные коммутационные станции. Предусматривается, что линии этого типа могут использоваться для телефонных соединений между операторами, отвечающими за техническое обслуживание каналов на соответствующих пунктах технического обслуживания, и служат точками доступа для выполнения целого ряда ручных испытаний характеристик передачи. Эти испытательные линии могут быть также использованы в качестве средства передачи сообщений о неисправностях в каналах (или в сети) и/или в качестве средства испытаний характеристик передачи.

Каждой из линий доступа описываемых ниже типов будут присваиваться индивидуальные коды доступа, чтобы Администрации при желании могли самостоятельно выполнять различные функции технической эксплуатации (то есть испытания характеристик передачи и коммутации, передача сообщений о неисправностях). Но присвоение таких кодов не должно препятствовать намерению Администраций обеспечивать несколько функций с использованием только одного кода доступа.

1.3.1 *Линии доступа для измерения характеристик передачи*

Эти линии, выход на которые может быть получен набором номера, размещаются на испытательном рабочем месте или на испытательном пульте для технического обслуживания каналов, которыми оборудуются международные коммутационные станции. Данные испытательные линии должны использоваться в качестве точек доступа, обеспечивающих выполнение различных ручных измерений характеристик передачи. Они могут также использоваться для телефонных соединений, связанных с испытаниями каналов.

Предлагаемый для этих испытательных линий план нумерации позволяет выбирать определенное испытательное место или пульт, когда удаленная коммутационная станция оборудована для данного типа доступа с использованием набора номера. Если номер испытательного места (код доступа) занят, вызов, как правило, направляется к свободному испытательному месту через группу поиска. В соответствии с обычным присвоением кодов доступа цифры 21 (см. § 2.4.2) направляют вызов, поступающий с испытательной линии, на испытательное место или пульт технического обслуживания, обычно присваиваемый пучку каналов, по которым был передан входящий вызов. Использование цифр с 22 по 29 (не относящихся к системе сигнализации МККТТ № 6) должно затем позволить техническому персоналу послать вызов по испытательной линии к определенному испытательному месту или пульту технического обслуживания в удаленном пункте. Таким образом, можно будет более гибко распределять испытательные места, и, возможно, отпадет необходимость в оборудовании всех испытательных мест или пультов одинаковыми испытательными устройствами.

1.3.2 *Другие испытательные линии и/или соединения*

Необходимо предусмотреть линии для ручных испытаний коммутации и сигнализации, а также канал для службы сообщений об отказах (в каналах или в сети). После того, как будут четко определены необходимые требования, этим линиям будут присвоены соответствующие коды.

1.4 *Испытательная линия для эхозаградителей*

Выход на испытательную линию для эхозаградителей осуществляется набором номера. Речь идет о четырехпроводной испытательной линии, предназначенной для подключения управляемой аппаратуры системы испытания эхозаградителей (СИЭЗ) (см. Рекомендацию О.25) на международной коммутационной станции. Благодаря этой испытательной линии служба технической эксплуатации удаленной коммутационной станции, использующей управляющую аппаратуру СИЭЗ, может (с привлечением только одного оператора) выполнять полуавтоматические испытания эхозаградителей по каналам между данными двумя станциями.

¹⁾ Дополнительная информация, касающаяся выбора эталонной испытательной частоты, приводится в Рекомендации О.6.

1.5 Испытательный шлейф

1.5.1 Аналоговый испытательный шлейф

Испытательный шлейф, выход на который осуществляется набором номера, представляет собой четырехпроводную испытательную линию, по которой в течение 13–15 секунд первоначально посылается тональный сигнал с частотой 1020 Гц и номинальным уровнем –10 дБм0. По истечении этого начального периода передачи тонального сигнала испытательная линия в течение последующих 13–15 секунд должна обеспечивать симметричную нагрузку в 600 Ом для обратного направления. Прямое направление также должно быть нагружено симметричным сопротивлением в 600 Ом в течение обоих указанных периодов.

По истечении второго периода оконечные нагрузки в 600 Ом должны отключаться. В результате прямое и обратное направления должны соединяться (замыкаться шлейфом) управляемой испытательной аппаратурой на правильном уровне до момента освобождения этого соединения вызывающей станцией.

Данная линия позволяет одному оператору выполнять быстрые испытания параметров передачи (уровень и шум) в обоих направлениях. Она обеспечивает также занятие и быстрое выполнение испытания с помощью автоматического испытательного устройства на вызывающей станции.

1.5.2 Цифровой испытательный шлейф

Цифровой испытательный шлейф, выход на который осуществляется набором номера, представляет собой четырехпроводную испытательную линию, предназначенную для измерения показателя ошибок международных цифровых каналов и быстрой проверки целостности полностью цифровых каналов, кодируемых без применения метода ИКМ, и смешанных аналого-цифровых каналов. Эта линия состоит из цепей, которые принимают и посылают по шлейфу на цифровой основе сигнал, поступивший из канала. Испытательным сигналом может быть любая произвольно выбранная цифровая последовательность или аналоговый испытательный сигнал.

Получив доступ к испытательной линии на удаленном пункте, испытательная аппаратура может передавать требуемые аналоговые испытательные сигналы или цифровые испытательные последовательности. Она может анализировать обратный сигнал с целью проверки мощности (или прохождения) аналоговых испытательных сигналов или проверки показателя ошибок (или прохождения) цифровых испытательных последовательностей.

Предлагаемый для этой испытательной линии план нумерации обеспечивает выбор конкретной линии, если удаленная коммутационная станция оборудована для данного типа доступа с набором номера. Если основной номер испытательной линии (код доступа) занят, то должна появиться индикация занятости.

1.6 Линия для испытания эхокомпенсаторов

Испытательная линия эхокомпенсаторов представляет собой четырехпроводную испытательную линию, которая должна путем набора номера обеспечивать оконечную нагрузку управляемой аппаратуры испытания эхокомпенсаторов.

Эта линия позволит техническому персоналу исходящей коммутационной станции проводить испытание эхокомпенсатора (или эхокомпенсаторов) по испытываемому каналу. Вопрос о том, будет ли испытание проводиться на обоих эхокомпенсаторах или только на эхокомпенсаторе, находящемся на управляемом конце испытываемого канала, будет решаться в зависимости от типа используемой управляющей аппаратуры.

1.7 Испытательные линии аппаратуры АТМЕ № 2

Испытательные линии АТМЕ № 2 представляют собой четырехпроводные испытательные линии, выход на которые осуществляется набором номера и которые обеспечивают оконечную нагрузку управляемой аппаратуры АТМЕ № 2 (см. Рекомендацию О.22). Управляемая аппаратура существует в двух вариантах:

- а) устройство для функционального испытания системы сигнализации и измерения характеристик передачи (тип *a*);
- б) устройство для функционального испытания системы сигнализации (тип *b*).

АТМЕ № 2 состоит из управляющей аппаратуры на исходящем конце и управляемой аппаратуры на входящем конце; эта аппаратура предназначена для автоматических измерений характеристик передачи и функциональных испытаний системы сигнализации на международных каналах всех категорий, оканчивающихся на станциях с четырехпроводной схемой коммутации.

1.8 Испытательная линия сигнала занятости

Испытательная линия сигнала занятости представляет собой четырехпроводную испытательную линию, выход на которую осуществляется набором номера и которая предназначена для работы с управляющей аппаратурой АТМЕ № 2 (см. Рекомендацию О.22). Эта испытательная линия, называемая также управляемой аппаратурой типа с, необходима в тех случаях, когда система сигнализации, используемая в испытываемых каналах, выдает сигнал занятости. Функционирование испытательной линии обеспечивается непосредственно оборудованием станции или отдельной управляемой аппаратурой.

2 Метод доступа

- 2.1 Как правило, средства доступа должны соответствовать требованиям Рекомендации М.565 [1].
- 2.2 На международной входящей станции доступ к испытательным линиям должен осуществляться с помощью обычного четырехпроводного коммутационного оборудования по всем входящим двусторонним каналам.
- 2.3 Схема удлинителей для испытательных линий должна соответствовать требованиям Рекомендации М.565.
- 2.4 *Адресная информация*

2.4.1 *Последовательность адресной информации*

Для подключения к линиям доступа для технического обслуживания на международной входящей станции должна использоваться следующая адресная информация:

- i) *Система сигнализации МККТТ № 4*
 - a) сигнал окончного занятия;
 - b) код 13;
 - c) код 12;
 - d) цифра 0;
 - e) две цифры, соответствующие типу выбранной международной испытательной линии (см. § 2.4.2, ниже);
 - f) код 15.
- ii) *Система сигнализации МККТТ № 5*
 - a) сигнал НН1 (начало набора номера);
 - b) цифра 7 (свободная цифра языка);
 - c) код 12;
 - d) цифра 0;
 - e) две цифры, соответствующие типу выбранной международной испытательной линии (см. § 2.4.2, ниже);
 - f) сигнал КН (конец набора номера).
- iii) *Система сигнализации МККТТ № 6*

Формат начального адресного сообщения для доступа к испытательным устройствам указан в Рекомендациях Q.258 [2] и Q.259 [3]. Цифра X имеет следующие значения:

 - a) 1 (управляемая аппаратура АТМЕ № 2 типа *a* для испытаний сигнализации и измерений характеристик передачи);
 - b) 2 (управляемая аппаратура АТМЕ №2 типа *b* для испытаний только сигнализации);
 - c) 3 (испытательная линия с пассивной оконечной нагрузкой);
 - d) 4 (испытательная линия для экрозаградителя);
 - e) 5 (испытательный шлейф);
 - f) 6, 7 и 8 (линии доступа для испытаний параметров передачи) (см. примечание);
 - g) 9 (испытательная линия для эхокомпенсатора);
 - h) 10 (цифровой испытательный шлейф).

Примечание. — Присвоение цифры X относится к компетенции Исследовательской комиссии XI. Система сигнализации № 6 не требует, чтобы биты кодов доступа (кодовые комбинации), посылаемых в линию, точно соответствовали номеру кода доступа, используемого техническим персоналом. Поскольку система сигнализации № 6 предназначена, главным образом, для станций с программным управлением, имеется возможность преобразования любого кода доступа в соответствующую кодовую комбинацию.
- iv) *Система сигнализации МККТТ № 7*

Формат начального адресного сообщения для доступа к испытательным устройствам указан в Рекомендации Q.722 [4]. Обе цифры, относящиеся к отдельной международной испытательной линии, к которой необходимо иметь доступ, указаны в § 2.4.2.
- v) *Система сигнализации МККТТ R1*
 - a) сигнал НН;
 - b) цифры, которые должны стать предметом договоренности между заинтересованными Администрациями;
 - c) сигнал КН.

vi) Система сигнализации МККТТ R2

- a) указатель испытательного вызова;
- b) код I-13;
- c) две цифры, соответствующие типу выбранной международной испытательной линии (см. § 2.4.2, ниже);
- d) код I-15 (по требованию).

2.4.2 Коды испытательных линий для систем сигнализации МККТТ № 4, № 5, № 7 и R2

i)	управляемая аппаратура АТМЕ № 2 типа <i>a</i>	61
ii)	управляемая аппаратура АТМЕ № 2 типа <i>b</i>	62
iii)	(электрический) сигнал занятости	63
iv)	пассивная оконечная нагрузка	64
v)	эхоградитель	65
vi)	аналоговый шлейф	66
vii)	цифровой шлейф	68
viii)	возможность множественных адресов линий доступа для испытаний параметров передачи	21-29
ix)	испытательная линия эхокомпенсатора	67

3 Требования к аппаратуре для испытательной линии

Кроме специально оговоренных случаев, приводимые ниже требования относятся ко всем типам испытательных линий в пределах климатических условий, указанных в Рекомендации О.3.

3.1 Характеристики источника тональных сигналов (линии с пассивной оконечной нагрузкой и испытательные шлейфы)

- a) Номинальная частота источника тональных сигналов должна быть в пределах от 1004 до 1020 Гц. Частота источника с учетом стабильности и старения должна оставаться в пределах от 1002 до 1026 Гц.
- b) Чистота выходного сигнала: минимальное отношение выходной мощности к мощности мешающих сигналов должно составлять 50 дБ.
- c) Долговременная стабильность уровня: $\pm 0,03$ дБ.

3.2 Уровень передачи и временные интервалы (линии с пассивной оконечной нагрузкой и испытательные шлейфы)

- a) Уровень передачи испытательного тонального сигнала должен быть равен $-10 \text{ дБм}0 \pm 0,1 \text{ дБ}$.
- b) Временной интервал для испытательной линии с пассивной оконечной нагрузкой: $14 \text{ с} \pm 1,0 \text{ с}$. Интервалы тональный сигнал/пассивная оконечная нагрузка для испытательного шлейфа: $14 \text{ с} \pm 1,0 \text{ с}$.

3.3 Полное сопротивление

- a) 600 Ом, вход симметричный.
- b) Во всех случаях затухание продольного перехода (см. рис. 1/О.9) составляет по крайней мере 46 дБ в диапазоне от 300 до 3400 Гц, увеличиваясь на частотах ниже 300 Гц и достигая по крайней мере 60 дБ на частоте 50 Гц.

3.4 Затухание несогласованности

Не менее 46 дБ на частоте 1020 Гц и не менее 30 дБ в диапазоне от 300 до 3400 Гц.

3.5 Частотная характеристика

- a) ± 1 дБ в диапазоне от 300 до 3000 Гц (пассивная оконечная нагрузка, эхоградитель, эхокомпенсатор и испытательный шлейф).
- b) $\pm 0,5$ дБ в диапазоне от 300 до 3000 Гц (линия доступа для испытаний параметров передачи).

3.6 Регулировка уровня испытательного шлейфа

Оборудование испытательного шлейфа должно обеспечивать соответствующую регулировку затухания или усиления в измерительном тракте по шлейфу, с тем чтобы отклонение от номинального установленного уровня не превышало $\pm 0,1$ дБ. Значение этого номинального уровня должно соответствовать требованиям Рекомендации М.560 [5] и зависеть от точек эталонного уровня, используемого для испытательного шлейфа.

3.7 Испытание по цифровому шлейфу

Цифровой испытательный шлейф представляет собой четырехпроводную испытательную линию, выход на которую осуществляется набором номера; линия этого типа обеспечивает шлейф для сигнала, поступающего с цифрового канала в виде октетов. При возвращении сигнала обратно с помощью шлейфа октеты повторно передаются таким образом, чтобы положение битов внутри октета оставалось прежним; это означает, что наиболее значащий бит передаваемого октета соответствует наиболее значащему биту принимаемого октета и т.д.

Шлейф может обеспечиваться в коммутационном поле цифровой станции или использоваться в отдельном режиме внешнего четырехпроводного ввода потока 64 кбит/с в коммутационную станцию аналогично существующим испытательным линиям.

4 Испытательная последовательность в испытательной линии системы сигнализации

4.1 Занятие канала

В том случае, когда исходящий канал должен быть занят и подключен на удаленном конце к одной из международных испытательных линий, передается нужная адресная информация в соответствии с требованиями используемой системы сигнализации (см. § 2.4).

4.2 Ответ испытательной линии

После получения доступа к оборудованию испытательной линии должен передаваться сигнал ответа (неоплачиваемый ответ в случае использования системы сигнализации № 6). Если испытательная линия занята, на исходящий конец посылается индикация занятости в соответствии с принятой для данного канала и данного адреса сигнализации.

4.3 Необорудованная испытательная линия

В случае, когда вызов испытательной линии поступает на коммутационную станцию, которая не оборудована для обработки соединений этого типа, вызываемая станция должна передать в ответ обычный сигнал "номер не присвоен" (если такой сигнал предусматривается в используемой системе сигнализации).

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Точки доступа для международных телефонных каналов", том VI, Рек. М.565.
- [2] Рекомендация МККТТ "Телефонные сигналы", том VI, Рек. Q.258.
- [3] Рекомендация МККТТ "Управляющие сигналы системы сигнализации", том VI, Рек. Q.259.
- [4] Рекомендация МККТТ "Общая функция телефонных сообщений и сигналов", том VI, Рек. Q.722.
- [5] Рекомендация МККТТ "Международные телефонные каналы — Принципы, определения и относительные уровни передачи", том IV, Рек. М.560.

РАЗДЕЛ 3

АВТОМАТИЧЕСКИЕ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Рекомендация О.22¹⁾

АВТОМАТИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕДАЧИ И ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ МККТТ АТМЕ № 2

(Женева, 1972 г.; изменена в Женеве в 1980 г., в Малага-Торресмолиносе в 1984 г.
и в Мельбурне в 1988 г.)

1 Общие положения

Автоматическая аппаратура для измерения характеристик передачи и испытаний системы сигнализации МККТТ (АТМЕ № 2) предназначена для измерений характеристик передачи, испытаний эхокомпенсаторов и функциональных испытаний системы сигнализации²⁾ в международных каналах любого типа, оканчивающихся на станциях с четырехпроводной коммутацией.

Аппаратура АТМЕ № 2 состоит из двух комплектов:

- 1) управляющей аппаратуры на исходящем конце,
- 2) управляемой аппаратуры на входящем конце.

Управляемая аппаратура может быть выполнена в двух различных вариантах:

- а) устройство, обеспечивающее выполнение функциональных испытаний системы сигнализации и измерений характеристик передачи (тип а);
- б) устройство, обеспечивающее функциональные испытания системы сигнализации (тип б)³⁾.

Устройства типа а и б не позволяют испытывать сигнал занятости. Следовательно, для осуществления такого испытания должно устанавливаться отдельное испытательное соединение с использованием соответствующего кода. Поэтому должны предусматриваться средства, вызывающие передачу международной входящей станцией сигнала занятости по испытываемым каналам. Это может быть выполнено путем проверки испытательного кода станционным оборудованием или с помощью отдельной управляемой аппаратуры. Передача сигнала занятости должна начинаться при имитации перегрузки станции или блокировке канала. В дальнейшем управляемая аппаратура, обеспечивающая испытание сигнала занятости, будет обозначаться как "аппаратура типа с".

Управляемая аппаратура типа а требуется в любых случаях. Управляемая аппаратура типа б является дополнительной. Ее использование в качестве дополнения к аппаратуре типа а должно обеспечить увеличение (при небольших затратах) числа испытаний сигнализации без привлечения аппаратуры для измерения характеристик передачи. Управляемая аппаратура типа с необходима лишь в тех случаях, когда система сигнализации испытываемого канала содержит линейный сигнал занятости.

¹⁾ Ответственность за подготовку текста настоящей Рекомендации несут Исследовательские комиссии IV и XI. Любое изменение данного текста должно представляться для одобрения этими Исследовательскими комиссиями.

²⁾ Эти испытания являются проверкой исправности и не включают в себя профилактические испытания.

³⁾ МККТТ обращает внимание Администраций на преимущества использования достаточного количества устройств (типа б) для функциональных испытаний системы сигнализации, что обеспечивает одновременное выполнение нескольких функциональных испытаний системы сигнализации, а также их выполнение с более короткими интервалами по сравнению с испытаниями характеристик передачи. (Использование аппаратуры АТМЕ № 2 рассматривается в Рекомендации М.605 [1].)

Для двусторонних каналов управляющая аппаратура и управляемая аппаратура должны устанавливаться на обоих концах, чтобы обеспечить функциональные испытания системы сигнализации. При измерениях характеристик передачи в таких каналах исходящим концом обычно является тот, который зависит от главной руководящей станции, а входящим концом — тот, который зависит от вспомогательной руководящей станции (или наоборот, если имеется взаимная договоренность).

Аппаратура АТМЕ №2 должна иметь модульную конструкцию, чтобы Администрации, использующие эту аппаратуру, могли вводить в нее только нужные им блоки. Настоящая спецификация относится к каналам, в которых применяются системы сигнализации МККТТ №№ 3, 4, 5, 6, 7, R1 и R2.

Результаты измерений регистрируются только на исходящем конце, а именно управляющей аппаратурой. Однако заинтересованные Администрации или эксплуатационные организации могут принимать меры, чтобы передавать результаты измерений Администрациям, ответственным за входящий конец, или в другие нужные им пункты по взаимной договоренности. Аппаратура АТМЕ № 2 может применяться на каналах, оборудованных системами размножения каналов (СРК), если данная СРК рассчитана на использование частоты 2800 Гц для сохранения целостности канала в период отсутствия передаваемых сигналов. Система ТАСИ является примером системы размножения каналов, использующей частоту 2800 Гц в качестве тонального сигнала удержания канала.

2 Виды испытаний и измерений

Аппаратура АТМЕ № 2 позволяет осуществлять следующие виды измерений характеристик передачи в обоих направлениях с использованием управляемой аппаратуры типа *a*:

- a) измерение абсолютного уровня мощности на частоте 1020 Гц⁴⁾;
- b) измерение абсолютного уровня мощности на частотах 400, 1020 и 2800 Гц (амплитудно-частотные искажения);
- c) измерение шума;
- d) измерение отношения сигнал/суммарное искажение (включая искажение квантования) при значениях уровня тонального сигнала удержания (то есть -10 и -25 дБм0);
- e) последовательность работы системы испытания эхокомпенсаторов без вывода их из эксплуатации, предназначенная для испытания эхокомпенсаторов на ближнем и дальнем концах в испытываемом канале. Эта система пригодна для испытания эхокомпенсаторов, соответствующих Рекомендации G.165 [2];
- f) измерения в полностью цифровых каналах между цифровыми станциями, проводимые управляющей аппаратурой с помощью цифровой испытательной последовательности, генерируемой этой аппаратурой, и с использованием образуемого управляемой аппаратурой типа *a* испытательного шлейфа.

Помимо испытаний обычных функций сигнализации, которые необходимо проводить в ходе установления испытательных соединений, испытываются также следующие линейные сигналы:

- сигнал отбоя;
- сигнал вмешательства;
- сигнал занятости (требующий отдельного испытательного соединения с отдельной испытательной линией, см. Рек. О.11).

Кроме измерений характеристик передачи между управляющей и управляемой аппаратурой, АТМЕ должна также обеспечивать измерения от управляющей аппаратуры в сторону цифрового испытательного шлейфа в соответствии с Рекомендацией О.11.

Конструкция аппаратуры АТМЕ № 2 должна обеспечивать возможность выполнения в будущем других измерений и испытаний.

3 Аппаратура для измерений характеристик передачи и обработки полученных результатов

В управляющей и управляемой аппаратуре должны предусматриваться устройства для измерений абсолютного уровня мощности, испытаний с использованием цифровой испытательной последовательности, испытаний эхокомпенсаторов, измерений отношения сигнал/суммарное искажение и измерений шума, о чем будет сказано ниже. Кроме того, управляющая аппаратура должна обеспечивать прием результатов измерений, выполняемых управляющей и управляемой аппаратурой, внесение необходимых коррекций и выражение этих результатов в форме, позволяющей передавать их на выходное устройство. Последнее устройство рассматривается как часть управляющей аппаратуры.

⁴⁾ Дополнительная информация о выборе частоты испытательного сигнала содержится в Рекомендации О.6.

3.1 Измерения абсолютного уровня мощности

3.1.1 Передающий конец

В точке доступа на входе измеряемого тракта подключается *передающее устройство*, посылающее сигнал с соответствующей частотой и соответствующим уровнем (указанными в §§ 6.3 и 9.1).

3.1.2 Измерительный конец

В точке доступа на выходе измеряемого тракта подключается измерительный прибор, характеристики которого указаны в §§ 6.3 и 9.1.

Измерительный прибор должен выдавать результаты в виде отклонений (в дБ) от номинального значения абсолютного уровня мощности канала в виртуальной точке коммутации на приемном конце. Предполагается, следовательно, что для управляемой аппаратуры относительный уровень на приемном конце в виртуальной точке коммутации составляет -4 дБ₀ (см. § 3.6). Уровень, превышающий номинальное значение, будет отмечаться знаком "+", а уровень ниже этого значения — знаком "-". При измерениях суммарного искажения результаты должны выдаваться в виде отношения сигнал/суммарное искажение в дБ. Следует принимать во внимание параметры передачи коммутируемого тракта доступа между виртуальной точкой коммутации и измерительным прибором (см. Рекомендацию М.560 [3]).

Если аппаратура способна обнаруживать прерывание испытательного тонального сигнала или нестабильность принимаемого уровня в ходе измерения (см. § 10.5), она должна осуществлять индикацию результатов в соответствии с таблицей 3/О.22.

3.2 Измерение шума

Примечание. — Если аппаратура АТМЕ № 2 предусматривает применение цифровых методов обработки сигналов, то измерения шума автоматически ограничиваются до 4 кГц в случае использования частоты дискретизации 8 кГц.

3.2.1 Передающий конец

В точке доступа на входе измеряемого тракта подключается оконечная нагрузка в 600 Ом или частота блокировки для системы размножения каналов (СРК) в соответствии с §§ 6.4.19 или 6.4.20 и 9.3.

3.2.2 Измерительный конец

В точке доступа на выходе измеряемого тракта подключается прибор для измерения шума, характеристики которого указаны в § 9.2, ниже.

Результаты, получаемые с помощью прибора для измерения шума, выражаются в абсолютных уровнях мощности псофометрического шума в точке нулевого относительного уровня (дБ_{М0п}); при этом предполагается, что на конце управляемой аппаратуры относительный уровень в виртуальной точке коммутации составляет -4 дБ₀ (см. § 3.6). Следует принимать во внимание параметры передачи коммутируемого тракта доступа между виртуальной точкой коммутации и прибором для измерения шума (см. Рекомендацию М.560 [3]).

3.3 Измерение отношения сигнал/суммарное искажение

3.3.1 Передающий конец

В точке доступа на входе измеряемого тракта подключается аппаратура, передающая тональные сигналы с двумя различными уровнями (-10 и -25 дБ_{М0}), как это определяется в § 9.1.

3.3.2 Измерительный конец

Измерение отношения сигнал/суммарное искажение должно проводиться в два этапа.

Первый этап

В точке доступа на выходе измеряемого тракта подключается прибор для измерения шума, соединенный с режекторным фильтром с полосой 1000—1025 Гц. Характеристики прибора для измерения шума и режекторного фильтра указаны в § 9.2.

Второй этап

В точке доступа на выходе измеряемого тракта подключается измерительный прибор, характеристики которого даны в §§ 6.3 и 9.1.

Измерительный прибор должен выдавать результаты в виде отношения сигнал/суммарное искажение в дБ. Должна предусматриваться коррекция результатов, учитывающая сокращение эффективной шумовой полосы частот за счет режекторного фильтра.

3.4 Система испытания эхокомпенсаторов (СИЭК)

Являясь частью СИЭК, управляющая и управляемая аппаратура должна иметь характеристики, обеспечивающие измерение абсолютного уровня мощности, а также измерение защищенности от эха и шума, как это описано ниже. Кроме того, управляющая аппаратура должна обеспечивать прием результатов измерений, выполняемых управляющей и управляемой аппаратурой, внося в них необходимые коррекции, как указывается ниже, и выдавая эти результаты в соответствующем виде.

3.4.1 Измерение абсолютного уровня мощности

3.4.1.1 Передающий конец

В точке доступа на входе измеряемого тракта подключается передающее устройство, которое посылает тональный сигнал с соответствующей частотой и соответствующим уровнем (см. §§ 5.2 и 9.4).

3.4.1.2 Измерительный конец

В точке доступа на выходе измеряемого тракта подключается измерительный прибор, характеристики которого указаны в §§ 6.7 и 9.1.

Этот прибор выдает результаты в виде отклонений (в дБ) от номинального значения абсолютного уровня мощности в виртуальной точке коммутации на приемном конце. При этом предполагается, что для управляемой аппаратуры (см. § 3.6) относительный уровень в виртуальной точке коммутации на приемном конце составляет -4 дБ. Уровень, превышающий номинальный уровень, отмечается знаком "+", а уровень ниже этого значения — знаком "-". Следует принимать во внимание параметры передачи коммутируемого тракта доступа между виртуальной точкой коммутации и измерительным прибором (см. Рекомендацию М. 560 [3]).

Если прибор способен обнаруживать прерывание или нестабильность во время измерения (см. § 11.5), то индикация результата должна осуществляться в соответствии с § 3.6.

3.4.2 Измерение шума

(Определить нижнее предельное значение уровня шума, обусловленного эхом, как на первом этапе испытания защищенности от эха.)

3.4.2.1 Передающий конец

В точке доступа на входе измеряемого тракта подключается оконечное сопротивление 600 Ом в соответствии с §§ 6.7 и 9.4.3.

3.4.2.2 Измерительный конец

В точке доступа на выходе измеряемого тракта подключается прибор для измерения шума, характеристики которого указаны в § 9.5.1.

Прибор для измерения шума выдает результаты в виде значений относительного уровня мощности психометрического шума по отношению к уровню передачи -10 (дБм0п); при этом предполагается, что для управляемой аппаратуры относительный уровень в виртуальной точке коммутации на приемном конце составляет -4 дБ (см. § 3.6).

Примечание. — Уровень шума определяется по отношению к уровню -10 дБм0п, а не 0 дБм0п, чтобы представить минимальное измеряемое значение защищенности от шума этапов 2 и 3 испытаний защищенности от эха (см. § 3.4.3). Следует принимать во внимание параметры передачи коммутируемого тракта доступа между виртуальной точкой коммутации и прибором для измерения шума (см. Рекомендацию М.560 [3]).

3.4.3 Измерение защищенности от эха

(Этапы 2 и 3 испытаний защищенности от эха.)

3.4.3.1 Передающий конец

В точке доступа на входе измеряемого тракта подключается передающее устройство, которое посылает шумовой испытательный сигнал с уровнем -10 дБм0, как это указано в § 9.4.1 е).

3.4.3.2 Измерительный конец

В точке доступа на выходе измеряемого тракта подключается прибор для измерения защищенности от эха (или шума), характеристики которого указаны в § 9.5.1.

Этот измерительный прибор выдает результаты в виде значений относительного уровня мощности психофизического шума по отношению к шумовому испытательному сигналу с уровнем -10 дБм0 (см. § 3.4.3.1); при этом предполагается, что для управляемой аппаратуры относительный уровень в виртуальной точке коммутации составляет -4 дБо (см. § 3.6). Следует принимать во внимание параметры передачи коммутируемого тракта доступа между виртуальной точкой коммутации и прибором для измерения шума (см. Рекомендацию М.560 [3]).

3.5 Испытания по цифровому шлейфу

3.5.1 Цифровые испытательные последовательности с использованием цифрового испытательного шлейфа

3.5.1.1 Передающий конец

В точке доступа на входе измеряемого тракта подключается передающее устройство, которое вырабатывает псевдослучайную испытательную последовательность, определяемую в § 2 Рекомендации О.152.

3.5.1.2 Измерительный конец

В точке доступа на выходе измеряемого тракта подключается приемное устройство, соответствующее Рекомендации О.152. Это устройство должно обеспечивать измерение коэффициента ошибок по битам, коэффициента ошибок по блокам и временных интервалов с ошибками, как это определяется в Рекомендации G.821 [4].

3.5.2 Испытания параметров передачи с использованием цифрового испытательного шлейфа

3.5.2.1 Передающий конец

В точке доступа на входе измеряемого тракта подключается передающее устройство, которое посылает тональные сигналы с соответствующими частотой и уровнем, указанными в §§ 6.3, 9.1, 9.2 и 9.3.

3.5.2.2 Измерительный конец

В точке доступа на выходе измеряемого тракта подключается измерительный прибор, характеристики которого обеспечивают измерение абсолютного уровня мощности, шума и отношения сигнал/суммарное искажение, как это указано соответственно в §§ 3.1.2, 3.2.2 и 3.3.2.

Необходимо отметить, что измерения с использованием испытательного шлейфа должны выполняться на таком протяжении канала и с такими значениями времени прохождения, которые вдвое превышают эти показатели в том случае, когда измерительный прибор устанавливается на удаленном конце канала. Следовательно, результаты измерений должны сравниваться с эксплуатационными нормами, которые определяются с учетом удвоения длины канала и единиц искажения квантования (ЕИК).

3.6 Коррекция результатов

Каналы, которые могут быть использованы в международных транзитных соединениях, эксплуатируются при номинальном затухании $0,5$ дБ; относительный уровень в виртуальной точке коммутации на приеме составляет, таким образом, -4 дБо. Однако каналы, которые никогда не используются в подобных соединениях, могут эксплуатироваться при номинальном затухании, превышающем $0,5$ дБ (см. Рекомендацию G.131 [5]).

Результаты измерения шума или отклонения абсолютного уровня мощности передаются управляемой аппаратурой на управляющий конец; при этом предполагается, что уровень в виртуальной точке коммутации составляет -4 дБо для любого канала. Например, полученное значение -5 дБм в виртуальной точке коммутации будет всегда передаваться к управляющей аппаратуре как отклонение, равное -1 дБ. В случае, когда канал эксплуатируется при номинальном значении затухания свыше $0,5$ дБ, то есть когда реальный относительный уровень в виртуальной точке коммутации ниже -4 дБо, управляющая аппаратура вносит соответствующую коррекцию в результаты измерения отклонения абсолютного уровня мощности и уровня шума, полученные от управляемой аппаратуры. На измерения отношения сигнал/суммарное искажение и защищенности от экзосигналов не влияет тот факт, что результаты представлены в виде отношения сигнал/суммарное искажение в дБ или отношения шумовой сигнал/экзосигнал в дБ.

Полученные данные регистрируются методом, определяемым заинтересованной Администрацией. Результаты измерений абсолютных уровней мощности на частоте 1020 Гц представляются с соответствующим знаком в виде отклонений от номинального значения в виртуальной точке коммутации. Результаты измерений на частотах 400 и 2800 Гц представляются в виде отклонений от абсолютного уровня мощности, измеряемого на частоте 1020 Гц. Результаты измерений шума выражаются в дБм по отношению к нулевому уровню (дБм0п). Результаты измерений характеристики сигнал/суммарное искажение представляется в виде отношений сигнал/суммарное искажение в дБ. Результаты измерений защищенности от эха представляется в виде отношений сигнал/шумовой сигнал/эхо, выраженных в дБ.

В таблице 1/О.22 приводится пример различных измерений, выполняемых управляемой аппаратурой.

ТАБЛИЦА 1/О.22

Пример различных измерений, выполняемых управляемой аппаратурой

Измерение	Частота (Гц)	Абсолютный уровень мощности в виртуальной точке коммутации на приеме (управляемый конец) при уровне -10 дБм0 на передаче (дБм)	Отклонение, передаваемое управляемой аппаратурой управляющей аппаратуре (относительный уровень -4 дБ0 в виртуальной точке коммутации) (дБ)	Конечный результат	
				Для канала с номинальным затуханием 0,5 дБ (дБ)	Для канала с другим номинальным затуханием, например 1,5 дБ (дБ)
Уровень	1020 400 2800	-13,7 -14,4 -14,6	+0,3 -0,4 -0,6	+0,3 -0,7 -0,9	+1,3 -0,7 -0,9
		Значение в виртуальной точке коммутации на приеме (управляемая аппаратура)	Значение, передаваемое управляемой аппаратурой управляющей аппаратуре (относительный уровень -4,0 дБ0 в виртуальной точке коммутации)		
Мощность шума (дБм0)		-50	-46	-46	-45
Отношение сигнал/суммарное искажение (дБ) ^{а)} или отношение шума (дБ)		34 ^{а)}	+34	34	34

^{а)} При уровне -13,7 дБм сигнала для измерения суммарного искажения на приеме и при мощности суммарного искажения -48 дБм.

Отдельная индикация предусматривается в следующих случаях:

- отклонение абсолютного уровня мощности от номинального значения превышает установленную эксплуатационную норму;
- абсолютная мощность шума превышает установленную эксплуатационную норму;
- отношение сигнал/суммарное искажение не соответствует установленной эксплуатационной норме;
- отклонение абсолютного уровня мощности от номинального значения так велико, что канал становится непригодным для использования;

- e) значение мощности шума так велико, что канал становится непригодным для использования;
- f) отношение сигнал/суммарное искажение является таким низким, что канал становится непригодным для использования;
- g) защищенность от эха не соответствует никаким эксплуатационным нормам времени прохождения на обоих концах. (В этом случае нижнее предельное значение шума, измеряемое на первом этапе испытания, также должно регистрироваться.);
- h) значения показателей цифровых ошибок превышают установленную эксплуатационную норму;
- i) предусмотренное испытание проведено неудачно;
- j) работа системы сигнализации является неудовлетворительной.

В двух последних случаях i) и j) необходимо указать пункт программы, по которому испытание было признано неудачным.

Форма представления полученных результатов не стандартизировалась, поэтому международная договоренность по данному вопросу не является необходимой, кроме следующих случаев (см. таблицу 3/О.22 и § 11.5):

Результаты превышают верхний предел измерительного диапазона	+ + +
(интерпретация трех сигналов кода 11)	
Результаты не достигают нижнего предела измерительного диапазона	- - -
(интерпретация трех сигналов кода 12)	
Прерывание испытательного тонального сигнала в ходе измерения абсолютного уровня мощности	9XX или 7XX ⁵⁾
Нестабильность в ходе измерения абсолютного уровня мощности	8XX или 6XX ⁵⁾

Следует отметить, что в тех случаях, когда в ходе измерения уровня мощности обнаруживаются одновременно прерывание и нестабильность, на печать выводится только прерывание; индикация состояния нестабильности будет отсутствовать (см. § 11.5).

Если это предусматривается программой, регистрируются также дата и время (с точностью до минуты).

Необходимо предусматривать возможность регистрации всех результатов измерений характеристик передачи и испытаний сигнализации, а также регистрации номеров всех каналов, которые не могли быть испытаны, поскольку они были заняты или не произошло соединения с управляемой аппаратурой. Для этих двух категорий должна предусматриваться отдельная индикация.

Следует также предусматривать возможность получения сокращенного варианта записи результатов, если опускается информация о тех каналах, в которых соблюдались эксплуатационные нормы и в которых не отмечались нестабильность уровня и прерывание испытательного тонального сигнала.

3.8 *Возможность повторения испытаний и измерений*

Необходимо предусматривать возможность регистрации данных о тех каналах, которые были заняты при первоначальном измерении или испытании и которые не могли быть соединены с управляемой аппаратурой. Такая регистрация должна охватывать все каналы, исключая те, в которых испытания не выявили отклонений от эксплуатационных норм и в которых отсутствовали нестабильность уровня и прерывание измерительного сигнала. Форма такой регистрации должна обеспечивать возможность программирования управляющей аппаратуры с целью повторной проверки вышеуказанных каналов, сгруппированных по усмотрению самой Администрации.

4 *Метод доступа*

4.1 Средства доступа должны, как правило, соответствовать Рекомендации М.560 [3].

4.2 *Международная исходящая станция*

На международной исходящей станции доступ к каналам для проведения испытаний должен соответствовать Рекомендации М.565 [6].

4.3 *Международная входящая станция*

Подключение к управляемой аппаратуре на международной входящей станции осуществляется по линии доступа для технической эксплуатации, являющейся частью обычного коммутационного оборудования. Адресная информация, которую следует использовать для подключения к управляемой аппаратуре типа а и б или к цифровому испытательному шлейфу на входящей станции, определяется в § 2.4 Рекомендации О.11.

⁵⁾ "XX" обозначает результаты измерений.

5 Принципы работы

Должна быть предусмотрена возможность выполнения по команде управляющей аппаратуры одного или нескольких измерений и испытаний, указанных в § 2, в одном канале без нарушения соединения, кроме случая, когда проводится испытание сигнала занятости или когда проводится испытание с использованием цифрового испытательного шлейфа.

5.1 После того, как управляющая аппаратура передаст управляемой аппаратуре информацию о виде предстоящего измерения, это измерение вначале выполняется управляющей аппаратурой, а управляемая аппаратура посылает измерительный тональный сигнал или обеспечивает оконечную нагрузку в 600 Ом. Затем управляющая аппаратура передает измерительный тональный сигнал или обеспечивает оконечную нагрузку в 600 Ом, а управляемая аппаратура производит измерение.

5.2 Любая управляющая аппаратура, имеющая доступ к каналам, оборудованным эхоградителями и/или эхокомпенсаторами, должна быть снабжена устройством передачи тонального сигнала выключения эхоградителей/эхокомпенсаторов, описываемого в § 9.3. Этот тональный сигнал должен передаваться управляющей аппаратурой только по каналам, оборудованным эхоградителями и/или эхокомпенсаторами. Данное требование не является обязательным для аппаратуры, не имеющей доступа к каналам этого типа, но возможность добавления такого устройства в случае необходимости должна быть предусмотрена.

5.3 Управляющая или управляемая аппаратура, имеющая доступ к каналам, организованным по направлениям, содержащим систему размножения каналов (СРК), или к каналам, оборудованным эхоградителями и/или эхокомпенсаторами, должна быть снабжена устройством для передачи блокирующего тонального сигнала СРК, описанного в § 9.3. Управляющая аппаратура должна иметь возможность передавать этот сигнал только по вышеуказанным каналам. Если это требование первоначально не учитывалось, необходимо предусмотреть возможность его выполнения в будущем.

5.4 Вначале управляющая аппаратура должна передать сигналы системы испытания эхокомпенсаторов (СИЭК) для выключения или блокировки всех эхоградителей или оборудования размножения каналов, имеющихся в испытываемом канале.

Затем измеряется затухание в обоих направлениях передачи для проверки его соответствия номинальному значению.

После этого выполняется серия измерений защищенности от эха (шума) в направлении эхокомпенсатора на дальнем конце канала, отвечающего каждому из трех требований, обеспечиваемых его оконечным оборудованием:

- а) пассивная оконечная нагрузка в обоих направлениях передачи;
- б) шлейф с усилением 2 дБ со значением задержки, устанавливаемым для каждой ступени испытания (каскадная секция задержки) эхокомпенсатора;
- в) шлейф с затуханием 10 дБ с установленной задержкой.

Затем этот процесс осуществляется в обратном направлении с целью испытания эхокомпенсаторов на ближнем и дальнем концах с одним доступом к испытываемому каналу.

6 Испытания системы сигнализации и метод измерения характеристик передачи в направлении от управляющей аппаратуры к управляемой аппаратуре

6.1 Установление соединения и последовательность испытания сигнализации

6.1.1 После занятия исходящего канала передается необходимая адресная информация в соответствии с требованиями к используемой системе сигнализации.

6.1.2 После получения доступа к управляемой аппаратуре должен быть передан сигнал ответа (неоплачиваемый ответ в системе сигнализации № 6). Если управляемая аппаратура оказывается занятой, информация об этом посылается управляющей аппаратуре в соответствии с обычными правилами сигнализации для канала и оборудования доступа. Управляющая аппаратура делает об этом запись и освобождает канал (см. § 3.7).

6.1.3 Если через 15 ± 5 секунд после передачи адресной информации управляющая аппаратура не получает никакого сигнала ответа, то регистрируется неисправность и канал освобождается.

6.1.4 Если информация о получении сигнала ответа фиксируется на управляющей аппаратуре и если требуется выполнить измерения характеристик передачи с помощью управляемой аппаратуры типа *a*, то измерительные циклы могут осуществляться в соответствии с описанием в 6.1.4. Эти циклы заканчиваются сигналом "конец программы измерения характеристик передачи" (код 15), посылаемым управляющей аппаратурой, с последующим сигналом подтверждения приема (код 13), посылаемым управляемой аппаратурой в соответствии с обычной последовательностью ответа.

6.1.5 Если информация о получении сигнала ответа фиксируется на управляющей аппаратуре, а характеристики передачи изменению не подлежат и если управляемая аппаратура относится к типу *b* или циклы измерения характеристик передачи закончены и требуется полное испытание функций системы сигнализации, то управляющая аппаратура посылает сигнал вмешательства или (при отсутствии такого сигнала) сигнал кода 11.

Если сигнал вмешательства предусматривается в системе сигнализации, он должен использоваться управляющей аппаратурой для запуска полного функционального испытания системы сигнализации⁶⁾.

a) Система сигнализации, предусматривающая сигнал вмешательства

Если измерения характеристик передачи были выполнены, то по команде управляющей аппаратуры через 500 ± 100 мс после окончания подачи сигнала завершения программы измерений характеристик передачи посылается сигнал вмешательства. Если измерения характеристик передачи не требуются или управляемая аппаратура относится к типу *b*, то сигнал вмешательства посылается по команде управляющей аппаратуры через 500 ± 100 мс после фиксации информации о получении сигнала ответа⁷⁾. Эти последовательности применяются для любого канала независимо от того, оборудован он эхоаградителями и/или эхокомпенсаторами или нет.

b) Система сигнализации, не предусматривающая сигнал вмешательства

Если измерения характеристик передачи были выполнены, то за сигналом завершения программы измерений характеристик передачи (код 15) следует сигнал кода 11. По каналам, оборудованным эхоаградителями или эхокомпенсаторами, управляющая аппаратура должна передать тональный блокирующий сигнал СРК между сигналом кода 15 и сигналом кода 11, чтобы обеспечить сохранение нерабочего состояния эхоаградителей или эхокомпенсаторов. Кроме того, после опознавания сигнала подтверждения приема сигнала кода 15 управляющая аппаратура прекращает передачу управляющего сигнала кода 15 и через 60 мс передает тональный блокирующий сигнал СРК. Опознав окончание подачи сигнала подтверждения приема сигнала завершения программы, управляющая аппаратура прекращает передачу тонального блокирующего сигнала СРК и через 55 ± 5 мс посылает управляющий сигнал кода 11. Если измерения характеристик передачи не производятся или управляемая аппаратура относится к типу *b*, то передаче сигнала кода 11 предшествует посылка сигнала выключения эхоаградителей/эхокомпенсаторов (см. § 6.4.1). Опознав сигнал подтверждения приема сигнала кода 11, то есть код 13, управляющая аппаратура прекращает передачу сигнала кода 11.

6.1.6 Если необходимо выполнить только сокращенные функциональные испытания системы сигнализации, управляющая аппаратура инициирует посылку сигнала разъединения сразу после приема сигнала ответа (если измерения характеристик передачи не требуются) или сразу после получения сигнала подтверждения приема (код 13), который следует за сигналом окончания программы (если измерения характеристик передачи выполнялись).

6.1.7 В случае проведения полного функционального испытания системы сигнализации после получения информации о приеме сигнала вмешательства управляемая аппаратура инициирует посылку сигнала отбоя. В случае использования систем сигнализации, не предусматривающих сигнал вмешательства (см. § 6.1.5), прием сигнала кода 11 инициирует передачу сигнала отбоя через 500 ± 100 мс после прекращения подачи сигнала подтверждения.

Управляемая аппаратура инициирует посылку сигнала повторного ответа через 500 ± 100 мс после начала передачи сигнала отбоя⁸⁾.

Примечание. — Интервал в 500 мс между двумя вышеупомянутыми сигналами может вызывать освобождение одного направления испытываемого двустороннего канала СРК. Это может происходить и в других частях последовательности испытания системы сигнализации.

Если управляющая аппаратура не получает сигнал отбоя через 5–10 секунд после запроса посылки сигнала вмешательства или передачи сигнала кода 11, а также если она не получает сигнал повторного ответа через 5–10 секунд после приема сигнала отбоя, то регистрируется неисправность и канал освобождается.

Сразу после опознавания сигнала повторного ответа управляющая аппаратура инициирует передачу сигнала разъединения.

6) Следует отметить, что некоторые международные станции могут не обеспечивать подачу сигнала вмешательства, даже если этот сигнал предусматривается системой сигнализации, которую они применяют. В этом случае полное функциональное испытание системы сигнализации невозможно, если только не имеется двусторонней договоренности об использовании сигнала кода 11 [см. § 6.1.5b].

7) Передача линейных сигналов, посылаемых аппаратурой АТМЕ № 2, по международному каналу обеспечивается оборудованием линейной сигнализации станции. Из этого следует, что точный момент передачи и приема различных сигналов зависит от используемой системы сигнализации и от времени прохождения в канале в каждом конкретном случае.

6.1.8 После передачи сигнала разъединения в соответствии с процедурой, описанной в § 6.1.6 или в § 6.1.7, необходимо убедиться в том, что исходящий канал освобожден и готов для дальнейшего использования. Если через 5—10 секунд после команды управляющей аппаратуры о передаче сигнала разъединения данный канал не освобождается полностью, то регистрируется неисправность. Следует отметить, что некоторые виды оборудования не позволяют осуществлять проверку на освобождение канала.

6.2 Испытание сигнала занятости

Сигнал занятости можно проверить путем установления соединения с помощью адресного кода, описанного в § 2.4 Рекомендации O.11, вызвав таким образом передачу сигнала занятости оборудованием входящей станции. При получении этого сигнала канал освобождается.

Если через 10—20 секунд после передачи адресной информации сигнал занятости не поступает, то регистрируется неисправность и канал освобождается.

Примечание. — В случае использования систем сигнализации МККТТ № 6 и № 7 или систем R1 и R2 проведение данного испытания не требуется.

6.3 Измерения характеристик передачи и обмен информацией между управляющей и управляемой аппаратурой

Все измерительные циклы разделены на две группы, обозначаемые как "уровень 1" и "уровень 2". Один из кодов уровня 1 предназначен для указания на запрос измерительного цикла уровня 2.

6.3.1 Процедуры уровня 1

Последовательность сигнализации для каждого измерительного цикла уровня 1 определена в § 6.4, а частоты и кодовые сигналы указаны в таблицах 2/O.22, 3/O.22 и 4/O.22. На рис. 1/O.22 в качестве примера дана последовательность сигнализации для цикла измерения абсолютного уровня мощности. Схема сигнализации, принятая для управляющих сигналов между управляющей и управляемой аппаратурой, заключается в использовании многочастотных сигналов, передаваемых во взаимобусловленной последовательности; результаты передаются от управляемой аппаратуры к управляющей аппаратуре с помощью многочастотных импульсных сигналов.

Все измерения характеристик передачи должны выполняться с использованием тонального сигнала с уровнем -10 дБм0 (измерения суммарного искажения могут проводиться также с применением сигнала с уровнем -25 дБм0). Некоторые виды управляемой аппаратуры старого типа могут быть снабжены устройствами для испытаний с использованием уровней 0 и -10 дБм0. В этих случаях должен передаваться сигнал, информирующий управляемую аппаратуру об используемом измерительном уровне (см. таблицу 2/O.22 и § 9.1). По этому поводу следует отметить, что чувствительность измерительного оборудования должна соответствовать обоим уровням.

Выбранный передатчик и приемник сигналов отвечают требованиям к передатчику и приемнику для системы межрегистровой сигнализации МККТТ № 5, а используемое оборудование должно соответствовать Рекомендациям Q.153 [7] и Q.154 [8]. Чувствительность приемника сигналов рассматривается в приложении А к настоящей Рекомендации.

6.3.2 Процедуры уровня 2

Последовательность сигнализации для каждого измерительного цикла уровня 2 определена в § 6.6, а частоты и кодовые сигналы указаны в таблицах 4/O.22 и 5/O.22. Многочастотные импульсные сигналы используются на уровне 2 для управляющих сигналов между управляющей и управляемой аппаратурой, а также для передачи полученных результатов от управляемой к управляющей аппаратуре. После завершения процедуры уровня 2 осуществляется возвращение диалога на уровень 1 по команде, передаваемой с помощью многочастотного импульсного сигнала.

6.4 Описание циклов измерения характеристик передачи

6.4.1 Получив информацию о приеме сигнала ответа, управляющая аппаратура передает тональный сигнал выключения эхозаградителя или эхокомпенсатора в течение 2 ± 250 мс.

Примечание 1. — Этот период передачи сигнала включает время, необходимое для соединения с каналом СРК, время, необходимое для выключения эхозаградителя или эхокомпенсатора, большой промежуток времени прохождения в спутниковых каналах, а также задержки, обусловленные срабатыванием системы сигнализации. Для каналов, система линейной сигнализации которых не предусматривает сигнал подтверждения приема (например, системы сигнализации № 3 и № 4), тональный сигнал выключения достаточно передавать в течение хотя бы 800 мс. Если, однако, испытываемый канал не оборудован эхозаградителями или эхокомпенсаторами (см. § 5), то процедура, описанная в § 6.4.1, не применяется.

Примечание 2. — Требования к тональному сигналу выключения эхозаградителей или эхокомпенсаторов и к блокирующему сигналу СРК приводятся в § 9.3.

ТАБЛИЦА 2/О.22

Управляющие сигналы, передаваемые от управляющей аппаратуры к управляемой аппаратуре

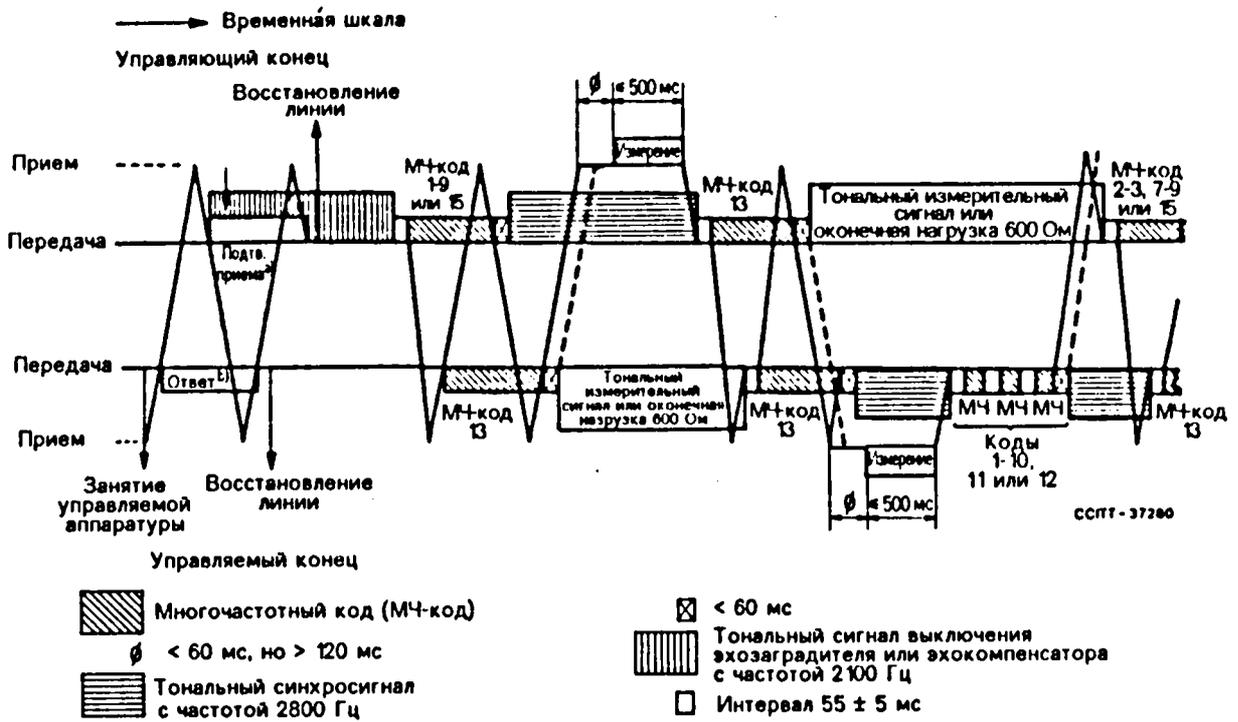
Код №	Значение кода
1	Измерение абсолютного уровня мощности на частоте 1020 Гц (уровень передачи 0 дБм0)
2	Измерение абсолютного уровня мощности на частоте 400 Гц
3	Измерение абсолютного уровня мощности на частоте 2800 Гц
4	Измерение психофотометрической мощности шума (блокирующий сигнал СРК не подается) ^{а)}
5	Измерение психофотометрической мощности шума (блокирующий сигнал СРК подается)
6	Измерение абсолютного уровня мощности на частоте 1020 Гц и последующие измерения уровня по программе с уровнем передачи -10 дБм0
7	Измерение суммарного искажения с использованием сигнала с уровнем -10 дБм0
8	Измерение суммарного искажения с использованием сигнала с уровнем -25 дБм0
9	Переход на уровень 2
11	Код, используемый вместо сигнала вмешательства, когда этот сигнал не предусматривается
13	Измерение в другом направлении
14	(Резервируется для национального использования)
15	Конец программы измерений характеристик передачи

а) Для каналов, относящихся к направлениям, которые не оборудованы системой СРК, экранирующими и/или экзокompенсаторами.

ТАБЛИЦА 3/О.22

Сигналы, передаваемые от управляемой аппаратуры к управляющей аппаратуре

Код №	Значение кода
1-10	Цифры 1, ..., 9, 0 (информация о результатах измерения)
11	+ (префикс для измерений характеристик передачи)
12	- (префикс для измерений характеристик передачи)
9	+ (префикс для индикации прерывания измерительного сигнала)
7	- (префикс для индикации прерывания измерительного сигнала)
8	+ (префикс для индикации нестабильности измерительного сигнала)
6	- (префикс для индикации нестабильности измерительного сигнала)
13	Подтверждение приема управляющего сигнала
11 (3 раза)	("за верхним пределом", печатается как "+ + +")
12 (3 раза)	("за нижним пределом", печатается как "- - -")
15	Опознавание ошибочного многочастотного сигнала



- Управляемый конец а) Линейный сигнал подтверждения приема в системе сигнализации МККТТ № 5.
 б) Линейный сигнал ответа в системах сигнализации МККТТ № 4 и № 5.
 в) В системе сигнализации МККТТ № 6 передача тонального сигнала выключения эхоградителя или эхокомпенсатора начинается после приема сигнала ответа (по общему каналу сигнализации).

РИСУНОК 1/О.22

АТМЕ: Типовая последовательность сигнализации

ТАБЛИЦА 4/О.22

Распределение частот по кодам

Код №	Набор частот (Гц)
1	700 + 900
2	700 + 1100
3	900 + 1100
4	700 + 1300
5	900 + 1300
6	1100 + 1300
7	700 + 1500
8	900 + 1500
9	1100 + 1500
10	1300 + 1500
11	700 + 1700
12	900 + 1700
13	1100 + 1700
14	1300 + 1700
15	1500 + 1700

ТАБЛИЦА 5/О.22

Управляющие сигналы уровня 2, передаваемые от управляющей аппаратуры к управляемой аппаратуре

Код №	Значения уровня 2
1	Автоматическая система для испытаний эхокомпенсаторов
2	Резервировано
3	Испытание по цифровому шлейфу
5	Возвращение к уровню 1

6.4.2 Через 55 ± 5 мс после прекращения передачи сигнала выключения эхоградителя или эхокомпенсатора управляющая аппаратура посылает управляемой аппаратуре многочастотный управляющий сигнал. Если, однако, сигнал выключения не передавался (см. § 5), то многочастотный управляющий сигнал должен быть послан через 60 мс после получения информации о приеме сигнала ответа.

6.4.3 Получив этот управляющий сигнал, управляемая аппаратура передает многочастотный сигнал подтверждения приема.

6.4.4 Опознав сигнал подтверждения приема, управляющая аппаратура прекращает передачу управляющего сигнала и через 60 мс передает, если это необходимо (см. § 5), блокирующий сигнал СРК.

6.4.5 Опознав прекращение подачи управляющего сигнала, управляемая аппаратура прекращает передачу сигнала подтверждения приема и через 60 мс посылает измерительный тональный сигнал.

6.4.6 Не раньше чем через 60 мс и не позднее чем через 120 мс после прекращения приема сигнала подтверждения приема управляющая аппаратура подключает измерительный прибор. Желательно, однако, чтобы длительность этой задержки была по возможности ближе к 60 мс для уменьшения вероятности переключения СРК во время измерения шума.

6.4.7 Измерение уровня должно завершаться через 500 мс после подключения измерительной аппаратуры. По окончании измерения, выполняемого управляющей аппаратурой, измерительная аппаратура отключается, и передача блокирующего сигнала СРК, если она производилась (см. § 6.4.4), прекращается.

6.4.8 Через 55 ± 5 мс после прекращения передачи блокирующего тонального сигнала СРК, упомянутого в § 6.4.7, начинается передача многочастотного управляющего сигнала. Если, однако, блокирующий сигнал не передавался, то управляющий сигнал подается через 55 ± 5 мс после отключения измерительной аппаратуры.

6.4.9 При опознавании управляемой аппаратурой многочастотного управляющего сигнала подача измерительного сигнала прекращается и через 55 ± 5 мс после этого посылается многочастотный сигнал подтверждения приема.

6.4.10 Опознавание управляющей аппаратурой сигнала подтверждения приема вызывает прекращение подачи управляющего сигнала и посылку через 60 мс измерительного тонального сигнала.

6.4.11 После опознавания управляемой аппаратурой прекращения подачи многочастотного управляющего сигнала передача сигнала подтверждения приема прекращается, и через 60 мс управляемая аппаратура посылает блокирующий сигнал СРК, если она располагает такой возможностью.

6.4.12 Не раньше чем через 60 мс и не позднее чем через 120 мс после прекращения приема управляющего сигнала управляемая аппаратура подключает измерительный прибор. Желательно, однако, чтобы длительность этой задержки была по возможности ближе к 60 мс для уменьшения вероятности переключения СРК во время измерения шума.

6.4.13 Измерение должно быть закончено через 500 мс после подключения измерительной аппаратуры. По окончании измерения характеристик передачи измерительная аппаратура отключается.

6.4.14 Если управляемая аппаратура готова к передаче результатов измерения на управляющую аппаратуру, то подача (если она производилась) блокирующего сигнала СРК, упомянутого в § 6.4.11, прекращается. Первый многочастотный импульсный сигнал, используемый для передачи результатов измерения, посылается через 55 ± 5 мс после прекращения подачи блокирующего тонального сигнала СРК. Если блокирующий сигнал не передавался, то первый многочастотный импульсный сигнал посылается через 60 мс после отключения измерительной аппаратуры.

6.4.15 Результаты измерения передаются в виде трех многочастотных импульсов: префикс и две последующие цифры, для которых используются коды 1–10 (см. таблицу 4/0.22). Эти цифры передаются в порядке значимости (наиболее значащая цифра передается первой). Длительность импульсов равна 55 ± 5 мс, длительность интервалов между импульсами также составляет 55 ± 5 мс. Цифра 0 представлена кодом 10.

6.4.16 После передачи третьего многочастотного импульса управляемая аппаратура через 60 мс посылает блокирующий тональный сигнал СРК (если он предусматривается).

6.4.17 Опознав третий многочастотный импульс, управляющая аппаратура прекращает передачу измерительного тонального сигнала и через 55 ± 5 мс после этого передает многочастотный управляющий сигнал. Если блокирующий сигнал СРК, упомянутый в § 6.4.16, передавался управляемой аппаратурой, то он должен быть прерван сразу после опознавания многочастотного управляющего сигнала. Через 55 ± 5 мс после прекращения подачи блокирующего сигнала СРК управляемая аппаратура передает сигнал подтверждения приема. Если многочастотный управляющий сигнал, посылаемый управляющей аппаратурой, означает начало нового измерительного цикла, то новая испытательная последовательность начинается с пункта, описанного в § 6.4.4, и заключается в повторении последовательности, описанной в §§ 6.4.4–6.4.17.

6.4.18 Если вышеуказанная последовательность завершает программу измерений характеристик передачи, многочастотный управляющий сигнал, упомянутый в § 6.4.17, является *сигналом окончания программы*.

6.4.19 При выполнении любых измерений шума измерительный тональный сигнал, о котором говорится в §§ 6.4.5, 6.4.9, 6.4.10 и 6.4.17, должен заменяться оконечной нагрузкой в 600 Ом.

6.4.20 При измерениях шума в трактах, оборудованных системой СРК, или в каналах, снабженных эхоградителями и/или эхокомпенсаторами, следует подавать блокирующий тональный сигнал СРК, упомянутый в §§ 6.4.4, 6.4.11 и 6.4.16, чтобы обеспечить передачу блокирующего сигнала СРК в направлении, в котором измерения не проводятся.

6.4.21 При измерениях шума управляемая аппаратура с помощью многочастотного управляющего сигнала "измерение психофотометрической мощности шума (случай использования блокирующего сигнала СРК)" (см. таблицу 2/0.22) информируется о необходимости блокирующего сигнала СРК (о котором идет речь в § 6.4.20).

6.4.22 Измерение отношения сигнал/суммарное искажение будет проводиться в два этапа:

- a) опознавание сигнала измерения суммарного искажения с использованием метода, применяемого для измерения шума в незанятом канале, но с заменой заградительного фильтра на 2800 Гц режекторным фильтром с полосой от 1000 до 1025 Гц;
- b) измерение уровня с использованием сигнала с частотой 1004–1020 Гц и с уровнем –10 или –25 дБм0 в зависимости от проводимого испытания.

6.4.23 При измерениях суммарного искажения измерительный тональный сигнал, упомянутый в §§ 6.4.5, 6.4.9, 6.4.10 и 6.4.17, должен заменяться сигналом проверки суммарного искажения с соответствующим уровнем (–10 или –25 дБм0).

6.5 Окончание измерительной программы

По завершении измерений характеристик передачи операции продолжают в соответствии с положениями параграфов 6.1.4–6.1.8 в той мере, в какой эти положения применимы.

6.6 Описание циклов измерения характеристик передачи уровня 2

Сразу после применения предусмотренного многочастотного кода 9 для перехода с уровня 1 на уровень 2 и после опознавания многочастотного управляющего сигнала подтверждения приема (без ожидания его окончания) подается многочастотный импульсный сигнал для выбора измерительного цикла (см. таблицу 5/0.22). Некоторые измерительные циклы уровня 2 содержат бессигнальные интервалы длиной, достаточной для переключения канала СРК на соединительный односторонний канал СРК.

Управляющая аппаратура может исключить измерительный цикл уровня 2 путем подачи многочастотного импульсного сигнала кода 5. При необходимости, как это указано в § 6.4.1, управляющая аппаратура может передать тональный сигнал выключения эхоградителя или эхокомпенсатора, что позволит избежать влияния эхоградителей и/или эхокомпенсаторов на предусмотренные многочастотные команды, используемые на уровне 1.

6.7 Описание циклов испытания эхокомпенсаторов

6.7.1 Описания испытаний, содержащиеся в этом параграфе, относятся к испытательным последовательностям, приведенным на рис. 2/О.22 и 3/О.22. Кроме специально оговоренных случаев, все интервалы между сериями многочастотных импульсов и другими действиями имеют длительность 80 ± 5 мс. Требования, относящиеся к хронированию и к ошибкам, рассматриваются в § 6.8.

6.7.2 Управляющая аппаратура посылает многочастотный управляющий сигнал кода 9 для указания на то, что цикл уровня 2 определен.

6.7.3 Получив управляющий сигнал, управляемая аппаратура передает сигнал подтверждения приема многочастотного управляющего сигнала.

6.7.4 Опознав сигнал подтверждения приема управляющего сигнала, управляющая аппаратура выключает управляющий сигнал и передает импульсную многочастотную команду (см. § 6.7.6).

6.7.5 Опознав прекращение подачи управляющего сигнала, управляемая аппаратура выключает сигнал подтверждения приема команды.

6.7.6 Управляющая аппаратура начинает испытательную последовательность с передачи управляемой аппаратуре серии многочастотных подготавливающих импульсов, которые определяют тональный сигнал с частотой 1020 Гц и автоматическое хронирование испытания (см. §§ 6.3 и 6.4 и таблицу 5/О.22).

6.7.7 После посылки начальной серии многочастотных подготавливающих импульсов управляющая аппаратура делает паузу продолжительностью 500 мс, чтобы обеспечить включение эхокомпенсаторов. Затем она в течение 800 мс передает тональный сигнал с частотой 2100 Гц, при необходимости выключающий экзозаградители, которые могут оказаться в испытываемом канале, и обеспечивающий блокировку используемого оборудования размножения каналов.

6.7.8 Управляющая аппаратура посылает затем управляемой аппаратуре испытательный тональный сигнал с частотой 1020 Гц и уровнем -10 дБм0 и ждет, пока управляемая аппаратура измерит уровень принятого тонального сигнала и проинформирует о результате измерения.

6.7.9 Управляемая аппаратура опознает испытательный тональный сигнал, измеряет его уровень и передает результат в виде импульсных многочастотных цифр. Затем она подает испытательный тональный сигнал с частотой 1020 Гц и уровнем -10 дБм0 в сторону управляющей аппаратуры.

6.7.10 Получив от управляемой аппаратуры результаты измерений, управляющая аппаратура прерывает испытательный тональный сигнал и ожидает получения от управляемой аппаратуры испытательного сигнала, чтобы измерить его уровень.

6.7.11 Управляющая аппаратура посылает затем серии многочастотных подготавливающих импульсов для определения испытательной последовательности для эхокомпенсатора на дальнем конце (на конце управляемой аппаратуры) или для ближнего эхокомпенсатора (на конце управляющей аппаратуры). Испытание эхокомпенсатора на дальнем конце выполняется в порядке, указанном ниже.

6.7.12 Передав подготавливающую цифру, которая указывает на испытание эхокомпенсатора на дальнем конце, управляющая аппаратура подает шумовой испытательный сигнал и ожидает серию многочастотных импульсов подтверждения от управляемой аппаратуры.

6.7.13 Получив подготавливающую цифру, указывающую на испытание эхокомпенсатора на дальнем конце, управляемая аппаратура прерывает испытательный сигнал, который она передавала, посылает серию многочастотных импульсов подтверждения и обеспечивает пассивную оконечную нагрузку в передающем и приемном трактах испытываемого канала (этап 1).

6.7.14 Получив серию многочастотных импульсов подтверждения этапа 1, управляющая аппаратура продолжает передачу шумового сигнала в течение 500 мс, чтобы эхокомпенсатор на дальнем конце мог установить в нулевое положение свои внутренние регистрирующие устройства при получении шумового сигнала. Затем управляющая аппаратура измеряет защищенность от шума и получает информацию о шуме в канале в направлении от дальнего конца к ближнему концу. (Это измерение представляет собой только индикацию уровня шума испытываемого канала и подтверждает, что проблемы чрезмерного шума в канале не будут препятствовать испытанию эхокомпенсатора.) После этого управляющая аппаратура передает серию многочастотных подготавливающих импульсов для перевода управляемой аппаратуры в состояние этапа 2 и с помощью двух новых серий многочастотных подготавливающих импульсов указывает значение задержки, которое должно предусматриваться в шлейфе усиления на 2 дБ. Требуемое значение задержки в шлейфе должно быть постоянно изменяемым в пределах от 0 до 75 мс ступенями по 1 мс. По истечении подготовительного периода управляющая аппаратура возобновляет передачу шумового сигнала в сторону управляемой аппаратуры.

6.7.15 Получив от управляющей аппаратуры подготавливающие импульсы этапа 2, управляемая аппаратура снимает оконечные нагрузки этапа 1, обеспечивает шлейф усиления на 2 дБ с предусмотренной задержкой и посылает серию многочастотных подготавливающих импульсов подтверждения этапа 2.

6.7.16 Получив серию многочастотных импульсов подтверждения этапа 2, управляющая аппаратура продолжает передачу шумового сигнала в течение 500 мс, чтобы эхокомпенсатор на дальнем конце мог настроиться на состояние одновременного двустороннего разговора, и затем измеряет защищенность от шума сигнала, передаваемого по шлейфу. После этого управляющая аппаратура посылает подготавливающую цифру для перевода управляемой аппаратуры в состояние этапа 3, который представляет собой шлейф затухания на 10 дБ с той же задержкой, что и на этапе 2, и подает шумовой сигнал на управляемую аппаратуру.

6.7.17 Получив от управляющей аппаратуры серию многочастотных подготавливающих импульсов этапа 3, управляемая аппаратура переходит к этапу 3 и посылает многочастотную серию подтверждения.

6.7.18 Получив многочастотную серию подтверждения этапа 3, управляющая аппаратура продолжает передачу шумового сигнала в течение 500 мс, чтобы удаленный эхокомпенсатор мог компенсировать шум, посылаемый по шлейфу, а затем измеряет защищенность от шума отраженного сигнала.

6.7.19 Если удаленный эхокомпенсатор должен подвергнуться испытанию и другие ступени задержки, то управляющая аппаратура может повторить последовательности этапов 2 и 3 с соответствующими значениями задержки для испытания каждой ступени.

6.7.20 Если других ступеней задержки эхокомпенсатора и ближнего эхокомпенсатора, требующих проверки, не имеется и если ни одно из уже проведенных испытаний не подлежит повторению или не было запроса об испытании устройства выключения удаленного эхокомпенсатора, то управляющая аппаратура посылает серию многочастотных подготавливающих импульсов для возвращения управляемой аппаратуры на уровень 1.

- a) Если на ближнем конце нет ни одного эхокомпенсатора, подлежащего испытанию, и если функция выключения эхокомпенсатора на дальнем конце должна быть проверена, то испытание проводится. (Следует отметить, что при наличии эхокомпенсатора и на ближнем конце испытание функции выключения эхокомпенсатора на дальнем конце выполняется после испытания эхокомпенсатора на ближнем конце.)
- b) При проверке работы устройства выключения эхокомпенсатора на дальнем конце предполагается, что ранее описанная последовательность была подана на дальний эхокомпенсатор и к данному моменту уже снята, а шлейф с затуханием на 10 дБ по-прежнему поддерживается управляемой аппаратурой, ожидающей дополнительных команд.
- c) Управляющая аппаратура прерывает шумовой сигнал, используемый для измерений с помощью шлейфа с затуханием на 10 дБ, и в течение 800 мс передает сигнал выключения эхокомпенсатора, представляющий собой тональный сигнал с частотой 2100 Гц и с периодическим изменением фазы на 180° [см. § 9.4.1с)]. После приема этого сигнала устройством выключения эхокомпенсатора должно сработать, прекращая, таким образом, действие эхокомпенсатора.
- d) Управляющая аппаратура прерывает сигнал выключения, передает серию многочастотных подготавливающих импульсов и подает шумовой сигнал, после чего эхокомпенсатор на дальнем конце должен прекратить работу. Получив серию многочастотных импульсов, управляемая аппаратура снимает шлейф с затуханием 10 дБ с задержкой, посылает многочастотную серию подтверждения и подключает шлейф с затуханием 10 дБ без задержки. Получив от управляемой аппаратуры серию многочастотных импульсов подтверждения, управляющая аппаратура в течение 500 мс продолжает передачу шумового сигнала и измеряет защищенность от шума отраженного сигнала (которая должна отличаться от значения защищенности от шума, полученного в ходе предыдущего измерения по шлейфу с затуханием 10 дБ, поскольку эхокомпенсатор был выключен).
- e) Управляющая аппаратура прерывает затем шумовой сигнал и передает серию многочастотных подготавливающих импульсов, которая для управляемой аппаратуры является командой к возвращению на уровень 1.

6.7.21 Если испытание эхокомпенсатора должно проводиться на ближнем конце, управляющая аппаратура посылает многочастотную подготавливающую серию, возлагая на управляемую аппаратуру функции управления, и указывает число ступеней, подлежащих проверке в рассматриваемом эхокомпенсаторе. После этого управляющая аппаратура подает испытательный сигнал на управляемую аппаратуру (см. рис. 3/0.22).

6.7.22 Получив команду взять на себя управление испытанием, управляемая аппаратура посылает многочастотную подготавливающую серию этапа 1 в сторону управляющей аппаратуры. Затем она подает шумовой сигнал и ожидает от управляющей аппаратуры посылки многочастотной серии подтверждения этого этапа. После этого выполняется такая же трехэтапная последовательность испытаний, как и в случае дальнего эхокомпенсатора, с той лишь разницей, что управляемая аппаратура посылает обратно с помощью многочастотных серий результаты измерений предыдущего этапа сразу после передачи многочастотного подготавливающего сигнала, запрашивающего о следующих этапах.

6.7.23 По завершении испытания эхокомпенсатора на ближнем конце управляемая аппаратура передает многочастотную серию, указывающую на возвращение функций управления управляющей аппаратуре, и подает испытательный тональный сигнал.

- a) Если было затребовано испытание только функции выключения эхокомпенсатора на ближнем конце, управляющая аппаратура посылает многочастотную подготавливающую серию, которая для управляемой аппаратуры является командой выполнения серии операций, пока управляющая аппаратура обеспечивает пассивную оконечную нагрузку.
- b) Получив многочастотную подготавливающую серию для испытания устройства выключения, управляемая аппаратура прерывает испытательный сигнал и в течение 800 мс подает сигнал выключения эхокомпенсатора [см. § 9.4.1с)]. После этого управляемая аппаратура посылает многочастотную подготавливающую серию и передает шумовой испытательный сигнал. Получив многочастотную подготавливающую серию, управляющая аппаратура посылает обратно многочастотную серию подтверждения и подключает шлейф с затуханием 10 дБ без задержки. Приняв многочастотную серию подтверждения, управляемая аппаратура продолжает передачу шумового сигнала в течение 500 мс, после чего выключенный эхокомпенсатор ближнего конца должен прекратить работу. Затем управляемая аппаратура измеряет шумовую защищенность отраженного сигнала. Управляемая аппаратура передает результаты управляющей аппаратуре в виде многочастотных серий, которым предшествует многочастотная серия импульсов, указывающая на возвращение функций управления управляющей аппаратуре; затем она ожидает следующей команды. Получив эти многочастотные серии, управляющая аппаратура снимает шлейф с затуханием 10 дБ и делает паузу продолжительностью 500 мс, чтобы эхокомпенсатор мог возобновить работу.

- с) Если было затребовано испытание ближнего и дальнего устройства выключения, то последовательность, описанная в б) выше, выполняется до того пункта, когда значение защищенности от шума при затухании 10 дБ, измеренное при выключенном ближнем эхокомпенсаторе, было послано обратно управляемой аппаратурой. Если должно испытываться дальнее устройство выключения, управляемая аппаратура отправляет испытательный тональный сигнал (без всякой паузы) и ожидает новой команды от управляющей аппаратуры.
- д) Получив результат испытания ближнего устройства выключения, управляющая аппаратура снимает испытательные условия с затуханием 10 дБ (без задержки) и подает шумовой сигнал.
- е) Получив команду, управляемая аппаратура прерывает испытательный тональный сигнал, подключает шлейф с затуханием 10 дБ (без задержки) и посылает многочастотную серию подтверждения.
- ф) Приняв многочастотную серию подтверждения, управляющая аппаратура продолжает передачу шумового сигнала в течение 500 мс, после чего выключенный эхокомпенсатор на дальнем конце должен прекратить работу. Управляющая аппаратура измеряет затем защищенность от шума отраженного сигнала (которая должна указывать на отсутствие компенсации).
- г) Выполнив это измерение, управляющая аппаратура делает паузу продолжительностью 500 мс, чтобы обеспечить возврат эхокомпенсатора или эхокомпенсаторов в рабочее состояние.

6.7.24 Управляющая аппаратура посылает многочастотную подготавливающую серию импульсов, которая для управляемой аппаратуры является командой возвращения на уровень 1. Следует отметить, что в этом пункте программы любая система СРК в канале может быть освобождена во время паузы в 500 мс (см. рис. 2/О.22 и 3/О.22).

6.8 Положения, относящиеся к хронированию испытания эхокомпенсаторов и к ошибкам

6.8.1 Автоматическое испытание – Функция управляющей аппаратуры

6.8.1.1 В случае отсутствия ответа от управляемой аппаратуры в течение 5 секунд управляющая аппаратура посылает управляемой аппаратуре многочастотную команду возвращения на уровень 1 и информирует о прерывании.

6.8.1.2 В случае получения нестандартной, не соответствующей последовательности или ошибочной многочастотной серии (например, прием более двух частот в многочастотном сигнале) следует записать состояние ошибки цифры многочастотного сигнала, остаться в той же позиции в испытательной последовательности и повторно начать отсчитывать время прерывания. Если правильная многочастотная серия не поступит до окончания нового времени прерывания, отметить "ошибка многочастотного сигнала" и вернуться на уровень 1. Если правильная многочастотная серия импульсов будет получена, продолжать обычную последовательность.

6.8.1.3 При получении от управляемой аппаратуры сообщения "многочастотная ошибка", указывающего на прием нестандартной, не соответствующей последовательности или ошибочной цифры многочастотного сигнала, сообщить об этом состоянии, послать управляемой аппаратуре команду возвращения на уровень 1 и вернуться на уровень 1.

6.8.2 Автоматическое испытание – Функция управляемой аппаратуры

Если многочастотная серия не соответствует последовательности, является нестандартной или ошибочной, передать многочастотное сообщение (код 13) "ошибочный многочастотный сигнал" управляющей аппаратуре и остаться в той же позиции в испытательной последовательности.

6.9 Испытание управляемой аппаратуры по цифровому шлейфу

6.9.1 Управляющая аппаратура посылает многочастотный управляющий сигнал кода 9, указывающий на то, что измерительный цикл уровня 2 определен.

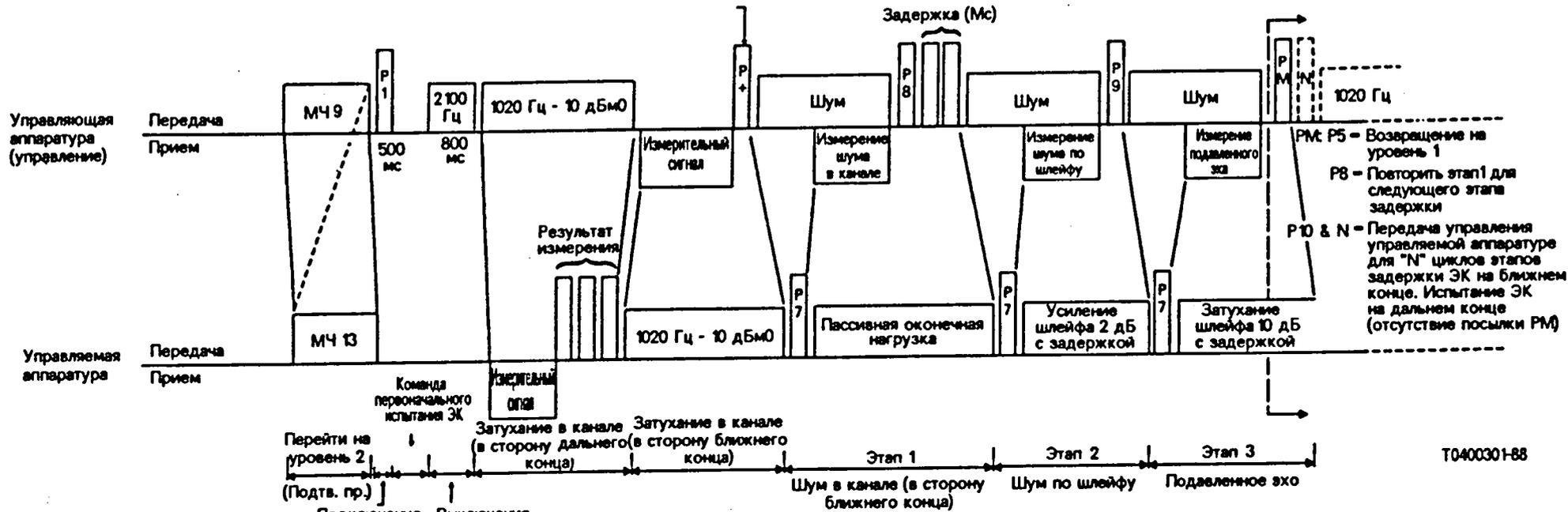
6.9.2 При получении управляемой аппаратурой управляющего сигнала передается сигнал подтверждения приема многочастотного управляющего сигнала.

6.9.3 Опознав сигнал подтверждения приема управляющего сигнала, управляющая аппаратура прерывает подачу управляющего сигнала и посылает многочастотный управляющий сигнал кода 3.

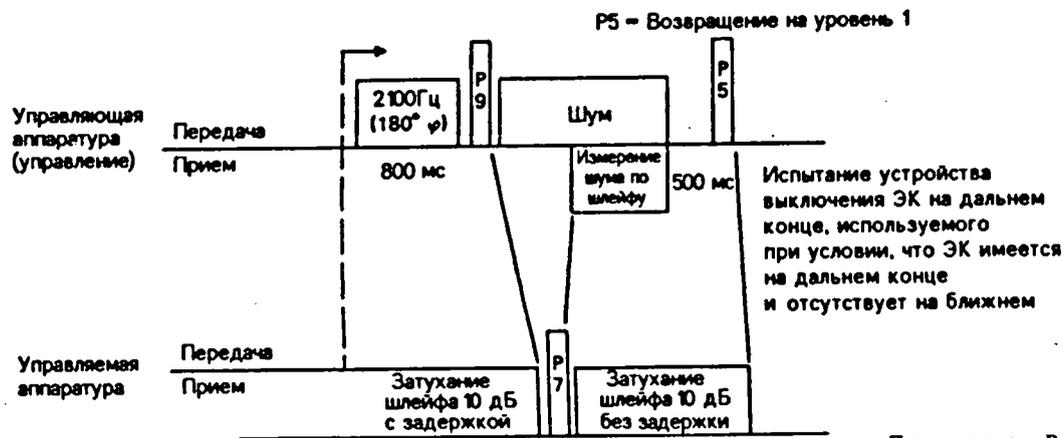
6.9.4 Опознав прерывание управляющего сигнала, управляемая аппаратура прекращает передачу сигнала подтверждения приема управляющего сигнала, и в ответ на сигнал кода 3 подключается цифровой шлейф.

6.9.5 Управляющая аппаратура начинает испытательную последовательность с передачи цифрового испытательного сигнала и с анализа сигнала, приходящего по шлейфу обратно.

P+ = P6 для испытания эхокомпенсатора (ЭК) на дальнем конце
 P+ = P10 и N для перехода к испытанию ЭК на ближнем конце,
 показанному на рис. 3/0.22



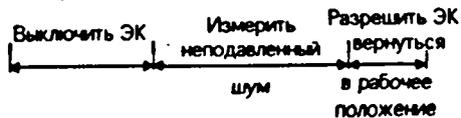
T0400301-88



Примечание. - Всем измерениям шума и эха предшествует пауза в 500 мс.

РИСУНОК 2/0.22

Последовательность испытания эхокомпенсатора на дальнем конце



6.9.6 В конце испытания управляющая аппаратура прерывает испытательную последовательность и посылает управляемой аппаратуре импульсную многочастотную команду в коде 5 для возвращения на уровень 1. Если код 5 не поступает через 30 секунд после подключения цифрового шлейфа, то управляемая аппаратура снимает цифровой шлейф и возвращается на уровень 1. Однако управляющая аппаратура может начать новый 30-секундный испытательный интервал, пошлав импульсную многочастотную команду кода 3 вместо кода 5 до истечения предшествующего 30-секундного интервала.

6.10 Контроль системы

6.10.1 Каждый многочастотный сигнал должен состоять из двух, и только из двух, частот. Если управляющая аппаратура получает только одну или более двух частот, то измерение регистрируется как ошибочное, и соединение освобождается. Если управляемая аппаратура получает только одну или более двух частот, то она должна передавать код 15 вместо кода 13 (подтверждение приема управляющего сигнала); при этом управляющая аппаратура должна обеспечивать опознавание сигнала, регистрацию измерения в качестве ошибочного и освобождение соединения.

6.10.2 При передаче результатов измерения кодовые сигналы должны содержать три, и только три, цифры. В противном случае измерение регистрируется как ошибочное, и соединение освобождается.

6.10.3 В управляющей аппаратуре должно предусматриваться устройство, обеспечивающее контроль продолжительности программы. Если в какой-то момент в интервале от 20 до 40 секунд выполнение программы прекращается (в нарушение сроков, указанных в настоящей спецификации), то регистрируется неисправность, и соединение освобождается. Технический персонал может оповещаться о нарушениях устройством аварийной сигнализации.

7 Описание испытаний с использованием цифровых испытательных шлейфов

7.1 Управляющая аппаратура должна обеспечивать выполнение указанных ниже видов измерений с использованием цифрового испытательного шлейфа (см. Рекомендацию O.11). Вид производимых испытаний зависит от типа испытываемого канала. При выполнении любых испытаний предполагается, что все возможные эхоаградители или эхокомпенсаторы были выключены до начала испытаний с помощью соответствующего тонального сигнала выключения или соответствующего блокирующего тонального сигнала СРК (см. § 6.4).

7.2 Аналоговые испытания в каналах любых типов

В аналоговых, смешанных аналого-цифровых и полностью цифровых каналах могут производиться следующие испытания:

- а) мощность принимаемого по шлейфу сигнала на частоте 1020 Гц;
- б) шум, принимаемый по шлейфу, с блокирующим сигналом СРК и без него;
- в) отношение сигнал/суммарное искажение с использованием испытательного сигнала с частотой 1020 Гц и уровнем -10 дБм0 или -25 дБм0 в зависимости от требуемого испытания.

Примечание. — Измерения по шлейфу на частотах 400 и 2800 Гц не нормированы.

7.3 Цифровые испытания в полностью цифровых каналах

Управляющая аппаратура должна обеспечивать возможность проведения испытаний на достоверность передачи битов в соответствии с Рекомендацией O.152 по цифровому испытательному шлейфу для полностью цифровых каналов между цифровыми станциями. Интервал между моментом прерывания тонального сигнала выключения эхокомпенсаторов/эхоаградителей и/или прерывания блокирующего сигнала СРК и моментом подачи испытательного сигнала или цифровой испытательной последовательности должен составлять 55 ± 5 мс. Результаты должны выражаться в виде рассчитанного процентного отношения секунд без ошибок или рассчитанного значения коэффициента ошибок по битам. Продолжительность испытательного интервала должна быть задана в секундах (10—600) в качестве входного параметра.

8 Программирование

Программирование управляющей аппаратуры осуществляется вручную или автоматически по выбору Администрации или частной эксплуатационной организации. Управляющая аппаратура должна получать следующую информацию:

- 1) опознавательный номер измеряемого канала;
- 2) тип канала (СРК, наличие эхоаградителей или эхокомпенсаторов и т.д.) и тип системы сигнализации;
- 3) размещение эхокомпенсаторов в канале (на ближнем, дальнем или на обоих концах);
- 4) адресная информация, достаточная для идентификации типа управляемой аппаратуры на международной входящей станции;
- 5) выполняемые измерения, номинальные значения и установленные эксплуатационные нормы, необходимость испытания устройства выключения эхокомпенсатора;

- 6) должны ли результаты записываться аппаратурой выдачи данных;
- 7) должны ли дата и время выполнения измерений записываться аппаратурой выдачи данных;
- 8) должны ли результаты записываться в сокращенном виде, о котором говорится в § 3.7.

9 Требования к аппаратуре для измерения характеристик передачи и к тональным сигналам. выключения и блокировки

Приведенные ниже требования должны соблюдаться в условиях окружающей среды, определяемых в Рекомендации О.3.

9.1 Прибор для измерения абсолютного уровня мощности

9.1.1 Передающая часть

Измерение уровня:

Частоты: 400 ± 5 Гц, $1020 +2, -7$ Гц и 2800 ± 14 Гц.

Абсолютный уровень мощности на передаче: 0 дБм0 $\pm 0,1$ дБ (или -10 дБм0 $\pm 0,1$ дБ, см. § 6.3).

Чистота сигналов на выходе: отношение суммарная выходная мощность/мешающий сигнал должно составлять не менее 36 дБ.

Испытательный сигнал для измерения суммарных искажений:

Частота: номинальная частота сигнала для измерения суммарных искажений должна быть равной 1020 Гц⁸⁾. Стабильность частоты испытательного сигнала должна составлять ± 2 Гц.

Абсолютный уровень мощности на передаче: -10 дБм0 $\pm 0,1$ дБ и -25 дБм0 $\pm 0,1$ дБ.

Чистота сигналов на выходе: отношение суммарная выходная мощность/мешающий сигнал должно составлять не менее 36 дБ.

Полное сопротивление: 600 Ом (симметричный, незаземленный выход).

Затухание продольного перехода (см. рис. 1/О.91): не менее 46 дБ в диапазоне от 300 до 3400 Гц⁹⁾, ¹⁰⁾.

Затухание несогласованности¹¹⁾: более 46 дБ на частоте 1020 Гц и более 30 дБ на частотах от 200 до 4000 Гц.

9.1.2 Приемная часть

Полоса частот: 390—2820 Гц.

Полное сопротивление: 600 Ом (симметричный, незаземленный вход).

Асимметрия по отношению к земле: ≥ 46 дБ в диапазоне частот 300—3400 Гц; на частотах ниже 300 Гц она возрастает с уменьшением частоты и достигает не менее 60 дБ на частоте 50 Гц⁹⁾, ¹⁰⁾.

Затухание несогласованности¹¹⁾: более 46 дБ на частоте 1020 Гц и более 30 дБ в диапазоне 200—4000 Гц.

Диапазон измерения: от $-9,9$ дБ до $+5,1$ дБ по отношению к номинальному уровню -4 дБ0 в виртуальной точке коммутации на приеме; необходимо отметить, что номинальное значение абсолютного уровня мощности в виртуальной точке коммутации на приеме зависит от уровня на передающем конце, который может быть равным 0 дБм0, -10 дБм0 или -25 дБм0 (см. § 6.3).

Точность (абсолютная): на частоте 1020 Гц, $\pm 0,2$ дБ; на частотах 400 и 2800 Гц, $\pm 0,2$ дБ по отношению к значению на частоте 1020 Гц.

Разрешающая способность (наименьший шаг измерения): $0,1$ дБ.

9.2 Прибор для измерения шума и суммарного искажения

Взвешивание: псофометрическое взвешивание в соответствии с требованиями Рекомендации О.41.

Подавление частоты 2800 Гц: при измерениях шума в каналах, в которых используется система СРК или которые оборудованы эхозаградителями и/или эхокомпенсаторами, прежде всего следует подключить заграждающий фильтр для частоты 2800 Гц.

⁸⁾ Предусматривается, что в диапазоне $1020 +2, -7$ Гц потребуется только один тональный сигнал и что этот сигнал может быть использован для измерения уровня на частоте 1020 Гц и для измерения суммарных искажений.

⁹⁾ В ожидании принятия единого метода измерения асимметрии по отношению к земле используемый метод будет определяться по договоренности между разработчиком оборудования и Администрацией.

¹⁰⁾ При определении асимметрии по отношению к земле следует рассматривать как часть АТМЕ № 2 любое оборудование стыка, необходимое для удовлетворения потребностей сигнализации станции или для функций управления самой аппаратуры АТМЕ № 2.

¹¹⁾ Требования к затуханию несогласованности для старой аппаратуры должны соответствовать характеристике "более 30 дБ" на каждой из частот, указанных для передающей части.

На рис. 4/О.22 указаны требования к этому фильтру. При измерении белого шума после психофотометрического взвешивания включение фильтра в измерительную цепь не должно изменять показания прибора, полученные при отсутствии фильтра, более чем на 1 дБ.

Подавление частоты в полосе 1000–1025 Гц: при измерениях суммарных искажений до начала измерений необходимо подключить режекторный фильтр испытательного сигнала¹²⁾ для частоты в полосе 1000–1025 Гц. На рис. 5/О.22 указаны характеристики этого фильтра. В системе АТМЕ № 2 должна предусматриваться коррекция ширины полосы, учитывающая сужение эффективной полосы частот шума, обусловленное режекторным фильтром.

Метод детектирования шума в незанятом канале: метод детектирования должен быть таким, чтобы при подаче на вход в течение 375 ± 25 мс белого гауссова шума или синусоидального сигнала с любой частотой в диапазоне 390–2820 Гц и при отсутствии упомянутого выше заграждающего фильтра на 2800 Гц показания на выходе были всегда идентичны с точностью до ± 1 дБ показаниями психофотометра МККТТ при подаче на его вход того же белого гауссова шума или того же синусоидального сигнала в течение 5 секунд.

Метод детектирования для отношения сигнал/суммарные искажения: метод детектирования суммарных искажений аналогичен методу детектирования для шума в незанятом канале, указанному выше, за исключением того, что режекторный фильтр с полосой 1000–1025 Гц заменяет заграждающий фильтр на 2800 Гц. Кроме того, уровень приема испытательного сигнала с полосой 1004–1020 Гц должен измеряться и сравниваться с уровнем суммарных искажений для определения отношения сигнал/суммарные искажения в дБ.

Измерительный интервал: 375 ± 25 мс.

Полное сопротивление: 600 Ом (симметричный вход).

Затухание продольного влияния на входе (см. рис. 5/О.9): не менее 46 дБ в диапазоне 300–3400 Гц; на частотах ниже 300 Гц оно увеличивается с уменьшением частоты и достигает не менее 60 дБ на частоте 50 Гц^{13), 14)}.

Затухание несогласованности¹⁵⁾: более 46 дБ на частоте 1020 Гц и более 30 дБ в диапазоне 200–4000 Гц.

Диапазон измерения: от –30 до –65 дБм0п.

Точность: ± 1 дБ на частоте калибровки при уровнях от –30 до –55 дБм0п. При уровнях от –55 до –65 дБм0п допускается точность ± 2 дБ, однако ± 1 дБ остается желательной величиной.

Разрешающая способность (наименьший шаг измерения): 1 дБ.

9.3 Тональные сигналы выключения и блокировки

- Тональный сигнал выключения эхозаградителя или эхокомпенсатора:

Частота: 2100 ± 8 Гц.

Уровень: -12 дБм0 ± 1 дБ.

Тональный сигнал с частотой 2100 Гц должен периодически прерываться каждые 450 ± 25 мс путем сдвига фазы на $180^\circ \pm 5^\circ$. Интервал прерывания может быть асинхронным по отношению к началу интервала тонального сигнала включения.

- Блокирующий тональный сигнал СРК:

Частота: 2800 ± 14 дБ.

Уровень: -10 дБм0 ± 1 дБ.

- Для обоих тональных сигналов:

Полное сопротивление: 600 Ом (симметричный вход, изолированное от земли).

Затухание продольного влияния на входе (см. рис. 5/О.9): не менее 46 дБ в диапазоне 300–3400 Гц^{13), 14)}.

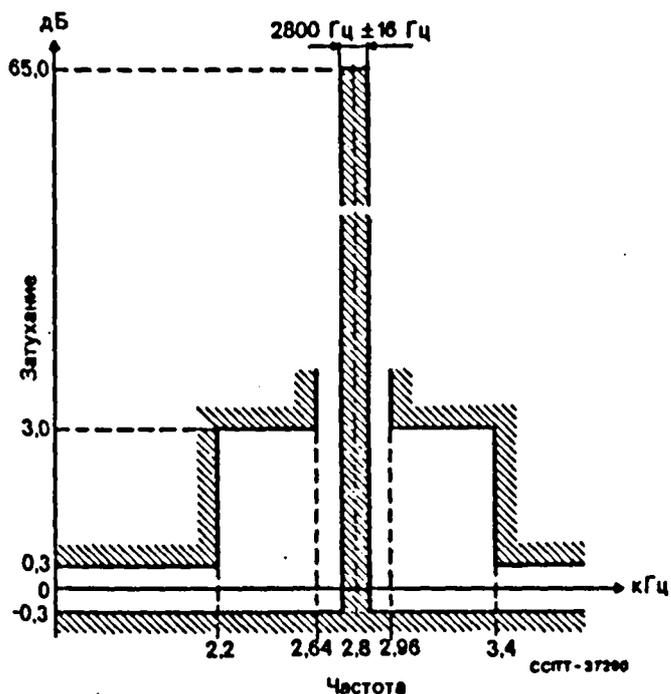
Затухание несогласованности: более 46 дБ на частоте 1020 Гц и более 30 дБ в диапазоне 200–4000 Гц.

¹²⁾ Этот режекторный фильтр идентичен фильтру, определенному в Рекомендации О.132.

¹³⁾ В ожидании принятия единого метода измерения асимметрии по отношению к земле используемый метод будет определяться по договоренности между разработчиком оборудования и Администрацией.

¹⁴⁾ При определении асимметрии по отношению к земле следует рассматривать как часть АТМЕ № 2 любое оборудование стыка, необходимое для удовлетворения потребностей сигнализации станции или для функций управления самой аппаратуры АТМЕ № 2.

¹⁵⁾ Требования к затуханию несогласованности для старой аппаратуры должны соответствовать характеристике "более 30 дБ" на каждой из частот, указанных для передающей части.



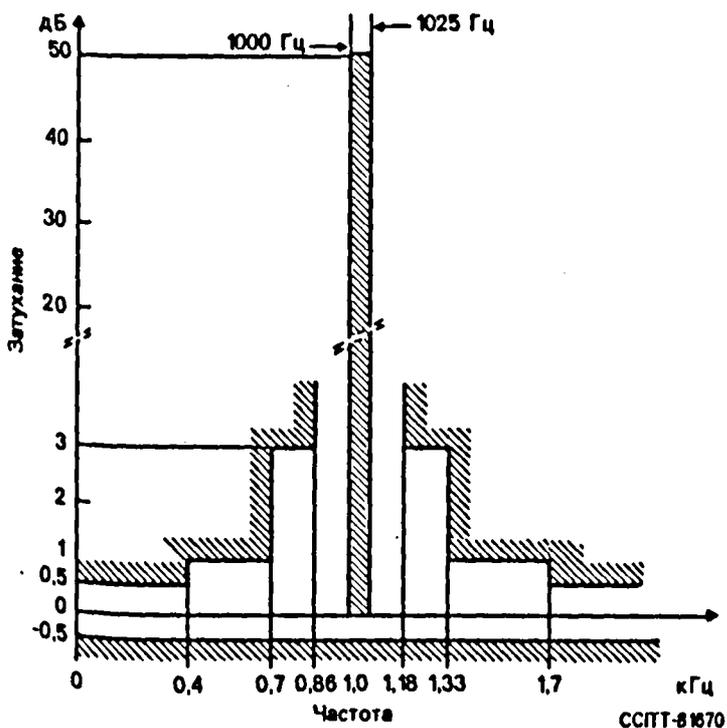
Разность между амплитудно-частотной характеристикой при включении заградительного фильтра и той же характеристикой при отсутствии этого фильтра должна оставаться в следующих пределах:

- | | |
|--|--|
| от 30 Гц до 2,2 кГц и
от 3,4 кГц до 20 кГц | } разность не более
± 0,3 дБ |
| от 2,2 кГц до 2,64 кГц
от 2,96 кГц до 3,4 кГц | |
| 2,8 кГц ± 16 Гц | } разность не более +3,0
или не более -0,3 дБ |
| | } разность свыше 65 дБ |

(АЧХ с подключенным фильтром относительно АЧХ без фильтра не должна охватывать заштрихованные области.)

РИСУНОК 4/0.22

Требуемые характеристики заградительного фильтра на 2800 Гц для блокирующего сигнала



Разность между амплитудно-частотной характеристикой при включении режекторного фильтра и той же характеристикой при отсутствии этого фильтра должна оставаться в следующих пределах:

- | | |
|---|--|
| от 30 Гц до 0,4 кГц и
от 1,7 кГц до 20 кГц | } разность не более
± 0,5 дБ |
| от 0,4 кГц до 0,7 кГц и
от 1,33 кГц до 1,7 кГц | |
| от 0,7 кГц до 0,86 кГц и
от 1,33 кГц до 1,18 кГц | } разность не более
+1 или -0,5 дБ |
| от 1000 Гц до 1025 Гц | |
| | } разность не более
+3 или -0,5 дБ |
| | } Разность свыше 50 дБ
(режекторная полоса) |

(АЧХ с подключенным фильтром относительно АЧХ без фильтра не должна охватывать заштрихованные области.)

РИСУНОК 5/0.22

Требуемые характеристики режекторного фильтра на 1000–1025 Гц

9.4.1 Частоты сигнала и тональных сигналов

- а) испытательный тональный сигнал: $1020 \pm 2, -7$ Гц;
- б) тональный сигнал выключения: 2100 ± 8 Гц (для эхоградителей и СРК);
- в) тональный сигнал выключения эхокомпенсаторов: 2100 ± 8 Гц. Этот сигнал с частотой 2100 Гц должен периодически прерываться каждые 450 ± 25 мс путем сдвига фазы на $180 \pm 5^\circ$. Интервал прерывания может быть асинхронным по отношению к началу интервала тонального сигнала выключения;
- г) блокирующий тональный сигнал СРК: 2800 ± 14 Гц;
- е) шумовой сигнал: шумовой испытательный сигнал получают пропуская сигнал, поступающего от источника широкополосного псевдослучайного шума через фильтрующий контур, характеристики которого указаны в таблице 6/О.22.

ТАБЛИЦА 6/О.22

Характеристики фильтра

Частота (Гц)	Затухание ^{а)} (дБ)	Допуск (дБ)
< 200	> 30	-
300	21,8	$\pm 2,3$
560	3	$\pm 0,4$
750	0,2	$\pm 0,2$
1000	0	$\pm 0,1$
1500	0,1	$\pm 0,2$
1965	3	$\pm 0,4$
2400	10,9	$\pm 1,2$
3000	22,9	$\pm 3,0$
4000	42,6	$\pm 5,0$
> 5000	< 45	-

а) Исключая любое вносимое затухание с плоской характеристикой.

9.4.2 Уровни сигнала и тональных сигналов

- а) для измерений затухания: $-10 \pm 0,1$ дБм0;
- б) тональные сигналы выключения: -12 ± 1 дБм0;
- в) блокирующий тональный сигнал СРК: -10 ± 1 дБм0;
- г) шумовой сигнал: $-10 \pm 0,5$ дБм0.

9.4.3 Полное сопротивление

600 Ом (симметричный выход) с затуханием продольного перехода^{16), 17)} (см. рис. 1/О.9) не менее 46 дБ на частотах от 300 до 3400 Гц. Затухание несогласованности¹⁸⁾ свыше 46 дБ на частоте 1020 Гц и свыше 30 дБ на частотах от 200 до 4000 Гц.

¹⁶⁾ В ожидании принятия единого метода измерения асимметрии по отношению к земле используемый метод будет определяться по договоренности между разработчиком оборудования и Администрацией.

¹⁷⁾ При определении асимметрии по отношению к земле следует рассматривать как часть АТМЕ № 2 любое оборудование стыка, необходимое для удовлетворения потребностей сигнализации станции или для функций управления самой аппаратуры АТМЕ № 2.

¹⁸⁾ Требования к затуханию несогласованности для старой аппаратуры должны соответствовать характеристике "более 30 дБ" на каждой из частот, указанных для передающей части.

9.4.4 Чистота сигналов на выходе

Лучше 30 дБ.

9.4.5 Характеристики шлейфа

- а) время прохождения: от 0 до 75 мс \pm 0,2 мс;
- б) усиление шлейфа: 2,0 дБ \pm 0,1 дБ;
- в) затухание шлейфа: 10 дБ \pm 0,1 дБ.

9.5 Приемные устройства системы испытания эхокомпенсаторов управляющей и управляемой аппаратуры

9.5.1 Диапазоны измерения

- а) для измерений затухания: от 0 \pm 0,1 дБм до -40 \pm 0,1 дБм;
- б) для измерений защищенности от эха и шума: от 0 до -65 дБм; (\pm 1 дБ до уровня -55 дБм, \pm 2 дБ до уровня -65 дБм) при использовании детектора, характеристика которого соответствует таблице 1/О.41.

9.5.2 Измерительный интервал

500 \pm 25 мс.

9.5.3 Полное сопротивление

600 Ом (симметричный вход) с затуханием продольного влияния¹⁹⁾, ²⁰⁾ на входе (см. рис. 5/О.9) не менее 46 дБ на частотах от 300 до 3400 Гц. Затухание несогласованности²¹⁾ свыше 46 дБ на частоте 1020 Гц и свыше 30 дБ на частотах от 200 до 4000 Гц.

9.6 Управляющие сигналы системы испытания эхокомпенсаторов, которыми обмениваются управляющая аппаратура и управляемая аппаратура

Команды и ответы испытательных последовательностей, которыми обмениваются управляющая и управляемая аппаратура, представляют собой многочастотные сигналы импульсного типа. Передатчик и приемник сигналов идентичны соответствующим устройствам, определяемым для межрегистровой сигнализации системы сигнализации № 5, описание которой дано в Рекомендациях Q.153 [7] и Q.154 [8]. Частоты и значение кодов указаны в таблице 7/О.22.

9.7 Генератор и детектор цифровых последовательностей

9.7.1 Генератор испытательной последовательности

Генератор испытательной последовательности использует псевдослучайную испытательную последовательность, определяемую в § 2 Рекомендации О.152.

9.8 Детектор испытательной последовательности

Детектор предназначен для измерения показателя ошибок цифрового тракта на 64 кбит/с путем прямого сравнения принимаемой псевдослучайной испытательной последовательности с идентичной псевдослучайной испытательной последовательностью, генерируемой местным источником, как это определяется в Рекомендации О.152.

¹⁹⁾ В ожидании принятия единого метода измерения асимметрии по отношению к земле используемый метод будет определяться по договоренности между разработчиком оборудования и Администрацией.

²⁰⁾ При определении асимметрии по отношению к земле следует рассматривать как часть АТМЕ № 2 любое оборудование стыка, необходимое для удовлетворения потребностей сигнализации станции или для функций управления самой аппаратуры АТМЕ № 2.

²¹⁾ Требования к затуханию несогласованности для старой аппаратуры должны соответствовать характеристике "более 30 дБ" на каждой из частот, указанных для передающей части.

ТАБЛИЦА 7/О.22

Управляющие сигналы системы испытаний эхокомпенсаторов,
которыми обмениваются управляющая и управляемая аппаратура

Код №	Частота (Гц)	Значение
1	700 + 900	Автоматическое испытание
2	700 + 1100	Ручное испытание
3	900 + 1100	Резерв
4	700 + 1300	Резерв
5	900 + 1300	Возвращение на уровень 1
6	1100 + 1300	Подготавливающая многочастотная серия этапа 1
7	700 + 1500	Подтверждение запроса
8	900 + 1500	Подготавливающая многочастотная серия этапа 1
9	1100 + 1500	Подготавливающая многочастотная серия этапа 3
10	1300 + 1500	Запрос о передаче управления управляемой аппаратуре
11	700 + 1700	Испытание устройств выключения на обоих концах
12	900 + 1700	Испытание устройства выключения только на ближнем конце
13	1100 + 1700	Состояние многочастотной ошибки
14	1300 + 1700	Возвращение управления управляющей аппаратуре
15	1500 + 1700	Резерв

10 Калибровка

10.1 Встроенная калибровка

Необходимая точность аппаратуры АТМЕ № 2 требует оборудования калибровки такой точности, какую можно встретить в лабораторных условиях. Однако в условиях технической эксплуатации персонал усилительных станций редко имеет в своем распоряжении подобное оборудование. Поэтому аппаратура АТМЕ № 2 должна быть снабжена собственными средствами калибровки. В этом отношении необходимо предусматривать удобства для выполнения операций по техническому обслуживанию, а именно предусматривать соответствующие точки доступа.

10.2 Устройства самоконтроля

Управляющая и управляемая аппаратура должна быть снабжена внутренним устройством самоконтроля блока для измерения характеристик передачи, подающим местный аварийный сигнал и выключающим измерительный прибор в случае превышения допустимых значений. Такая самопроверка должна выполняться не менее одного раза в день. По желанию Администраций могут предусматриваться средства автоматического самоконтроля.

11 Дополнительные устройства

11.1 Автоматическое включение

Желательно, чтобы аппаратура АТМЕ № 2 в перспективе могла работать без всякого контроля со стороны технического персонала. Для работы АТМЕ № 2 в таком режиме должны предусматриваться устройства автоматического включения.

11.2 Автоматический временной выбор отдельных каналов или группы каналов

Может потребоваться, чтобы одна и та же программа обеспечивала испытание отдельного канала или группы каналов в определенное время, например измерение уровня шума в часы наибольшей нагрузки и в часы наименьшей нагрузки.

11.3 Автоматическое повторение измерительного цикла

Может возникнуть потребность во внутреннем устройстве для автоматического повторения испытания каналов, которые были признаны неисправными. Это устройство должно обеспечивать выполнение попытки автоматического повторения нужного испытательного цикла сразу после проведения первого испытания.

Под испытательным циклом подразумевают измерительную последовательность, начинающуюся с кодом управления 1—9, а не с кода управления 13.

11.4 Испытание коммутируемых удлинителей

Администрации с помощью управляющей аппаратуры АТМЕ № 2 могут проводить испытание коммутируемых линейных удлинителей, подключаемых на исходящем конце их международных каналов.

Данное испытание не должно означать для других Администраций необходимость модификации их оборудования сигнализации или коммутации, их аппаратуры АТМЕ № 2 или их методов эксплуатации и технического обслуживания.

11.5 Прерывание и нестабильность во время измерения уровня

Может возникнуть потребность в определении прерывания или состояния нестабильности во время измерения уровня как в управляющей, так и в управляемой аппаратуре. При наличии такой индикации ее запись производится только управляющей аппаратурой (см. § 3.7).

В том случае, когда и прерывание и нестабильность обнаруживаются в течение одного измерительного периода продолжительностью 500 мс, передается и записывается только информация о прерывании.

11.6 Неготовность управляемой аппаратуры

Может случиться так, что в результате отказа на управляемом конце все попытки, предпринимаемые с управляющего конца, установить соединение с данной управляемой аппаратурой окажутся безуспешными (отсутствии ответа или получение сигнала занятости). Подобная ситуация может серьезно помешать выполнению предусмотренной программы измерений, поэтому представляется желательным:

- чтобы в этом случае подавался аварийный сигнал, если работа управляющей аппаратуры контролируется;
- чтобы управляющая аппаратура могла автоматически переходить на резервную измерительную программу, если ее работа не контролируется.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(к Рекомендации О.22)

Чувствительность приемника сигналов

А.1 Передатчик и приемник многочастотных сигналов, предназначенные для аппаратуры АТМЕ № 2, определяются соответственно в Рекомендациях Q.153 [7] и Q.154 [8], относящихся к системе сигнализации МККТТ № 5.

Поскольку уровень передачи сигнала каждой частоты равен -7 ± 1 дБм0, номинальное значение уровня принимаемого сигнала в виртуальной точке коммутации (относительный уровень равен $-4,0$ дБо) составляет -11 дБм.

Пороги срабатывания многочастотного приемника составляют минимальный запас ± 7 дБ по отношению к номинальному значению абсолютного уровня мощности каждого принимаемого сигнала на входе приемника.

Таким образом, минимальный рабочий диапазон приемника в виртуальной точке коммутации (относительный уровень $-4,0$ дБо) составляет:

-11 дБм ± 7 дБ, то есть

от -18 дБм до -4 дБм.

А.2 Максимальное отклонение затухания канала от номинального значения, при котором могут приниматься многочастотные сигналы, составляет:

$$(-11 - 1) - (-18) = +6,0 \text{ дБ.}$$

Минимальное отклонение затухания канала от номинального значения, при котором могут приниматься многочастотные сигналы, составляет:

$$(-11 + 1) - (-4) = -6,0 \text{ дБ.}$$

А.3 Следовательно, пределы отклонения затухания канала, когда многочастотные сигналы могут быть приняты, составляют ± 6 дБ от номинального затухания, в то время как АТМЕ № 2 может измерять отклонения, превышающие эти значения (§ 9.1 настоящей Рекомендации).

А.4 Хотя требованиями к многочастотному приемнику сигналов (Рекомендация Q.154 [8]) предусматривается, что уровень принимаемого сигнала может меняться в пределах ± 7 дБ по отношению к номинальному уровню приема -7 дБм0, в Рекомендации Q.154 [8] указывается также, что приемник не должен срабатывать при получении сигнала, уровень которого на 17 дБ ниже номинального уровня; это означает, что в диапазоне значений от -14 до -24 дБм0 приемник может срабатывать или не срабатывать. Следовательно, порог несрабатывания приемника будет, вероятно, находиться где-то внутри этого диапазона значений.

А.5 В практических условиях многочастотные приемники должны срабатывать до минимального уровня сигнала в вышеуказанном диапазоне (от -14 до -24 дБм0). Следовательно, передача сигналов должна быть, как правило, и в канале, затухание в котором превышает значение, указанное в § А.3. В любом случае, если многочастотный приемник не срабатывает, то выполнение измерительной программы прекращается, и в соответствии с положениями § 6.10.3 настоящей Рекомендации регистрируется неисправность.

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Программа периодических измерений для международных телефонных каналов общего пользования", том IV, Рек. М.605.
- [2] Рекомендация МККТТ "Эхокомпенсаторы", том III, Рек. G.165.
- [3] Рекомендация МККТТ "Международные телефонные каналы — Принципы, определения и относительные уровни передачи", том IV, Рек. М.650, § 2.
- [4] Рекомендация МККТТ "Показатель ошибок международного цифрового соединения, устанавливаемого в цифровой сети с интеграцией служб", том III, Рек. G.821.
- [5] Рекомендация МККТТ "Стабильность и эхо", том III, Рек. G.131, § 2.1.
- [6] Рекомендация МККТТ "Точки доступа для международных телефонных каналов", том IV, Рек. М.565.
- [7] Рекомендация МККТТ "Передачик многочастотных сигналов", том VI, Рек. Q.153.
- [8] Рекомендация МККТТ "Приемник многочастотных сигналов", том VI, Рек. Q.154.

Рекомендация O.25

ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ИСПЫТАНИЙ ЭХОЗАГРАДИТЕЛЕЙ БЕЗ ВЫВОДА ИХ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ (СИЭЗ)

(Женева, 1976 г.; изменена в Мельбурне в 1988 г.)

1 Общие положения

Полуавтоматическая система испытания эхозаградителей без вывода их из эксплуатации МККТТ должна обеспечивать испытание связанных с чувствительностью рабочих характеристик эхозаградителей, рекомендуемых для всех категорий международных каналов.

Система СИЭЗ пригодна для испытаний эхозаградителей, соответствующих Рекомендации G.161 *Оранжевой книги* [1]. В некоторых случаях она пригодна также для каналов, в которых используются эхозаградители, соответствующие Рекомендации G.164 [2].

СИЭЗ включает в себя два комплекта оборудования: а) управляющую аппаратуру на исходящем конце и б) управляемую аппаратуру на входящем конце. Управляющая аппаратура вручную подключается к испытываемому каналу после установления соединения с управляемой аппаратурой на входящем конце. Подключение к управляемой аппаратуре осуществляется с помощью посылки испытательного вызова по испытываемому каналу.

В целях упрощения конструкции и принципа работы испытательной аппаратуры индикация результатов количественных измерений не производится. Осуществляются испытания, относящиеся к затуханию, шуму и эхозаградителям в двустороннем канале, и запись ведется по критерию прохождения/неисправность. Результаты испытаний регистрируются только управляющей аппаратурой на исходящем конце. Сообщать Администрациям, ответственными за входящий конец, о результатах испытаний нужно только в случае обнаружения какого-либо дефекта и необходимости его устранения.

СИЭЗ обеспечивает контроль полного комплекта эхозаградителя, расположенного на входящем или исходящем конце, а также обоих эхозаградителей в случае использования полукомплектов эхозаградителей. Данная аппаратура может быть использована в любом канале, организованном полностью или частично по наземным трактам с одним участком спутниковой связи.

СИЭЗ не гарантирует надежность результатов при измерениях в канале, оборудованном системой размножения каналов (СРК) с использованием методов интерполяции [включая случаи, когда канал организован по спутниковым трактам многостанционного доступа с временным разделением и с цифровой интерполяцией речи (МДВР/ЦИР)]; следовательно, данная система в таких каналах использоваться не должна, кроме случаев, когда в обоих направлениях в течение всего периода передачи измерительной последовательности обеспечивается постоянная связь тракт/канал. Это объясняется тем, что при отсутствии такой связи тракт/канал целостность двустороннего канала в системе размножения каналов не может быть обеспечена при отсутствии сигнала и при слабых уровнях сигнала.

2 Виды испытаний

В обоих направлениях передачи измеряется затухание для проверки соответствия затухания канала номинальному значению $\pm 2,5$ дБ.

Проверяется также шум в обоих направлениях передачи, который не должен превышать -40 дБм0п и, следовательно, не должен искажать результатов испытаний эхозаградителей.

Проверяется чувствительность устройств выключения и включения эхозаградителя (или эхозаградителей), которая должна оставаться в заданных пределах.

3 Метод подключения

3.1 Исходящая международная станция

На исходящей международной станции подключение к испытываемому каналу будет осуществляться по четырехпроводной схеме со станционной стороны эхозаградителя, расположенного на ближнем конце.

Управляющая аппаратура подключается к испытываемому каналу, как правило, вручную, например с помощью испытательного пульта.

3.2 Входящая международная станция

Подключение к управляемой аппаратуре через испытываемый канал на входящей международной станции осуществляется по четырехпроводной схеме с помощью обычного коммутационного оборудования данной станции.

3.3 Адресная информация

Адресная информация, необходимая для подключения к управляемой аппаратуре, расположенной на входящей международной станции, рассматривается в § 2.4 Рекомендации О.11.

4 Принципы работы

4.1 После установления соединения между испытываемым каналом и управляемой аппаратурой путем коммутации на входящем конце управляющая аппаратура подключается к исходящему концу. После этого можно выполнять любое количество испытаний по затуханию канала, шуму в канале и эхозаградителям, не прерывая соединения.

4.2 Испытания запускаются вручную на исходящем конце; их можно выполнять либо последовательно, испытание за испытанием, либо программируя всю испытательную серию, которая будет запускаться по одной команде.

4.3 Исходящий конец получает после каждого испытания информацию об успехе или неудаче данного испытания. Чтобы избежать неоднозначности результатов, все испытания, относящиеся к эхозаградителям [пункты е) — 1) § 5.3.3], должны выполняться в ходе любых испытательных серий.

4.4 Испытания эхозаградителей следует выполнять только после успешного завершения двусторонних измерений затухания. Не следует продолжать программированную испытательную серию после неудачного измерения затухания.

5 Процедура испытаний

5.1 Установление соединения

5.1.1 После занятия исходящего канала передается соответствующая адресная информация (см. § 3.3).

5.1.2 Сигнал ответа передается после подключения к управляемой аппаратуре. Если управляемая аппаратура занята, то на исходящий конец посылается индикация занятости в соответствии с обычными правилами сигнализации, установленными для данного канала.

5.1.3 После получения сигнала ответа управляющая аппаратура вручную подключается к испытываемому каналу, и начинаются испытания в соответствии с методом, описанным в § 5.2.

5.1.4 Управляемая аппаратура в момент подключения передает тональный сигнал контроля с высоким уровнем. Этот сигнал, подтверждающий подключение к управляемой аппаратуре и начало работы последней, контролируется на исходящем конце.

5.1.5 По окончании испытаний управляющая аппаратура отключается от испытываемого канала, и этот канал сразу освобождается.

5.1.6 Управляемая аппаратура должна автоматически выключаться, если она была непрерывно занята более 15 минут.

5.2 Запуск испытаний

5.2.1 Каждое испытание начинается после посылки соответствующего многочастотного сигнала от управляющей аппаратуры к управляемой аппаратуре; управляющая аппаратура должна возвратиться в нерабочее положение до передачи многочастотного управляющего сигнала, чтобы избежать помех для правильного опознавания управляющего сигнала управляемой аппаратурой.

5.2.2 В момент опознавания правильного многочастотного управляющего сигнала управляемая аппаратура возвращается в нерабочее положение; сразу после окончания подачи управляющего сигнала эта аппаратура посылает сигнал подтверждения приема с частотой 610 Гц в течение 500 ± 25 мс и начинает также передавать контрольный и другие испытательные сигналы, о которых говорится ниже. Управляемая аппаратура выключается и возвращается в нерабочее положение через 10 секунд после окончания передачи многочастотного управляющего сигнала.

5.2.3 Передав многочастотный управляющий сигнал, управляющая аппаратура готова к приему сигналов подтверждения в течение промежутка времени до 1400 мс. Если в течение этого периода управляющая аппаратура не получит такого сигнала, будет зарегистрирована неудача, а испытательная серия будет прервана.

5.2.4 Через 600 ± 30 мс после прекращения подачи сигнала подтверждения приема управляющая аппаратура начинает передавать испытательные и/или контрольные сигналы для проведения различных испытаний, описываемых ниже.

5.3 Описание испытаний

5.3.1 Детектирование тонального сигнала управляющей аппаратурой позволяет ей определить, удачным или неудачным было испытание в течение измерительного интервала продолжительностью 375 ± 25 мс. Этот интервал начинается через 1000 ± 50 мс после начала передачи управляющей аппаратурой испытательных и/или контрольных сигналов. Такой промежуток времени необходим для обмена испытательными и контрольными сигналами по каналам с большим временем прохождения (каналы, организуемые по спутниковым трактам, и наземные участки большой протяженности).

5.3.2 Конструкция управляемой аппаратуры должна обеспечивать передачу контрольного сигнала каждый раз, когда она не получает такого сигнала от управляющей аппаратуры, кроме случаев измерений затухания и шума от ближнего конца к дальнему концу. В случае проведения измерений затухания и шума от ближнего конца к дальнему концу управляемая аппаратура прерывает передачу контрольного тонального сигнала, чтобы информировать управляющую аппаратуру о неудаче измерения.

5.3.3 С помощью управляющей аппаратуры системы СИЭЗ обеспечивает выполнение 12 видов испытаний:

- a) затухание в направлении от ближнего конца к дальнему концу;
- b) затухание в направлении от дальнего конца к ближнему концу;
- c) шум в направлении от ближнего конца к дальнему концу;
- d) шум в направлении от дальнего конца к ближнему концу;
- e) несрабатывание эхоградителя на ближнем конце;
- f) срабатывание эхоградителя на ближнем конце;
- g) несрабатывание подключения на ближнем конце;
- h) срабатывание подключения на ближнем конце;
- i) несрабатывание эхоградителя на дальнем конце;
- j) срабатывание эхоградителя на дальнем конце;
- k) несрабатывание подключения на дальнем конце;
- l) срабатывание подключения на дальнем конце.

5.3.4 Описание указанных испытаний дается ниже. Это описание начинается с момента прекращения подачи сигнала подтверждения приема, который рассматривался в § 5.2.4. Для всех испытаний имеется в виду, что управляемая аппаратура начала передавать контрольные и испытательные сигналы, как это отмечено в § 5.2.2.

5.3.5 *Испытания затухания в направлении от ближнего конца к дальнему концу*

Управляемая аппаратура не передает никакого тонального сигнала. Управляющая аппаратура в течение 100 ± 10 мс передает испытательный тональный сигнал с частотой 820 Гц и уровнем -10 дБм0. Если уровень испытательного тонального сигнала, измеряемый на дальнем конце, равен -10 дБм0 \pm 2,5 дБ, то управляемая аппаратура посылает контрольный тональный сигнал с высоким уровнем. Детектирование контрольного сигнала управляющей аппаратурой в течение измерительного интервала означает, что испытание было успешным.

5.3.6 *Испытания затухания в направлении от дальнего конца к ближнему концу*

Управляемая аппаратура передает испытательный тональный сигнал с частотой 1020 Гц и уровнем -10 дБм0. Управляющая аппаратура измеряет испытательный сигнал в течение измерительного интервала. Если уровень испытательного сигнала составляет -10 дБм0 \pm 2,5 дБ, испытание было успешным.

5.3.7 *Испытания шума в направлении от ближнего конца к дальнему концу*

Управляемая аппаратура не передает никакого тонального сигнала. Управляющая аппаратура замыкает канал передачи на полное сопротивление 600 Ом. Через 600 мс после передачи сигнала подтверждения приема управляемая аппаратура измеряет шум в течение последующих 375 ± 25 мс. Если уровень шума ниже -40 дБм0п, управляемая аппаратура посылает контрольный сигнал с высоким уровнем. Детектирование этого контрольного сигнала управляющей аппаратурой в течение измерительного интервала означает, что испытание было успешным.

5.3.8 *Испытание шума в направлении от дальнего конца к ближнему концу*

Управляемая аппаратура замыкает свой канал передачи на полное сопротивление 600 Ом. Управляющая аппаратура измеряет шум в течение измерительного интервала: если уровень шума ниже -40 дБм0п, испытание было успешным.

5.3.9 *Испытание несрабатывания эхоградителя на ближнем конце*

Управляемая аппаратура передает контрольный сигнал и испытательный сигнал с частотой 1020 Гц и уровнем -40 дБм0. Управляющая аппаратура начинает передавать контрольный сигнал. Сразу после детектирования этого контрольного сигнала управляемая аппаратура прерывает передачу своего контрольного сигнала. Если управляющей аппаратуре не удастся детектировать контрольный сигнал в течение измерительного интервала, это означает, что эхоградитель на ближнем конце не сработал и что испытание было успешным.

5.3.10 *Испытание срабатывания эхозаградителя на ближнем конце*

Управляемая аппаратура передает контрольный сигнал и испытательный сигнал с частотой 1020 Гц и уровнем -26 дБм0. Управляющая аппаратура начинает передавать контрольный сигнал. Если эхозаградитель на ближнем конце срабатывает, контрольный сигнал от управляющей аппаратуры не должен поступать на управляемую аппаратуру, которая, таким образом, продолжает передачу контрольного сигнала, детектирование которого управляющей аппаратурой в течение измерительного интервала означает, что испытание было успешным.

5.3.11 *Испытание несрабатывания подключения на ближнем конце*

Управляемая аппаратура передает контрольный сигнал и испытательный сигнал с частотой 1020 Гц и уровнем -15 дБм0. После детектирования испытательного сигнала с частотой 1020 Гц, поступившего от управляемой аппаратуры, управляющая аппаратура начинает передавать контрольный сигнал с высоким уровнем и испытательный сигнал с частотой 820 Гц и уровнем -20 дБм0. При отсутствии подключения к эхозаградителю на ближнем конце контрольный сигнал, посылаемый управляющей аппаратурой, не поступает на управляемую аппаратуру. Поэтому управляемая аппаратура продолжает передачу контрольного сигнала, детектирование которого управляющей аппаратурой в течение измерительного интервала означает, что испытание было успешным.

5.3.12 *Испытание срабатывания подключения на ближнем конце*

Управляемая аппаратура передает контрольный сигнал и испытательный сигнал с частотой 1020 Гц и уровнем -15 дБм0. После детектирования испытательного сигнала с частотой 1020 Гц, поступившего от управляемой аппаратуры, управляющая аппаратура начинает передавать контрольный сигнал с высоким уровнем [см. § 6.1.2с)] и испытательный сигнал с частотой 820 Гц и уровнем -10 дБм0. В случае подключения к эхозаградителю на ближнем конце контрольный сигнал, передаваемый управляющей аппаратурой, поступает на управляемую аппаратуру, которая при детектировании контрольного сигнала от управляющей аппаратуры прерывает передачу своего контрольного сигнала; отсутствие детектирования управляющей аппаратурой контрольного сигнала в течение измерительного интервала означает, что испытание было успешным.

5.3.13 *Испытание несрабатывания эхозаградителя на дальнем конце*

Управляемая аппаратура передает контрольный сигнал. Управляющая аппаратура начинает передавать испытательный сигнал с частотой 1020 Гц и уровнем -40 дБм0. Если эхозаградитель на дальнем конце не срабатывает, контрольный сигнал от управляемой аппаратуры продолжает поступать на управляющую аппаратуру; детектирование этого сигнала управляющей аппаратурой в течение измерительного интервала означает, что испытание было успешным.

5.3.14 *Испытание срабатывания эхозаградителя на дальнем конце*

Управляемая аппаратура передает контрольный сигнал. Управляющая аппаратура начинает передавать испытательный сигнал с частотой 1020 Гц и уровнем -26 дБм0. Если эхозаградитель на дальнем конце срабатывает, контрольный сигнал, посылаемый управляемой аппаратурой, не поступает на управляющую аппаратуру; если последняя не детектирует контрольный сигнал в течение измерительного интервала, значит, испытание было успешным.

5.3.15 *Испытание несрабатывания подключения на дальнем конце*

Управляемая аппаратура не передает никакого тонального сигнала. Управляющая аппаратура начинает передавать испытательный сигнал с частотой 1020 Гц и уровнем -10 дБм0. Через 50 мс после детектирования испытательного сигнала с частотой 1020 Гц, передаваемого управляющей аппаратурой, управляемая аппаратура начинает посылать контрольный сигнал с высоким уровнем и испытательный сигнал с частотой 820 Гц и уровнем -15 дБм0. При отсутствии подключения к эхозаградителю на дальнем конце контрольный сигнал, передаваемый управляемой аппаратурой, не поступает на управляющую аппаратуру, и отсутствие контрольного сигнала в течение измерительного интервала означает, что испытание было успешным.

5.3.16 *Испытание срабатывания подключения на дальнем конце*

Управляемая аппаратура не передает никакого тонального сигнала. Управляющая аппаратура начинает передавать испытательный сигнал с частотой 1020 Гц и уровнем -20 дБм0. Через 50 мс после детектирования испытательного сигнала с частотой 1020 Гц, поступающего от управляющей аппаратуры, управляемая аппаратура начинает передавать контрольный сигнал с высоким уровнем и испытательный сигнал с частотой 820 Гц и уровнем -15 дБм0. При наличии подключения к эхозаградителю на дальнем конце контрольный сигнал, передаваемый управляемой аппаратурой, поступает на управляющую аппаратуру; если последняя детектирует контрольный сигнал в течение измерительного интервала, испытание было успешным.

6 Характеристики приборов для измерения параметров передачи

Приводимые ниже характеристики должны соблюдаться в температурных пределах от +5°C до +50°C.

6.1 Передающие устройства управляющей аппаратуры и управляемой аппаратуры

6.1.1 Частоты сигналов

- а) испытательные сигналы: 820 ± 9 Гц
1020 ± 11 Гц;
- б) контрольный сигнал: 510 ± 5,5 Гц;
- с) сигнал подтверждения приема: 610 ± 6,5 Гц.

6.1.2 Уровни сигналов

- а) для измерений затухания:
-10 ± 0,1 дБм0;
- б) для испытательных сигналов:
-10 ± 0,2 дБм0 (только управляющая аппаратура),
-15 ± 0,2 дБм0 (только управляемая аппаратура),
-20 ± 0,2 дБм0 (только управляющая аппаратура),
-26 ± 0,2 дБм0,
-40 ± 0,2 дБм0;
- с) для контрольного сигнала:
-42 ± 0,5 дБм0 (нормальный уровень),
-29 ± 0,5 дБм0 (высокий уровень);
- д) для сигнала подтверждения приема:
-29 ± 0,5 дБм0.

6.1.3 Выходное полное сопротивление (полоса частот от 300 Гц до 4 кГц)

- симметричный выход, изолированное от земли 600 Ом
- затухание несогласованности > 30 дБ
- затухание асимметрии по сигналу > 40 дБ

6.1.4 Подавление продуктов нелинейных искажений и паразитной модуляции

Более 25 дБ.

6.2 Приемные устройства управляющей аппаратуры и управляемой аппаратуры

6.2.1 Диапазон измерений

- а) для измерений затухания:
от -7,5 ± 0,2 дБм0 до -12,5 ± 0,2 дБм0;
- б) для измерений шума:
порог испытаний -40 ± 1,0 дБм0п, измерения с психометрическим взвешиванием, определяемым в Рекомендации Р.51 [3];
- с) для детектирования сигналов контроля и подтверждения приема:
порог испытаний -54 ± 2,0 дБм0, измерения с использованием селективных приемников с избирательностью, достаточной для подавления других сигналов и помех, которые могут возникать в испытываемом канале.

6.2.2 Измерительный интервал

375 ± 25 мс.

6.2.3 Входное полное сопротивление (диапазон от 300 Гц до 4 кГц)

- с симметричным входом, изолированное от земли 600 Ом
- затухание несогласованности > 30 дБ
- затухание продольного влияния на входе > 46 дБ

7 Управляющие сигналы, посылаемые управляющей аппаратурой на управляемую аппаратуру

Каждое испытание начинается после посылки одного многочастотного управляющего сигнала от управляющей аппаратуры к управляемой аппаратуре.

Передатчик и приемник сигналов соответствуют требованиям, предъявляемым к передатчику и приемнику для системы межрегистровой сигнализации МККТТ № 5, а используемая аппаратура должна отвечать требованиям Рекомендаций Q.153 [4] и Q.154 [5] с той лишь разницей, что многочастотные управляющие сигналы передаются в течение 500 ± 100 мс и что многочастотный приемник реагирует на многочастотные сигналы с уровнями от -26 до -3 дБм0.

КОД №	ЧАСТОТА (Гц)	ИСПЫТАНИЕ
1	700 + 900	Затухание от ближнего конца к дальнему концу
2	700 + 1100	Затухание от дальнего конца к ближнему концу
3	900 + 1100	Шум от ближнего конца к дальнему концу
4	700 + 1300	Шум от дальнего конца к ближнему концу
5	900 + 1300	Несрабатывание экзозаградителя на ближнем конце
6	1100 + 1300	Срабатывание экзозаградителя на ближнем конце
7	700 + 1500	Несрабатывание подключения на ближнем конце
8	900 + 1500	Срабатывание подключения на ближнем конце
9	1100 + 1500	Несрабатывание экзозаградителя на дальнем конце
10	1300 + 1500	Срабатывание экзозаградителя на дальнем конце
11	700 + 1700	Несрабатывание подключения на дальнем конце
12	900 + 1700	Срабатывание подключения на дальнем конце

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Экзозаградители для каналов с малым или большим временем прохождения", Оранжевая книга, том III-1, Рек. G.161, МСЭ, Женева, 1977 г.
- [2] Рекомендация МККТТ "Экзозаградители", том III, Рек. G.164.
- [3] Рекомендация МККТТ "Искусственные ухо и рот", том V, Рек. P.51.
- [4] Рекомендация МККТТ "Передатчик многочастотных сигналов", Зеленая книга, том VI.2, Рек. Q.153, МСЭ, Женева, 1973 г.
- [5] Рекомендация МККТТ "Приемник многочастотных сигналов", Зеленая книга, том VI.2, Рек. Q.154, МСЭ, Женева, 1973 г.

СТАЦИОНАРНАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ЭХОКОМПЕНСАТОРОВ

(Мельбурн, 1988 г.)

1 Общие положения

Стационарная аппаратура испытания эхокомпенсаторов (САИЭК) предназначена для испытания эхокомпенсаторов типов С и D, включая устройство выключения эхоградителей с помощью тональных сигналов, описываемое в Рекомендации G.165 [1]. Предусматриваются два испытательных режима, которые описываются ниже. Испытания, выполняемые при каждом режиме, указаны в таблице 1/О.27.

2 Испытательные режимы

2.1 Профилактический режим испытания

При данном режиме САИЭК обеспечивает семь упрощенных испытаний работы эхокомпенсатора в нормальных условиях работы канала, причем включается логическая схема адаптации и нелинейной обработки. Доступ к испытываемому эхокомпенсатору обеспечивается на основе четырехпроводной схемы, и упрощенные рабочие испытания выполняются путем подачи испытательных сигналов в точки прием-вход ($R_{вх}$) и передача-вход ($S_{вх}$) эхокомпенсатора. Измерение осуществляется в точке передача-выход ($S_{вых}$). Функциональная схема испытательного устройства приводится на рис. 1/О.27.

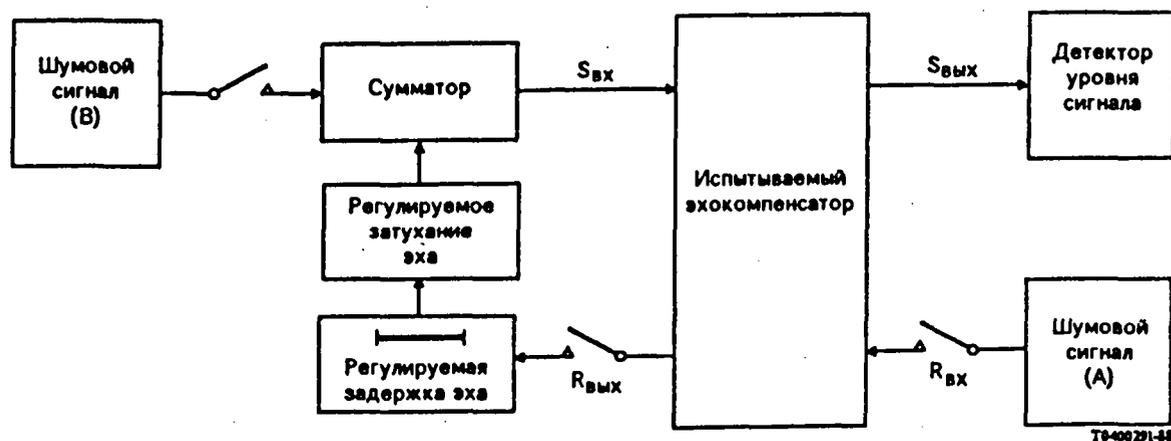


РИСУНОК 1/О.27

Функциональная схема испытательного устройства

2.2 Диагностический режим испытания

При данном режиме все рабочие испытания проводятся в соответствии с процедурами, определяемыми в Рекомендации G.165 [1]. Логическая схема адаптации и нелинейной обработки при необходимости выключается путем управления испытываемым эхокомпенсатором.

3.1 Метод доступа

Если испытываемый эхокомпенсатор подключен к какому-то конкретному каналу, он должен быть заменен резервным эхокомпенсатором, чтобы испытания не создавали никаких помех в канале. При отсутствии свободного эхокомпенсатора данный канал на время проведения испытаний должен отключаться.

САИЭК на время испытаний может подключаться к эхокомпенсатору либо вручную в местных точках доступа, либо дистанционно с помощью устройств доступа через систему коммутации. Администрации могут предусматривать для эхокомпенсаторов возможность дистанционного доступа с целью проведения профилактических испытаний, как это показано на рис. 2/О.27. Местный доступ, представленный на рис. 3/О.27, предназначен для диагностических испытаний в тех случаях, когда для выключения регистра Н, амплитудного ограничителя адаптации и центрального амплитудного ограничителя необходимо применение управляющих сигналов.

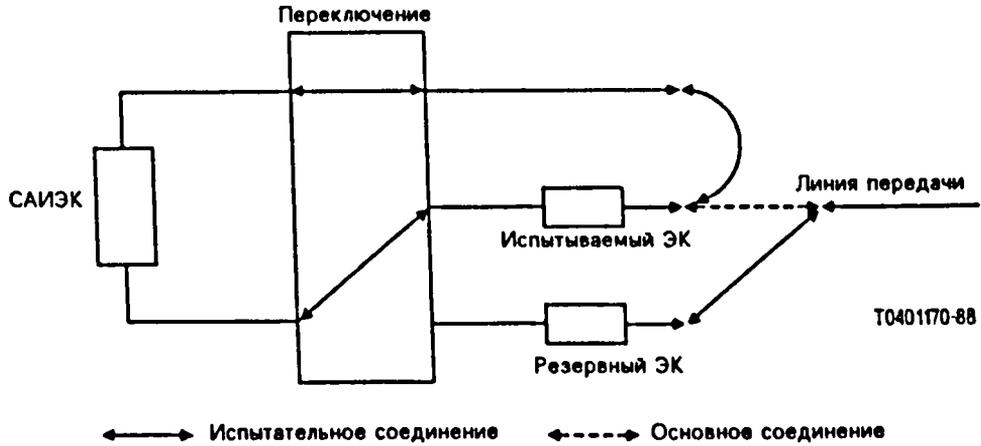
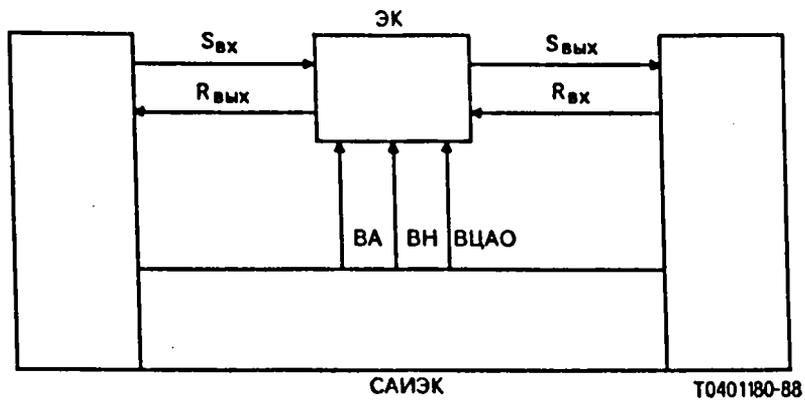


РИСУНОК 2/О.27

Конфигурация для профилактического испытательного режима



- ВА — выключение адаптации
- ВН — высвобождение регистра Н
- ВЦАО — выключение центрального амплитудного ограничителя
- ЭК — эхокомпенсатор
- САИЭК — стационарная аппаратура испытания эхокомпенсаторов

РИСУНОК 3/О.27

Конфигурация для диагностического испытательного режима

3.2 Испытательные последовательности

После получения доступа осуществляется серия ручных или автоматических испытаний. Испытания, проводимые в профилактическом и диагностическом режимах, указаны в таблице 1/О.27. Результаты измерений по каждому испытанию доводятся до технического персонала путем визуальной индикации или в виде отпечатанных сообщений.

Если в ходе проведения профилактических испытаний обнаруживается, что эхокомпенсатор не соответствует какому-либо из условий, он должен подвергнуться полным испытаниям по диагностической программе.

ТАБЛИЦА 1/О.27

Испытательные процедуры

№	Вид испытания	Ссылка на Рекомендацию G.165 [1]	Испытательные режимы	
			Профилактический	Диагностический
1	Уровень остаточного и отраженного эхосигнала в установившемся режиме	3.4.2.1	0	0
2	Схождение	3.4.2.2	0	0
3	Чрезмерная чувствительность обнаружения двойного разговора	3.4.2.3.1	0	0
4	Недостаточная чувствительность обнаружения двойного разговора	3.4.2.3.2	0	0
5	Время просачивания	3.4.2.4		0
6	Бесконечное схождение затухания несогласованности	3.4.2.5	0	0
7	Проверка чувствительности устройства выключения со стороны передачи	4.2	0	0
8	Проверка чувствительности устройства выключения со стороны приема	4.2	0	0
9	Полоса защиты устройства выключения	4.3		0
10	Полоса удержания устройства выключения	4.4		0
11	Время срабатывания устройства выключения	4.5		0
12	Время освобождения устройства выключения	4.8		0
13	Внешнее управление устройством выключения	3.3		0

4.1 Профилактический режим испытания

На рис. 1/О.27 представлена функциональная схема для испытаний в профилактическом режиме. Должны повторяться семь следующих испытаний при времени прохождения в тракте эхосигнала Δ мс¹⁾, которое устанавливается в блоке регулировки времени прохождения эха.

В начале каждого из семи испытаний в точку $R_{вх}$ в течение 1 секунды подается управляющий тональный сигнал для приведения испытываемого эхокомпенсатора в исходное состояние. Управляющий тональный сигнал представляет собой сигнал с частотой 2100 Гц и уровнем -10 дБм0, фаза которого периодически меняется каждые 0,45 секунды и который используется также для выключения эхокомпенсаторов. В момент приведения эхокомпенсатора в исходное состояние его регистр N высвобождается. После выключения управляющего тонального сигнала никаких сигналов в течение как минимум 0,4 секунды не подается, чтобы позволить эхокомпенсатору вернуться в рабочее состояние. Более подробные сведения о характеристиках устройств выключения эхокомпенсаторов с помощью тональных сигналов приводятся в § 4 и в приложении В к Рекомендации G.165 [1].

4.1.1 Проверка уровня остаточного и отраженного эхосигнала в установившемся режиме

Этап 1: сигнал в виде случайного шума (А) с уровнем -10 дБм0 подается в точку $R_{вх}$. Затухание тракта эхосигнала устанавливается равным 10 дБ, а эхосигнал поступает в точку $S_{вх}$.

Этап 2: по истечении 2 секунд уровень отраженного эхосигнала измеряется в точке $S_{вых}$.

Условие: уровень отраженного эхосигнала должен быть ниже -65 дБм0.

4.1.2 Проверка схождения

Этап 1: сигнал в виде случайного шума (А) с уровнем -10 дБм0 подается в точку $R_{вх}$. Затухание тракта эхосигнала устанавливается равным 6 дБ, а эхосигнал поступает в точку $S_{вх}$.

Этап 2: в точку $S_{вх}$ подается второй сигнал в виде случайного шума (В) с уровнем -10 дБм0, как это показано на рис. 1/О.27.

Этап 3: по истечении 0,5 секунды шумовой сигнал (В) прерывается, и через 0,5 секунды уровень отраженного сигнала измеряется в точке $S_{вых}$.

Условие: уровень сигнала должен быть меньше -37 дБм0.

4.1.3 Проверка чрезмерной чувствительности обнаружения двойного разговора

Этап 1: сигнал в виде случайного шума (А) с уровнем -10 дБм0 подается в точку $R_{вх}$. Затухание тракта эхосигнала устанавливается равным 6 дБ, а эхосигнал поступает в точку $S_{вх}$.

Этап 2: по истечении 0,5 секунды в точку $S_{вх}$ подается второй сигнал в виде случайного шума (В) с уровнем -25 дБм0.

Этап 3: секундой позже шумовой сигнал (В) прерывается и в точке $S_{вых}$ измеряется уровень отраженного сигнала.

Условие: уровень отраженного эхосигнала должен быть ниже -25 дБм0.

4.1.4 Проверка недостаточной чувствительности обнаружения двойного разговора

Этап 1: затухание тракта эхосигнала устанавливается равным 10 дБ, сигнал в виде случайного шума (А) с уровнем -10 дБм0 подается в точку $R_{вх}$.

Этап 2: через 1 секунду шумовой сигнал (А) прерывается в точке $R_{вх}$.

Этап 3: через 0,5 секунды шумовой сигнал (А) повторно подается в точку $R_{вх}$. Одновременно в точку $S_{вх}$ подается второй шумовой сигнал (В) с уровнем 0 дБ.

¹⁾ Можно разрабатывать различные эхокомпенсаторы, чтобы обеспечить удовлетворительную работу при различных значениях времени прохождения эхосигнала в случае использования на различных сетях. Δ обозначает, таким образом, время прохождения эхосигнала, на которое рассчитан эхокомпенсатор. Каждая Администрация может выбирать значение Δ применительно к своему оборудованию.

Этап 4: через 0,5 секунды шумовой сигнал (В) прерывается и в точке $S_{\text{ВЫХ}}$ измеряется уровень остаточного эхосигнала.

Условие: уровень отраженного эхосигнала должен быть ниже -26 дБм0.

4.1.5 Проверка бесконечного схождения затухания несогласованности

Этап 1: затухание тракта эхосигнала устанавливается равным 6 дБ, сигнал в виде случайного шума (А) с уровнем -10 дБм0 подается в точку $R_{\text{ВХ}}$.

Этап 2: через 1 секунду тракт эхосигнала между точками $R_{\text{ВЫХ}}$ и $S_{\text{ВХ}}$ прерывается, а шумовой сигнал (А) продолжает поступать в точку $R_{\text{ВХ}}$.

Этап 3: через 0,5 секунды уровень отраженного эхосигнала измеряется в точке $S_{\text{ВЫХ}}$.

Условие: уровень отраженного сигнала должен быть ниже -37 дБм0.

4.1.6 Проверка чувствительности устройства выключения со стороны передачи

Данное испытание, состоящее из двух частей, имеет своей целью проверить цепь детектирования тонального сигнала устройства выключения со стороны передачи на чрезмерную или недостаточную чувствительность.

Этап 1: в точку $S_{\text{ВХ}}$ подается сигнал с частотой 2100 Гц и уровнем $-36,5$ дБм0 с периодической инверсной фазы каждые 0,45 секунды.

Этап 2: в точку $R_{\text{ВХ}}$ подается сигнал в виде случайного шума (А) с уровнем -10 дБм0. Затухание тракта эхосигнала устанавливается равным 10 дБ, эхосигнал поступает в точку $R_{\text{ВХ}}$.

Этап 3: через 0,5 секунды уровень отраженного эхосигнала измеряется в точке $S_{\text{ВЫХ}}$.

Условие: если устройство включения не работает, уровень отраженного эхосигнала должен быть ниже -32 дБм0.

Этап 4: управляющий тональный сигнал в течение 1 с повторно подается в точку $R_{\text{ВХ}}$. Через 0,4 секунды, как минимум, в точку $S_{\text{ВХ}}$ в течение 1 секунды повторно подается сигнал с частотой 2100 Гц, уровнем $-29,5$ дБм0 и с периодической инверсной фазы каждые 0,45 секунды.

Этап 5: затем в точку $R_{\text{ВХ}}$ повторно подается сигнал в виде случайного шума (А) с уровнем -10 дБм0, причем затухание тракта эхосигнала устанавливается равным 10 дБ.

Этап 6: через 0,5 секунды в точке $S_{\text{ВЫХ}}$ измеряется уровень отраженного эхосигнала.

Условие: если устройство включения работает, уровень отраженного сигнала должен быть в пределах от $-29,5$ до $-26,5$ дБм0.

4.1.7 Проверка чувствительности устройства выключения со стороны приема

Целью данного испытания, также состоящего из двух частей, является проверка цепи детектирования тонального сигнала устройства выключения со стороны приема на чрезмерную или недостаточную чувствительность.

Этап 1: сигнал с частотой 2100 Гц, уровнем $-36,5$ дБм0 и периодической инверсной фазы каждые 0,45 секунды подается в течение 1 секунды в точку $R_{\text{ВХ}}$.

Этап 2: сигнал в виде случайного шума (А) с уровнем -10 дБм0 подается в точку $R_{\text{ВХ}}$. Затухание тракта эхосигнала устанавливается равным 10 дБ, эхосигнал поступает в точку $S_{\text{ВХ}}$.

Этап 3: через 0,5 секунды уровень отраженного эхосигнала измеряется в точке $S_{\text{ВЫХ}}$.

Условие: если устройство включения не работает, уровень отраженного эхосигнала должен быть ниже -32 дБм0.

Этап 4: управляющий тональный сигнал повторно подается в течение 1 секунды в точку $R_{\text{ВХ}}$. Как минимум через 0,4 секунды в точку $S_{\text{ВХ}}$ в течение 1 секунды повторно подается сигнал с частотой 2100 Гц, уровнем $-29,5$ дБм0 и с периодической инверсной фазы каждые 0,45 секунды.

Этап 5: затем в точку $R_{\text{ВХ}}$ повторно подается сигнал в виде случайного шума (А) с уровнем -10 дБм0, причем затухание тракта эхосигнала устанавливается равным 10 дБ.

Этап 6: через 0,5 секунды уровень отраженного эхосигнала измеряется в точке $S_{\text{ВЫХ}}$.

Условие: если устройство включения не работает, уровень отраженного эхосигнала должен быть в пределах от $-29,5$ до $-26,5$ дБм0.

4.2 *Диагностический режим испытаний*

Испытания в диагностическом режиме проводятся в соответствии с §§ 3.3.2 и 4 Рекомендации G.165[1].

5 *Требования к аппаратуре для измерения характеристик передачи*

В условиях окружающей среды, определяемых в Рекомендации O.3, должны соблюдаться технические требования, указанные ниже.

5.1 *Генератор сигналов*

5.1.1 *Диапазон частот*

0,3—3,4 кГц с шагом 0,01 кГц.

5.1.2 *Диапазон уровней*

От -40 до 0 дБм0 с шагом 0,1 дБ.

5.1.3 *Точность*

Частота: $\pm 0,01$ кГц

Уровень: $\pm 0,1$ дБ.

5.2 *Измеритель уровня*

5.2.1 *Диапазон измерений*

От -70 до +3,2 дБм0.

5.2.2 *Точность*

$\pm 0,1$ дБ (на уровне свыше -40 дБм0).

5.2.3 *Время динамической характеристики*

Изучается³⁾.

5.3 *Источник случайного шума*

5.3.1 *Уровень*

От -40 до +0 дБм0.

5.3.2 *Шумовой сигнал*

Шумовой испытательный сигнал представляет собой белый шум с ограниченной полосой (300—3400 кГц).

5.4 *Тракт эхосигнала*

5.4.1 *Затухание эхосигнала*

От 0 дБ до 40 дБ с шагом 0,1 дБ.

³⁾ Для соблюдения временных условий при выполнении некоторых из вышеописанных испытаний потребуется измерительный прибор с коротким временем срабатывания.

Б.4.2 *Время прохождения эхосигнала*

От 0 до Δ мс³⁾ с шагом 1 мс.

Б.4.3 *Ширина полосы частот*

От 0,3 до 3,4 кГц.

6 Калибровка

6.1 *Калибровка измерительных приборов*

Характеристики калибровки должны соответствовать требуемой точности.

6.2 *Самоконтроль функционирования*

В приборе должна предусматриваться возможность самоконтроля для уверенности в правильном выполнении испытательных функций.

7 Дополнительные устройства

7.1 *Функция автоматического испытания*

Может предусматриваться функция, обеспечивающая автоматическое выполнение испытательной последовательности в соответствии с заданной процедурой.

7.2 *Функция автоматического пуска*

Может предусматриваться функция автоматического включения в определенное время, обеспечивающая работу прибора в необслуживаемом режиме.

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Эхокомпенсаторы", том III, Рек. G.165.

³⁾ Можно разрабатывать различные эхокомпенсаторы, чтобы обеспечить удовлетворительную работу при различных значениях времени прохождения эхосигнала в случае использования эхокомпенсаторов на различных сетях. Δ обозначает, таким образом, время прохождения эхосигнала, на которое рассчитан эхокомпенсатор. Каждая Администрация может выбирать значение Δ применительно к своему оборудованию.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ КАНАЛОВ ЗВУКОВОГО ВЕЩАНИЯ

(Женева, 1972 г.; изменена в Женеве в 1976 г.)

1 Общие положения

Автоматическая измерительная аппаратура МККТТ для каналов звукового вещания обеспечивает быстрое измерение всех параметров, необходимых для контроля качества этих каналов. Результаты измерений регистрируются с помощью аналогового записывающего устройства и/или цифрового приемника. Полученные результаты измерений могут быть впоследствии использованы в качестве документальных данных; они не только позволяют обслуживающему персоналу определять пригодность канала или соединения звукового вещания, но и служат основой для последующих точных расчетов, выполняемых специалистами связи.

Общая продолжительность измерений составляет 136 секунд, то есть она достаточно коротка, чтобы обеспечить также проверку качества международных цепей, образованных каналами звукового вещания, которые соединяются на короткое время для подготовки и настройки в соответствии с Рекомендацией N.4 [1]. Измерения, проводимые с этой целью международным центром звукового вещания в соответствии с положениями Рекомендаций N.12 [2] и N.13 [3], не требуют никакой предварительной договоренности.

2 Проверяемые показатели качества

Автоматическая аппаратура МККТТ для измерения характеристик передачи каналов звукового вещания позволяет контролировать следующие показатели качества:

- a — отклонение от номинального значения абсолютного уровня принимаемого сигнала на эталонной частоте 0,8 кГц;
- b — взвешенный и невзвешенный шум;
- c — селективное измерение нелинейных искажений, таких как гармонические продукты 2-го порядка (k_2) и 3-го порядка (k_3), а также продукты перекрестной модуляции 3-го порядка (d_3);
- d — проверка работы компандера;
- e — амплитудно-частотные искажения.

Полная измерительная программа включает в себя три подпрограммы, которые можно выбирать отдельно. Подлежащие проверке показатели качества распределяются по этим подпрограммам следующим образом:

подпрограмма 1: $s + a$ подпрограмма 2: $b + c + d$ подпрограмма 3: e ,

где

s в подпрограмме 1 обозначает стационарный код передающего блока аппаратуры.

Внутри каждой подпрограммы выполнение программы в передающем и приемном блоках синхронизируется с помощью серии импульсов, подаваемых генератором, входящим в комплект аппаратуры.

3.1 *Передающий блок*3.1.1 *Пуск, остановка и задание такта для синхронизации, выбор режима измерения*

Запуск измерительной программы в фиксированном или непрерывном режимах работы осуществляется нажатием блокируемой кнопки в передающем блоке. Управление по времени измерительной программой осуществляется генератором импульсов. Минимальный программируемый такт составляет 1,33 секунды. Частота синхронизации для этого такта равна 0,75 Гц, ее отклонение не должно превышать $\pm 1\%$. Вторая нажимная кнопка служит для остановки измерительной программы. При нажатии на эту кнопку происходит высвобождение блокирующего механизма кнопки, предназначенной для работы в непрерывном режиме. Запуск, синхронизация и остановка приемного блока производятся с помощью кодированных импульсов (1,3 кГц при уровне -12 дБм0).

Выполнению каждой подпрограммы предшествует подача кодированных импульсов, служащих пусковым сигналом. Специальный стоповый сигнал, посылаемый при нажатии на стоповую кнопку, позволяет в любой момент прервать выполнение одной измерительной программы и начать другую программу, выбранную с помощью переключателя. Кроме того, при нажатии на стоповую кнопку генератор импульсов возвращается в начальное положение.

Пусковые и стоповые сигналы содержат четыре импульса, длительность которых может быть равна 60 мс (значение O) или 120 мс (значение L), что определяется цифровым кодированием. Интервал между начальными моментами двух импульсов внутри кодированного сигнала составляет 240 мс.

Импульсы кодируются следующим образом:

а) Пусковой сигнал для:

- подпрограммы 1: OOOO
- подпрограммы 2: OOLO
- подпрограммы 3: OLOO

б) Стоповый сигнал: LLLL

Пусковые сигналы читаются справа налево, что является обычным для цифровых кодов, и передаются в том же хронологическом порядке.

Передача кодированного сигнала длительностью 960 мс, управляемая генератором импульсов, должна отставать на 370 мс, чтобы длительность импульса составляла 1330 мс.

3.1.2 *Станционный код*

Измерительной программе предшествует код передающей станции в алфавитном коде Морзе. Для передачи станционного кода используются 19 тактовых интервалов. Передача этого кода осуществляется на частоте 0,8 кГц между уровнем -32 дБм0 и уровнем эталонного испытательного сигнала. Продолжительность точек и тире телеграфного кода должна составлять соответственно 10% и 35% от продолжительности тактового интервала.

3.1.3 *Уровень испытательного сигнала, передаваемого для измерения уровня на эталонной частоте и измерения амплитудно-частотной характеристики (показатели качества α , α и ϵ)*

Уровень испытательного сигнала, передаваемого для измерения уровня на эталонной частоте (0,8 кГц), а также для измерения амплитудно-частотной характеристики, должен быть равен -12 дБм0 (см. Рекомендацию N.21 [4]). Измерения амплитудно-частотной характеристики должны производиться с использованием генератора качающейся частоты в диапазоне частот от 0,03 до 16 кГц. Каждая октава (первая начинается на частоте 0,05 кГц) отмечается короткими импульсами (1,3 кГц/ -12 дБм0, 50–100 мс). Скорость этих последовательных операций для диапазона 30–16 000 Гц, охватывающего 9,06 октав, должна составлять 5 секунд на одну октаву, чтобы записывающее устройство, упомянутое в § 3.2.7, могло регистрировать одну октаву соответственно на 10 и 3,3 мм бумажной ленты.

3.1.4 *Уровень испытательного сигнала, передаваемого для измерений нелинейных искажений¹⁾*

Уровень передачи на испытательных частотах соответствует пиковому уровню звукового вещания (см. Рекомендацию, указанную в [5]); иначе говоря, при использовании одночастотного метода измерения нелинейных искажений получают ту же пиковую нагрузку, что и двухчастотным методом, применяемым для измерений искажений от перекрестной модуляции (одночастотный сигнал +9 дБм0, эквивалентный $2,2 V_{эфф} = 3,1 V_{макс 0}$, и двухчастотный сигнал с уровнем каждой составляющей +3 дБм0, эквивалентный $2 \times 1,1 V_{эфф} = 2 \times 1,55 V_{макс 0}$ по отношению к точке нулевого относительного уровня). Во избежание перегрузки систем передачи с частотным разделением каналов используются только частоты ниже 2 кГц (ввиду наличия каналов с аппаратурой предискажения и коррекции предискажения), а длительность передачи автоматически доводится до продолжительности одного тактового импульса²⁾. Должны использоваться следующие испытательные частоты:

- а) для измерений нелинейных искажений на самых низких частотах звукового диапазона:
 - $c_1 = 0,09$ кГц/+9 дБм0 для измерений k_2 ,
 - $c_2 = 0,06$ кГц/+9 дБм0 для измерений k_3 ;
- б) для измерений нелинейных искажений в высокочастотном диапазоне систем передачи с частотным разделением, где образован канал:
 - $c_3 = 0,8$ кГц/+3 дБм0 и $1,42$ кГц/+3 дБм0 для измерений d_3 ;
- в) для измерений нелинейных искажений на средних частотах звукового диапазона:
 - $c_4 = 0,8$ кГц/+9 дБм0 для измерений k_2 ,
 - $c_5 = 0,533$ кГц/+9 дБм0 для измерений k_3 .

3.1.5 *Сигнал, передаваемый для контроля работы компандера³⁾* (показатель качества d)

При подаче сигнала с частотой 0,8 кГц, уровень которого меняется между значениями +6, -6, +6 дБм0 для трех последовательных временных интервалов, удается обнаружить неправильную работу регулирующих усилителей в компандерах.

3.1.6 *Дистанционное управление передающим блоком*

Необходимо предусмотреть возможность передачи до 16 управляющих сигналов. Для этого можно посылать на предыдущую аппаратуру сигналы двоичного кода или заземлить 16 сигнальных цепей. В первом случае для запуска полной измерительной программы нужно использовать кодированный сигнал LOOL в дополнение к пусковому сигналу, указанному в § 3.1.1.

3.2 *Приемный блок*

3.2.1 *Пуск, остановка и синхронизация*

В приемном блоке кодированные импульсы должны распознаваться и выделяться селективным методом. Чтобы избежать ошибочных действий, следует предусматривать защитную цепь, аналогичную той, которая обычно применяется для приемников сигналов. Вместе с этой защитной цепью выбранный четырехразрядный код обеспечивает исключительно надежную защиту от возможного включения пускового механизма под воздействием сигналов звукового вещания. Следовательно, приемный блок может оставаться постоянно подключенным к каналу звукового вещания и может записывать измерительную программу без участия оператора.

Временная диаграмма должна соответствовать требованиям, определяемым для передающей аппаратуры (см. § 3.1.1).

Генератор тактовых импульсов должен включаться после получения пускового сигнала. Приняв стоповый сигнал, генератор должен возвращаться в исходное положение.

¹⁾ Сигнал, передаваемый для измерения нелинейных искажений, должен по желанию включаться или не включаться в измерительный цикл (например, путем изменения положения переключателя). Вопрос о том, является ли результат измерения нелинейных искажений допустимым или нет для каждого канала, решается самими пользователями измерительной аппаратуры. В этом отношении они должны придерживаться положений Рекомендации N.21 [4].

²⁾ МККТТ изучает и другие методы.

³⁾ Данное испытание рекомендуется временно. Оно будет изменено после более тщательных исследований МККТТ и после разработки Рекомендаций по компандерам и методам их испытаний.

3.2.2 Диапазоны измерений

Измерительная аппаратура должна иметь логарифмическую характеристику и линейный диапазон измерений ± 10 дБ по отношению к соответствующим средним точкам.

Для данного вида измерения рекомендуется использовать следующие средние точки:

— станционный код, измерение уровня на частоте 0,8 кГц и измерение амплитудно-частотной характеристики (s, a, e)	—12 дБм0
— уровень взвешенного (b_1) и невзвешенного (b_2) шумов	—51 дБм0
(отношение сигнал/шум относительно уровня +9 дБм0	60 дБ)
— нелинейные искажения:	
измерения k_2 и k_3 (c_1, c_2, c_4, c_5)	—31 дБ0
(отношение относительно уровня +9 дБм0	40 дБ)
измерение d_3 (c_3)	—37 дБм0
(отношение относительно уровня +3 дБм0	40 дБ)
— сигнал с переключением уровня (d)	0 дБм0

Показатели качества a, c, d и e выражаются в среднеквадратичных (эффективных) значениях.

3.2.3 Измерения шума

Показатели качества b_1 и b_2 (взвешенный и невзвешенный шум) измеряются в квазипиковом режиме. Необходимо, чтобы динамические свойства схемы выпрямителя, а также фильтр для измерения псофометрического шума (b_1) соответствовали требованиям Рекомендации МККР 468 [6].

3.2.4 Необходимые фильтры и их характеристики

Необходимо предусматривать два полосовых фильтра для фильтрации продуктов нелинейных искажений: один на 0,18 кГц, другой — на 1,6 кГц. Эти фильтры будут использоваться следующим образом:

фильтр на 0,18 кГц:

- для измерений k_2 : 0,09 кГц (c_1),
- для измерений k_3 : 0,06 кГц (c_2),
- для измерений d_3 : 0,8/1,42 кГц (c_3);

фильтр на 1,6 кГц:

- для измерений k_2 : 0,8 кГц (c_4),
- для измерений k_3 : 0,533 кГц (c_5).

С помощью фильтра на 0,18 кГц измеряется только нижний продукт d_3 ($2 \times 0,8$ кГц — 1,42 кГц = 0,18 кГц). Верхний продукт d_3 ($2 \times 1,42$ кГц — 0,8 кГц = 2,04 кГц) не измеряется. Для компенсации берется двойная величина нижнего продукта d_3 на частоте 0,18 кГц.

Полосовые фильтры должны иметь следующие характеристики:

- полоса пропускания, определяемая значениями вносимого затухания менее 1 дБ:
для фильтра на 0,18 кГц: ± 3 Гц } по отношению к средней частоте
для фильтра на 1,6 кГц: ± 24 Гц }
- полоса заграждения, определяемая значениями вносимого затухания свыше 70 дБ:
для фильтра на 0,18 кГц: $< 0,09$ кГц и $> 0,36$ кГц
для фильтра на 1,6 кГц: $< 0,8$ кГц и $> 3,2$ кГц

3.2.5 Дополнительные метки в случае использования цифровых приемников

В случае необходимости в цифровом приемнике могут быть получены дополнительные метки; с этой целью в качестве задающих берутся импульсы, отмечающие октавы и получаемые от передающего блока.

3.2.6 Программирование цифровых приемников

В случае использования цифрового приемника его нужно программировать таким образом, чтобы обеспечить возможность проверки испытываемых каналов на соответствие установленным допускам.

3.2.7 Записывающее устройство

Постоянная времени записывающего устройства не должна превышать 200 мс. В отношении схемы выпрямителя приемной аппаратуры, используемой для измерения шума, необходимо придерживаться требований Рекомендации МККР 468 [6].

Ширина и скорость прохождения бумажной ленты могут выбираться в соответствии с национальными нормами. Удовлетворительные результаты испытаний были получены при следующих значениях:

- ширина бумажной ленты: 100 мм
- скорость прохождения бумажной ленты: 2 и 2/3 мм/с.

Скорость прохождения бумажной ленты должна регулироваться вручную.

Указанные выше значения дают шкалу уровня 2 дБ/10 мм (при диапазоне уровня 20 дБ) и длину записи (при общей продолжительности 136 с) соответственно 272 или 90,7 мм.

В дополнение к самописцу желательно предусматривать соответствующие точки для подключения осциллоскопа.

3.3 Последовательность операций

В приложении А к настоящей Рекомендации указываются различные этапы измерительной программы и соответствующие единицы времени.

3.4 Долговременные измерения шума

3.4.1 Автоматические измерения

Через 10 временных интервалов после окончания полной программы измерений и без получения пускового сигнала приемник начинает долговременные измерения шума. Псофометрический шум измеряется в течение 60 временных интервалов, а невзвешенный шум — в течение 20 временных интервалов. Средняя точка измерительного диапазона совпадает со средней точкой, указанной в § 3.2.2 для взвешенного и невзвешенного шумов.

3.4.2 Ручные измерения

Для выполнения непрерывных измерений взвешенного или невзвешенного шума в течение ненормированного промежутка времени необходимо предусматривать возможность выключения хронизирующего устройства. При использовании аналогового приемника его нужно снабдить ручным управлением, позволяющим изменить среднюю точку диапазона на ± 10 дБ.

3.5 Характеристики несогласованности

При настройке каналов звукового вещания методом постоянного напряжения используются следующие величины полного сопротивления:

- на выходе передатчика: менее 10 Ом,
- на входе приемника: свыше 20 кОм.

Если для настройки канала применяется метод согласования полного сопротивления, то путем внутреннего переключения эти две величины могут быть доведены до 600 Ом. Необходимо, чтобы переключатель обеспечивал настройку передатчика и приемника на следующие относительные уровни:

- +6 дБ_о — номинальное значение на усилительных станциях Администраций;
- 0 дБ_о⁴⁾ — номинальное значение на студиях организаций звукового вещания.

3.6 Точность передающей и приемной аппаратуры

3.6.1 Передающий блок

а) Генераторы индивидуальных частот

- допустимое отклонение уровня $\pm 0,2$ дБ
- допустимое отклонение частоты $< 1,0\%$
- нелинейные искажения на частотах $2f$ и $3f$ $< 0,1\%$

⁴⁾ В некоторых случаях может быть также использован уровень -3 дБ_о или ниже.

в) Генератор качающейся частоты:

- допустимое отклонение уровня на частоте 0,8 кГц $\pm 0,2$ дБ
- частотная характеристика по отношению к частоте 0,8 кГц $\pm 0,2$ дБ

3.6.2 Приемный блок

Допустимые отклонения, в том числе и для записывающего устройства:

- значение в средней точке шкалы -12 дБм0 и 0 дБм0 $\pm 0,3$ дБ
- значение в средней точке шкалы -51 дБм0 и -31 дБм0 $\pm 1,0$ дБ

Устойчивость режима должна достигаться через 15 минут после включения аппаратуры. Более подробные сведения о распределении допусков приводятся в дополнении № 3.1, помещенном в конце настоящего выпуска.

Уменьшить допустимые отклонения можно путем калибровки передающего и приемного блоков, соединенных шлейфом (для компенсации остаточных ошибок).

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(к Рекомендации О.31)

ТАБЛИЦА А-1/О.31

Последовательность операций

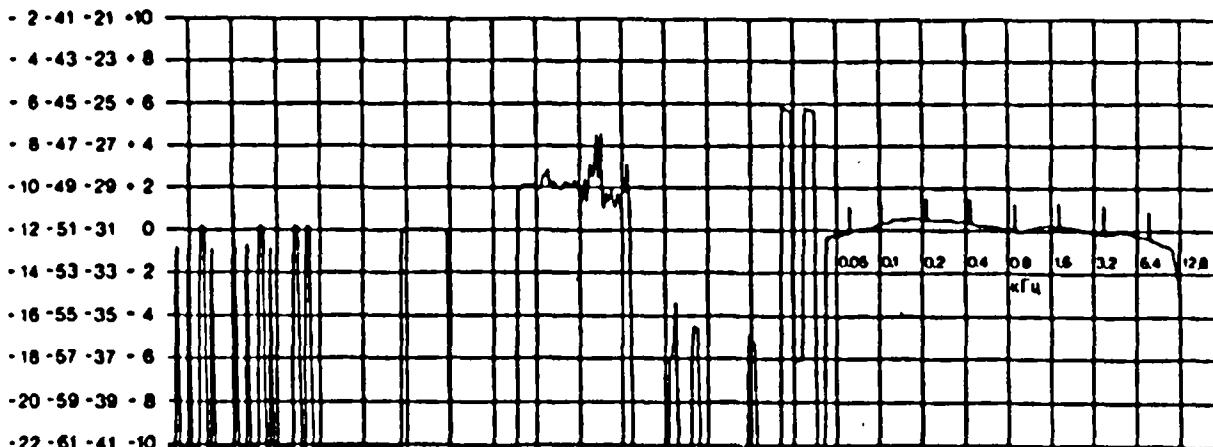
(см. в приложении I пример записи результатов измерений, выполненных с помощью типовой модели автоматической измерительной аппаратуры)

Временные интервалы	Передающий блок		Приемный блок	Средняя точка измерительного диапазона (дБм0)
	Частота (кГц)	Уровень (дБм0)	Вид измерения	
1	1,3	-12	Кодированный пусковой сигнал № 1	
1			Пауза	
19	0,8 Код	-32/-12 Морзе	Станционный код в телеграфном коде Морзе	-12
1			Пауза	
4	0,8	-12	Измерение эталонного уровня	-12
2			Пауза	
1	1,3	-12	Кодированный пусковой сигнал № 2	
2			Пауза	
5			Мощность шума, взвешенного с помощью псофометра	-51
5			Мощность невзвешенного шума	-51
2			Пауза	
1	0,09	+9	Уровень k_2 , измеренный с помощью фильтра 0,18 кГц	-31
1			Пауза	
1	0,06	+9	Уровень k_2 , измеренный с помощью фильтра 0,18 кГц	-31
2			Пауза	
1	0,8 1,42	+3 +3	Уровень d_2 , измеренный с помощью фильтра 0,18 кГц	-37
2			Пауза	
1	0,8	+9	Уровень k_2 , измеренный с помощью фильтра 1,6 кГц	-31
1			Пауза	
1	0,533	+9	Уровень k_2 , измеренный с помощью фильтра 1,6 кГц	-31
2			Пауза	
3	0,8	+6/-6/+6	Испытание компандера	0
4			Пауза с резервом	
1	1,3	-12	Кодированный пусковой сигнал № 3	
1			Пауза	
35	0,03...16 с частотными метками на каждой октаве, начиная с 0,05 кГц	-12	Частотная характеристика	-12
2			Пауза	
Всего 102				

ПРИЛОЖЕНИЕ I

(к Рекомендации O.31)

Пример записи результатов измерений, выполненных с помощью типовой модели автоматической измерительной аппаратуры



дБмО Шкала		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
к	к	Измерительная программа		Передающая станция	Приемная станция	Канал	Мониторинг	Датум	Примечания														
к	к	1 Стационарный код																					
к	к	2 0,8 кГц Настройка																					
к	к	3 Шум взвешенный																					
к	к	4 Шум невзвешенный																					
к	к	5 Неправильная А ₂ (0,09 кГц)																					
к	к	6 Новое ис- А ₂ (0,06 кГц)																					
к	к	7 Какое-то А ₂ (0,8+1,42 кГц)		Дата	Время																		
к	к	8 при А ₂ (0,8 кГц)																					
к	к	9 +9 дБмО А ₂ (0,533 кГц)																					
к	к	10 Испытание компандера +6/-6/+6 дБмО																					
к	к	11 Амплитудно-частотное искажение																					

ССИТ - 37501

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Определение и продолжительность периода настройки и подготовительного периода", том IV, Рек. N.4.
- [2] Рекомендация МККТТ "Измерения, выполняемые в период настройки, предшествующий передаче программ звукового вещания", том IV, Рек. N.12.
- [3] Рекомендация МККТТ "Измерения, выполняемые радиовещательными организациями в течение подготовительного периода", том IV, Рек. N.13.
- [4] Рекомендация МККТТ "Предельные значения и процедуры настройки канала звукового вещания", том IV, Рек. N.21.
- [5] Рекомендация МККТТ "Измерения, выполняемые радиовещательными организациями в течение подготовительного периода", том IV, Рек. N.13, примечание.
- [6] Рекомендация МККР "Измерение уровня напряжения уровня шума звуковой частоты в звуковом радиовещании", том X, Рек. 468, МСЭ, Женева, 1986 г.

**АВТОМАТИЧЕСКАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА
ДЛЯ СТЕРЕОФОНИЧЕСКИХ ПАР КАНАЛОВ ЗВУКОВОГО ВЕЩАНИЯ**

(Женева, 1972 г.)

1 Общие положения

Аппаратура, обладающая характеристиками, указанными в настоящей Рекомендации, предназначена для измерений в стереофонических парах каналов звукового вещания. Ее характеристики очень близки к характеристикам аппаратуры, описанной в Рекомендации О.31. И стереофоническая, и монофоническая аппаратура может использоваться для измерения монофонических каналов звукового вещания.

Различия между этими двумя вариантами аппаратуры заключаются в следующем:

Монофоническая аппаратура (Рекомендация О.31) измеряет пять различных параметров за 136 секунд, тогда как стереофоническая аппаратура измеряет эти же пять параметров в каналах А и В стереофонической пары; кроме того, она измеряет разность уровней и разность фаз этих каналов, а также переходное влияние между ними на трех определенных частотах. Таким образом, общая продолжительность измерений для стереофонической аппаратуры составляет около 371 секунды.

2 Показатели качества и измерительные программы

2.1 Проверяемые показатели качества

В таблице 1/О.32 приводятся различные показатели качества, обозначенные буквами от *a* до *i* и включенные в Рекомендацию О.31.

2.2 Основные программы

В качестве основных программ можно взять измерительную программу для монофонических каналов, которая полностью соответствует программе Рекомендации О.31, и измерительную программу для стереофонических каналов.

Каждая основная программа состоит из подпрограмм, указанных в таблице 2/О.32 и используемых независимо одна от другой (буква "з" в подпрограмме 1 обозначает стационарный код передатчика).

2.3 Подпрограммы

2.3.1 Подпрограмма 1 (стационарный код и показатель монофонического качества *a*)

Стационарный код передается в соответствии с § 3.1.2; после этого выполняется измерение уровня в канале А на эталонной частоте.

2.3.2 Подпрограмма 2 (показатели монофонического качества *b*, *c* и *d*)

Подпрограмма 2 включает в себя три операции:

- 1) измерение уровня взвешенного и невзвешенного шумов канала А (b_1 и b_2);
- 2) селективное измерение нелинейных искажений в канале А, таких как гармонические искажения 2-го и 3-го порядков, а также продукты перекрестной модуляции ($c_1 \dots c_3$);
- 3) испытание работы компрессора канала А (*d*).

2.3.3 Подпрограмма 3 (показатель монофонического качества *e*)

Измерение неравномерности частотной характеристики канала А.

2.3.4 Подпрограмма 4 (показатель монофонического качества *a* и показатель стереофонического качества *f*)

Подпрограмма 4 включает в себя три операции. Первая предназначена для проверки уровня эталонной частоты на приеме в канале В (показатель монофонического качества, соответствующий подпрограмме 1). Вторая и третья операции служат для определения суммы (f_1) и разности уровней (f_2) сигналов в каналах А и В. Оба получаемых измерением значения используются для контроля полярности и приблизительной оценки разностей фаз, превышающих пределы, зафиксированные в подпрограмме 8 (показатель стереофонического качества *h*). Если разности уровней и фаз каналов А и В незначительны, то сумма уровней должна на 6 дБ превышать принимаемый уровень эталонной частоты в каждом канале. Разность уровней в этом случае настолько мала, что она не указывается. Если полярность каналов противоположна ($\Delta \varphi = 180^\circ$), то сумма уровней и разность уровней имеют противоположные значения.

Большие значения разности фаз можно определять с помощью таблицы 3/О.32.

ТАБЛИЦА 1/О.32

Измерение показателей качества от *a* до *i*, требования к передатчику и приемнику

Показатели качества		Ссылка		Передатчик		Приемник				
		Передатчик	Приемник	Частота (кГц)	Уровень мощности (дБм0)	Средняя точка измерения (дБм0)	Фильтры: НЧ и полосовой (П) (кГц)			
Монофонические измерения	<i>a</i>	Станционный код	3.1.2		0,8	-32/-12	-12	-		
	<i>a</i>	Уровень сигнала на измерительной частоте	3.1.3	3.2.2	0,8	-12	-12	20 НЧ		
	<i>b</i>	<i>b</i> ₁	Уровень взвешенного шума			-	-	-51	Рекомендация 468 МККР [1] 20 НЧ	
		<i>b</i> ₂	Уровень невзвешенного шума		3.2.3	-	-	-51		
	<i>c</i>	<i>c</i> ₁ <i>c</i> ₂ <i>c</i> ₃ <i>c</i> ₄ <i>c</i> ₅	Нелинейные искажения	3.1.4	3.2.4	<i>k</i> ₁	0,09	+9	-31	0,18 П
						<i>k</i> ₂	0,06	+9	-31	0,18 П
						<i>d</i> ₁	0,8 + 1,42	+3 +3	-37	0,18 П
<i>k</i> ₃						0,8	+9	-31	1,6 П	
<i>k</i> ₅						0,533	+9	-31	1,6 П	
<i>d</i>	Испытание компандера	3.1.5		0,8	+6/-6/+6	0	20 НЧ			
<i>e</i>	Неравномерность частотной характеристики	3.1.3		0,03 - 16	-12	-12	20 НЧ			
Стерефонические измерения	<i>f</i>	Контроль полярности Сумма уровней Разность уровней	3.1.3	2.3.4	<i>f</i> ₁	0,8	-12	-12	20 НЧ	
					<i>f</i> ₂	0,8	-12	-12	20 НЧ	
	<i>g</i>	Разность уровней	3.1.3	2.3.7	0,03 - 16	-12	0 дБ	20 НЧ		
	<i>h</i>	Разность фаз	3.1.3	3.2.5	0,03 - 16	-12	25°			
	<i>i</i>	<i>i</i> ₁ <i>i</i> ₂ <i>i</i> ₃	Переходное влияние на частотах	180 Гц 1600 Гц 9000 Гц	3.1.6	3.2.6	0,18	-12	-52	0,18 П
1,6							-12	-52	1,6 П	
9							-12	-52	9 П	

ТАБЛИЦА 2/О.32

Основные программы		Подпрограммы								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Монографическая		1	2	3						
Стерефоническая		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Показатели качества		<i>s</i> <i>a</i>	<i>b</i> <i>c</i> <i>d</i>	<i>e</i>	<i>a</i> <i>f</i>	<i>b</i> <i>c</i> <i>d</i>	<i>e</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>

ТАБЛИЦА 3/О.32

Сумма уровней Δn_S (дБ)	Разность уровней Δn_D (дБ)	Разность фаз $\Delta\Phi$
+6,0	— ∞	0/360°
+5,7	—5,7	30/330°
+4,8	0	60/300°
+3,0	+3,0	90/270°
0	+4,8	120/240°
—5,7	+5,7	150/210°
— ∞	+6,0	180°

Примечание. — Данная таблица составлена на основе следующих формул:

$$\Delta n_S = 3 \text{ дБ} + 10 \log[1 - \cos(180 - \Delta\Phi)]$$

$$\Delta n_D = 3 \text{ дБ} + 10 \log(1 - \cos \Delta\Phi)$$

2.3.5 Подпрограмма 5 (показатели монофонического качества *b*, *c* и *d*)

Измерение уровня взвешенного и невзвешенного шумов и нелинейных искажений, а также испытание работы компандера в соответствии с подпрограммой 2, но для канала В.

2.3.6 Подпрограмма 6 (показатель монофонического качества *e*)

Измерение неравномерности частотной характеристики канала В. (Соответствует подпрограмме 3 для канала А.)

2.3.7 Подпрограмма 7 (показатель стереофонического качества *g*)

Определение разности уровней каналов А и В в зависимости от частоты.

2.3.8 Подпрограмма 8 (показатель стереофонического качества *h*)

Измерение разности фаз каналов А и В в зависимости от частоты.

2.3.9 Подпрограмма 9 (показатель стереофонического качества *i*)

Определение защищенности от переходного влияния между каналами А и В на частотах 180, 1600 и 9000 Гц.

3 Требования

Указанные ниже требования, относящиеся к выполнению измерений показателей качества *a–e*, идентичны требованиям, приведенным в Рекомендации О.31 для монофонического варианта рассматриваемой аппаратуры.

3.1 Передающий блок

3.1.1 Пуск, остановка, задание такта для синхронизации и выбор режима измерения

Запуск измерительной программы в фиксированном или непрерывном режиме осуществляется нажатием блокируемой кнопки, находящейся на передающем блоке. Управление по времени измерительной программой обеспечивается генератором импульсов. Минимальный программируемый такт составляет 1,33 с. Частота синхронизации для этого такта равна 0,75 Гц, ее отклонение не должно превышать $\pm 1\%$. Вторая кнопка дает возможность остановки измерительной программы. При нажатии на эту кнопку происходит отпускание блокирующего механизма кнопки, предназначенной для работы в непрерывном режиме. Запуск, синхронизация и остановка приемного блока производятся с помощью кодированных импульсов (1,3 кГц при уровне — 12 дБм0).

Каждой подпрограмме предшествуют кодированные импульсы, служащие стартовым сигналом. Специальный стоповый сигнал, посылаемый при нажатии на стоповую кнопку, позволяет в любой момент прерывать выполнение текущей измерительной программы и начинать другую программу, выбираемую с помощью переключателя. Кроме того, при нажатии на стоповую кнопку генератор импульсов синхронизации возвращается в начальное положение.

Пусковые и стоповые сигналы состоят из четырех импульсов, длительность которых может быть установлена равной 60 мс (значение O) или 120 мс (значение L), что определяется цифровым кодированием. Интервал между началом двух импульсов внутри кодированного сигнала составляет 240 мс.

Импульсы кодируются следующим образом:

- а) Пусковой сигнал для:
- подпрограммы 1: OOOO
 - подпрограммы 2: OOLO
 - подпрограммы 3: OLOO
 - подпрограммы 4: LOOO
 - подпрограммы 5: OOLL
 - подпрограммы 6: OLLO
 - подпрограммы 7: LLOO
 - подпрограммы 8: OLLO
 - подпрограммы 9: LOLO
- б) Стоповый сигнал: LLLL

Пусковые сигналы читаются справа налево, что является обычным для цифровых кодов, и передаются в том же хронологическом порядке.

Передача кодированного сигнала длительностью 960 мс, управляемая генератором импульсов, должна отставать на 370 мс (чтобы длительность синхронизирующего импульса составляла 1330 мс).

3.1.2 Стационарный код

Измерительной программе предшествует код передающей станции в алфавите кода Морзе. Для этого используются 19 тактовых интервалов. Передача стационарного кода осуществляется на частоте 0,8 кГц между уровнем -32 дБм0 и эталонным испытательным уровнем.

Продолжительность точек и тире телеграфного кода должна составлять соответственно 10% и 35% от продолжительности тактового импульса.

3.1.3 Уровень испытательного сигнала, передаваемого для измерения уровня на эталонной частоте и амплитудно-частотной характеристики

Уровень испытательного сигнала, передаваемого для измерения уровня на эталонной частоте (0,8 кГц) и для измерения амплитудно-частотной характеристики, должен быть равен -12 дБм0 (см. Рекомендацию N.21 [2]). Измерения амплитудно-частотной характеристики должны производиться с использованием генератора качающейся частоты в диапазоне от 0,03 до 16 кГц. Каждая октава (первая начинается на частоте 0,05 кГц) отмечается короткими импульсами (1,3 кГц/ -12 дБм0, 50—100 мс). Скорость выполнения этих последовательных операций для диапазона 30—16 000 Гц, охватывающего 9,06 октавы, должна составлять 5 с на одну октаву, чтобы записывающее устройство, упомянутое в § 3.2.9, могло регистрировать одну октаву соответственно на 10 и 3,3 мм бумажной ленты.

3.1.4 Уровень испытательного сигнала, передаваемого для измерения нелинейных искажений¹⁾

Уровень передачи на испытательных частотах соответствует пиковому уровню передачи программ звукового вещания (см. Рекомендацию N.13 [3]), иначе говоря, при использовании одночастотного метода измерения нелинейных искажений получают ту же пиковую нагрузку, что и двухчастотным методом, применяемым для измерения искажений от перекрестной модуляции (одночастотный сигнал $+9$ дБм0, эквивалентный $2,2 V_{эфф} = 3,1 V_{макс 0}$ и двухчастотный сигнал с уровнем каждой составляющей $+3$ дБм0, эквивалентный $2 \times 1,1 V_{эфф} = 2 \times 1,55 V_{макс 0} = 3,1 V_{макс 0}$ по отношению к точке нулевого относительного уровня). Во из-

¹⁾ Сигнал, передаваемый для измерения нелинейных искажений должен по желанию включаться или не включаться в измерительный цикл (например, путем изменения положения переключателя). Вопрос о том, является ли результат измерения нелинейных искажений допустимым или нет для каждого канала, решается самими пользователями измерительной аппаратуры. При этом они должны придерживаться положений Рекомендации N.21 [2].

бежание перегрузки систем передачи с частотным разделением каналов используются только частоты ниже 2 кГц (ввиду наличия каналов, оборудованных аппаратурой предвыскажения и коррекции предвыскажения), а длительность передачи автоматически доводится до продолжительности одного тактового импульса¹⁾. Должны использоваться следующие испытательные частоты:

- а) для измерений нелинейных искажений на самых низких частотах звукового диапазона:
 $c_1 = 0,09 \text{ кГц}/+9 \text{ дБм0}$ для измерений k_2 ,
 $c_2 = 0,06 \text{ кГц}/+9 \text{ дБм0}$ для измерений k_3 ;
- б) для измерений нелинейных искажений в высокочастотном диапазоне систем передачи с частотным разделением, где образован канал:
 $c_3 = 0,8 \text{ кГц}/+3 \text{ дБм0}$ и $1,42 \text{ кГц}/+3 \text{ дБм0}$ для измерений d_3 ;
- в) для измерений нелинейных искажений на средних частотах звукового диапазона:
 $c_4 = 0,8 \text{ кГц}/+9 \text{ дБм0}$ для измерений k_2 ,
 $c_5 = 0,533 \text{ кГц}/+9 \text{ дБм0}$ для измерений k_3 .

3.1.5 *Сигнал, передаваемый для контроля работы компандера³⁾*

При подаче сигнала с частотой 0,8 кГц, уровень которого меняется между значениями +6, -6, +6 дБм0 для трех последовательных временных интервалов, удается обнаружить неправильную работу регулирующих усилителей в компандерах.

3.1.6 *Переходное влияние между каналами А и В*

Защищенность от переходного влияния между каналами А и В измеряется на частотах 180, 1600 и 9000 Гц. Уровень передачи должен быть равен -12 дБм0.

3.1.7 *Дистанционное управление передающим блоком*

Необходимо предусмотреть возможность передачи до 16 сигналов управления. Для этого можно либо посылать на передающую аппаратуру сигналы двоичного кода, либо заземлить 16 сигнальных цепей. В первом случае для запуска основных монофонических или стереофонических программ нужно использовать соответственно кодированные сигналы LOOL или LLLO в дополнение к пусковым сигналам, указанным в § 3.1.1, выше.

3.2 *Приемный блок*

3.2.1 *Пуск, остановка и синхронизация*

В приемном блоке кодированные импульсы должны распознаваться и выделяться селективным методом. Чтобы избежать ошибочных действий, следует предусматривать защитную цепь, аналогичную той, которая обычно применяется в телефонии для приемников сигналов. Вместе с этой защитной цепью выбранный 4-рядный код обеспечивает исключительно надежную защиту от возможного включения пускового механизма под воздействием сигналов звукового вещания. Следовательно, приемный блок может оставаться постоянно подключенным к каналу звукового вещания и может записывать измерительную программу без участия оператора.

Временная диаграмма должна соответствовать требованиям, определяемым для передающего блока (см. § 3.1.1).

Генератор тактовых импульсов должен включаться после получения пускового сигнала. Приняв стоповый сигнал, генератор должен возвращаться в начальное положение.

¹⁾ Смешанная комиссия СМТТ изучает и другие методы.

²⁾ Данное испытание рекомендуется временно. Оно будет изменено, когда после более тщательных исследований МККТТ подготовит Рекомендации по компандерам и по методам их испытаний.

3.2.2 Диапазоны измерений

Измерительная аппаратура должна иметь логарифмическую характеристику и линейный диапазон измерений ± 10 дБ по отношению к средней точке.

Для данного вида измерения рекомендуется использовать средние точки, указанные в таблице 1/О.32.

3.2.3 Измерения шума

Показатели качества b_1 и b_2 (измерения взвешенного и невзвешенного шумов) измеряются в квазипиковом режиме. В этом случае динамические свойства схемы выпрямителя, а также фильтр для измерения псофометрического шума (b_1) должны соответствовать требованиям Рекомендации 468 [1] МККР.

3.2.4 Необходимые фильтры и их характеристики

Необходимо предусматривать два полосовых фильтра для фильтрации продуктов нелинейных искажений: один на 0,18 кГц, другой — на 1,6 кГц. Эти фильтры должны использоваться следующим образом:

фильтр на 0,18 кГц:

- для измерений k_2 на частоте 0,09 кГц (c_1),
- для измерений k_3 на частоте 0,06 кГц (c_2),
- для измерений d_3 на частоте 0,8 кГц/1,42 кГц (c_3);

фильтр на 1,6 кГц:

- для измерений k_2 на частоте 0,8 кГц (c_4),
- для измерений k_3 на частоте 0,533 кГц (c_5).

С помощью фильтра на 0,18 кГц измеряется только нижний продукт d_3 ($2 \times 0,8$ кГц — 1,42 кГц = 0,18 кГц). Верхний продукт d_3 на частоте 2,04 кГц ($= 2 \times 1,42 - 0,8$ кГц) не измеряется. Для компенсации берется двойная величина нижнего продукта d_3 на частоте 0,18 кГц.

Полосовые фильтры должны иметь следующие характеристики:

- полоса пропускания, определяемая значениями вносимого затухания менее 1 дБ:
для фильтра 0,18 кГц: ± 3 Гц
для фильтра 1,6 кГц: ± 24 Гц } по отношению к средней частоте;
- полоса запираания, определяемая значениями вносимого затухания свыше 70 дБ:
для фильтра 0,18 кГц: $< 0,09$ кГц и $> 0,36$ кГц,
для фильтра 1,6 кГц: $< 0,8$ кГц и $> 3,2$ кГц.

3.2.5 Измерение разности фаз каналов А и В

Разность фаз каналов А и В измеряется в зависимости от частоты. Для этого используется фазовый дискриминатор, работа которого не зависит от разности уровней каналов. Учитывая выбранную линейную шкалу ($5^\circ/\text{см}$) и рекомендуемую ширину ленты записывающего устройства, диапазон измерения ограничивается пределами от 0 до 50° . Более значительные величины разности фаз можно определять по стереофоническому показателю f подпрограммы 4.

3.2.6 Измерение переходного влияния между каналами А и В

Защищенность от переходного влияния между каналами А и В на частотах 180, 1600 и 9000 Гц измеряется селективным методом. Для двух первых частот можно использовать те же фильтры, что и для измерения нелинейных искажений подпрограмм 2 и 5.

Достаточно будет установить дополнительный фильтр на 9 кГц.

Полосовой фильтр должен иметь следующие характеристики:

- полоса пропускания, определяемая значениями вносимого затухания менее 1 дБ: $\pm 0,8$ кГц по отношению к средней частоте;
- диапазон частот запираания, определяемый значениями вносимого затухания свыше 14 дБ: $< 4,5$ кГц и > 18 кГц по отношению к средней частоте.

Измеряемая защищенность от переходного влияния ограничивается критическим диапазоном в пределах от 30 до 60 дБ.

3.2.7 *Дополнительные метки для цифровых приемников*

При необходимости в цифровом приемнике могут быть получены дополнительные метки; для этого в качестве задающих берутся импульсы, отмечающие октавы и поступающие от передающего блока.

3.2.8 *Программирование цифровых приемников*

В случае использования цифрового приемника его следует программировать таким образом, чтобы обеспечить возможность проверки испытываемых каналов на соответствие установленным предельным значениям.

3.2.9 *Записывающее устройство*

Постоянная времени записывающего устройства не должна превышать 200 мс. В отношении схемы выпрямителя приемной аппаратуры, используемой для измерения шума, необходимо придерживаться требований Рекомендации 468 МККР [1].

Ширина и скорость прохождения бумажной ленты могут выбираться в соответствии с национальными нормами. Удовлетворительные результаты испытаний были получены при следующих значениях:

- Ширина бумажной ленты: 100 мм.
Это значение дает шкалу уровня 2 дБ/10 мм (для измерительного диапазона 20 дБ).
- Скорости прохождения ленты: 2 мм/с и 2/3 мм/с.
Выбор скорости прохождения бумажной ленты производится вручную.

В дополнение к самописцу желательно предусматривать соответствующие точки для подключения осциллоскопа.

3.3 *Последовательность операций, входящих в программу*

В приложении А дается последовательность операций, образующих стереофоническую измерительную программу со всеми ее подпрограммами. В каждой подпрограмме первый и второй импульсы служат соответственно пусковым сигналом и паузой.

3.4 *Долговременные измерения шума*

3.4.1 *Автоматические измерения*

После завершения основных монофонических или стереофонических программ выполняются долговременные автоматические измерения в каналах А и В без команды от передающей аппаратуры. Последовательность этих измерений должна быть следующей:

<i>Временные интервалы</i>	<i>Программа приемного блока</i>	<i>Канал</i>
10	пауза	
60	взвешенный шум.	А
20	невзвешенный шум.	А
2	пауза	
60	взвешенный шум.	В
20	невзвешенный шум.	В

3.4.2 *Ручные измерения*

Для выполнения непрерывных измерений взвешенного или невзвешенного шума в течение неопределенного промежутка времени необходимо предусматривать возможность выключения хранирующего устройства. При использовании аналогового приемника его нужно снабдить ручным управлением, позволяющим изменить среднюю точку диапазона ± 10 дБ.

3.5 Характеристики несогласованности

При настройке каналов звукового вещания методом постоянного напряжения используются следующие величины полного сопротивления:

- на выходе передатчика: менее 10 Ом,
- на входе приемника: свыше 20 кОм.

Если для настройки канала применяется метод согласования полного сопротивления, то путем внутреннего переключения эти две величины могут быть доведены до 600 Ом. Необходимо, чтобы переключатель обеспечивал настройку передатчика и приемника на следующие относительные уровни:

- +6 дБ_о = номинальное значение на промежуточных усилительных станциях Администраций;
- 0 дБ_о⁴) = номинальное значение на студиях организаций звукового вещания.

3.6 Точность передающего и приемного блоков

3.6.1 Передающий блок

а) Генераторы индивидуальных частот:

- допустимое отклонение уровня ± 0,2 дБ
- допустимое отклонение частоты < 1,0%
- нелинейные искажения на частотах 2f и 3f. < 0,1%

б) Генератор качающейся частоты

- допустимое отклонение уровня на частоте 0,8 кГц ± 0,2 дБ
- амплитудно-частотная характеристика по отношению к частоте 0,8 кГц ± 0,2 дБ

3.6.2 Приемный блок

Допустимые отклонения, в том числе и для самописца:

- значение в средней точке шкалы -12 и 0 дБм0. ± 0,3 дБ
- значение в средней точке шкалы -51 и 31 дБм0. ± 1,0 дБ

Устойчивость режима должна достигаться через 15 минут после включения. Более детальное распределение допустимых отклонений рассматривается в дополнении № 3.1, помещенном в конце данного выпуска.

Уменьшить допустимые отклонения можно путем калибровки передающего и приемного блоков, соединенных шлейфом.

⁴) В некоторых случаях может быть также использован уровень -3 дБ_о или ниже.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(к Рекомендации О.32)

ТАБЛИЦА А-1/О.32

Последовательность операций при выполнении основной стереофонической измерительной программы

Подпрограмма	Временной интервал	Передающий блок			Присланный блок		
		Частота (кГц)	Уровень (дБМ0)	Измеряемый канал	Измеряемая характеристика	Канал	Средняя точка измерительного диапазона (дБМ0)
1	1	1,3	-12	А	Пусковой сигнал № 1	А	-
	1	-	-	-	Пауза	-	-
	19	0,8	-32/-12	А	Стационарный код	А	-12
	1	-	-	-	Пауза	-	-
	4	0,8	-12	А	Измерение эталонного уровня	А	-12
	2	-	-	-	Пауза	-	-
	28						
2	1	1,3	-12	А	Пусковой сигнал № 2	А	-
	2	-	-	-	Пауза	-	-
	5	-	-	-	Взвешенный шум (фильтр псофометра)	А	-51
	5	-	-	-	Невзвешенный шум	А	-51
	2	-	-	-	Пауза	-	-
	1	0,09	+9	А	Уровень k_2 (фильтр 0,18 кГц)	А	-31
	1	-	-	-	Пауза	-	-
	1	0,06	+9	А	Уровень k_3 (фильтр 0,18 кГц)	А	-31
	2	-	-	-	Пауза	-	-
	1	0,8/1,42	+3/+3	А	Уровень d_2 (фильтр 0,18 кГц)	А	-37
	2	-	-	-	Пауза	-	-
	1	0,8	+9	А	Уровень k_3 (фильтр 1,6 кГц)	А	-31
	1	-	-	-	Пауза	-	-
	1	0,533	+9	А	Уровень k_3 (фильтр 1,6 кГц)	А	-31
2	-	-	-	Пауза	-	-	
3	0,8	+6/-6/+6	А	Испытание компандеров	А	0	
4	-	-	-	Пауза с резервом	-	-	
	35						
3	1	1,3	-12	А	Пусковой сигнал № 3	А	-
	1	-	-	-	Пауза	-	-
	35	0,03-16	-12	А	Амплитудно-частотная характеристика	А	-12
	2	-	-	-	Пауза	-	-
	39						
4	1	1,3	-12	А	Пусковой сигнал № 4	А	-
	1	-	-	-	Пауза	-	-
	2	0,8	-12	В	Измерение эталонного уровня	В	-12
	1	-	-	-	Пауза	-	-
	2	0,8	-12	А, В	Сумма уровней	А, В	-12
	1	-	-	-	Пауза	-	-
	2	0,8	-12	А, В	Разность уровней	А, В	-12
	2	-	-	-	Пауза	-	-
	12						

ТАБЛИЦА А-1/0.32 (окончание)

Подпрограмма	Временной интервал	Передающий блок			Приемный блок		
		Частота (кГц)	Уровень (дБм0)	Измеряемый канал	Измеряемая характеристика	Канал	Средняя точка измерительного диапазона (дБм0)
5	1	1,3	-12	A	Пусковой сигнал № 5	A	-
	2	-	-	-	Пауза	-	-
	5	-	-	-	Взвешенный шум (фильтр псофометра)	B	-51
	5	-	-	-	Невзвешенный шум	B	-51
	2	-	-	-	Пауза	-	-
	1	0,09	+9	B	Уровень k_2 (фильтр 0,18 кГц)	B	-31
	1	-	-	-	Пауза	-	-
	1	0,06	+9	B	Уровень k_2 (фильтр 0,18 кГц)	B	-31
	2	-	-	-	Пауза	-	-
	1	0,8/1,42	+3/+3	B	Уровень d_2 (фильтр 0,18 кГц)	B	-37
	2	-	-	-	Пауза	-	-
	1	0,8	+9	B	Уровень k_2 (фильтр 1,6 кГц)	B	-31
	1	-	-	-	Пауза	-	-
	1	0,533	+9	B	Уровень k_2 (фильтр 1,6 кГц)	B	-31
2	-	-	-	Пауза	-	-	
3	0,8	+6/-6/+6	B	Испытание компандеров	B	0	
4	-	-	-	Пауза с резервом	-	-	
	35						
6	1	1,3	-12	A	Пусковой сигнал № 6	A	-
	1	-	-	-	Пауза	-	-
	35	0,03-16	-12	B	Амплитудно-частотная характеристика	B	-12
	2	-	-	-	Пауза	-	-
	39						
7	1	1,3	-12	A	Пусковой сигнал № 7	A	-
	1	-	-	-	Пауза	-	-
	35	0,03-16	-12	A, B	Разностей уровней в зависимости от частоты	A, B	0
	2	-	-	-	Пауза	-	-
	39						
8	1	1,3	-12	A	Пусковой сигнал № 8	A	-
	1	-	-	-	Пауза	-	-
	35	0,03-16	-12	A, B	Разность фаз в зависимости от частоты	A, B	25°
	2	-	-	-	Пауза	-	-
	39						
9	1	1,3	-12	A	Пусковой сигнал № 9	A	-
	1	-	-	-	Пауза	-	-
	2	0,18	-12	A	Уровень переходного влияния (фильтр 0,18 кГц)	B	-52
	1	-	-	-	Пауза	-	-
	2	1,6	-12	A	Уровень переходного влияния (фильтр 1,6 кГц)	B	-52
	1	-	-	-	Пауза	-	-
	2	9,0	-12	A	Уровень переходного влияния (фильтр 9 кГц)	B	-52
2	-	-	-	Пауза	-	-	
	12						
1-9	278						

Продолжительность основной измерительной программы для стереофонических каналов: 278 временных интервалов x 1,33 с/временной интервал ≈ 371 с.

Библиография

- [1] Рекомендация МККР "Измерение уровня напряжения шума звуковой частоты в звуковом радиовещании", том X, Рек. 468, МСЭ, Женева, 1986 г.
- [2] Рекомендация МККРТ "Предельные значения и процедуры настройки канала звукового вещания", том IV, Рек. N.21.
- [3] Рекомендация МККРТ "Измерения, выполняемые радиовещательными организациями в течение подготовительного периода", том IV, Рек. N.13, примечание.

Рекомендация O.33

АВТОМАТИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ БЫСТРОГО ИЗМЕРЕНИЯ МОНОФОНИЧЕСКИХ И СТЕРЕОФОНИЧЕСКИХ КАНАЛОВ, ТРАКТОВ И СОЕДИНЕНИЙ ЗВУКОВОГО ВЕЩАНИЯ

(Малага-Торремолинос, 1984 г.; изменена в Мельбурне в 1988 г.)

1 Общие положения

Автоматическая измерительная аппаратура для каналов звукового вещания должна обеспечивать быстрое измерение всех необходимых параметров для проверки качества этих каналов. В настоящей спецификации указываются измеряемые характеристики и возможности, обеспечиваемые этой аппаратурой, но в ней не дается детального описания измерительного метода и процесса обработки результатов. Поэтому разработчики свободны в выборе любой конструкции, которая отвечала бы требованиям, изложенным в данной спецификации. Однако преимущество программного управления измерительной последовательностью представляется очевидным, поскольку это дает возможность применения различных последовательностей, соответствующих потребностям самых разных пользователей в самых разных случаях.

Следует отметить, что настоящая аппаратура будет отвечать требованиям Рекомендаций N.12 [1] и N.13 [2], но не все параметры, указанные в Рекомендациях N.10 [3], N.21 [4] и N.23 [5] (например, частотная характеристика группового времени прохождения), могут быть измерены.

2 Общий принцип

Аппаратура должна состоять либо из двух отдельных блоков (передатчика и приемника), либо представлять собой объединенный приемо-передающий блок модульной конструкции, обеспечивающий работу только в режиме передачи или только в режиме приема.

Результаты измерений должны визуально отображаться с помощью запоминающего устройства, которое обеспечивает последующее долговременное отображение измеряемых характеристик.

Цель измерений состоит не только в том, чтобы позволить обслуживающему персоналу принимать немедленные решения, но и обеспечить инженеру, ответственному за передачу, возможность последующей точной оценки качества передачи. Желательно также, чтобы результаты были доступны при скоростях от 110 до 300 бод в соответствии с бит-последовательным кодом ИСО-7 [6] на стандартном интерфейсе RS 232-c [7] с возможностью выбора скорости в пределах от 110 до 300 бод или (в качестве дополнительной возможности) на стандартном интерфейсе IEEE 488/МЭК 625 [8].

В любом случае измеряемые параметры должны быть четко идентифицированы, а исходный код должен быть указан (см. § 2.1).

Аппаратура должна обеспечивать измерение как минимум следующих характеристик:

- a) уровень на приеме (вносимое усиление);
- b) амплитудно-частотное искажение;
- c) нелинейное искажение;
- d) невзвешенное и взвешенное (в соответствии с Рекомендацией МККР 468 [9]) отношение сигнал/шум;
- e) линейность компандирования;
- f) программно-модулированный шум и шум за счет дискретизации.

Эти характеристики определяются в § 4.

Кроме того, аппаратура должна обеспечивать измерение в каналах А и В, как минимум, следующих характеристик:

- g) разность усиления и разность фаз между каналами;
- h) переходное влияние и внятные переходы между каналами.

Стереофонические характеристики определяются в § 5.

Желательно предусматривать такую физическую конструкцию аппаратуры, чтобы ее технические возможности обеспечивались посредством осуществляемого пользователем преобразования монофонического оборудования, добавления соответствующих съемных устройств и, возможно, внесения небольших изменений во внутренние схемы.

Аппаратура должна обеспечивать возможность передачи испытательных сигналов с тональными частотами и с уровнями, соответствующими требуемым уровням в измерительных точках пользователя. Поскольку номинальные уровни у отдельных радиовещательных организаций и Администраций различны, нормировать абсолютные уровни нецелесообразно. Поэтому в точке, в которой выполняются измерения, был определен уровень "ИСПЫТАНИЕ" на 9 дБ ниже максимального допустимого уровня. Уровень "ИСПЫТАНИЕ" соответствует абсолютному уровню 0 дБм0, измеряемому в точке нулевого относительного уровня (0 дБ0) [10]. Таким образом, разработчики и изготовители автоматической измерительной аппаратуры будут выбирать такой уровень "ИСПЫТАНИЕ", который будет соответствовать удобному для них фиксированному уровню (например, 0 дБм0).

На этом фиксированном уровне амплитуды передаваемых сигналов в последовательностях измерительной программы будут соответствовать определению максимального допустимого уровня (+9 дБм0з), уровня настройки (0 дБм0з) и измерительного уровня (-12 дБм0з), приведенным в Рекомендации N.15 [11].

Должны предусматриваться средства переключения, позволяющие фиксировать уровень "ИСПЫТАНИЕ" на +6 дБ, 0 дБ или -3 дБ по отношению к эффективному значению 0,775 В. Этот переключатель будет защищен (особенно при абсолютных значениях, превышающих 0 дБм0) от неправильных действий, если он будет размещаться, например, внутри аппаратуры. Необходимо также учитывать уровень -20 дБ по отношению к эффективному значению 0,775 В.

2.1 Оpoznание начала, источника и программы

Измерительная последовательность выбирается с учетом конкретных условий применения. В приложениях к настоящей Рекомендации даны определенные измерительные программы с указанием последовательности выполнения различных этапов каждой программы и с указанием соответствующих единиц времени.

Последовательности испытательных сигналов тональной частоты должен предшествовать сигнал опознания начала, источника и программы, роль которого заключается в следующем:

- давать приемному блоку команду запуска измерительной последовательности,
- идентифицировать источник испытательных сигналов,
- указывать на то, какая записанная измерительная программа должна использоваться.

Сигнал опознания начала, источника и программы, использующий код ИСО-7 [6] с битом четности и двумя стоповыми битами, должен передаваться с использованием частотной модуляции с частотой холостого импульса 1650 Гц и рабочей частотой 1850 Гц при скорости передачи 110 бод.

Оpoznательный сигнал представляет собой сообщение со следующей структурой:

- Начало заголовка (знак "SOH")
- Идентификация источника (четыре буквенно-цифровых знака)
- Специальная сигнализация (один знак)
- Начало текста (знак "STX")
- Идентификация измерительной программы (два цифровых знака от 00 до 99)
- Окончание текста (знак "ETX")

Рабочая посылка должна передаваться, как минимум, в течение 18 мс (два бита) до бита начала знака SOH.

Окончание второго стопового бита знака ETX определяет начало измерительной последовательности.

Сигнал опознания начала, источника и программы должен передаваться с уровнем на 12 дБ ниже уровня "ИСПЫТАНИЕ".

2.2 Режим работы

Аппаратура должна работать в автоматическом или ручном режиме.

2.2.1 Автоматический режим

В автоматическом режиме передающий блок, получив пусковой сигнал, посылаемый либо нажатием специальной кнопки на передатчике, либо дистанционным замыканием пары контактов, начинает выполнение полной программной испытательной последовательности. Приемный блок, получив от передающего блока опознавательный сигнал, начинает выполнение полной программной измерительной последовательности, затем запись и/или печатание результатов для последующего анализа.

2.2.2 Ручной режим

2.2.2.1 Передающий блок

В ручном режиме работы должна предусматриваться возможность выполнения передатчиком любого шага измерительной последовательности, при котором подается непрерывно соответствующий испытательный сигнал. Таким образом, этот режим обеспечит работу передающего блока с ручным измерительным оборудованием. Можно будет также осуществлять ручную регулировку выходного сигнала на любую частоту в пределах от 40 до 15 000 Гц с точностью свыше 5 Гц. Уровень можно будет регулировать в пределах от -12 до $+15$ дБ относительно эффективного значения 0,775 В с точностью до 0,2 дБ. Прибор должен показывать частоту и уровень выходного сигнала. В том случае, если уровень на выходе превысит эффективное значение 0,775 В, будет срабатывать световой мигающий индикатор.

2.2.2.2 Приемный блок

При ручном режиме работы должна предусматриваться возможность выполнения приемником любого измерения испытательной последовательности, что позволит использовать прибор с ручным передающим оборудованием. Желательно также предусматривать визуальную индикацию частоты входного сигнала.

2.2.3 Дистанционное управление

Передающий и приемный блоки должны обеспечивать возможность дистанционного управления, осуществляемого либо через интерфейс RS 232-C [7], либо через интерфейс IEEE 488/МЭК 625 [8].

3 Принципиальная схема и конструкция аппаратуры

Необходимо иметь в виду, что групповое время прохождения каналов большой протяженности может являться причиной погрешностей измерения, особенно на низких частотах. Поэтому аппаратура должна разрабатываться с таким расчетом, чтобы измерение выполнялось по истечении промежутка времени, достаточно продолжительного для стабилизации принятого сигнала.

Как правило, принципиальная схема и конструкция аппаратуры должны соответствовать национальным и международным нормам, в частности, в отношении требований, касающихся надежности и защиты от электрических ударов [12].

4 Параметры

4.1 Уровень на приеме (вносимое усиление)

Передается частота 1020 Гц на уровне "ИСПЫТАНИЕ". Принимаемый уровень измеряется, а результат выражается в децибелах по отношению к уровню "ИСПЫТАНИЕ".

4.2 Амплитудно-частотные искажения

Принимаемый уровень должен измеряться на определенном числе различных частот, определяемых в измерительной программе. Уровень передачи должен быть ниже уровня "ИСПЫТАНИЕ" на 12 дБ.

Результаты должны показываться в децибелах по отношению к уровню приема на частоте 1020 Гц, который на 12 дБ ниже уровня "ИСПЫТАНИЕ". Считается неприемлемым использование уровня, принимаемого при выполнении измерения, указанного в § 4.1.

4.3 Нелинейные искажения

Суммарные нелинейные искажения должны измеряться на частотах 60 Гц и 1020 Гц. Нелинейные искажения 2-го порядка (k_2) должны измеряться на частоте 1020 Гц. Нелинейные искажения 3-го порядка (k_3) должны измеряться на частоте 60 Гц.

Уровень передачи должен быть на 9 дБ выше уровня "ИСПЫТАНИЕ". Приемник должен определять среднеквадратическое значение гармоник, а результаты должны выражаться в децибелах по отношению к уровню основных частот на приеме.

Во избежание перегрузки систем передачи сигналы испытательных частот должны передаваться на максимально допустимом уровне в строгом соответствии с требованиями Рекомендации N.21 [4]. Программы, содержащие измерения искажений, должны, таким образом, ограничивать продолжительность передачи только одним временным интервалом (1 с), а в том случае, если выполняются последовательные измерения искажений, должна соблюдаться пауза, длительность которой составляет не менее одного интервала.

В испытательный цикл можно ввести измерение нелинейных искажений путем повторения записанных программ с этим измерением или без него, либо с помощью переключателя без блокировки.

Примечание. — Частота 1020 Гц была выбрана с таким расчетом, чтобы избежать использования субгармоники частоты дискретизации цифровых систем.

4.4 Отношение сигнал/шум

Передающий блок подключает соответствующую нагрузку на вход измеряемого канала, а приемный блок в течение 8 секунд измеряет самое высокое квазипиковое значение с психометрическим взвешиванием или без него, соблюдая при этом положения Рекомендации МККР 468 [9]. Результат должен выражаться в децибелах по отношению к принимаемому уровню "ИСПЫТАНИЕ" на частоте 1020 Гц или по отношению к максимально допустимому уровню (+9 дБм0). Выбор взвешенной или невзвешенной характеристики, а также эталонного уровня должен осуществляться с помощью ручного переключателя на приемном блоке. Этот переключатель должен быть защищен от неправильных действий, а его положение должно указываться в результатах. Обычное положение переключателя соответствует взвешенной характеристике.

4.5 Линейность компрессирования

В течение трех последовательных временных интервалов передается тональный сигнал с частотой 820 Гц и уровнями +6 дБ, -6 дБ и +6 дБ по отношению к уровню "ИСПЫТАНИЕ".

Приемный блок показывает уровни на приеме.

4.6 Шум за счет дискретизации

Временной интервал, используемый для измерения нелинейных искажений на частоте 60 Гц, может также служить для измерения шума за счет дискретизации. Для подавления гармоник 2-го и 3-го порядков применяется фильтр верхних частот ($f_0 < 400$ Гц и > 60 дБ/60 Гц). Остаточный шум измеряется (со взвешиванием или без него) с использованием квазипиковой характеристики.

5 Стереофонические характеристики

5.1 Разность усиления и разность фаз между каналами

В случае использования стереофонических модулей аппаратура должна обеспечивать одновременное измерение разности фаз и разности уровней между сигналами на входах А и В. Измерения должны выполняться на всех частотах, предусматриваемых для определения амплитудно-частотных искажений. Желательно, чтобы прибор показывал полярность ошибки.

Результаты должны выражаться в децибелах и в градусах по отношению к каналу А, взятому в качестве эталонного.

Аппаратура, не обеспечивающая одновременных измерений, может использоваться лишь в том случае, если она дает результаты, эквивалентные результатам, получаемым при одновременном измерении. Следует избегать применения некоторых частот, как это указано в § 3.8 Рекомендации N.21 [4].

5.2 Переходное влияние и внятные переходы между каналами

Передающий блок должен передать тональный сигнал с частотой 2040 Гц и уровнем на 12 дБ ниже уровня "ИСПЫТАНИЕ" сначала по каналу А, затем по каналу В, подключив соответствующую нагрузку к неиспользуемой цепи. Приемный блок должен измерять уровень мешающего сигнала в неиспользуемой цепи.

Результат должен выражаться в децибелах по отношению к уровню в используемой цепи.

Сигнал, применяемый для измерения переходного влияния, служит также для обнаружения внятных переходов, и если происходит взаимная замена каналов, то должна осуществляться соответствующая индикация.

6 Характеристики аппаратуры — Передатчик

Выходное полное сопротивление ¹⁾	< 10 Ом
Погрешность уровня	< 0,2 дБ
Погрешность частоты	< 1%
Суммарные нелинейные искажения на максимальном выходном уровне (+21 дБ):	
кроме частот 60 и 1020 Гц	< 0,5%
на частотах 60 и 1020 Гц	< 0,1%
Уровень взвешенного шума на выходе	< -80 дБк0пз
Разность уровней между выходами А и В	< 0,2 дБ
Разность фаз между выходами А и В	< 2°

¹⁾ Данное значение не учитывает наличие трансформатора, необходимого для соблюдения требований, приведенных в Рекомендации МККР N.11 [13] и касающихся полного сопротивления и асимметрии по отношению к земле.

7 Характеристики аппаратуры — Приемник

7.1 Входное полное сопротивление¹⁾: > 20 кОм

7.2 Диапазон и минимальная точность

7.2.1 Измерение уровня

Диапазон:

Сигнал: от +20 дБ до -45 дБ

Шум: от -20 дБ до -70 дБ

по отношению к эффективному значению 0,775 В

Погрешность:

≤ ± 0,2 дБ в диапазоне уровней от +15 до -20 дБ

≤ ± 0,5 дБ в диапазоне уровней от -20 до -50 дБ

≤ ± 1,0 дБ в диапазоне уровней от -50 до -60 дБ

≤ ± 3,0 дБ в диапазоне уровней от -60 до -70 дБ

Примечание. — Измерения шума должны выполняться с использованием ограниченной полосы частот для получения частотной характеристики, определяемой в приложении 1 Рекомендации МККР 468 [9].

Диапазон частот: от 20 Гц до 50 кГц.

7.2.2 Измерение искажений

Измерительный диапазон: до 0,3% (-50 дБ)

Погрешность: (± 1 дБ)

7.2.3 Измерение фазы

Измерительный диапазон: ± 180°

Погрешность: ≤ +2° во всем измерительном диапазоне

8 Рабочие условия

Характеристики, указанные выше, должны соблюдаться при работе аппаратуры в условиях внешней среды, определяемых в § 2.1 Рекомендации О.3.

¹⁾ Данное значение не учитывает наличие трансформатора, необходимого для соблюдения требований, приведенных в Рекомендации МККТТ N.11 [13] и касающихся полного сопротивления и асимметрии по отношению к земле.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(к Рекомендации О.33)

Измерительная последовательность для монофонических каналов звукового вещания

Временной интервал (с)	Передающий блок		Номер программы: 00
	Частота (Гц)	Уровень (дБм0)	Измеряемая характеристика
1	1650/1850	-12	Опознавание начала, источника и программы
1	1 020	0	Уровень на приеме
1	1 020	-12	Амплитудно-частотные искажения
1	40	-12	
1	80	-12	
1	200	-12	
1	500	-12	
1	820	-12	
1	1 900	-12	
1	3 000	-12	
1	5 000	-12	
1	6 300	-12	
1	9 500	-12	
1	11 500	-12	
1	13 500	- 2	
1	15 000	-12	
1	1 020	+9	
1 ^{*)}	-	-	
1	60	+9	
1	820	+6	Проверка компандера
1	820	-6	
1	820	+6	
8	-	-	Отношение сигнал/шум

*) Интервал ожидания

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(к Рекомендации О.33)

Измерительная последовательность для стереофонических пар каналов звукового вещания

Временной интервал	Канал А Передающий блок		Канал В Передающий блок		Номер программы: 01
	Секунды	Частота (Гц)	Уровень (дБм0)	Частота (Гц)	
1	1650/1850	-12	-	-	Опознавание начала, источника и программы
1	1 020	0	1 020	0	Уровень на приеме
1	1 020	-12	1 020	-12	Амплитудно-частотные искажения Усиление и фаза между каналами
1	40	-12	40	-12	
1	80	-12	80	-12	
1	200	-12	200	-12	
1	500	-12	500	-12	
1	820	-12	820	-12	
1	1 900	-12	1 900	-12	
1	3 000	-12	3 000	-12	
1	5 000	-12	5 000	-12	
1	6 300	-12	6 300	-12	
1	9 500	-12	9 500	-12	
1	11 500	-12	11 500	-12	
1	13 500	-12	13 500	-12	
1	15 000	-12	15 000	-12	
1	1 020	+9	1 020	+9	Суммарные нелинейные искажения
1 ⁰¹	-	-	-	-	
1	60	+9	60	+9	
1	2 040	-12	-	-	Переходное влияние и внятные переходы между каналами
1	-	-	2 040	-12	
1	820	+6	820	+6	Проверка компандера
1	820	-6	820	-6	
1	820	+6	820	+6	
8	-	-	-	-	Отношение сигнал/шум

⁰¹ Интервал ожидания.

ПРИЛОЖЕНИЕ С
(к Рекомендации О.33)

Измерительная последовательность для каналов звукового вещания со средней полосой

Временной интервал (с)	Передающий блок		Номер программы: 02
	Частота (Гц)	Уровень (дБм0)	Измеряемая характеристика
1	1650/1850	-12	Опознавание начала, источника и программы
1	1 020	0	Уровень на приеме
1	1 020	-12	Частотная характеристика
1	40	-12	
1	80	-12	
1	200	-12	
1	300	-12	
1	500	-12	
1	820	-12	
1	1 400	-12	
1	3 000	-12	
1	5 000	-12	
1	6 300	-12	
1	7 400	-12	
1	8 020	-12	
1	10 000	-12	
1	1 020	+9	
1	-	-	
1	60	+9	
1	820	+6	Проверка компандера
1	820	-6	
1	820	+6	
8	-	-	Отношение сигнал/шум

ПРИЛОЖЕНИЕ D
(к Рекомендации O.33)

Измерительная последовательность для каналов с узкой полосой (телефонного типа)

Временной интервал (с)	Передающий блок		Номер программы: 03
	Частота (Гц)	Уровень (дБм0)	Измеряемая характеристика
1	1650/1850	-12	Опознавание начала, источника и программы
1	1 020	0	Уровень на приеме
1	1 020	-10	Частотная характеристика
1	200	-10	
1	300	-10	
1	400	-10	
1	600	-10	
1	820	-10	
1	1 400	-10	
1	1 900	-10	
1	2 400	-10	
1	2 700	-10	
1	2 900	-10	
1	3 000	-10	
1	3 100	-10	
1	3 400	-10	
1	1 020	+9	
8	-	-	Отношение сигнал/шум

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(к Рекомендации О.33)

Измерительная последовательность для каналов с узкой полосой (телефонного типа), оборудованных компадерами и используемых для передачи программ звукового вещания

Временной интервал (с)	Передающий блок		Номер программы: 04
	Частота (Гц)	Уровень (дБм0)	Измеряемая характеристика
1	1650/1850	-12	Опознавание начала, источника и программы
1	1 020	0	Уровень на приеме
1	1 020	-10	Частотная характеристика
1	200	-10	
1	300	-10	
1	400	-10	
1	600	-10	
1	820	-10	
1	1 400	-10	
1	1 900	-10	
1	2 400	-10	
1	2 700	-10	
1	2 900	-10	
1	3 000	-10	
1	3 100	-10	
1	3 400	-10	
1	1 020	+9	
1	820	+6	Проверка компадера
1	820	-6	
1	820	+6	
8	-	-	Отношение сигнал/шум

ПРИЛОЖЕНИЕ F
(к Рекомендации O.33)

Измерительная последовательность для трехуровневых испытательных сигналов СМТТ (без стационарного сигнала), используемая для настройки международных соединений звукового вещания

Временной интервал	Канал А передающего блока		Канал В передающего блока		Номер программы: 05	
	Секунды	Частота (Гц)	Уровень (дБм0)	Частота (Гц)		Уровень (дБм0)
1	1650/1850	-12	-	-	Опознавание начала, источника и программы	
1	-	-	-	-	Пауза	
1	1 020	-12	1 020	-12	Измеряемый уровень	
1	1 020	-12	1 020	-12		
1	1 020	0	1 020	0	Уровень настройки	
1	1 020	0	1 020	0		
1	1 020	0	1 020	0		
1	1 020	0	1 020	0		
1	1 020	0	1 020	0		
1	1 020	0	1 020	0		
1	1 020	0	1 020	0		
1	1 020	0	1 020	0		
1	1 020	0 ^{а)}	-	-		Максимально допустимый уровень ^{а)}
1	1 020	0 ^{а)}	-	-		
1	-	-	-	-	Пауза	
1	-	-	-	-		
1	-	-	-	-		
1	-	-	1 020	0 ^{а)}	Максимально допустимый уровень ^{а)}	
1	-	-	1 020	0 ^{а)}		

^{а)} Временно должен использоваться уровень 0 дБм0. Определяемый этим уровнем двухуровневый испытательный сигнал будет необходим до тех пор, пока системы передачи не обеспечат возможности применения синусоидальных сигналов с уровнем +9 дБм0 без перегрузки канала или переходного влияния на другие каналы. Активное введение уровня +9 дБм0 в эту последовательность должно быть утверждено СМТТ и МККТТ.

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Измерения, выполняемые в период настройки, предшествующей передаче программ звукового вещания", том IV, Рек. N.12.
- [2] Рекомендация МККТТ "Измерения, выполняемые вещательными организациями в течение подготовительного периода", том IV, Рек. N.13.
- [3] Рекомендация МККТТ "Пределные значения для настройки международных линий и соединений звукового вещания", том IV, Рек. N.10.
- [4] Рекомендация МККТТ "Пределные значения и процедуры настройки канала звукового вещания", том IV, Рек. N.21.
- [5] Рекомендация МККТТ "Профилактические измерения, выполняемые в международных каналах звукового вещания", том IV, Рек. N.23.
- [6] Рекомендация МККТТ "Международный алфавит № 5", том VIII, Рек. Т. 50, и Международная организация стандартизации "Последовательный код для вывода данных ИСО-7".
- [7] Рекомендация МККТТ "Перечень определений для цепей стыка между оконечным оборудованием данных (ООД) и аппаратурой окончания канала данных (АКД)", том VIII, Рек. V.24 и Electronic industries Association (EIA) Standart RS-232-C "Interface between data terminal equipment and data communication equipment employing serial bynary data interchange".
- [8] Международная электротехническая комиссия, "Система интерфейса для программируемых измерительных приборов", Публикации МЭК 625, 625-1 и 625-2.
- [9] Рекомендация МККР "Измерение уровня шума тональной частоты в звуковом вещании", том X, Рек. 468, МСЭ, Женева, 1986 г.
- [10] Рекомендация МККТТ "Относительные уровни и полные сопротивления в международном соединении звукового вещания", том III, Рек. J.14.
- [11] Рекомендация МККТТ "Максимально допустимая мощность для передачи международных программ звукового вещания", том IV, Рек. N.15.
- [12] Европейский союз радиовещания (ЕСР), "Основные принципы разработки электронного оборудования", Док. TECH 3215.
- [13] Рекомендация МККТТ "Основные расчетные значения качества передачи для международных центров звукового вещания", том IV, Рек. N.11.

РАЗДЕЛ 4

АППАРАТУРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АНАЛОГОВЫХ ПАРАМЕТРОВ

Рекомендация О.41

ПСОФОМЕТР, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ В КАНАЛАХ ТЕЛЕФОННОГО ТИПА

(Женева, 1972 г.; изменена в Малага-Торремолиносе в 1984 г. и в Мельбурне в 1988 г.)

1 Введение

В настоящей спецификации приводятся основные требования к псофометрам, используемым для измерения шума и других мешающих сигналов в международных телефонных каналах и на участках канала.

2 Общие положения

Для выполнения указанных выше измерений псофометр должен иметь следующие основные характеристики:

- a) относительная чувствительность прибора на различных частотах должна соответствовать характеристикам псофометрического взвешивания;
- b) эталонной точкой для чувствительности прибора должен быть уровень 0 дБм (один милливатт) на частоте 800 Гц;
- c) должны предусматриваться определение и отображение среднеквадратического значения сигнала взвешенного шума;
- d) динамическая характеристика детектора и устройства отображения должна соответствовать требованиям, изложенным в § 3;
- e) общая точность прибора при его использовании в обычном измерительном диапазоне и в нормальных условиях внешней среды должна быть равной или лучше $\pm 1,0$ дБ. Специфические испытания, относящиеся к точности различных элементов прибора, описываются в § 3.

В приложении А к настоящей Рекомендации дается сравнение псофометрического контура МККТТ и контура взвешивания шума (контур С), используемого в настоящее время в США.

3 Специфические требования

Ниже приводится ряд требований, которым должен соответствовать прибор, используемый в качестве псофометра.

3.1 Входное полное сопротивление

Все указанные полные сопротивления относятся к симметричному (изолированному от земли) входу. Полное сопротивление по отношению к земле на частоте 800 Гц должно превышать 200 кОм.

3.1.1 Согласованный режим

Входное полное сопротивление в согласованном режиме должно составлять 600 Ом при затухании несогласованности, равном или выше 30 дБ в полосе частот 300—4000 Гц.

3.1.2 Режим параллельного подключения

Если прибор используется в режиме параллельного подключения, вносимое затухание на нагрузке 300 Ом должно быть ниже или равным 0,15 дБ в полосе частот 300–4000 Гц.

3.2 Продольные затухания

Затухание продольного влияния на входе и затухание продольного перехода должны быть выше или равными 110 дБ на частоте 50 Гц. Это значение уменьшается на 20 дБ с каждой декадой до частоты 5000 Гц. (Указанное продольное напряжение не должно превышать эффективное значение 42 В.)

3.3 Диапазон измерений

Используемый диапазон измерения прибора должен быть в пределах от –90 до 0 дБм.

3.4 Точность калибровки на частоте 800 Гц

При подаче входного сигнала с уровнем 0 дБм и частотой 800 Гц показание на выходе должно быть равным 0 дБм \pm 0,2 дБ. Для других уровней, превышающих используемый диапазон измерений прибора, предельные значения погрешности измерения должны быть следующими:

Диапазон	Предельное значение погрешности
от 0 до – 60 дБм	\pm 0,5 дБ
от – 60 до – 90 дБм	\pm 1,0 дБ

3.5 Относительное усиление в зависимости от частоты (частотное взвешивание)

Требуемые коэффициенты частотного взвешивания и предельные значения точности для различных частот приводятся в таблице 1/О.41. Кроме того, эквивалентная ширина полосы частот шума взвешивающего контура должна составлять 1823 ± 87 Гц.

В дополнение к этому, для измерения характеристик, указанных в таблице 1/О.41, в приборе должен предусматриваться режекторный фильтр испытательного сигнала с полосой 1004–1020 Гц, характеристики которого приведены в таблице 1/О.132 Рекомендации О.132. В этом случае калибровка измерительного прибора должна включать в себя коэффициент коррекции соответствующего значения для учета сужения эффективной шумовой полосы за счет режекторного фильтра испытательного сигнала. Поправочный коэффициент предполагает равномерное распределение мощности помех в рассматриваемой полосе частот и может быть выражен в следующем виде:

$$\text{Коррекция (дБ)} = 10 \log_{10} \frac{\text{Эффективная полоса частот стандартного взвешивания шума}}{\text{Эффективная полоса частот измерительного прибора}}$$

3.5.1 Дополнительная частотная характеристика

При желании в приборе можно предусматривать частотную характеристику для невзвешенных измерений, указанных на рис. 1/О.41, в дополнение к псофометрическому взвешиванию таблицы 1/О.41.

Для выполнения невзвешенных измерений считается желательным в качестве дополнительной возможности использовать фильтр с плоской характеристикой и с эквивалентной полосой шума 3,1 кГц (ширина полосы телефонного канала). Если такой фильтр предусматривается, то он должен иметь характеристики, указанные в таблице 2/О.41.

Для измерения мешающего фона переменного тока в каналах телефонного типа можно дополнительно предусмотреть фильтр нижних частот с частотой среза приблизительно 250 Гц и затуханием \geq 50 дБ на частоте 300 Гц.

3.6 Характеристики детекторной схемы

Схема детектора должна обеспечивать измерение среднеквадратического значения шума на входе. Можно использовать аппроксимирующий или двухполупериодный квазисреднеквадратический детектор, если значение на его выходе не отличается от истинного среднеквадратического детектора более чем на \pm 0,5 дБ для следующих форм сигнала:

- гауссов шум;
- синусоидальные сигналы;
- любой периодический сигнал, имеющий отношение пиковое значение/среднеквадратическое значение, равное или ниже 8 дБ.

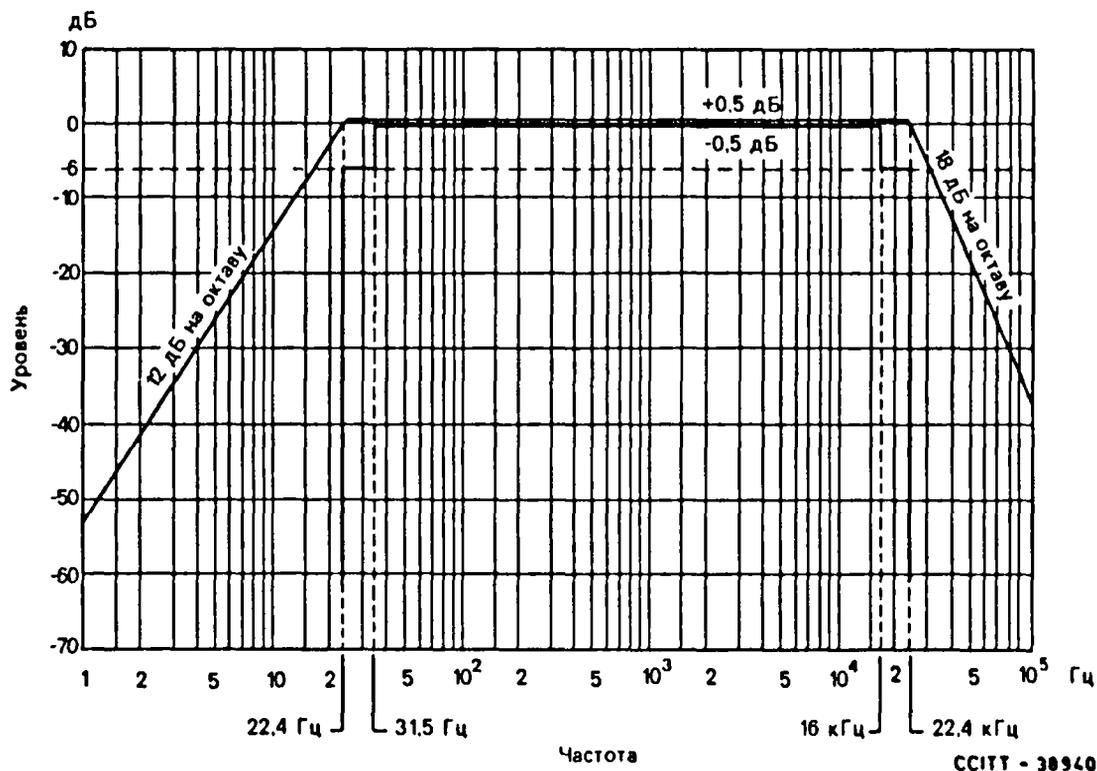


РИСУНОК 1/0.41

Частотные характеристики для невзвешенных измерений

ТАБЛИЦА 1/0.41

Предельные значения и психометрические коэффициенты для телефонных каналов

Частота (Гц)	Относительное взвешивание (дБ)	Предельное значение (\pm дБ)
16,66	-85,0	-
50	-63,0	2
100	-41,0	2
200	-21,0	2
300	-10,6	1
400	-6,3	1
500	-3,6	1
600	-2,0	1
700	-0,9	1
800	0,0	0,0 (Эталон)
900	+0,6	1
1000	+1,0	1
1200	0,0	1
1400	-0,9	1
1600	-1,7	1
1800	-2,4	1
2000	-3,0	1
2500	-4,2	1
3000	-5,6	1
3500	-8,5	2
4000	-15,0	3
4500	-25,0	3
5000	-36,0	3
6000	-43,0	-

Характеристики дополнительного фильтра с плоской характеристикой и с эквивалентной полосой шума 3,1 кГц (ширина полосы телефонного канала)

Частота	Затухание
< 300 Гц	увеличивается на 24 дБ на октаву (примечание 1)
300 Гц	приблизительно 3 дБ (примечание 2)
400 - 1020 Гц	$\leq \pm 0,25$ дБ
1020 Гц	0 дБ
1020 - 2600 Гц	$\leq \pm 0,25$ дБ
3400 Гц	приблизительно 3 дБ (примечание 2)
> 3400 Гц	увеличивается на 24 дБ на октаву (примечание 1)

Примечание 1. — На частотах ниже 300 Гц и выше 3400 Гц затухание должно возрастать, как минимум, на 24 дБ на октаву до значения 50 дБ.

Примечание 2. — Точная частота среза должна выбираться с таким расчетом, чтобы получить эквивалентную шумовую полосу 3,1 кГц \pm 155 Гц.

3.6.1 Испытания схем детектора

Для проверки правильной работы схем детектора рекомендуется следующее испытание.

- а) Подать импульсы синусоидального сигнала 1800 Гц с частотой следования 80 Гц, причем 20% цикла на полной амплитуде и 80% цикла на уровне, который на 8,4 дБ ниже этой амплитуды. Показываемое среднеквадратическое значение должно быть на $5,0 \pm 0,5$ дБ ниже уровня непрерывного синусоидального сигнала.

Кроме того, псофометры, изготовленные в соответствии с прежними спецификациями¹⁾, должны пройти следующее испытание:

- б) Осуществить последовательную подачу двух синусоидальных сигналов различных частот, которые не находятся в гармоническом соотношении и которые обеспечивают одинаковый выходной уровень на выходном индикаторе. Затем подать эти два сигнала одновременно с одинаковыми уровнями. Показание на выходном индикаторе должно быть на $3 \text{ дБ} \pm 0,25 \text{ дБ}$ выше показания при одночастотном сигнале на входе. Это условие должно выполняться при использовании различных пар частот на различных уровнях.

3.6.2 Переполюсовка

Подать на вход прибора сигнал прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 20% и частотой повторения 600 импульсов в секунду и записать показание шума. Осуществить переполюсовку входных проводников; показания в обоих случаях должны совпадать с точностью до 1 дБ. Данное испытание должно выполняться на нескольких уровнях в пределах установленного рабочего диапазона прибора.

3.7 Динамическая характеристика детектора и устройства отображения (среднее время измерения)

Постоянная времени детектора и индикатора должна соответствовать одному из следующих требований или обоим требованиям:

3.7.1 Измерение с непрерывным контролем сигнала

Подача синусоидального сигнала частотой 800 Гц и длительностью от 150 до 250 мс должна давать такое же показание на выходе, как и при подаче непрерывного сигнала с частотой 800 Гц с той же амплитудой. Показания на выходном индикаторе в случае подачи сигналов с более короткой продолжительностью должны иметь меньшие значения.

Погрешность показания при выполнении этого испытания должна быть меньше $\pm 0,2$ дБ.

¹⁾ См. приложение А к настоящей Рекомендации.

3.7.2 Измерение с прерываемым контролем сигнала

В случае подачи на вход псофометра пачек импульсов тонального сигнала частотой 800 Гц с коэффициентом заполнения 50% (при этом половина цикла имеет полную амплитуду, а вторая половина цикла имеет амплитуду, которая на 8,4 дБ ниже полной амплитуды) выходное устройство должно показывать отклонение, приведенное ниже в таблице 3/О.41. Сигналы следует выбирать с таким расчетом, чтобы избежать точек автоматического определения диапазона.

ТАБЛИЦА 3/О.41

Отклонение, показываемое выходным индикатором в случае подачи на вход псофометра пачек импульсов тонального сигнала частотой 800 Гц

Частота стробирования	Отклонение индикатора при полной амплитуде
25 Гц	< 1 дБ
5 Гц	> 3 дБ

Общую входную мощность можно регулировать с помощью переключателя с шагом 1 дБ до точки, в которой показание не изменяется, что позволяет выполнить требование "менее 1 дБ".

3.7.3 Характеристика затухания

Изучается.

3.8 Линейность

Чтобы убедиться в том, что перегрузка не вызывает слишком большой погрешности при наличии сигналов со значительным отношением пиковое значение/среднеквадратическое значение, рекомендуется выполнить испытание, описываемое ниже.

Подать импульсы с частотой около 1000 Гц, с длительностью 5 мс, с интервалами 20 мс и с уровнем среднеквадратического значения, соответствующим самому высокому значению рабочего диапазона прибора. В том случае, если уровень снижается в пределах 10 дБ, показание псофометра будет пропорционально уменьшению уровня с допуском $\pm 0,5$ дБ для всех диапазонов прибора.

3.9 Выходной индикатор

В случае использования аналогового измерительного прибора интервалы между делениями шкалы этого прибора должны составлять, как минимум, 1 дБ на обычно используемом участке шкалы.

При использовании цифровой индикации показания шума будут округляться до 0,1 дБ. Результат также должен округляться. Частота обновления цифрового показания должна составлять не менее 1 раза в секунду.

В приборах с цифровой индикацией результата могут предусматриваться дополнительные характеристики визуальной индикации для расширения области применения прибора. Эти дополнительные характеристики, облегчающие пользователю интерпретацию результатов измерения, определяются изготовителем.

3.10 Рабочие условия

Электрические параметры прибора должны соблюдаться при работе в условиях окружающей среды, определяемых в § 2.1 Рекомендации О.3.

3.10.1 Устойчивость к электромагнитному влиянию

На работу прибора не должно оказывать влияния наличие электромагнитных полей (50 Гц). Проверка этой устойчивости описывается ниже:

- если прибор работает в режиме псофометрического измерения, то электромагнитное поле 16 А/м с частотой 50 Гц должно давать показание на выходе менее -85 дБм;
- если прибор работает в режиме невзвешенного измерения (дополнительная характеристика, см. § 3.5.1), то электромагнитное поле 0,8 А/м при частоте 50 Гц должно давать показание на выходе менее -85 дБм.

(к Рекомендации О.41)

Сравнение психофотметрических характеристик МККТТ и США

Ухудшение качества телефонного канала за счет шума в национальных телефонных сетях США [1], [2] обычно измеряется с использованием характеристики контура С. Частотная характеристика этого контура несколько отличается от кривой психофотметрического взвешивания МККТТ, определяемой в Рекомендации О.41. Следовательно, взаимосвязь между измерениями, выполняемыми с помощью измерителя шума, используемого в Северной Америке, и психофотметра МККТТ, определяется спектром частот измеряемого шума. Кроме того, следует отметить, что результаты измерений, выполняемых с помощью американского измерителя шума, выражаются в дБом (децибелы, соотнесенные с уровнем -90 дБм, или децибелы выше эталонной мощности 10^{-12} Ватт). Если, например, на каждый из этих двух приборов подавать белый шум мощностью 1 мВт в полосе $300-3400$ Гц, то будут получены следующие показания:

Психофотметр МККТТ (кривая 1951 г.)	$-2,5$ дБм
Американский измеритель шума (кривая контура С)	$88,0$ дБом.

Учитывая, что для других спектров шума соотношение показаний на выходе приборов с различными психофотметрическими коэффициентами будет другим, для облегчения сравнения предлагается следующая округленная переводная формула:

$$\text{Показание психофотметра (в дБм)} = \text{Показание измерителя шума с кривой контура С} - 90 \text{ (в дБом)}$$

Эта переводная формула учитывает разницу между эталонными частотами (800 Гц для психофотметрического взвешивания и 1000 Гц для измерителей шума с кривой С), используемыми в обоих типах приборов.

Психофотметрические коэффициенты для контура С и предельные значения точности на различных частотах указаны в таблице А-1/О.41. Сравнение между психофотметрическим взвешиванием и кривой контура С приводится на рис. А-1/О.41.

Для измерения ухудшения качества вследствие шума в национальных сетях Северной Америки часто используется другая характеристика взвешивания. Речь идет о "плоском" взвешивании в полосе 3 кГц [1]. Эта кривая предназначена для обнаружения низкочастотного шума (фон переменного тока и т.д.) в испытываемых каналах. Она характеризуется низкочастотным взвешиванием в полосе 3 кГц с затуханием Баттерворта 12 дБ на октаву на частотах выше 3 кГц. Характеристика данного взвешивания указывается в таблице А-2/О.41.

ТАБЛИЦА А-1/О.41

Предельные значения точности и психофотметрические коэффициенты для контура С

Частота (Гц)	Относительное взвешивание (дБ)	Предельное значение (\pm дБ)
60	-55,7	2
100	-42,5	2
200	-25,1	2
300	-16,3	2
400	-11,2	1
500	-7,7	1
600	-5,0	1
700	-2,8	1
800	-1,3	1
900	-0,3	1
1000	0,0	0,0 (Эталон)
1200	-0,4	1
1300	-0,7	1
1500	-1,2	1
1800	-1,3	1
2000	-1,1	1
2500	-1,1	1
2800	-2,0	1
3000	-3,0	1
3300	-5,1	2
3500	-7,1	2
4000	-14,6	3
4500	-22,3	3
5000	-28,7	3

Примечание. — Затухание продолжает возрастать на частотах свыше 5000 Гц с крутизной не менее 12 дБ на октаву до значения -60 дБ.

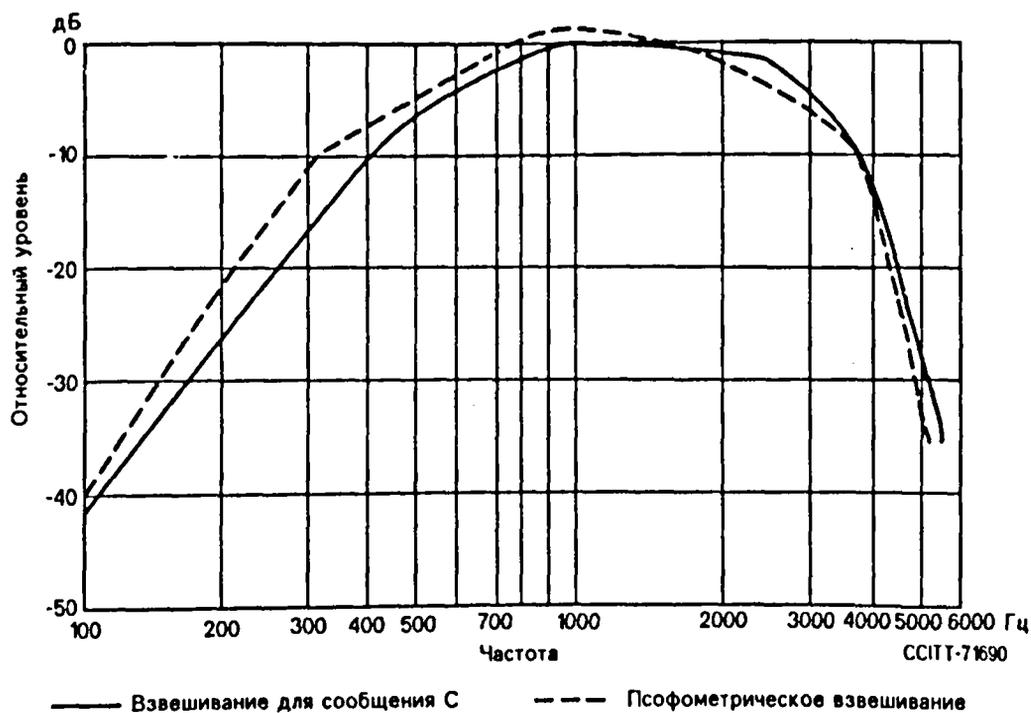


РИСУНОК А-1/О.41

Сопоставление психофотметрического взвешивания со взвешиванием для сообщения С

ТАБЛИЦА А-2/О.41

Характеристика плоского взвешивания в полосе 3 кГц

Частота (Гц)	30	60	400	1000	2000	3000	6000
Относительное затухание (дБ)	0	0	0	0	0,8	3,0	12,3 ^{а)}
Допуск (дБ)	± 2,5	± 1,7	± 0,5	± 0,2	± 1,0	± 1,8	± 3,0

а) Величина затухания продолжает возрастать на частотах свыше 6000 Гц с крутизной 12 дБ на октаву, пока оно не достигнет величины 60 дБ. На верхних частотах затухание должно составлять не менее 60 дБ.

Библиография

- [1] Публикация P743 IEEE "IEEE Standard Covering Methods and Equipment for Measuring the Transmission Characteristics of Analog Voice Frequency Circuits".
- [2] "Приборы для измерения шума в каналах электросвязи", *Зеленая книга*, том IV.2, дополнение № 3.2, МСЭ, Женева, 1973 г.

Рекомендация О.42

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ МЕТОДОМ ПЕРЕКРЕСТНОЙ МОДУЛЯЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧЕТЫРЕХЧАСТОТНОГО СИГНАЛА

(Малага-Торремолинос, 1984 г.)

1 Введение

Как правило, снижение качества передачи, обусловленное нелинейными искажениями в аналоговых каналах, определяется путем измерения уровней сигналов гармонических частот, являющихся продуктом синусоидального испытательного сигнала, или путем измерения уровней сигналов перекрестной модуляции, являющихся результатом взаимодействия многочастотного испытательного сигнала. Исследования и опыт показали, что использование метода гармонических искажений может в некоторых условиях привести к серьезной недооценке величины нелинейности в канале. В том случае, когда в канале имеются несколько источников нелинейности, гармонические составляющие могут взаимно подавлять друг друга, в то время как продукты перекрестной модуляции, создаваемые составным сигналом данных, могут сохраняться и существенно снижать качество передаваемого сообщения. Этот эффект значительно усилился с введением высоких скоростей передачи двоичных символов и сигналов данных с многоуровневым и многофазовым кодированием.

Для получения большей точности рекомендуется применять описываемый ниже метод измерения нелинейных искажений с использованием перекрестной модуляции, основанный на подаче четырехчастотного испытательного тонального сигнала. Этим методом измеряются некоторые продукты искажений 2-го и 3-го порядков, возникающих в результате перекрестной модуляции тональных частот в указанном измерительном сигнале. Четыре тональные частоты измерительного сигнала выбираются с таким расчетом, чтобы вызвать появление продуктов перекрестной модуляции 2-го и 3-го порядков в полосе пропускания аналогового канала, которые легко выделяются из подаваемого сигнала и затем измеряются. Четыре тональные частоты используются с целью получения испытательного сигнала с практически гауссовым распределением амплитуд.

2 Принцип работы

Как правило, искажения перекрестной модуляции могут быть определены как взаимная модуляция составляющих сложного сигнала, в результате которой возникают новые составляющие с частотой, равной суммам или разностям кратных значений составляющих исходного сложного сигнала. Составляющих 2-го и 3-го порядков обычно бывает достаточно для оценки нелинейности канала.

Используется испытательный сигнал, состоящий из четырех тональных частот с одинаковыми уровнями. Две из этих частот разнесены на 6 Гц (номинальное значение) при центральной частоте 860 Гц, а две другие номинально разнесены на 16 Гц при центральной частоте 1380 Гц. Для оценки искажений 3-го порядка измеряется суммарная мощность шести продуктов перекрестной модуляции третьего порядка в узкой полосе с центральной частотой 1,9 кГц, и эта мощность выражается в дБ относительно принятого сигнала. Для оценки искажений 2-го порядка измеряются также мощность, обусловленная четырьмя продуктами перекрестной модуляции 2-го порядка в узкой полосе с центральной частотой 520 Гц, и номинальная мощность четырех продуктов перекрестной модуляции 2-го порядка в узкой полосе с центральной частотой 2240 Гц. Затем определяется среднее значение мощности обоих продуктов искажений 2-го порядка, а результат выражается в дБ относительно уровня принятого сигнала.

Искажения перекрестной модуляции 2-го порядка определяются следующим образом:

$$\text{Перекрестная модуляция 2-го порядка} = 20 \lg_{10}(V_{4T}/V_2) \text{ дБ,}$$

где

V_{4T} — среднеквадратическое значение напряжения четырехчастотного тонального сигнала, а

$$V_2 = \sqrt{\frac{(V_2)^2 + (V_{22})^2}{2}},$$

где

V_2 — среднеквадратическое значение напряжения в полосе частот с центральной частотой 520 Гц,

V_{22} — среднеквадратическое значение напряжения в полосе частот с центральной частотой 2240 Гц.

Искажения перекрестной модуляции 3-го порядка определяются следующим образом:

$$\text{Перекрестная модуляция 3-го порядка} = 20 \lg(V_{4T}/V_{19}) \text{ дБ,}$$

где

V_{4T} — среднеквадратическое значение напряжения четырехчастотного тонального сигнала,

V_{19} — среднеквадратическое значение напряжения в полосе частот с центральной частотой 1900 Гц.

В зависимости от относительных уровней продуктов перекрестной модуляции и шума в канале уровень сигналов, измеряемых в приемнике с помощью четырехчастотного испытательного сигнала, может полностью или частично определяться шумом в канале. Для оценки влияния этого шума выполняется дополнительное измерение с использованием двухчастотного тонального сигнала, состоящего из верхней или нижней пары тональных частот с тем же уровнем мощности, что и уровень четырехчастотного сигнала. Показываемые измерительным прибором значения отношения сигнал/шум служат для коррекции результатов измерения искажений. Эта коррекция может осуществляться автоматически в измерительном приборе или производиться оператором.

3 Обязательные требования

Ниже приводится минимальный перечень требований, которым должен соответствовать прибор для измерения нелинейных искажений методом перекрестной модуляции с использованием четырехчастотного сигнала.

3.1 Передающий блок

3.1.1 Точность установки уровня

Погрешность уровня среднеквадратического значения напряжения на выходе должна быть менее ± 1 дБ.

3.1.2 Диапазон уровней

Диапазон выходных уровней должен быть, как минимум, в пределах от 0 до -40 дБм. Калиброванный удлинитель должен обеспечивать увеличение значений затухания ступенями в 1 дБ или меньше, кроме тех случаев, когда индикатор уровня является составной частью измерительного прибора и регулировка уровня может осуществляться плавно.

3.1.3 Спектр

Передаваемый сигнал должен состоять из четырех частотных составляющих с одинаковыми уровнями. Две из частот должны быть разнесены на 6 ± 1 Гц вокруг частоты 860 ± 1 Гц, а две другие частоты — на 16 ± 1 Гц вокруг частоты 1380 ± 1 Гц. Уровень составляющих должен быть одинаковым с точностью до $\pm 0,25$ дБ.

3.1.4 Гармонические искажения

Любая гармоника любой из четырех частотных составляющих должна быть по крайней мере на 35 дБ ниже тональной частоты.

3.1.5 Фоновый шум

Любые шумы, искажения и помехи, попадающие в полосы пропускания измерительных фильтров, описанных в § 3.2.4, должны быть, как минимум, на 80 дБ ниже сигнала.

3.1.6 Функция плотности вероятности

Функция плотности вероятности передаваемого сигнала должна быть примерно такой же, как функция четырех независимых генераторов синусоидальных колебаний, даже если тональные сигналы синтезируются от одного источника.

3.1.7 Сигнал контроля отношения сигнал/шум

Должна предусматриваться возможность подавления либо пары тональных частот с центральной частотой 1380 Гц, либо пары тональных частот с центральной частотой 860 Гц и увеличения уровня двух других частот на $3 \pm 0,25$ дБ. Этот сигнал контроля отношения сигнал/шум служит для определения помех, создаваемых шумом в измеряемом канале.

3.2 Приемный блок

3.2.1 Точность

Погрешность измерения должна быть менее ± 1 дБ.

3.2.2 Диапазон входного уровня

Приемный блок должен обеспечивать требуемую точность измерения при входном уровне в пределах от 0 до -40 дБм.

3.2.3 Измерение и пределы показаний

Измерительный прибор должен обеспечивать измерение и индикацию отношения сигнала к продуктам искажения 2-го и 3-го порядков в пределах от 10 до 70 дБ.

3.2.4 Характеристики фильтра

Все шесть продуктов 3-го порядка находятся в полосе 1877—1923 Гц, четыре нижних продукта 2-го порядка — в полосе 503—537, и четыре верхних продукта 2-го порядка — в полосе 2223—2257 Гц. (Это учитывает сдвиг частот в канале и дрейф частоты передаваемого сигнала.)

Фильтры, используемые для выделения продуктов, должны иметь достаточно широкую полосу, чтобы обеспечить измерение суммарной мощности с общей точностью ± 1 дБ, и достаточно узкую полосу, чтобы подавлять внеполосный шум. Ширина полосы фильтров может контролироваться подачей на вход прибора сигнала белого шума с ограниченной полосой 3,5 кГц и уровнем -40 дБм в дополнение к четырехчастотному тональному сигналу с уровнем -10 дБм. Показываемые прибором уровни перекрестной модуляции 2-го и 3-го порядков должны быть хотя бы на 46 дБ ниже уровня мощности тонального сигнала с уровнем -10 дБм.

Кроме четырехчастотного сигнала с уровнем -10 дБм, подаваемого на вход прибора, должен быть подан испытательный синусоидальный сигнал с уровнем -25 дБм. Показание прибора для искажений 3-го порядка должно быть как минимум на 55 дБ ниже уровня сигнала для всех измерительных частот ниже 1600 Гц и выше 2200 Гц. Значения искажений 2-го порядка должны быть как минимум на 55 дБ ниже уровня сигнала для всех измерительных частот ниже 220 Гц в полосе 820—1940 Гц и выше 2540 Гц. На частоте 180 Гц и ниже подавление должно как минимум на 25 дБ превышать требования, указанные выше.

3.2.5 Детекторы

Испытательный сигнал и уровни искажений перекрестной модуляции должны измеряться с помощью детектора средних значений или детектора среднеквадратических значений.

3.2.6 Переходное влияние с приданным передатчиком

Приемник должен соответствовать общим требованиям к точности, если приданный передатчик (когда предусматривается) установлен на его самый высокий выходной уровень и нагружен на сопротивление 600 Ом а также, если второй передатчик, отрегулированный на 40 дБ ниже этого уровня, используется в качестве источника сигнала для измерения перекрестной модуляции.

3.2.7 Возможность самоконтроля

В приборе должно предусматриваться встроенное устройство для контроля за тем что для измерений искажений второго и третьего порядков приемник откалиброван в пределах ± 1 дБ.

3.2.8 Недопустимый уровень принимаемого сигнала

Для принимаемых испытательных сигналов должна предусматриваться специальная индикация, срабатывающая в том случае, когда эти сигналы выходят за пределы диапазона входного уровня от 0 до -40 дБм.

3.2.9 Индикатор контроля отношения сигнал/шум

Необходимо предусматривать специальную индикацию, указывающую на наличие или отсутствие контроля отношения сигнал/шум.

3.2.10 Коррекция отношения сигнал/шум

Как правило, ввиду наличия шума в канале правильное значение отношения сигнал/искажения перекрестной модуляции превышает считываемое значение. Инструкции по эксплуатации должны содержать соответствующую кривую коррекции или поправочную таблицу, если только измерительный прибор не осуществляет автоматическую коррекцию получаемого результата после передачи сигнала проверки отношения сигнал/шум.

3.2.11 Контроль мешающих тональных сигналов

В приборе должно предусматриваться устройство, определяющее наличие на входе мешающих тональных сигналов и шума, превышающего или равного испытательному тональному сигналу. Это требование не относится к частотам, которые выше или ниже на 100 Гц частот 860 и 1380 Гц.

3.3 Входное и выходное полные сопротивления

Все указанные сопротивления относятся к симметричному (изолированному от земли) соединению.

3.3.1 Согласованный режим (передача и прием)

Если прибор используется в согласованном режиме, входное и выходное полные сопротивления должны составлять 600 Ом при затухании несогласованности, превышающем или равном 30 дБ в полосе частот 300—4000 Гц.

3.3.2 Режим параллельного включения (прием)

Если прибор используется в параллельном режиме, вносимое затухание на нагрузке 300 Ом должно быть ниже или равно 0,15 дБ в полосе частот 300—4000 Гц.

3.4 Продольное затухание асимметрии

Вход и выход приемо-передатчика должны отвечать приведенным ниже требованиям; измерения должны выполняться в соответствии с Рекомендацией O.121.

3.4.1 Затухание продольного перехода

Затухание продольного перехода должно быть выше или равно 46 дБ в полосе частот 300—4000 Гц.

3.4.2 Затухание продольного влияния на входе

Затухание продольного влияния на входе должно быть выше или равно 110 дБ на частоте 50 Гц. Это значение уменьшается на 20 дБ с каждой декадой до частоты 5000 Гц. Напряжение подаваемого продольного сигнала не должно превышать среднеквадратическое значение 42 В.

3.5 Выходные индикаторы

3.5.1 Аналоговый индикатор

Если применяется аналоговый индикатор, интервалы между делениями шкалы, обычно используемой для снятия показаний, должны составлять 1 дБ или меньше.

3.5.2 Цифровой индикатор

Если используется цифровой индикатор, результат должен округляться до ближайшего децибела, а не дробиться. Прибор должен показывать окончательный результат с точностью до 1 дБ через 10 секунд после подачи испытательного сигнала. После этого начального периода индикация должна обновляться как минимум каждые пять секунд при непрерывных измерениях уровня принимаемого четырехчастотного сигнала и продуктов перекрестной модуляции. Рекомендуется период обновления, равный 2 или 3 с.

3.6 Рабочие условия

Электрические параметры должны соблюдаться при работе прибора в условиях внешней среды, указанных в § 2.1 Рекомендации О.3.

Рекомендация О.51

ВОЛЮМЕТРЫ

(Женева, 1972 г.)

(Текст данной Рекомендации см. в Рекомендации Р.52 [1] тома V.
Информация о других индикаторах объема приводится
в таблице 1/J.15 Рекомендации J.15 [2])

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Волюметры", том V, Рек. Р.52.
- [2] Рекомендация МККТТ "Настройка и контроль международного соединения для передачи программ звукового вещания", том III, Рек. J.15.

Рекомендация О.61

ПРОСТОЙ ПРИБОР ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ПЕРЕРЫВОВ В КАНАЛАХ ТЕЛЕФОННОГО ТИПА

(Женева, 1972 г.; изменена в Женеве в 1980 г. и в Мельбурне в 1988 г.)

Определяемые ниже требования к счетчику простого типа, предназначенному для регистрации кратковременных перерывов передачи в каналах тональной частоты, должны соблюдаться в целях обеспечения совместимости приборов, стандартизированных МККТТ, но выпускаемых различными изготовителями.

1 Определения

1.1 перерыв

В тексте настоящей Рекомендации под перерывом будет подразумеваться любое прерывание передачи или падение уровня испытательного сигнала ниже установленного порога.

1.2 "мертвое" время; время холостого хода

В данном тексте "мертвое" время определяется как промежуток времени, которое проходит после окончания перерыва до того момента, когда счетчик готов к регистрации нового перерыва.

2 Детектор

2.1 Общий принцип

Регистрируются все перерывы продолжительностью свыше 3,5 мс. Перерывы продолжительностью менее 2 мс, а также восстановление сигнала в течение промежутка времени короче 2 мс не фиксируются. Перерывы, разделенные интервалами более 4 мс, должны детектироваться отдельно.

2.2 Порог регистрации перерывов

Прибор должен обеспечивать регулировку порогового уровня на 6 и 10 дБ. Точность прибора на этих уровнях должна составлять ± 1 дБ.

2.3 Характеристики на входе

2.3.1 Детектор должен реагировать на испытательный сигнал с частотой 2000 Гц ± 100 Гц (см. также § 4).

2.3.2 Прибор должен обеспечивать регулировку входного уровня в пределах от +10 до -30 дБм.

2.4 Входное полное сопротивление (в полосе частот от 300 Гц до 4 кГц)

— вход симметричный относительно земли

— затухание продольного влияния на входе. > 46 дБ

2.4.1 Нагрузочное сопротивление (другие сопротивления по выбору) > 600 Ом

— затухание несогласованности > 30 дБ

2.4.2 Высокочастотное полное сопротивление. около 20 кОм

— вносимое затухание на нагрузке 300 Ом $< 0,15$ дБ

2.5 "Мертвое" время

2.5.1 Для электронного прибора "мертвое" время должно составлять 3 мс ± 1 мс.

2.5.2 Для прибора с механическим счетчиком "мертвое" время должно составлять 125 мс ± 25 мс.

2.5.3 Электронный прибор должен быть снабжен переключателем, позволяющим увеличивать "мертвое" время до 125 ± 25 мс, для того чтобы результаты измерений были сопоставимы с результатами, получаемыми прибором с механическим счетчиком.

2.6 Дополнительный логический выход

Детектор должен иметь дополнительный логический выход в виде гнезда для подключения к ЭВМ или дополнительному прибору. На этом выходе должен быть получен цифровой сигнал с двумя состояниями:

логический "0": уровень измеряемого сигнала превышает порог;

логическая "1": перерыв (уровень ниже порога).

Уровень цифрового сигнала обеспечивается интегральными схемами ТТЛ (транзистор—транзисторная логика). Выходное полное сопротивление должно быть меньше 2000 Ом; его точное значение будет зависеть от требований, предъявляемых каждой Администрацией.

2.7 Таймер (дополнительно)

Для ограничения максимальной продолжительности измерения до 1 часа может быть предусмотрен таймер. Для выполнения специальных измерений с большей продолжительностью должна предусматриваться ручная регулировка.

3 Счетчик

3.1 Общий принцип

Регистрируются все перерывы продолжительностью свыше 3 мс. Подсчет производится с помощью счетчика, индикатор которого должен показывать не менее трех цифр. В конце измерительного цикла этот индикатор должен показывать суммарное число.

3.2 Неисправности в электропитании

При неисправности в электропитании счетчик должен показывать суммарную цифру и вновь заработать после устранения неисправности. Если возможность выполнения этого требования отсутствует, то необходимо предусмотреть визуальный индикатор, сигнализирующий о наличии подобной неисправности.

4 Одновременные измерения

Измерение перерывов может выполняться также с помощью прибора, который обеспечивает измерения других переходных явлений снижения качества, например скачков амплитуды и фазы. Использование испытательного сигнала с частотой 1020 ± 10 Гц может упростить объединение нескольких измерений переходных явлений в таком комбинированном приборе. Во всех других отношениях измерение перерывов должно соответствовать принципам, изложенным в настоящей Рекомендации.

5 Рабочие условия

Электрические параметры прибора должны соблюдаться при его работе в условиях окружающей среды, указанных в § 2.1 Рекомендации О.3.

Рекомендация О.62

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ПРИБОР ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ПЕРЕРЫВОВ В КАНАЛАХ ТЕЛЕФОННОГО ТИПА

(Женева, 1972 г.; изменена в Мельбурне в 1988 г.)

Определяемые ниже требования к счетчику усовершенствованного типа, предназначенному для регистрации кратковременных перерывов передачи в каналах тональной частоты, должны соблюдаться в целях обеспечения совместимости приборов, стандартизированных МККТТ, но выпускаемых различными изготовителями.

1 Определения

1.1 перерыв

В тексте настоящей Рекомендации под перерывом будет подразумеваться любое прерывание передачи или падение уровня испытательного сигнала с частотой 2 кГц ниже установленного порога.

1.2 "мертвое" время; время холостого хода

В данном тексте "мертвое" время определяется как промежуток времени, которое проходит после окончания перерыва до того момента, когда счетчик готов к регистрации нового перерыва.

2 Детектор

2.1 Общий принцип

Детектор должен обеспечивать регистрацию перерывов, имеющих номинальную продолжительность 0,3 мс, в соответствии с кривой вероятности, представленной на рис. 1/О.62.

Это означает, что все перерывы с длительностью свыше 0,5 мс и уровнем на 3 дБ ниже порога, на который рассчитан прибор, регистрируются в 100% случаев, тогда как перерывы с продолжительностью 0,3 мс будут регистрироваться только в 50% случаев.

2.2 Порог регистрации перерывов

Прибор должен быть снабжен переключателем, обеспечивающим ступенчатую регулировку порога регистрации перерывов на 3, 6, 10 и 20 дБ ниже нормального уровня испытательного сигнала на входе детектора.

На этих пороговых уровнях детектор должен иметь следующую точность:

3, 6 и 10 дБ: ± 1 дБ

20 дБ: ± 2 дБ.

2.3 Характеристики на входе

2.3.1 Детектор должен реагировать на испытательный сигнал с частотой $2000 \text{ Гц} \pm 100 \text{ Гц}$ (см. также § 4).

2.3.2 Прибор должен обеспечивать возможность регулировки входного уровня в пределах от $+10 \text{ дБм}$ до -30 дБм .

2.3.3 *Входное полное сопротивление* (диапазон частот от 300 Гц до 4 кГц)

- вход симметричный относительно земли
- затухание продольного влияния на входе. $> 46 \text{ дБ}$

2.3.4 *Полное сопротивление при согласованном подключении* (другие сопротивления по выбору) 600 Ом

- затухание несогласованности $> 30 \text{ дБ}$

2.3.5 *Высокоомное сопротивление* около 20 кОм

- вносимое затухание на нагрузке 300 Ом $< 0,15 \text{ дБ}$

2.4 Дополнительный логический выход

Детектор должен иметь дополнительный логический выход в виде гнезда для подключения к ЭВМ или к внешнему регистрирующему устройству, например к магнитофону. На этом выходе должен быть получен цифровой сигнал с двумя состояниями:

- логический "0": уровень измеряемого сигнала превышает порог;
- логическая "1": перерыв (уровень ниже порога).

Уровень цифрового сигнала обеспечивается интегральными схемами ТТЛ (транзистор-транзисторная логика).

Выходное полное сопротивление должно быть меньше 2000 Ом ; его точное значение зависит от требований, предъявляемых каждой Администрацией.

2.5 "Мертвое" время

Прибор должен быть рассчитан по крайней мере на два значения "мертвого" времени:

- 1) наименьшее в соответствии с кривой на рис. 1/0.62;
- 2) $125 \pm 25 \text{ мс}$ для специальных испытаний.



РИСУНОК 1/0.62

Кривая вероятности для регистрации прерывания

2.6 Визуальная индикация

Необходимо предусматривать визуальный индикатор, указывающий на наличие *перерыва*.

3 Отображение результатов измерений

3.1 Счетчик перерывов

Регистрируемые перерывы делятся по длительности на следующие категории:

- a) 0,3 (0,6) мс - 3 мс (при необходимости, см. примечание);
- b) 3 мс - 30 мс;
- c) 30 мс - 300 мс;
- d) 300 мс - 1 мин;
- e) 1 мин и более (при необходимости).

Администрации имеют возможность предусматривать устройство, позволяющее классифицировать перерывы и с другими длительностями. Результат подсчета должен отображаться на визуальном индикаторе.

Примечание. — Значение 0,6 мс относится к тональному испытательному сигналу с частотой 1020 Гц.

3.2 Относительная длительность явлений перерыва

В целях упрощения определения ошибок при передаче данных, которые могут быть результатом перерывов, прибор должен быть снабжен средствами подсчета и индикации относительной длительности перерывов. Эта величина представляет собой отношение времени, в течение которого уровень тонального испытательного сигнала ниже установленного порога, к общей продолжительности измерения. В расчет должны приниматься перерывы длительностью от 3 мс до 1 минуты. Результаты должны отображаться в диапазоне от 1×10^{-1} до 1×10^{-6} .

3.3 Секунды с перерывами (при необходимости)

В качестве новой дополнительной возможности прибор должен быть снабжен средствами, обеспечивающими подсчет и индикацию процента секунд, в течение которых имели место один или несколько перерывов с длительностью ≥ 3 мс. Результаты должны отображаться в пределах от 0 до 100% с точностью до одной десятой.

3.4 Неисправность в электропитании

В случае неисправности электропитания любая возможная потеря результатов измерения должна четко указываться на индикаторе для последующего учета.

4 Одновременные измерения

Измерение перерывов может выполняться с помощью прибора, который обеспечивает также измерения других переходных явлений снижения качества, например скачков амплитуды и фазы. Использование испытательного сигнала с частотой 1020 Гц \pm 2-7 Гц (см. Рекомендацию О.6) может упростить объединение нескольких измерений в одном комбинированном приборе такого типа. Во всех других отношениях измерение перерывов должно соответствовать принципам, изложенным в настоящей Рекомендации.

5 Рабочие условия

Указанные электрические параметры прибора должны соблюдаться при его работе в условиях внешней среды, определяемых в § 2.1 Рекомендации О.3.

Рекомендация О.71¹⁾

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ В КАНАЛАХ ТЕЛЕФОННОГО ТИПА

(Женева, 1972 г.; изменена в Женеве в 1976 г. и в Мельбурне в 1988 г.)

Ниже приводятся характеристики измерительного прибора, позволяющего оценивать работу каналов телефонного типа при наличии импульсных помех; эти характеристики должны соблюдаться для обеспечения сопоставимости результатов, получаемых приборами, стандартизированными МККТТ и выпускаемыми различными изготовителями.

¹⁾ Текст настоящей Рекомендации был подготовлен Исследовательской комиссией IV, которая представила его на утверждение Исследовательской комиссией XVII. Ответственность за последующее уточнение данной Рекомендации возлагается на обе эти Исследовательские комиссии.

1 Принцип работы

При выполнении измерений прибор должен регистрировать количество случаев, когда мгновенное напряжение входного сигнала превышает заранее установленный порог. Максимальная скорость регистрации импульсов, превышающих пороговое значение, составляет 8 ± 2 отсчета в секунду. Калибровка порогового уровня должна производиться по среднеквадратическому значению синусоидального входного сигнала (дБм), пикового значения которого достаточно для срабатывания счетного механизма прибора.

2 Определение

2.1 "мертвое" время

В тексте настоящей Рекомендации "мертвое" время определяется как промежуток времени, по истечении которого счетчик готов к регистрации другого импульса, следующего после начала предыдущего импульса.

3 Нормируемые параметры

3.1 Входное полное сопротивление (диапазон частот от 300 Гц до 4 кГц)

- вход симметричный относительно земли
- затухание продольного влияния на входе > 46 дБ

3.1.1 Сопротивление при согласованном включении (другие сопротивления по выбору) 600 Ом

- затухание несогласованности > 30 дБ

3.1.2 Высокоомное сопротивление около 20 кОм

- вносимое затухание на нагрузке 300 Ом $\leq 0,15$ дБ.

3.2 Симметричность на входе

Счетчик не должен срабатывать от импульса, который на 60 дБ превышает пороговый уровень и который подается между средней точкой полного сопротивления источника и клеммой "земля" прибора.

3.3 Диапазон рабочих уровней

Минимальный диапазон рабочих уровней прибора должен составлять от 0 до -50 дБм (то есть от 0 до -50 дБ относительно 1,1 В, что является пиковым напряжением синусоидального сигнала, имеющего мощность 1 мВт на 600 Ом). Порог должен регулироваться ступенями по 3 дБ ($\pm 0,5$ дБ), причем пороги для положительных и отрицательных полярностей входного импульса не должны отличаться более чем на 0,5 дБ.

3.4 "Мертвое" время

Независимо от того, какие величины "мертвого" времени будут приняты для какого-либо конкретного прибора, во всех случаях должна быть предусмотрена величина 125 ± 25 мс.

3.5 Амплитудно-частотная характеристика

3.5.1 Плоская частотная характеристика

Неравномерность частотной характеристики в полосе частот 275–3250 Гц должна быть в пределах ± 1 дБ:

- затухание 8 ± 1 дБ на частоте 200 Гц;
- на частотах ниже 200 Гц затухание должно увеличиваться примерно на 18 дБ с каждой октавой; на частоте 100 Гц минимальное затухание должно составлять 17 дБ;
- на частотах выше 3250 Гц увеличение затухания должно соответствовать требованиям к чувствительности, указанным в § 3.7.

3.5.2 Дополнительные частотные характеристики

Прибор может иметь и другие, выбираемые по желанию частотные характеристики, получаемые с помощью дополнительных фильтров.

В любом случае конструкция прибора должна обеспечивать возможность подключения внешних фильтров.

Один из этих фильтров должен иметь следующие характеристики:

Плоская характеристика в полосе 750—2300 Гц с неравномерностью в пределах ± 1 дБ:

- затухание 3 дБ на частотах 600 и 3000 Гц;
- на частотах ниже 600 Гц и выше 3000 Гц частотная кривая должна спадать примерно на 18 дБ с каждой октавой.

Для измерения импульсных помех в обратном канале со скоростью передачи 75 бит/с используется фильтр со следующими характеристиками:

- затухание 3 дБ на частотах 300 и 500 Гц;
- на частотах ниже 300 Гц и выше 500 Гц частотная кривая должна спадать примерно на 18 дБ с каждой октавой.

Для измерений импульсных помех с помощью испытательного сигнала с частотой 1020 Гц (см. Рекомендацию О.6), подаваемого в испытываемый канал, должна предусматриваться возможность использования дополнительного заграждающего фильтра с полосой 1020 Гц. Этот фильтр должен иметь характеристики, указанные в таблице 1/О.71.

ТАБЛИЦА 1/О.71

Характеристики заграждающего фильтра

Частота (Гц)	Затухание (дБ)
< 400 > 1700	< 0,5
< 700 > 1330	< 1,0
< 860 > 1180	< 3,0
1000 — 1025	> 50,0

Примечание. — Следует отметить, что результаты измерений могут различаться, если измерения выполняются с использованием тонального испытательного сигнала и без него.

3.6 Калибровка

На вход прибора, находящегося в положении "плоская характеристика", подается непрерывный синусоидальный сигнал с частотой 1000 Гц и напряжением, эквивалентным 0 дБм на 600 Ом; при установке регулятора рабочего уровня на 0 дБм прибор настраивается регулятором калибровки с таким расчетом, чтобы он регистрировал 8 ± 2 отсчета в секунду. При уменьшении уровня входного сигнала до -1 дБм прибор не должен срабатывать.

При уменьшении уровня входного сигнала до любого значения в диапазоне рабочих уровней разность между реальным входным уровнем и установленным рабочим уровнем, при котором прибор перестает считать, не должна превышать 1 дБ.

3.7 Чувствительность

После калибровки прибора в положении "плоская характеристика" (см. § 3.6) и установки рабочего уровня на 0 дБм на вход подаются прямоугольные импульсы той или иной полярности с длительностью 50 мс и с пиковым напряжением 1,21 В, причем интервал между импульсами превышает "мертвое" время; счетчик при этом должен показывать правильное значение частоты следования импульсов. При постепенном уменьшении длительности импульсов счетчик должен по-прежнему давать правильные показания, если эта длительность составляет 50 мкс, и прекращать отсчет, если длительность импульсов достигает значения 20 мкс.

3.8 Визуальная индикация результатов измерения

3.8.1 Счетчик импульсных полей

Каждый случай, подлежащий отсчету, счетчик должен регистрировать в виде единицы. Счетчик должен обеспечивать возможность регистрации не менее 999 случаев.

3.8.2 Относительная длительность явлений импульсных помех (дополнительно)

В целях упрощения определения ошибок при передаче данных, которые могут быть следствием импульсных помех, в приборе следует предусмотреть средства расчета и индикации относительной длительности импульсных помех. Эта величина представляет собой отношение времени, в течение которого уровень сигнала превышает установленный порог, к общей продолжительности измерения. Результаты должны отображаться в диапазоне от 1×10^{-1} до 1×10^{-8} .

3.8.3 Секунды с импульсными помехами (дополнительно)

В качестве новой дополнительной возможности прибор должен быть снабжен средствами, обеспечивающими подсчет и индикацию процента секунд, в течение которых имели место одна или несколько импульсных помех. Результаты должны отображаться в пределах от 0 до 100% с точностью до одной десятой.

3.9 Таймер

Прибор должен быть снабжен встроенным таймером, обеспечивающим выключение прибора по истечении заранее установленного промежутка времени.

Значащими измерительными интервалами будут 5, 15, 30 и 60 минут.

4 Рабочие условия

Указанные выше электрические параметры должны соблюдаться при работе в условиях окружающей среды, определяемых в § 2.1 Рекомендации О.3.

Рекомендация О.72

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБОРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ ПРИ ШИРОКОПОЛОСНОЙ ПЕРЕДАЧЕ ДАННЫХ

(Женева, 1972 г.)

(Текст данной Рекомендации см. в Рекомендации Н.16 [1] тома III.)

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Характеристики прибора для измерения импульсных помех при широкополосной передаче данных", том III, Рек. Н.16.

**ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГРУППОВОГО ВРЕМЕНИ ПРОХОЖДЕНИЯ
В КАНАЛАХ ТЕЛЕФОННОГО ТИПА**

(Женева, 1972 г.)

Ниже приводятся требования, предъявляемые к характеристикам прибора для измерения группового времени прохождения в каналах телефонного типа; эти характеристики должны соблюдаться в целях обеспечения совместимости приборов, стандартизированных МККТТ и выпускаемых различными изготовителями.

1 Принцип измерения

При измерении искажения группового времени прохождения в линии (прямое измерение) для фазовой демодуляции на приемном конце требуется сигнал с частотой, в точности соответствующей частоте модуляции на передающем конце, а его фаза не должна меняться в ходе измерения. В предлагаемом методе эта частота вырабатывается из принимаемого сигнала генератором приемника, частота которого определяется фиксированной эталонной несущей частотой 1,8 кГц. Сигнал эталонной несущей частоты модулируется по амплитуде той же частотой, что и сигнал измерительной несущей частоты; он передается по измеряемому каналу в периодическом чередовании с сигналом измерительной несущей частоты. При переходе от сигнала измерительной несущей частоты к сигналу эталонной несущей частоты не должно происходить никакого резкого изменения фазы или амплитуды передаваемого сигнала. Сигнал эталонной несущей частоты модулируется также по амплитуде сигналом опознавания.

Если измеряемый канал имеет групповое время прохождения и/или затухание, различные для сигналов измерительной и эталонной несущих частот, то в момент, когда в приемнике происходит смена несущей частоты, на выходе канала резко изменяются фаза и/или амплитуда сигнала. Это резкое изменение фиксируется приемником измерительной аппаратуры. Для измерений группового времени прохождения этот приемник снабжен устройством измерения фазы, в которое входит упомянутый выше генератор с управляемой частотой; фаза этого генератора автоматически подстраивается по среднему значению фазы частоты модуляции, выделяемой из сигналов эталонной и измерительной несущих частот. Напряжение частоты модуляции, подаваемое на измеритель фазы, снимается на выходе амплитудного демодулятора, который можно одновременно использовать для измерений колебаний амплитуды. Кроме того, аппаратура может быть снабжена частотным детектором для опознавания действительной измерительной частоты на приемном конце (например, при измерениях с качающейся частотой).

Если измерительная несущая частота во время измерения отличается от эталонной несущей частоты и если групповое время прохождения и затухание в измеряемом канале различны на этих двух частотах, то на выходах измерителя фазы, амплитудного демодулятора и частотного детектора появляются прямоугольные сигналы; амплитуды этих сигналов пропорциональны соответствующим результатам измерения (относительно результата на эталонной несущей частоте), а их частота соответствует частоте смены несущей частоты на передающем конце. Затем эти три прямоугольных сигнала анализируют с помощью управляемых выпрямителей, что позволяет получить информацию (с соответствующим знаком) о разности между измерительной и эталонной несущими частотами в отношении группового времени прохождения, затухания и измерительной частоты.

2 Техническое описание

2.1 Передатчик

Частота модуляции составляет 1000/24, то есть 41,66 Гц. Сигнал с этой частотой модулирует по амплитуде сигналы измерительной и эталонной несущих частот с глубиной модуляции 40%. Обе боковые полосы передаются. Коэффициент искажения модуляции должен быть меньше 1%. Переход от одной несущей частоты к другой совершается за время, меньшее или равное 100 мкс. Частота смены несущей частоты тесно связана с частотой модуляции путем двойного деления частоты и составляет 4,166 Гц (41,66 : 10). Смена несущей частоты происходит при минимальной огибающей модуляции; допускаются отклонения не более $\pm 0,2$ мс. Несущая частота, которая не передается, должна быть подавлена как минимум на 60 дБ относительно передаваемой несущей частоты.

Сигнал, служащий для опознавания эталонной несущей частоты, также зависит от частоты модуляции. Предназначенная для него частота равна 166,6 Гц ($4 \times 41,66$ Гц или $1000 : 6$). Прямоугольный сигнал опознавания, получаемый из сигнала с частотой 1 кГц путем деления на 6, может непосредственно модулировать несущую частоту после прохождения через низкочастотный фильтр RC с постоянной времени $T = 0,43$ мс, поскольку этот сигнал не обязательно должен иметь строго синусоидальную форму. Коэффициент модуляции составляет 20%. Сигнал опознавания передается только в течение 24 последних миллисекунд времени передачи эталонной несущей частоты. На рис. 1/0.81 показана форма различных сигналов на передающем конце.

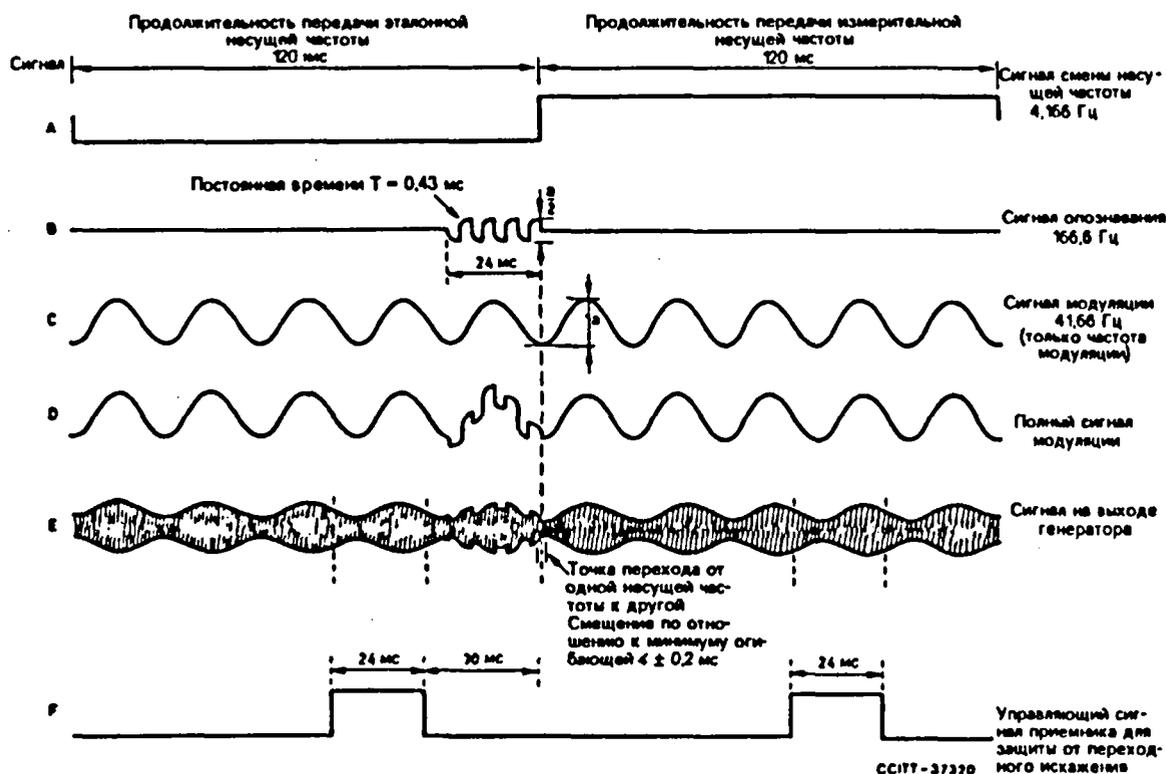


РИСУНОК 1/0.81

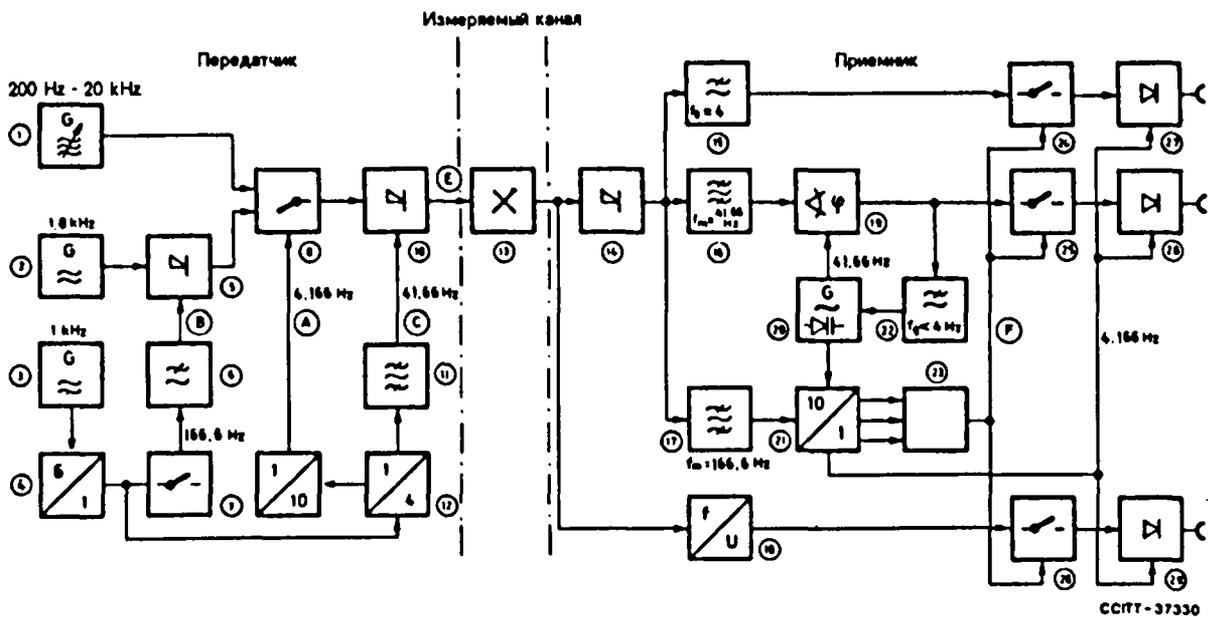
Временная диаграмма различных сигналов аппаратуры для измерения группового времени прохождения

2.2 Приемник

2.2.1 Измерения группового времени прохождения (см. рис. 2/0.81)

Сигнал, поступающий из измеряемого канала, сначала демодулируется; полученный таким образом сигнал частоты модуляции (41,66 Гц) выделяется с помощью полосового фильтра. Этот сигнал модулируется по фазе прямоугольным сигналом, причем частота фазовой модуляции эквивалентна частоте смены несущей частоты (4,166 Гц). Фазовая девиация пропорциональна разности значений группового времени прохождения на обеих несущих частотах. Фазовая демодуляция осуществляется в измерителе фазы, второй ход которого подключен, например, к генератору в 1 кГц через делитель частоты с соотношением 24/1. Этот генератор образует петлю фазовой автоподстройки, включающую в себя измеритель фазы и фильтр низких частот, который подавляет частоту смены несущей частоты. Таким образом, частота модуляции, генерируемая в приемнике, в точности соответствует частоте, поступающей от передатчика.

На выходе измерителя фазы получают прямоугольный сигнал с частотой 4,166 Гц, амплитуда которого пропорциональна результату измерения. Для правильной оценки этого сигнала необходимо его управляемое выпрямление. Используемый с этой целью управляющий сигнал получают из частоты модуляции, генерируемой в приемнике, путем деления частоты на 10. Правильное положение фазы по отношению к передаваемому сигналу обеспечивается наличием сигнала опознавания с частотой 166,6 Гц. Управляемый выпрямитель подключается как к измерительному прибору, так и к выходу по постоянному току.



- | | |
|---------------|------------------------------------|
| 1 | генератор измерительной частоты |
| 2 | генератор эталонной частоты |
| 3 | генератор частоты 1 кГц |
| 4, 9, 12 и 21 | делители частоты |
| 5 и 10 | амплитудные модуляторы |
| 6, 15 и 22 | НЧ-фильтр |
| 7 | ключ для сигнала опознавания |
| 8 | переключатель несущей частоты |
| 11 и 16 | полосовой фильтр частоты модуляции |
| 13 | измеряемый канал |

- | | |
|------------------|--------------------------------------|
| 14 | амплитудный демодулятор |
| 17 | полосовой фильтр частоты опознавания |
| 18 | частотный детектор |
| 19 | измеритель фазы |
| 20 | управляемый генератор |
| 23 | схема И |
| 24, 25 и 26 | ключи |
| 27, 28 и 29 | управляемые выпрямители |
| Сигналы с А по F | |

РИСУНОК 2/О.81

Принципиальная схема аппаратуры для измерения группового времени прохождения

2.2.2 Измерения амплитуды

Если измерение амплитуды должно осуществляться также по отношению к эталонной несущей частоте, то сигнал на выходе амплитудного демодулятора (прямоугольный сигнал с частотой 4,166 Гц, пропорциональный Δa) может быть определен методом, указанным выше для измерений группового времени прохождения. Кроме того, можно определять абсолютную амплитуду рассматриваемой несущей частоты.

2.2.3 Измерения частоты

Для выполнения измерений с качающейся частотой в приемнике необходимо генерировать сигнал с напряжением, которое было бы пропорционально измерительной частоте. Это достигается благодаря частотному детектору, выходной сигнал которого подается на управляемый выпрямитель. Результат измерения выражается в виде разности между измерительной несущей частотой и эталонной несущей частотой. При желании можно ограничиться определением измерительной несущей частоты.

2.2.4 Подавление искажений переходных процессов

Переход от одной несущей частоты к другой может вызвать переходные искажения как в измеряемом канале, так и в приемнике. Такие мешающие сигналы могут эффективно подавляться с помощью ключевых схем, которые открывают измерительные устройства, расположенные ближе к приемнику, только во время периодов, указанных на рис. 1/О.81.

3 Общие положения

Выход передатчика и вход приемника должны быть симметричными относительно земли. Для образования шлейфа удержания соединения должна обеспечиваться возможность подачи на измерительные приборы постоянного тока с максимальным значением около 100 мА.

4 Требования к аппаратуре для измерения группового времени прохождения в каналах телефонного типа

4.1 Общие характеристики

4.1.1 Погрешность измерений группового времени прохождения (см. также § 4.2.1):

— 200—400 Гц	$\leq \pm 100$ мкс	} $\pm 3\%$ измерительного диапазона ¹⁾
— 400—600 Гц	$\leq \pm 30$ мкс	
— 600 Гц—1 кГц	$\leq \pm 10$ мкс	
— 1 кГц—20 кГц	$\leq \pm 5$ мкс	

При температуре за пределами диапазона от +15° С до +35° С на указанную точность измерения могут влиять изменения частоты модуляции, что дает погрешность 4% вместо 3% (см. § 4.1.4).

Дополнительная погрешность, обусловленная изменениями амплитуды, не должна превышать:

— для изменений в пределах 10 дБ	± 5 мкс
— для изменений в пределах 20 дБ	± 10 мкс
— для изменений в пределах 30 дБ	± 20 мкс

4.1.2 Измерительная частота от 200 Гц до 20 кГц

4.1.2.1 Погрешность измерительной частоты:

— для температуры в пределах от +15° С до +35° С	$\leq \pm 1\%$ от указанной частоты ± 10 Гц
— для температуры в пределах от +5° С до +50° С	$\leq \pm 2\%$ от указанной частоты ± 10 Гц

4.1.3 Эталонная частота 1,8 кГц

(плюс настройка верньером, чтобы избежать совпадения с мешающими тональными сигналами).

Необходимо предусмотреть возможность введения двух дополнительных эталонных частот для повышения точности на граничных частотах полосы.

4.1.3.1 Погрешность эталонной частоты:

— для температуры в пределах от +15° С до +35° С	$\leq \pm 1\%$
— для температуры в пределах от +5° С до +50° С	$\leq \pm 3\%$

4.1.4 Частота модуляции (1000 : 24)²⁾:

— для температуры в пределах от +15° С до +35° С	41,66 Гц $\pm 0,5\%$
— для температуры в пределах от +5° С до +50° С	41,66 Гц $\pm 1\%$

4.1.4.1 Коэффициент модуляции²⁾ $m = 0,4 \pm 0,05$

4.1.4.2 Коэффициент искажения модуляции^{2), 3)} $\leq 1\%$

4.1.5 Частота сигнала опознавания (1000 : 6), производная от частоты модуляции²⁾ 166,6 Гц

4.1.5.1 Коэффициент модуляции²⁾ $m = 0,2 \pm 0,05$

4.1.5.2 Длительность передачи сигнала опознавания²⁾ последние 24 мс передачи эталонной частоты

4.1.5.3 Начало передачи сигнала опознавания вызывает уменьшение амплитуды несущей частоты (как это показано на рис. 1/О.81).

¹⁾ Измерительный диапазон соответствует полному отклонению на шкале для рассматриваемого диапазона.

²⁾ Условия обеспечения совместимости между приборами, выпускаемыми различными изготовителями.

³⁾ Коэффициент искажения модуляции определяется следующим образом:

$$\frac{\text{эффективное значение нежелательных боковых полос}}{\text{эффективное значение полезных боковых полос}} \times 100\%$$

- 4.1.6 Частота смены несущей частоты (1000 : 240), производная от частоты модуляции⁴⁾ 4,166 Гц
- 4.1.6.1 Продолжительность перехода от одной несущей частоты к другой⁴⁾ менее 10 мкс
- 4.1.6.2 Интервал между моментом смены несущей частоты и минимумом огибающей модуляции⁴⁾ $\leq \pm 0,2$ мс
- 4.1.7 *Допустимые рабочие условия*⁵⁾
- 4.1.7.1 Колебания питающего напряжения от +10 до -15%
- 4.1.7.2 Температурные пределы. от +5° С до +50° С
- 4.1.7.3 Пределы относительной влажности от 45 до 75%
- 4.1.8 *Дополнительные устройства*
- 4.1.8.1 Контроль через громкоговоритель дополнительно
- 4.1.8.2 Внутренний контроль. Для проверки исправности устройств измерения частотного искажения группового времени прохождения и амплитудно-частотного искажения должны предусматриваться схемы внутреннего контроля; передатчик может быть использован для контрольных целей.

4.2 *Передатчик*

- 4.2.1 Погрешность от передатчика, влияющая на общую точность измерения группового времени прохождения (как это указано в § 4.1.1), не должна превышать⁴⁾ :
- 200—400 Гц ± 10 мкс
 - 400—600 Гц ± 3 мкс
 - 600 Гц—20 кГц ± 1 мкс
- 4.2.2 Диапазон передаваемых уровней (средняя мощность сигнала несущей частоты) (имеется возможность снизить максимальный передаваемый уровень) от -40 до +10 дБм
- 4.2.2.1 Точность передаваемого уровня $\leq \pm 0,5$ дБ
на эталонной частоте $\leq \pm 0,3$ дБ
- 4.2.3 Выходное полное сопротивление (диапазон от 200 Гц до 20 кГц):
- выход симметричный относительно земли 600 Ом
- 4.2.3.1 Затухание несогласованности > 40 дБ
- 4.2.3.2 Затухание асимметрии (по сигналу) > 46 дБ
- 4.2.4 Нелинейные искажения передаваемого сигнала $\leq 1\%$ (40 дБ)
- 4.2.5 Паразитные искажения передаваемого сигнала $\leq 0,1\%$ (60 дБ)
- 4.2.6 Скорость качания частоты Регулируется от 10 до 100 Гц/с. Необходимо предусматривать не менее четырех скоростей
- 4.2.7 Устройство для предупреждения возможного срабатывания приемников тонального сигнала набора номера дополнительно
- 4.2.8 Удержание шлейфа предусматривается
- 4.2.9 В передатчике следует предусматривать устройства, позволяющие в случае необходимости перед началом измерений контролировать измерительную и эталонную частоты с точностью до 1 Гц. Это можно осуществлять, снабжая передатчик соответствующими выходами для внешнего частотомера.

⁴⁾ Условия, необходимые для обеспечения совместимости между приборами, выпускаемыми различными изготовителями.

⁵⁾ Эти значения являются временными и требуют дальнейшего изучения.

4.3 Приемник

- 4.3.1 Диапазон входных уровней от -40 до +10 дБм
- 4.3.1.1 Динамический диапазон приемника 30 дБ
- 4.3.2 Входное полное сопротивление (диапазон от 200 Гц до 20 кГц):
— вход симметричный относительно земли 600 Ом
- 4.3.2.1 Затухание несогласованности ≥ 40 дБ
- 4.3.2.2 Затухание асимметрии (по сигналу) ≥ 46 дБ
- 4.3.3 Диапазон измерений частотных искажений группового времени прохождения $\left\{ \begin{array}{l} \text{от } 0 \text{ до } \pm 100, \pm 200, \pm 500 \text{ мкс} \\ \text{от } 0 \text{ до } \pm 1, \pm 2, \pm 5, \pm 10 \text{ мс} \end{array} \right.$
- 4.3.3.1 Точность измерений группового времени прохождения: в соответствии с §§ 4.1.1 и 4.2.1, выше.
- 4.3.4 Диапазон измерений амплитудно-частотных искажений. $0, \pm 2, \pm 5, \pm 10, \pm 20, \pm 50$ дБ⁴⁾
- 4.3.4.1 Погрешность (при температуре от +5° С до +50° С) $\pm 0,1$ дБ $\pm 3\%$ измерительного диапазона
- 4.3.5 Диапазон измерений входного уровня на эталонной частоте от +10 до -20 дБм
- 4.3.5.1 Погрешность (при температуре от +15 до +35° С) $\pm 0,25$ дБ
(при температуре от +5 до +50° С) ± 1 дБ
- 4.3.6 Должны предусматриваться выходы по постоянному току для подключения координатного самописца.
- 4.3.7 Диапазоны измерений частоты $\left\{ \begin{array}{l} \text{от } 200 \text{ Гц до } 4 \text{ кГц} \\ \text{от } 200 \text{ Гц до } 20 \text{ кГц} \end{array} \right.$
- 4.3.7.1 Погрешность измерений частоты $\pm 2\% \pm 10$ Гц
- 4.3.8 Удержание шлейфа предусматривается
- 4.3.9 Помехозащищенность

4.3.9.1 Может предусматриваться введение фильтра низких частот для уменьшения воздействия помех с частотой свыше 4000 Гц, например импульсов отсчета.

Частотные искажения группового времени прохождения фильтра не должны превышать 5 мкс на частоте 2600 Гц и 30 мкс на частоте 2800 Гц по отношению к групповому времени прохождения на частоте 1000 Гц. Амплитудно-частотные искажения не должны превышать 0,1 дБ на частоте 2600 Гц и 0,2 дБ на частоте 2800 Гц по отношению к затуханию на частоте 1000 Гц.

4.3.9.2 Среднеквадратическое значение погрешности измерения, обусловленной уровнем белого шума в полосе 4 кГц, который на 26 дБ ниже среднего уровня несущей частоты принимаемого испытательного сигнала, не должно превышать 20 мкс, если скорость качания частоты не превышает 25 Гц в секунду.

При проверке аппаратуры на соответствие этому требованию частотные искажения группового времени прохождения не должны меняться более чем на 1,5 мс в полосе 100 Гц.

4.3.9.3 Погрешность измерения, обусловленная дискретными сигналами ± 150 Гц вблизи испытательных или эталонных сигналов, не должна превышать ± 20 мкс, а для частоты ± 200 Гц она не должна быть больше ± 2 мкс, если уровень этой мешающей частоты на 26 дБ ниже среднего уровня несущей частоты принимаемого испытательного сигнала.

Библиография

COENNING (F.): Progress in the Technique of Group Delay Measurements, *NTZ Communications Journal*, vol. 5, pp. 256-264, 1966.

⁴⁾ В диапазоне ± 50 дБ указанная точность действительна только в интервале ± 30 дБ (см. § 4.3.1.1).

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГРУППОВОГО ВРЕМЕНИ ПРОХОЖДЕНИЯ В ПОЛОСЕ ЧАСТОТ ОТ 5 ДО 600 кГц

(Женева, 1972 г.)

В настоящей Рекомендации приводятся характеристики прибора для измерения группового времени прохождения в каналах передачи данных; указанные характеристики должны соблюдаться в целях обеспечения совместимости приборов, стандартизированных МККТТ и выпускаемых различными изготовителями.

1 Принцип измерения

При измерении искажений группового времени прохождения (измерение в прямом направлении) для фазовой демодуляции на приемном конце требуется сигнал с частотой, в точности соответствующей частоте модуляции на передающем конце, а его фаза не должна меняться в ходе измерения. В предлагаемом методе эта частота вырабатывается из принимаемого сигнала генератором приемника, частота которого определяется эталонной несущей частотой. Сигнал эталонной несущей частоты модулируется по амплитуде той же частотой, что и сигнал измерительной несущей частоты; он передается по измеряемому каналу в периодическом чередовании с сигналом измерительной несущей частоты. При переходе от сигнала измерительной несущей частоты к сигналу эталонной несущей частоты не должно происходить никакого резкого изменения фазы или амплитуды передаваемого сигнала. Сигнал эталонной несущей частоты модулируется также по амплитуде сигналом опознавания.

Если измеряемый канал имеет групповое время прохождения и/или затухание, различные для сигналов измерительной и эталонной несущих частот, то в момент, когда в приемнике происходит смена несущей частоты, на выходе канала резко изменяются фаза и/или амплитуда сигнала. Это резкое изменение фиксируется приемником измерительного прибора. Для измерений группового времени прохождения этот приемник снабжен устройством измерения фазы, в которое входит упомянутый выше генератор с управляемой частотой; фаза этого генератора автоматически подстраивается по среднему значению фазы частоты модуляции, выделяемой из сигналов эталонной и измерительной несущих частот. Напряжение частоты модуляции, подаваемое на измеритель фазы, снимается на выходе амплитудного демодулятора, который можно одновременно использовать для измерений амплитудных колебаний. Кроме того, в приборе может предусматриваться частотный детектор для опознавания действительной измерительной частоты на приемном конце (например, при измерениях с кающейся частотой).

Если сигнал измерительной несущей частоты во время измерения отличается от сигнала эталонной несущей частоты и если групповое время прохождения и затухание в измеряемом канале различны на этих двух частотах, то на выходах измерителя фазы, амплитудного демодулятора и частотного детектора появляются прямоугольные сигналы; амплитуды этих сигналов пропорциональны соответствующим результатам измерения (относительно результата на эталонной несущей частоте), а их частота соответствует частоте смены несущей частоты на передающем конце. Затем эти три прямоугольных сигнала анализируются с помощью управляемых выпрямителей, что позволяет получить информацию (с соответствующим знаком) о разности между измерительной и эталонной несущими частотами в отношении группового времени прохождения, затухания и измерительной частоты.

2 Техническое описание

2.1 Передатчик

Частота модуляции составляет 416,66 Гц (то есть $10\,000 : 24$). Сигнал с этой частотой модулирует по амплитуде сигналы измерительной и эталонной несущих частот с коэффициентом модуляции 40%. Обе боковые полосы передаются. Коэффициент искажения модуляции должен быть меньше 1%. Переход от одной несущей частоты к другой совершается за время, меньшее или равное 100 мкс. Частота смены несущей частоты тесно связана с частотой модуляции путем двоячного деления частоты и составляет $416,66 : 10 = 41,66$ Гц. Смена несущей частоты происходит при минимальной огибающей модуляции; допускаются отклонения не более ± 20 мкс. Несущая частота, которая не передается, должна быть в любом случае подавлена не менее чем на 60 дБ относительно передаваемой несущей частоты.

Сигнал, служащий для опознавания эталонной несущей частоты, также зависит от частоты модуляции. Предназначенная для него частота равна 1666 Гц ($4 \times 416,6$ Гц или $10\,000$ Гц : 6). Прямоугольный сигнал опознавания, получаемый путем деления частоты 10 Гц на 6, может непосредственно модулировать несущую частоту после прохождения через низкочастотный RC-фильтр с постоянной времени $T = 43$ мкс, поскольку этот сигнал не обязательно должен иметь строго синусоидальную форму. Коэффициент модуляции составляет 20%. Сигнал опознавания передается только в течение последних 2,4 мкс времени передачи эталонной несущей частоты. На рис. 1/0.82 показана форма различных сигналов на передающем конце.

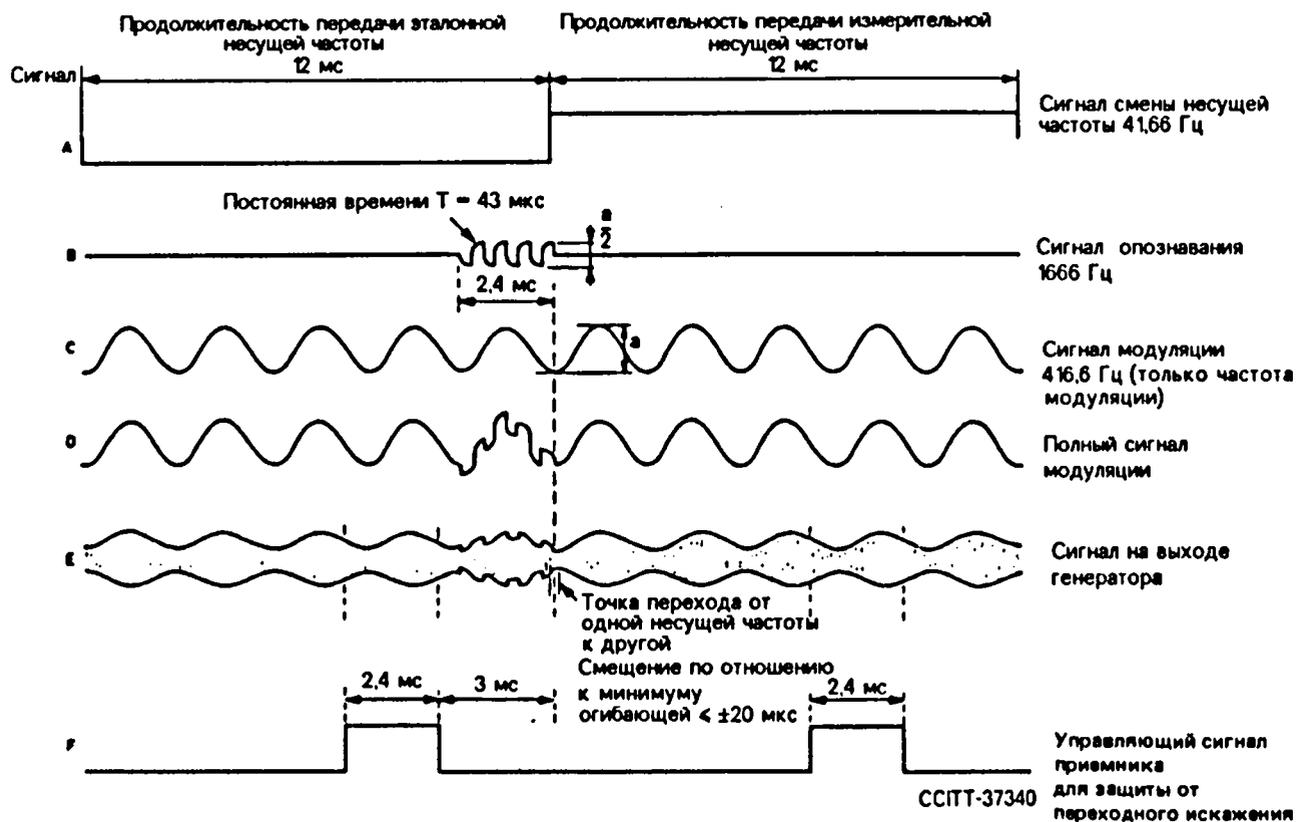


РИСУНОК 1/0.82

Временная диаграмма различных сигналов аппаратуры для измерения группового времени прохождения

2.2 Приемник

2.2.1 Измерения группового времени прохождения (см. рис. 2/0.82)

Сигнал, поступающий из измеряемого канала, демодулируется; полученная таким образом частота модуляции (416,6 Гц) выделяется с помощью полосового фильтра. Этот сигнал модулируется по фазе прямоугольным сигналом, причем частота фазовой модуляции эквивалентна частоте смены несущей частоты (41,66 Гц). Фазовая девиация пропорциональна разности значений группового времени прохождения на обеих несущих частотах. Фазовая демодуляция осуществляется в измерителе фазы, второй вход которого подключен, например, к генератору на 10 кГц через делитель частоты с соотношением 24/1. Этот генератор образует петлю фазовой автоподстройки, включающую в себя измеритель фазы и фильтр низких частот, который подавляет частоту смены несущей частоты. Таким образом, частота модуляции, генерируемая в приемнике, в точности соответствует частоте, поступающей от передатчика.

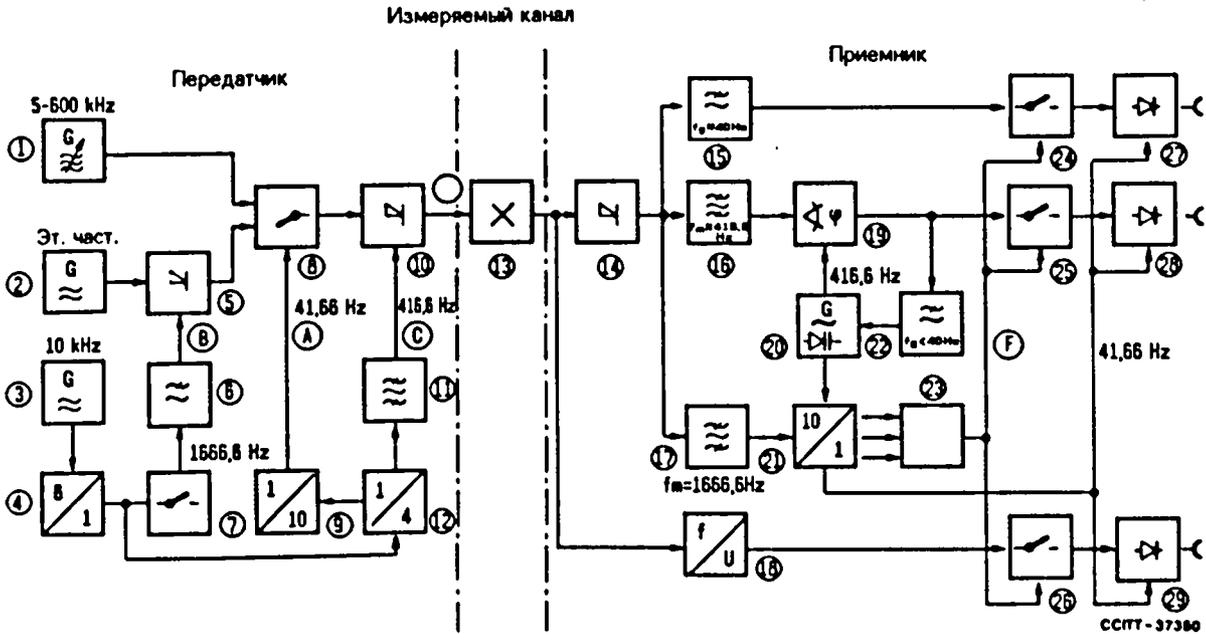
На выходе измерителя фазы получают прямоугольный сигнал с частотой 41,66 Гц, амплитуда которого пропорциональна результату измерения. Для правильной оценки этого сигнала необходимо его управляемое выпрямление. Используемый с этой целью управляющий сигнал получают путем деления на 10 частоты модуляции, генерируемой в приемнике. Правильное положение фазы по отношению к передаваемому сигналу обеспечивается наличием сигнала опознавания с частотой 1666 Гц. Управляемый выпрямитель подключается как к измерительному прибору, так и к выходу по постоянному току.

2.2.2 Измерения амплитуды

Если измерение амплитуды также должно осуществляться по отношению к эталонной несущей частоте, то сигнал на выходе амплитудного демодулятора (прямоугольный сигнал с частотой 41,66 Гц, пропорциональный Δa) может быть определен методом, указанным выше для измерений группового времени прохождения. Кроме того, можно определять абсолютную амплитуду рассматриваемой несущей частоты.

2.2.3 Измерения частоты

Для выполнения измерений с качающейся частотой в приемнике необходимо генерировать сигнал с таким напряжением, которое было бы пропорционально измерительной частоте. Это достигается благодаря частотному детектору, выходной сигнал которого подается на управляемый выпрямитель. Результат измерения выражается в виде разности между измерительной и эталонной несущими частотами. При желании можно ограничить определение измерительной несущей частоты.



1	генератор измерительной частоты	14	амплитудный демодулятор
2	генератор эталонной частоты	17	полосовой фильтр частоты опознавания
3	генератор частоты 10 Гц	18	частотный детектор
4, 9, 12 и 21	делители частоты	19	измеритель фазы
5, 10	амплитудные модуляторы	20	управляемый генератор
6, 15, 22	НЧ-фильтр	23	схема И
7	ключевая схема для сигнала опознавания	24, 25, 26	ключевые схемы
8	переключатель несущей частоты	27, 28, 29	управляемые выпрямители
11, 16	полосовой фильтр частоты модуляции		Сигналы с А по F (см. рис. 1/0.82)
13	измеряемый канал		

РИСУНОК 2/0.82

Принципиальная схема аппаратуры для измерения группового времени прохождения

2.2.4 Подавление искажений переходных процессов

Переход от одной несущей частоты к другой может вызвать переходные искажения как в измеряемом канале, так и в приемнике. Такие мешающие сигналы могут эффективно подавляться с помощью ключевых схем, которые открывают измерительные устройства, расположенные ближе к приемнику, только во время периодов, указанных на рис. 1/0.82.

3 Общие положения

Выход передатчика и вход приемника должны составлять соответственно 135 и 150 Ом и быть симметричными относительно земли. Кроме того, должен предусматриваться 75-омный, асимметричный вариант.

4 Требования к прибору для измерения группового времени прохождения в полосе частот 5—6000 кГц

4.1 Общие характеристики

4.1.1 Погрешность измерений группового времени прохождения (см. также § 4.2.1):

— от 5 до 10 кГц	$\leq \pm 5$ мкс	} $\pm 3\%$ измерительного диапазона (см. примечание 1 в конце Рекомендации)
— от 10 до 50 кГц	$\leq \pm 2$ мкс	
— от 50 до 300 кГц	$\leq \pm 1$ мкс	
— от 300 до 500 кГц	$\leq \pm 0,5$ мкс	

При температурах ниже $+5^\circ\text{C}$ и выше $+40^\circ\text{C}$ на указанную точность могут влиять изменения частоты модуляции, что дает погрешность 4% вместо 3% (см. § 4.1.4).

Дополнительная погрешность, обусловленная изменениями амплитуды, не должна превышать:

— для изменений в пределах 10 дБ	$\pm 0,5$ мкс
— для изменений в пределах 20 дБ	$\pm 1,0$ мкс
— для изменений в пределах 30 дБ	$\pm 2,0$ мкс

4.1.2 Измерительная частота

от 5 до 600 кГц

4.1.2.1 Погрешность измерительной частоты:

— от $+5$ до $+40^\circ\text{C}$	$\leq \pm 1\%$ от указанной частоты ± 500 Гц
— от $+5$ до $+50^\circ\text{C}$	$\leq \pm 2\%$ от указанной частоты ± 500 Гц

4.1.3 Переключаемая эталонная частота	25 кГц
(см. примечание 2 в конце Рекомендации)	84 кГц
	432 кГц

4.1.3.1 Погрешность эталонной частоты:

— от $+5$ до $+40^\circ\text{C}$	$\leq \pm 1\%$
— от $+5$ до $+50^\circ\text{C}$	$\leq +3\%$

4.1.4 Частота модуляции¹⁾:

— от $+5$ до $+40^\circ\text{C}$	416,66 Гц $\pm 0,5\%$
— от $+5$ до $+50^\circ\text{C}$	416,66 Гц $\pm 1\%$

4.1.4.1 Коэффициент модуляции¹⁾

0,4 \pm 0,05

4.1.4.2 Коэффициент искажения модуляции¹⁾

$\leq 1\%$
(см. примечание 3 в конце Рекомендации)

4.1.5 Частота сигнала опознавания¹⁾ (производная от частоты модуляции)

1,666 кГц

4.1.5.1 Коэффициент модуляции¹⁾

0,2 \pm 0,05

4.1.5.2 Длительность передачи сигнала опознавания¹⁾

последние 2,4 мс передачи эталонной частоты

4.1.5.3 В начале передачи сигнала опознавания амплитуда несущей частоты увеличивается (как это показано на рис. 1/0.82).

¹⁾ Требования, которые необходимо соблюдать для обеспечения совместимости между приборами, выпускаемыми различными изготовителями.

- 4.1.6 Частота смены несущей частоты²⁾ (производная от частоты модуляции) 41,66 Гц
- 4.1.6.1 Длительность перехода от одной несущей частоты к другой²⁾ менее 100 мкс
- 4.1.6.2 Интервал между моментом смены несущей частоты и минимумом огибающей модуляции²⁾ $\leq \pm 0,02 \text{ мс}$
- 4.1.7 Допустимые рабочие условия³⁾
- 4.1.7.1 Питающее напряжение $\pm 10\%$
- 4.1.7.2 Рабочая температура от +5 до +40° С
Температура для хранения и транспортировки от -40 до +70° С
- 4.1.7.3 Относительная влажность от 45 до 75%
- 4.1.8 Дополнительные устройства
- 4.1.8.1 Контроль через громкоговоритель дополнительно
- 4.1.8.2 Для проверки исправности устройств измерения искажений группового времени прохождения и амплитудно-частотных характеристик с использованием соответствующей информации, поступающей от передатчика, должны предусматриваться схемы внутреннего контроля.
- 4.1.8.3 Устройства для подключения внешних фильтров в целях уменьшения влияния смежных полос передачи дополнительно (см. примечание 4 в конце данной Рекомендации)

4.2 Передатчик

- 4.2.1 Погрешность от передатчика, влияющая на общую точность измерения группового времени прохождения (как это указано в § 4.1.1), не должна превышать²⁾ :
- в полосе 5—10 кГц $\pm 0,5 \text{ мкс}$
 - в полосе 10—50 кГц $\pm 0,2 \text{ мкс}$
 - в полосе 50—300 кГц $\pm 0,1 \text{ мкс}$
 - в полосе 300—600 кГц $\pm 0,05 \text{ мкс}$
- 4.2.2 Диапазон передаваемых уровней (средняя мощность сигнала несущей частоты) от -40 до +10 дБм
(Имеется возможность снизить максимальный передаваемый уровень.)
- 4.2.2.1 Точность передаваемого уровня $\leq \pm 0,5 \text{ дБ}$
На эталонной частоте $\leq \pm 0,3 \text{ дБ}$
- 4.2.3 Выходное полное сопротивление (в полосе 5—600 кГц):
- 4.2.3.1 Выход симметричный относительно земли 135 и 150 Ом
Затухание несогласованности $> 30 \text{ дБ}$
Затухание асимметрии по сигналу $> 40 \text{ дБ}$
- 4.2.3.2 Асимметричный выход 75 Ом
Затухание несогласованности $> 40 \text{ дБ}$
- 4.2.4 Нелинейные искажения передаваемого сигнала $\leq 1\%$ (40 дБ)
- 4.2.5 Паразитные искажения передаваемого сигнала $\leq 0,1\%$ (60 дБ)
- 4.2.6 Скорость качания частоты Регулируется в диапазоне от 0,2 до 10 кГц/с.
Необходимо предусматривать не менее шести скоростей.

4.2.7 В передатчике следует предусматривать устройства, позволяющие в случае необходимости перед началом измерений контролировать измерительную и эталонную частоты с точностью до 1 Гц. Передатчик может быть также снабжен соответствующими выходами для внешнего частотомера.

¹⁾ Требования, которые необходимо соблюдать для обеспечения совместимости между приборами, выпускаемыми различными изготовителями.

²⁾ Эти значения приняты временно и требуют дополнительного изучения.

4.3	<i>Приемник</i>	
4.3.1	Диапазон входных уровней	от -40 до +10 дБм
4.3.1.1	Динамический диапазон приемника	30 дБ
4.3.2	Входное полное сопротивление (в полосе 5—600 кГц):	
4.3.2.1	Вход симметричный относительно земли	135 и 150 Ом
	Затухание несогласованности	> 30 дБ
	Затухание асимметрии по сигналу	> 40 дБ
4.3.2.2	Вход асимметричный	75 Ом
	Затухание несогласованности	> 40 дБ
4.3.3	Диапазоны измерения искажений группового времени прохождения: от 0 до ± 10, ± 20, ± 50, ± 100, ± 200, ± 500, ± 1000 мкс.	
4.3.3.1	Точность измерений группового времени прохождения: в соответствии с §§ 4.1.1 и 4.2.1.	
4.3.4	Диапазоны измерения амплитудно-частотных искажений: от 0 до ± 2, ± 5, ± 10, ± 20, ± 50 дБ ⁴⁾ .	
4.3.4.1	Погрешность (при температуре от +5 до +50° С)	± 0,1 дБ ± 3% измерительного диапазона
4.3.5	Диапазон измерения входного уровня на эталонной частоте	от -20 до +10 дБм
4.3.5.1	Погрешность (при температуре от +5 до +40° С)	± 0,25 дБ
	(при температуре от +5 до +50° С)	± 1 дБ
4.3.6	Должны предусматриваться выходы по постоянному току для подключения координатного самописца.	
4.3.7	Диапазон измерения частоты	от 5 до 60 кГц от 60 до 150 кГц от 150 до 600 кГц
4.3.7.1	Погрешность измерений частоты	± 2% ± 500 Гц

Примечание 1. — Диапазон измерения равен значению полного отклонения по шкале для рассматриваемого диапазона.

Примечание 2. — Первоначально предлагалось использовать фиксированную эталонную частоту 1800 Гц. Поскольку аппаратура, предусматриваемая для высоких частот, будет иметь три основных диапазона частот (6—54, 60—108, 312—552 кГц), необходимо предусмотреть три эталонных частоты, находящихся в центре этих полос.

Примечание 3. — Коэффициент искажения модуляции определяется следующим образом:

$$\frac{\text{среднеквадратическое значение нежелательных боковых полос}}{\text{среднеквадратическое значение полезных боковых полос}} \times 100\%$$

Примечание 4. — Для Администраций, которым требуется проводить измерения в полосах 60—108 и 312—552 кГц без прерывания связи по смежным первичным и вторичным группам их национальных участков, нужно добавить следующее положение:

"В целях максимального подавления помех, создаваемых загрузкой смежных вторичных и первичных групп и влияющих на результаты измерений, изготовители аппаратуры должны предусматривать средства, чтобы Администрации могли вводить в тракт частотного детектора полосовой фильтр с нулевым затуханием, полоса пропускания которого позволяла бы выполнять измерения и полное сопротивление которого было бы равно 75, 135 или 150 Ом".

Администрации должны иметь в виду, что они обязаны составлять необходимые инструкции, содержащие необходимые сведения по монтажу фильтра и усилителя с учетом указаний изготовителя об уровнях сигнала в этой точке.

Библиография

COENNING (F.): Progress in the Technique of Group Delay Measurements, *NTZ Communications Journal*, vol. 5, pp. 256—264, 1966.

⁴⁾ Для диапазона от 0 до ± 50 дБ указанная точность действительна только в интервале ± 30 дБ (см. § 4.3.1.1).

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ФАЗОВОГО ДРОЖАНИЯ В КАНАЛАХ ТЕЛЕФОННОГО ТИПА

(Женева, 1972 г.; изменена в Малага-Торремолиносе в 1984 г. и в Мельбурне в 1988 г.)

Введение

Основными одночастотными составляющими фазового дрожания, влияющими на передачу сигналов данных, являются: ток посылки вызова, переменный ток сети, а также вторая—пятая гармоники этих токов. Поскольку максимальная девиация фаз, вызываемая этими составляющими, редко превышает 25° полного размаха амплитуды (фазовая модуляция с небольшим индексом), каждая синусоидальная составляющая имеет только одну пару боковых полос, которыми нельзя пренебречь. Из этого следует, что модуляция фазового дрожания обычно проявляется, главным образом, в полосе ± 300 Гц с обеих сторон сигнала тональной частоты, выполняющего роль несущей частоты.

Поскольку случайный шум может вызвать эффект, подобный значительному фазовому дрожанию, измерение этого дрожания всегда должно сопровождаться измерением взвешенного шума, соответствующего передаваемому сообщению. Кроме того, поскольку на результаты измерения фазового дрожания может оказывать значительное влияние шум квантования, необходимо тщательно подбирать несущую частоту и фильтрующий контур, чтобы уменьшить влияние шума на результаты измерения.

Хотя характеристики, указанные в настоящей Рекомендации, относятся к измерениям в полосах частот 4—300, 4—20 и 20—300 Гц, они действительны также для полос 3—300 и 3—20 Гц.

Предлагаются следующие характеристики прибора для измерения фазового дрожания.

1 Принцип измерения

В испытываемый канал подается синусоидный сигнал, не имеющий фазового дрожания, с нормальным для передачи данных уровнем. Приемная часть измерителя фазового дрожания выполняет следующие операции с принятым тональным сигналом:

- 1) ограничение полосы с обеих сторон несущей частоты;
- 2) усиление сигнала несущей частоты, затем ограничение с целью устранения амплитудной модуляции;
- 3) детектирование фазовой модуляции (дрожания);
- 4) отображение фазового дрожания после его фильтрации (примерно до 300 Гц) на индикаторе полного размаха колебания или на цифровом индикаторе.

2 Рекомендуемые характеристики

2.1 Погрешность измерения

Погрешность измерения не должна превышать $\pm 5\%$ от измеренной величины плюс $\pm 0,2^\circ$.

2.2 Передающая часть измерителя

2.2.1 Частота испытательного сигнала 1020 \pm 10 Гц

2.2.2 Уровень передачи от -30 дБм до 0 дБм

2.2.3 Выходное полное сопротивление (диапазон от 300 Гц до 4 кГц)

- выход симметричный относительно земли (другие полные сопротивления по выбору) 60 Ом
- затухание несогласованности > 30 дБ
- затухание асимметрии (по выходному сигналу) > 40 дБ

2.2.4 Собственное дрожание фазы < $0,1^\circ$ полного размаха колебания

2.3 Приемная часть измерителя

2.3.1 Диапазон измерителя

Не менее $0,2-30^\circ$ полного размаха колебания.

2.3.2 Чувствительность и диапазон испытательных частот

Приемная часть должна обеспечивать измерение фазового дрожания сигнала с входным уровнем от -40 до $+10$ дБм и с частотой от 990 до 1030 Гц.

2.3.3 Избирательность на входе

Защита от фона переменного тока: с помощью фильтра верхних частот с номинальной частотой среза 400 Гц с крутизной не менее 12 дБ на октаву.

Защита ограничителя от канального шума: с помощью фильтра нижних частот с номинальной частотой среза 1800 Гц с крутизной не менее 24 дБ на октаву.

2.3.4 Входное полное сопротивление (диапазон от 300 Гц до 4 кГц)

— вход симметричный относительно земли

— затухание продольного влияния на входе > 46 дБ

2.3.5 Сопротивление при согласованном включении (другие сопротивления по выбору) 600 Ом

— затухание несогласованности > 30 дБ

2.3.6 Высокоомное сопротивление около 20 кОм

— вносимое затухание на нагрузке 300 Ом $< 0,15$ дБ

Примечание. — Определения и метод измерения должны соответствовать Рекомендации О.9.

2.4 Характеристики взвешивания для измерения фазового дрожания

Измерение амплитуды различных составляющих фазового дрожания осуществляется методом взвешивания, определяемым ниже.

Для измерения фазового дрожания в полосах частот 4–20, 4–300 и 20–300 Гц определяются три характеристики взвешивания. В этих полосах составляющие фазового дрожания измеряются при максимальной чувствительности; составляющие за пределами указанных полос подавляются.

Для определения характеристики взвешивающего фильтра можно осуществить испытание на двух частотах следующим образом: на вход подается чистый¹⁾ синусоидальный сигнал с частотой 1000 Гц и уровнем $+10$ дБм, на который накладывается второй чистый синусоидальный сигнал с уровнем, на 20 дБ меньшим, чем у первого сигнала, и с частотами, указанными в таблице 1/О.91. При этих условиях измеряемая величина фазового дрожания должна быть в пределах, указанных в этой таблице для различных частот. Переключаемые контуры могут обеспечивать получение и других характеристик взвешивания.

2.5 Влияние амплитуды испытательного сигнала на фазу

Частота второго синусоидального сигнала настраивается на 1100 Гц; между источником испытательных сигналов и измерительным приемником включается внешний удлинитель для введения затухания с плоской характеристикой ступенями от 10 до 50 дБ. Разброс показаний не должен превышать $0,7^\circ$. Все требования, указанные в таблице 1/О.91, должны соблюдаться при любом положении внешнего удлинителя вплоть до затухания 50 дБ. Таким же образом, если вместо вышеупомянутых синусоидальных сигналов на вход прибора подается сигнал, модулированный на 10% по амплитуде, с частотой в пределах от 20 до 300 Гц и с уровнем, соответствующим чувствительности прибора, то показание фазового дрожания должно быть меньше $0,2^\circ$.

¹⁾ Согласно определению, это одночастотный сигнал, имеющий суммарное нелинейное искажение с уровнем как минимум на 40 дБ меньшим уровня основного сигнала.

ТАБЛИЦА 1/0.91

Частота второго испытательного сигнала (Гц)	Амплитуда фазового дрожания (градусы)		
	Полоса частот (Гц)		
	4 – 300	4 – 20	20 – 300
999,7 и 1000,3	< 1	< 1	xxx
999,25 и 1000,75	< 3	< 3	xxx
998,5 и 1001,5	< 8	< 8	xxx
998,0 и 1002,0	xxx	xxx	< 3
996,0 и 1004,0	10,7 ± 1,5	10,7 ± 1,5	xxx
994,0 и 1006,0	11,2 ± 1,0	11,2 ± 1,0	xxx
992,0 и 1008,0	11,5 ± 0,7	11,5 ± 0,7	xxx
988,0 и 1012,0	↓	↓	< 10
984,0 и 1016,0	↓	11,5 ± 0,7	xxx
980,0 и 1020,0	↓	11,1 ± 1,1	11,5 ± 0,7
967,0 и 1033,0	↓	< 3	↓
953,0 и 1047,0	↓	< 1	↓
760,0 и 1240,0	11,5 ± 0,7	xxx	11,5 ± 0,7
700,0 и 1300,0	11,1 ± 1,1	xxx	11,1 ± 1,1
500,0 и 1500,0	< 3	xxx	< 3
300,0 и 1700,0	< 1	xxx	< 1

xxx Не используется.

2.6 Подавление шума

Сигнал со спектром белого шума в полосе 3,5 кГц, поданный с уровнем на 30 дБ меньшим уровня сигнала синусоидальной несущей частоты 1000 Гц, должен вызывать показания фазового дрожания, не превышающие 4° полного размаха амплитуды.

2.7 Испытание на детектирование пиков

Пиковый детектор должен обеспечивать измерение белого шума в точке $2,58 \sigma$ (99%), что проверяется следующим образом:

- подаются оба синусоидальных сигнала, указанных в § 2.4. Второй сигнал настраивается на частоту около 1240 Гц, если измерения выполняются в полосах 4–300 и 20–300 Гц, и на частоту около 1010 Гц, если измерения проводятся в полосе 4–20 Гц. Полученный сигнал после демодуляции вводится в пиковый детектор, на входе которого выполняется измерение и запись его среднеквадратического значения. На выходе детектора обычно предусматривается гнездо для подачи сигнала на анализатор спектра;
- выключается только второй синусоидальный сигнал, а на сигнал с частотой 1000 Гц налагается гауссов шум с ограниченной полосой (до 2 кГц, как минимум), уровень которого регулируется таким образом, чтобы прибор показывал ту же амплитуду фазового дрожания, что и в пункте а), то есть $11,5^\circ$. Затем на входе пикового детектора измеряется среднеквадратическое значение демодулированного сигнала. Это значение должно составлять 52–58% от значения, записанного в соответствии с пунктом а).

2.8 *Время установления правильного показания*

Желательно, чтобы не позднее, чем через 4 секунды после начала подачи испытательного сигнала, показание достигало $\pm 5\% \pm 0,2^\circ$ его конечного значения для полосы частот 20—300 Гц; этот же уровень должен достигаться максимум через 30 секунд для полос 4—20 и 4—300 Гц.

2.9 *Рабочие условия*

Указанные выше электрические параметры должны соблюдаться при работе прибора в условиях внешней среды, определяемые в § 2.1 Рекомендации О.3.

Рекомендация О.95

ПРИБОР ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ СКАЧКОВ ФАЗЫ И АМПЛИТУДЫ В КАНАЛАХ ТЕЛЕФОННОГО ТИПА

(Женева, 1980 г.)

1 *Общие положения*

В настоящей спецификации приводятся основные характеристики, которыми должен обладать прибор, предназначенный для регистрации скачков фазы и амплитуды в каналах телефонного типа. Этот прибор отдельно регистрирует число скачков фазы и число скачков амплитуды за определенный промежуток времени.

"Скачок фазы или амплитуды" определяется как любое резкое положительное или отрицательное изменение фазы или амплитуды наблюдаемого испытательного сигнала, превышающее определенный порог в течение промежутка времени больше установленного значения.

Приведенные ниже требования к передатчику и к входной части приемника должны соответствовать требованиям, указанным в пунктах b)–d) § 2.2 и 2.3 Рекомендации О.91, чтобы облегчить объединение в одном приборе подсчет скачков фазы и амплитуды и измерение фазового дрожания в соответствии с Рекомендацией О.91.

2 *Передатчик*

2.1 Частота испытательного сигнала 1020 \pm 10 Гц

2.2 Уровень передачи от -30 дБм до 0 дБм

2.3 *Выходное полное сопротивление* (полоса частот от 300 Гц до 4 кГц)

— выход симметричный относительно земли (другие полные сопротивления по выбору) 600 Ом

— затухание несогласованности > 30 дБ

— затухание асимметрии (по выходному сигналу) > 40 дБ

2.4 Собственное фазовое дрожание < 0,1° полного размаха (см. Рекомендацию О.91)

3 *Входная часть приемника*

3.1 *Чувствительность и диапазон испытательных частот*

Приемник должен обеспечивать измерение при уровнях входного сигнала от -40 до +10 дБм и частоте от 990 до 1030 Гц.

3.2 Избирательность на входе

Защита от фона сети питания: с помощью фильтра верхних частот с номинальной частотой среза 400 Гц и с крутизной не менее 12 дБ на октаву.

В том случае, когда фильтр не устанавливается непосредственно на входе прибора, фон сети питания с уровнем, равным или меньшим уровня испытательного сигнала, не должен быть причиной погрешностей измерения, превышающих погрешности, отмечаемые при расположении фильтра перед измерительным прибором.

Защита ограничителя от канального шума: с помощью фильтра нижних частот с номинальной частотой среза 1800 Гц и с крутизной не менее 24 дБ на октаву.

3.3 Входное полное сопротивление (полоса частот с 300 Гц до 4 кГц)

- вход симметричный относительно земли
- затухание продольного влияния на входе > 46 дБ

3.3.1 Полное сопротивление при согласованном включении (другие полные сопротивления по выбору) 600 Ом

- затухание несогласованности > 30 дБ

3.3.2 Высокоомное сопротивление около 20 кОм

- вносимое затухание на нагрузке 300 Ом < 0,15 дБ

4 Характеристики регистрации скачков фазы

4.1 Установка порогового значения

Должна обеспечиваться возможность установки порогового значения в пределах от 5° до 45° ступенями по 5° с точностью $\pm 0,5^\circ \pm 10\%$ относительно выбранного порогового значения¹⁾. Могут быть предусмотрены и другие пределы регулировки по выбору.

4.2 Защитный интервал

Чтобы избежать регистрирования счетчиком скачков фазы продолжительностью менее 4 мс, необходимо предусмотреть защитный интервал, обеспечиваемый путем электронного стробирования или любым другим способом. Этот защитный интервал проверяется следующим образом:

В случае установки порогового значения на 20° скачки фазы должны фиксироваться правильно, если фаза испытательного сигнала изменяется на 25° в течение промежутка времени не менее 5 мс. Длительность этого изменения фазы, равного 25° , затем постепенно уменьшается до прекращения его регистрирования счетчиком; в этот момент продолжительность изменения фазы должна составлять $4 \text{ мс} \pm 10\%$.

4.3 Частота повторения скачков фазы

Медленное изменение фазы регистрироваться не должно, что проверяется следующим образом:

При установке порогового значения на 20° скачок фазы должен регистрироваться, если фаза испытательного сигнала изменяется линейно на 100° в течение промежутка времени, не превышающего 20 мс. Скачки фазы не должны регистрироваться, если фаза испытательного сигнала изменяется линейно на 100° в течение промежутка времени, равного или превышающего 50 мс. Вышеуказанные требования должны также соблюдаться в тех случаях, когда изменение фазы на 100° противоположно по полярности предшествующему изменению.

4.4 Взаимосвязь между скачками фазы и скачками амплитуды

Скачок амплитуды на 8 дБ любой полярности не должен вызывать регистрирования скачка фазы при пороговых значениях 10° и более.

¹⁾ Настоящая спецификация не исключает использования существующих приборов, точность регулировки порогового значения которых составляет $\pm 2^\circ \pm 5\%$.

5 Характеристики регистрирования скачков амплитуды

5.1 Установка порогового значения

Должна обеспечиваться возможность установки порогового значения на 2, 3 и 6 дБ с точностью $\pm 0,5$ дБ. Дополнительно может быть предусмотрена установка до значения 9 дБ.

5.2 Защитный интервал

Чтобы избежать регистрирования счетчиком скачков амплитуды продолжительностью менее 4 мс, необходимо предусматривать защитный интервал, обеспечиваемый путем электронного стробирования или любым другим способом. Этот защитный интервал проверяется следующим образом:

При установке порогового значения на 2 дБ скачок амплитуды должен фиксироваться правильно, если амплитуда испытательного сигнала изменяется на 3 дБ в течение промежутка времени не менее 5 мс. Длительность этого изменения амплитуды, равного 3 дБ, затем постепенно уменьшается до прекращения его регистрирования счетчиком; в этот момент продолжительность изменения амплитуды должна составлять $4 \text{ мс} \pm 10\%$.

5.3 Частота повторения скачков амплитуды

Медленное изменение амплитуды регистрироваться не должно, что проверяется следующим образом:

При установке порогового значения на 2 дБ скачок амплитуды должен регистрироваться, если уровень испытательного сигнала изменяется линейно на 4 дБ в течение промежутка времени, не превышающего 200 мс. Скачки амплитуды не должны регистрироваться, если амплитуда испытательного сигнала изменяется линейно на 4 дБ в течение промежутка времени, равного или превышающего 600 мс. Вышеуказанные требования должны также соблюдаться в тех случаях, когда изменение амплитуды на 4 дБ противоположно по полярности предшествующему изменению.

5.4 Взаимосвязь между скачками амплитуды и скачками фазы

При любом пороговом значении скачок фазы на 180° не должен вызывать регистрирования скачка амплитуды.

6 Емкость счетчика

Счетное устройство должно иметь счетчики скачков фазы и амплитуды, не зависящие один от другого; емкость каждого из этих счетчиков должна составлять не менее 9999 случаев.

7 Скорость подсчета и "мертвое" время

Максимальная скорость подсчета скачков фазы или амплитуды должна составлять около 8 случаев в секунду, что можно обеспечить, предусматривая "мертвое" время после каждого фиксируемого скачка фазы или амплитуды, равное 125 ± 25 мс. В настоящей спецификации "мертвое" время определяется как промежуток времени между моментом, когда скачок фазы или амплитуды превышает установленное пороговое значение, и моментом, когда счетчик готов к регистрированию нового скачка фазы или амплитуды. Эта характеристика проверяется следующим образом:

При установке порогового значения на 20° скачки фазы продолжительностью около 5 мс должны фиксироваться правильно, если частота их повторения составляет не более 5 случаев в секунду. Затем частоту повторения постепенно увеличивают до того момента, когда счетчик становится уже не в состоянии регистрировать все скачки; частота повторения скачков фазы должна при этом составлять 8 случаев в секунду $\pm 20\%$. Счетчик скачков амплитуды должен отвечать этому же требованию при пороговом значении 2 дБ и при подаче скачков амплитуды на 3 дБ продолжительностью около 5 мс.

8 Прерывание испытательного сигнала

В случае прерывания передачи сигнала и понижения уровня принимаемого испытательного сигнала на 10 дБ и более детекторы скачков фазы и амплитуды должны блокироваться и возобновлять работу только через $1 \pm 0,2$ с после восстановления испытательного сигнала. При каждом прерывании испытательного сигнала должно регистрироваться не более одного скачка фазы и одного скачка амплитуды.

9 Таймер

Для облегчения работы оператора должен предусматриваться таймер с точностью $\pm 5\%$. В том случае, если таймер не имеет плавной регулировки, должен предусматриваться переключатель для установки измерительных периодов на 5, 15, 60 минут или для установки периодов неограниченной продолжительности.

10 Дополнительные логические выходы

Детекторы скачков фазы и амплитуды должны обеспечиваться дополнительными логическими выходами с двумя состояниями для записи или обработки на ЭВМ этих скачков. Логический сигнал "1" подается в случае скачка, в остальное время подается логический сигнал "0". Выходные уровни должны быть совместимы с интегральными схемами транзистор-транзисторной логики (ТТЛ). Выходное полное сопротивление должно быть меньше 2000 Ом, за исключением тех случаев, когда отдельные Администрации устанавливают другие значения.

11 Рабочие условия

Указанные выше электрические параметры должны соблюдаться при работе прибора в условиях внешней среды, определяемых в § 2.1 Рекомендации О.3.

12 Одновременные измерения

Измерение скачков фазы и амплитуды может осуществляться одним прибором, обеспечивающим также измерения и других переходных параметров, например импульсных помех и перерывов передачи. Таким образом, для объединения в одном приборе нескольких возможностей измерения переходных явлений следует предусмотреть возможность измерения в этом комбинированном приборе перерывов в соответствии с принципами, изложенными в Рекомендации О.61, но с использованием сигнала частотой 1020 ± 10 Гц.

Рекомендация О.111

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СДВИГА ЧАСТОТЫ В КАНАЛАХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ

(Женева, 1972 г.; изменена в Мельбурне в 1988 г.)

1 Общие положения

Описываемая ниже аппаратура соответствует методу измерения, который приводится в приложении А к настоящей Рекомендации.

2 Принцип работы

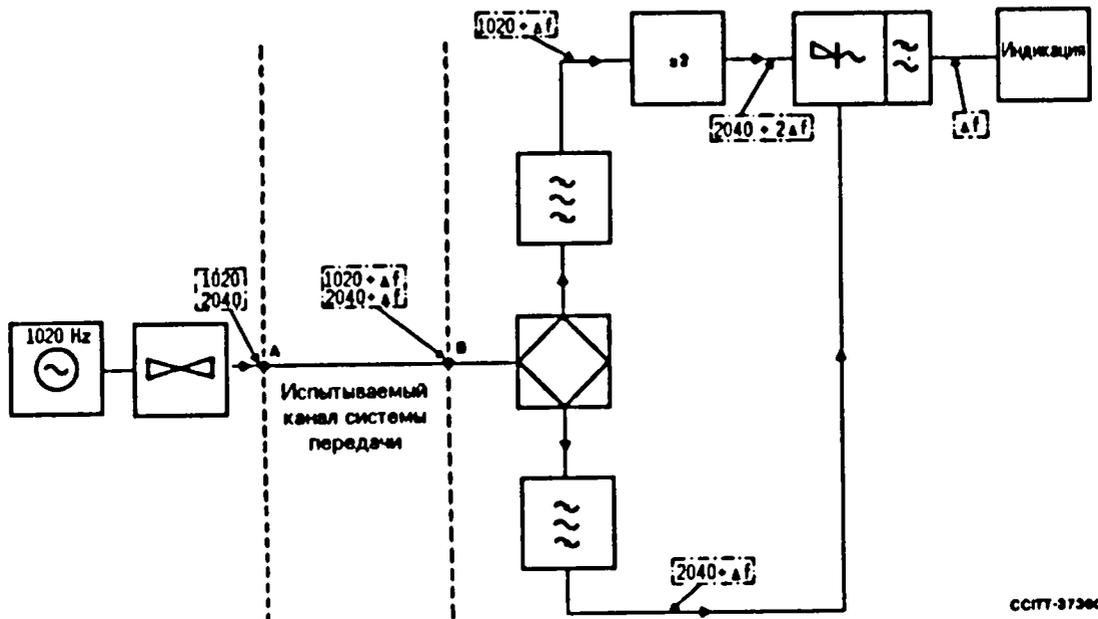
Прибор должен обеспечивать измерение погрешности восстанавливаемой частоты в канале системы передачи, выполняемое следующими способами:

Испытание 1: Измерение сдвига частоты $A \rightarrow B$ (Δ Гц); передача из А и измерение в В (см. рис. 1/О.111).

Из пункта А передаются одновременно два синусоидальных испытательных сигнала, частоты которых находятся в точном соответствии 2 : 1. На приеме в пункте В производится совместная модуляция обоих сигналов, частота каждого из которых сместилась на Δ Гц, что позволяет определить сдвиг частоты Δ в направлении АВ.

Испытание 2: Измерение сдвига частоты по шлейфу ($\Delta + \Delta'$ Гц); передача из А и измерение в А, шлейф замыкается в В (см. рис. 2/О.111).

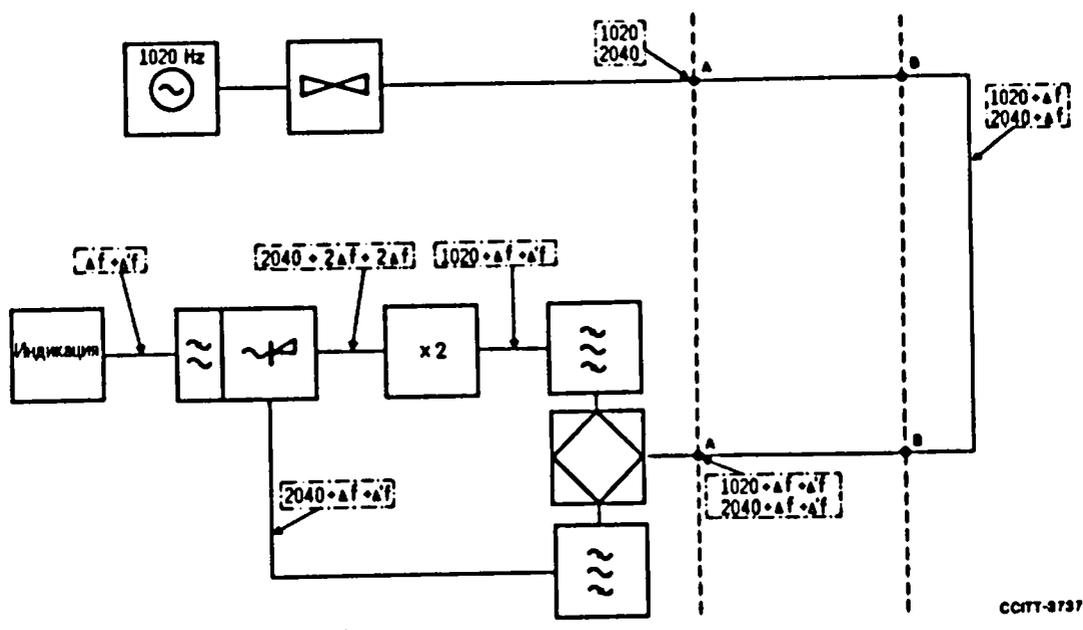
Метод проведения этого испытания аналогичен методу испытания 1, но в данном случае определяется сдвиг частоты по шлейфу ($\Delta + \Delta'$ Гц).



ССИТ-37360

РИСУНОК 1/О.111

Измерение сдвига частоты в канале систем передачи А → В с передачей из пункта А и измерением в пункте В



ССИТ-37370

РИСУНОК 2/О.111

Измерение сдвига частоты в канале, соединенном шлейфом (А → В) + (В → А), с передачей из пункта А, приемом в пункте А и шлейфом в пункте В

Может возникнуть необходимость в измерении сдвига частоты в направлении от В к А, в то время как оператор еще находится в пункте А. В этом случае измерение может быть выполнено двумя способами:

Испытание 3а: Измерение сдвига частоты В → А (Δ' Гц); передача из А и измерение в А, шлейф замыкается в В через генератор гармоник [см. часть а) рис. 3/О.111].

Из пункта А передается синусоидальный испытательный сигнал, который принимается в пункте В, где он проходит через генератор гармоник. Принятый сигнал и его гармоника второго порядка посылаются обратно в пункт А, причем их частота отклоняется на Δ' Гц; там они модулируются вместе для определения сдвига частоты Δ' в направлении В → А.

Испытание 3б: Измерение сдвига частоты В → А; передача из А и измерение в А с помощью прибора, установленного в В и передающего два синусоидальных испытательных сигнала, частоты которых находятся в том же гармоническом соотношении, как и в испытании 1, при этом передача производится после приема одного сигнала с частотой 1020 Гц, поступающего из А [см. часть б) рис. 3/О.111].

Из пункта А передается синусоидальный испытательный сигнал с частотой 1020 Гц, который принимается в пункте В. Если приемник обнаруживает в пункте В только один синусоидальный сигнал, то к каналу В → А подключается генератор, вырабатывающий сигнал с частотой 1020 Гц и сигнал с частотой 2040 Гц (гармоническое соотношение), что позволяет измерять сдвиг частоты в этом направлении.

Если приемник, установленный в пункте В, обнаруживает комбинированный сигнал из двух частот 1020 и 2040 Гц (при разности уровней < 6 дБ), шлейф автоматически замыкается в пункте В, что позволяет измерить сдвиг частоты по методу, указанному для испытания 2 [см. часть с) рис. 3/О.111].

Использование для испытаний 3а и 3б прибора измерения сдвига частоты требует передачи только одного синусоидального сигнала с частотой 1020 Гц в направлении от А и В. Поэтому такая возможность может специально предусматриваться для измерений по данному методу. Выбор прибора, используемого в пункте В (генератор гармоник или переключаемый генератор), должен осуществляться заинтересованными Администрациями, заключающими с этой целью двусторонние соглашения.

3 Передающая аппаратура

Аппаратура должна обеспечивать передачу синусоидальных испытательных сигналов со следующими характеристиками:

3.1 Частоты

- а) 1020 и 2040 Гц \pm 2%. Эти частоты должны находиться в точном гармоническом соотношении.

Примечание. — Если передающая аппаратура используется для измерений фазового дрожания, то частоты должны иметь точность до \pm 1%.

- б) Дополнительный специальный выход для Администраций, желающих координировать измерения по методу, указанному на рис. 3/О.111 1020 Гц \pm 2%.

3.2 Уровень

Среднеквадратическое значение суммарной выходной мощности передаваемого сигнала должно регулироваться в пределах от 0 до -30 дБм. При передаче двух частот разность их уровней не должна превышать 0,5 дБ.

3.3 Выходное полное сопротивление (диапазон от 300 Гц до 4 кГц)

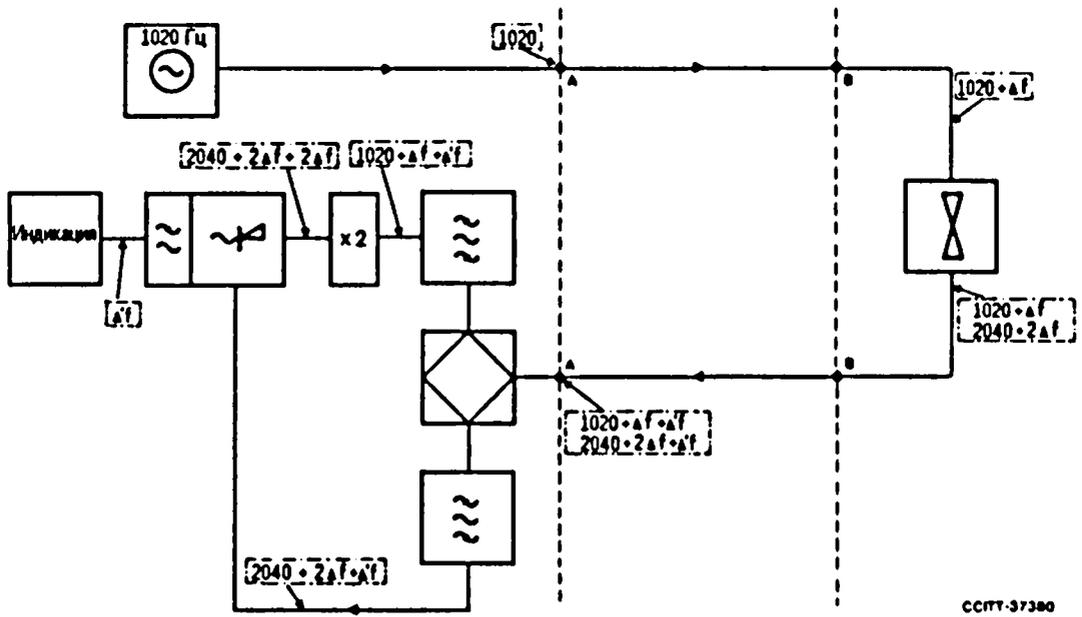
- выход симметричный относительно земли (другие сопротивления по выбору) 600 Ом
- затухание несогласованности > 30 дБ
- затухание асимметрии (по выходному сигналу) > 40 дБ

4 Приемная аппаратура

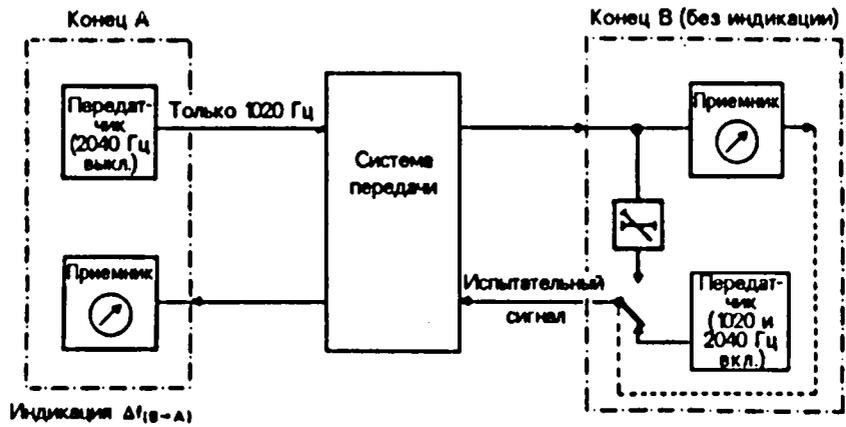
Приемная аппаратура должна принимать оба синусоидальных испытательных сигнала и отображать значение сдвига частоты на стрелочном или другом соответствующем индикаторе.

4.1 Диапазон измерений

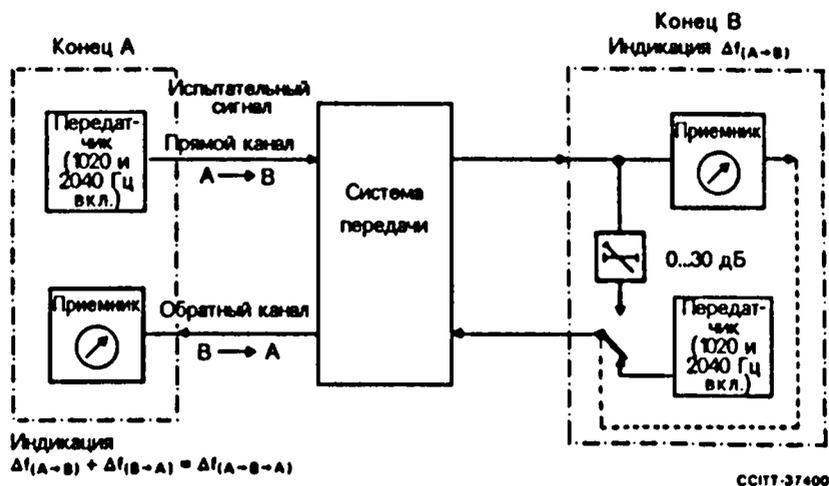
Аппаратура должна иметь два измерительных диапазона для полной градуированной шкалы: 0—1 и 0—10 Гц. Кроме того, должен указываться алгебраический знак отклонения (+ или -).



а) Измерение сдвига частоты в канале системы передачи В → А с передачей из пункта А, измерением в пункте А и шлейфом в пункте В через генератор гармоник



б) Измерение сдвига частоты в канале обратного направления В → А



с) Измерение сдвига частоты в канале, соединенном шлейфом (А → В В → А)

РИСУНОК 3/0.111

Измерение сдвига частоты в канале систем передачи с передачей из пункта А и измерением в пункте А

4.2 Погрешность измерения

- $\pm 0,05$ Гц в диапазоне 0—1 Гц,
- $\pm 0,5$ Гц в диапазоне 0—10 Гц.

4.3 Стрелочный или другой индикатор должен иметь разрешающую способность $\pm 0,1$ Гц.

4.4 Соответствующее дополнительное визуальное устройство должно обеспечивать считывание сдвига частоты менее 0,1 Гц.

4.5 Входной уровень

Приемная аппаратура должна обеспечивать номинальную точность при уровнях испытательных сигналов в пределах от +10 до -30 дБм (с учетом положений § 4.8). Для контроля за действительным приемом испытательных сигналов должно предусматриваться специальное устройство.

4.6 Входное полное сопротивление (диапазон от 300 Гц до 4 кГц)

- вход симметричный относительно земли (другие сопротивления по выбору) 600 Ом
- затухание несогласованности > 30 дБ
- затухание продольного влияния на входе > 46 дБ

4.7 Частота входного сигнала

Приемная аппаратура должна работать нормально, если частота испытательных сигналов на передающем конце отклоняется от номинального значения не более чем на $\pm 2\%$ и если эти сигналы имеют сдвиг частоты до ± 10 Гц в рассматриваемом канале передачи.

4.8 Разность уровней

Приемная аппаратура должна работать нормально, если обе частоты испытательного сигнала поступают на вход с разностью уровней, не превышающей 6 дБ (с учетом частотной характеристики вносимого затухания канала).

4.9 Гнездо для самописца

Должен предусматриваться выход по постоянному току для подключения записывающего устройства.

4.10 Устойчивость к воздействию шума

При уровне белого шума (в полосе 300—3400 Гц), на 26 дБ меньшем уровня принятого испытательного сигнала, среднеквадратическое значение погрешности отображаемого значения не должно превышать $\pm 0,05$ Гц.

5 Рабочие условия

Указанные выше электрические параметры должны соблюдаться при работе аппаратуры в условиях внешней среды, определяемых в § 2.1 Рекомендации О.3.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(к Рекомендации О.111)

Метод измерения сдвига частоты, обусловленного каналом системы передачи

Используемый метод основан на том, что гармоническое соотношение между двумя синусоидальными частотами пропадает при добавлении к ним одной и той же частоты. На рис. А-1/О.111 приводится принципиальная схема измерительного устройства. Генератор на 1000 Гц позволяет получить два сигнала с частотами 1000 и 2000 Гц. Оба этих сигнала передаются, а на приемном конце канала, вносящего отклонение Δ Гц, сигналы уже не находятся в гармоническом соотношении, поэтому имеется возможность выделить и измерить сдвиг частоты. Кроме того, используется катодный генератор для определения полярности сдвига частоты. Данный метод применяется рядом Администраций, в том числе Администрацией Соединенного Королевства.

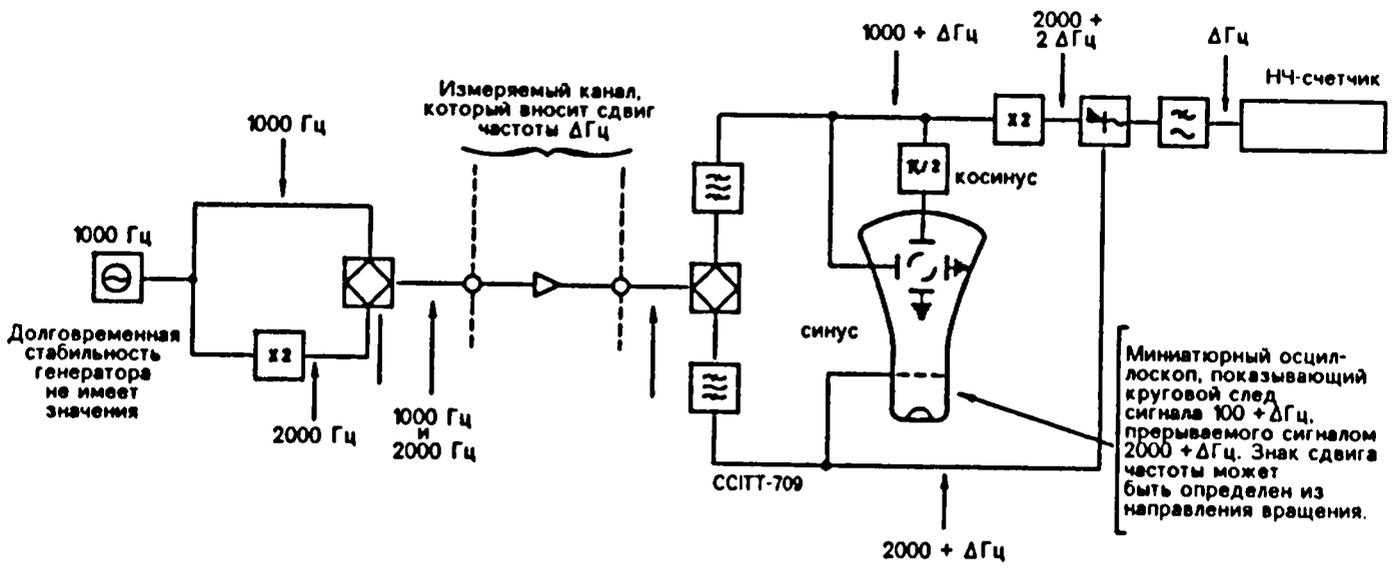


РИСУНОК А-1/О.111

Метод измерения сдвига частоты в канале системы передачи

РАЗДЕЛ 5

АППАРАТУРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ И АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ПАРАМЕТРОВ

Рекомендация O.131

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИСКАЖЕНИЙ КВАНТОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПСЕВДОСЛУЧАЙНОГО ШУМОВОГО СИГНАЛА

(Женева, 1976 г.; изменена в Женеве в 1980 г. и в Мельбурне в 1988 г.)

1 Введение

Необходимо, чтобы характеристики прибора для измерения искажений квантования были определены с точностью, достаточной для обеспечения совместимости всех будущих моделей такого прибора, соответствующих рекомендуемым характеристикам, то есть для их взаимодействия и получения результатов с требуемой точностью без применения особых методов или внесения в эти результаты дополнительной коррекции. Необходимо также, чтобы все модели рекомендуемого измерительного прибора могли работать совместно с уже существующими измерительными приборами, используемыми многими Администрациями, без какого-либо экономического ущерба. Определяемые ниже характеристики вытекают из предложений, рассмотренных Исследовательской комиссией XVIII, и имеют своей целью обеспечить вышеупомянутую совместимость.

Примечание. — Совместная работа различных существующих модификаций прибора для измерения искажений квантования сама по себе не является темой данной спецификации, однако следует напомнить, что этот вопрос изучался в ФРГ и Ведомством связи Соединенного Королевства. Для облегчения совместной работы различных существующих модификаций измерительного прибора, в которых в качестве источника шума используется псевдослучайный, ограниченный по полосе сигнал, были разработаны удовлетворительные нормы.

2 Предлагаемый метод испытания

Предлагаемый метод описан в качестве "метода 1" в § 9 Рекомендации G.712 [1]. Предлагаемым источником шума является псевдослучайный, ограниченный по полосе сигнал, имеющий практически гауссово распределение плотности вероятности амплитуд¹⁾.

Отношение мощности сигнала к мощности суммарного искажения, включая искажение квантования, измеряется как отношение мощности шумового сигнала, получаемого в эталонной полосе, к мощности шума в измеряемой полосе. Для приведения результата измерения к полной ширине полосы телефонного канала, образованного в системе передачи с импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ), в полученное значение вносится коррекция.

¹⁾ Измерительный прибор, описываемый в § 3.2 настоящей Рекомендации, может использоваться также для измерения искажений квантования с помощью синусоидального испытательного сигнала в полосе частот 350–550 Гц (предпочтительно с частотой 420 ± 20 Гц) вместо псевдослучайного шумового сигнала. Следует, однако, отметить, что, хотя измерение аналогично измерению по методу 2, описываемому в § 9 Рекомендации G.712 [1], результаты измерения соотносятся с шириной полосы 3,1 кГц, и что психометрический шум не предусматривается. Необходимо также отметить, что результаты, получаемые методом псевдослучайного шума и методом синусоидального испытательного сигнала, могут быть различными.

Принцип измерения показан на рис. 1/О.131.

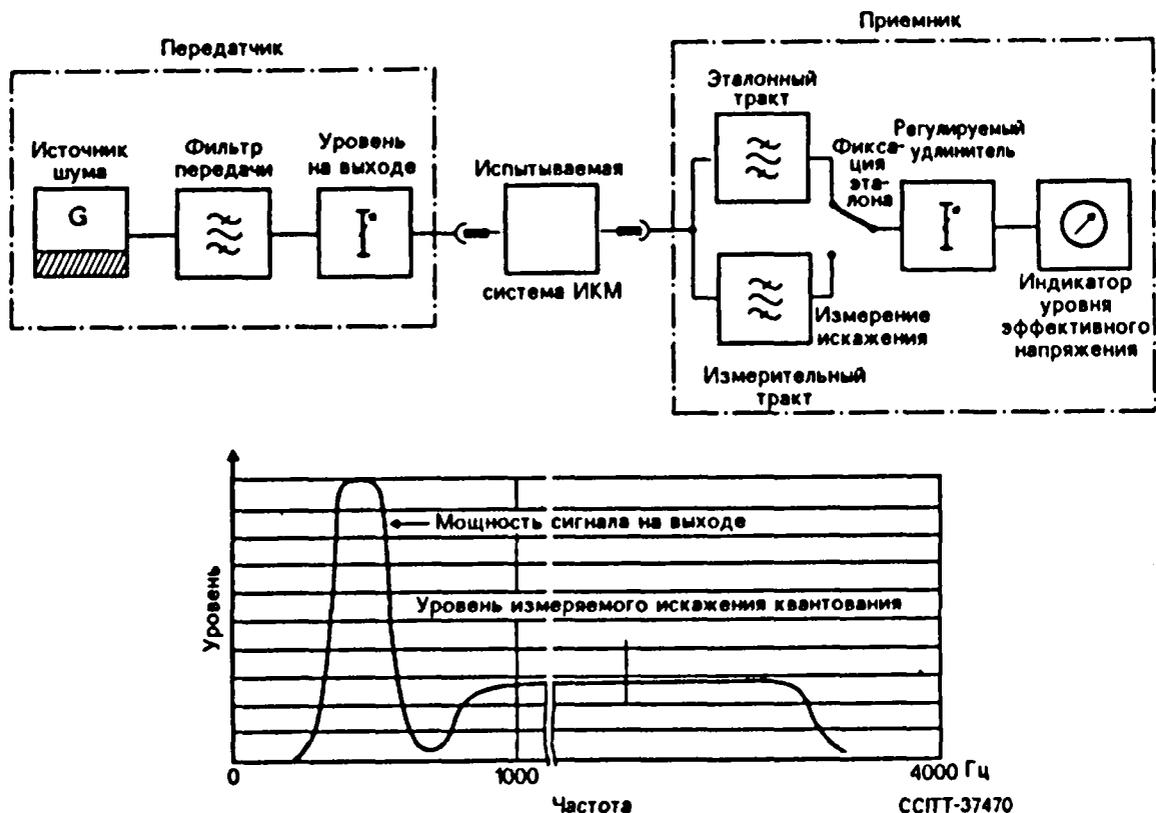


РИСУНОК 1/О.131

Принцип измерения искажения квантования

3 Основные технические требования

3.1 Передача

Передаваемым сигналом является псевдослучайный, ограниченный по полосе шумовой сигнал со следующими характеристиками:

3.1.1 Источник ограниченного по полосе шума

Плотность вероятности амплитуд в полосе частот фильтра передачи имеет практически гауссово распределение. Полоса частот может иметь ширину от 100 до 200 Гц на уровне 3 дБ (см. § 3.1.4 и 3.1.5).

3.1.2 Число спектральных линий

Должно быть не менее 25 спектральных линий с максимальным интервалом 8 Гц, измеряемым на выходе фильтра передачи.

3.1.3 Отношение пикового напряжения к среднеквадратическому значению напряжения шумового сигнала

10,5 дБ. Допустимое отклонение: $\pm 0,5$ дБ.

Примечание 1. — Характеристики, указанные в § 3.1.1 — 3.1.3, выше, могут быть обеспечены использованием шумового сигнала, получаемого на выходе 17-звенного регистра сдвига, в котором связь осуществляется через схему "ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ" с выхода звеньев 3 и 17 на вход звена 1. Регистр вырабатывает последовательность максимальной длины ($2^{17} - 1$) битов.

Регистр сдвига синхронизируется генератором с частотой f_c (Гц) с таким расчетом, чтобы интервал между спектральными линиями выходного сигнала f_s (Гц) был меньше или равен 8 Гц.

Для соблюдения указанных предельных значений отношения пикового напряжения передаваемого сигнала к его среднеквадратическому напряжению (см. § 3.1.3) можно регулировать частоту генератора:

$$f_c = f_s(2^{17} - 1) \text{ Гц.}$$

Для соблюдения предельных значений пикфактора необходимо обеспечить точность тактовой частоты генератора порядка 1%.

Примечание 2. — Для получения шумового сигнала вместо регистра сдвига можно применять и другие средства при условии, что генерируемый сигнал будет иметь характеристики, указанные в § 3.1.1 и 3.1.3, выше.

3.1.4 Частотный диапазон передаваемого сигнала

От 350 до 550 Гц.

3.1.5 Характеристики фильтра передачи

Вносимое полосовым фильтром затухание по отношению к минимальному затуханию должно иметь следующие значения:

не ниже 350 Гц	3 дБ на нижней частоте
не выше 550 Гц	3 дБ на верхней частоте
ниже 250 Гц	более 55 дБ
300 Гц	более 20 дБ
580 Гц	более 6 дБ
650 Гц	более 20 дБ
700 Гц	более 40 дБ
750 Гц	более 50 дБ
800 Гц и выше	более 60 дБ

Частотная характеристика с такими предельными значениями должна обеспечивать ширину полосы не менее 100 Гц на уровне 3 дБ.

На рис. 2/О.131 показан шаблон, соответствующий вышеприведенным предельным значениям характеристики фильтра передачи.

3.1.6 Диапазон значений эталонного уровня на передаче

От 0 до -55 дБм0, как минимум, относительно уровней, указанных в § 11 Рекомендации G.232 [2], с точностью установки $\pm 0,5$ дБ.

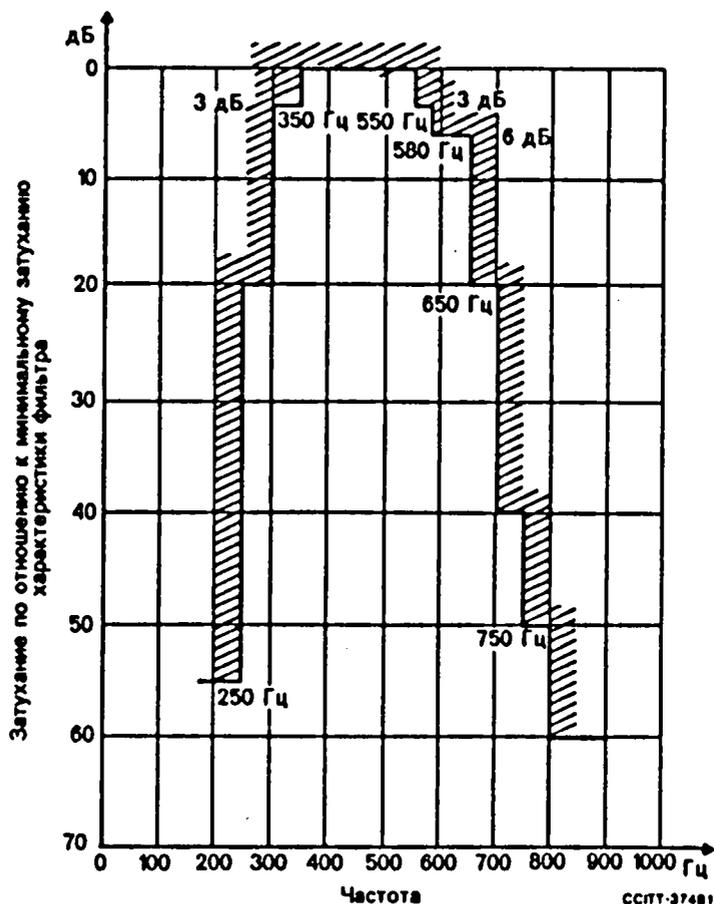
3.1.7 Выходное полное сопротивление (в полосе частот от 300 Гц до 4 кГц)

— выход симметричный относительно земли (другие сопротивления по выбору)	600 Ом
— затухание несогласованности	> 30 дБ
— затухание асимметрии (по выходному сигналу)	> 40 дБ

3.2.1 Эталонный фильтр приема

Номинальная ширина полосы частот эталонного тракта: от 350 до 550 Гц. (См. примечание, ниже.)

Характеристика фильтра должна обеспечивать точность измерения принимаемого шумового сигнала независимо от наличия искажения квантования или любого другого источника помех в системе. Затухание, вносимое фильтром, для шума с шириной полосы 350—550 Гц не должно превышать 0,25 дБ.



Примечание. — См. § 3.1.5 настоящей Рекомендации, относящийся к характеристикам полосы пропускания.

РИСУНОК 2/О.131

Шаблон полосового фильтра, используемого в передающем блоке прибора для измерения искажения квантования

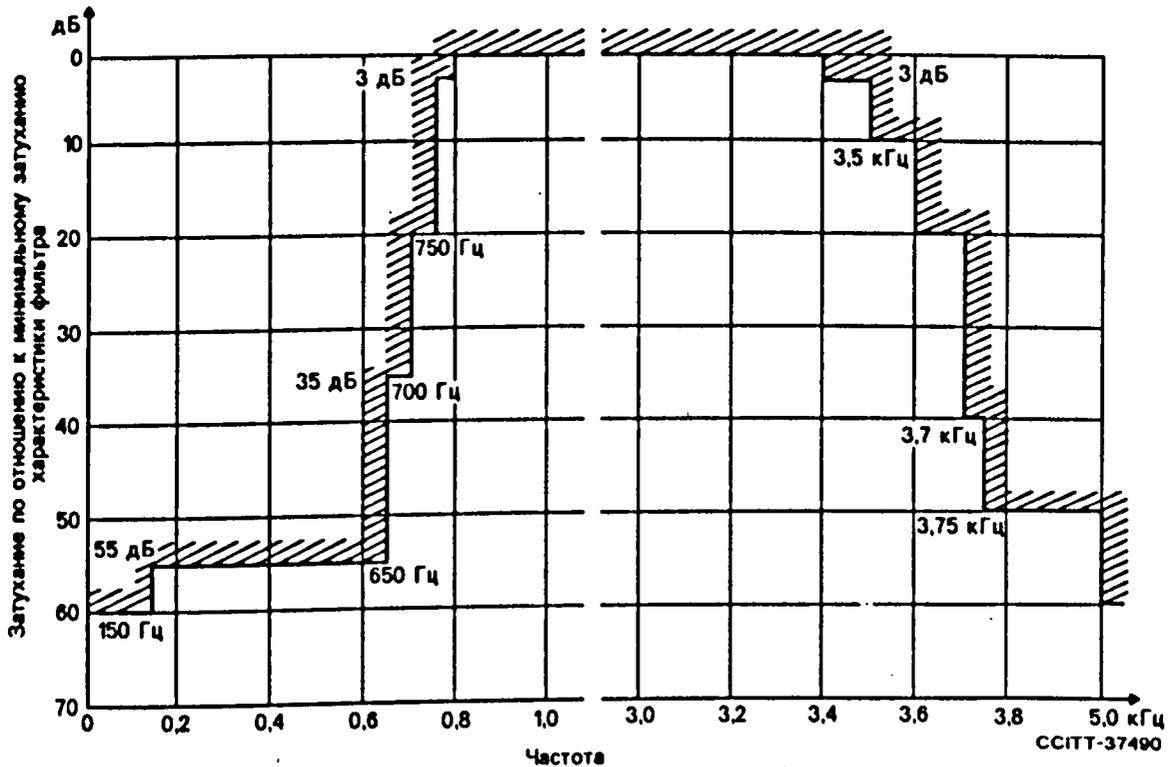
Примечание. — Теоретически эталонный фильтр приема сужает ширину полосы эталонного тракта, ограничивая свою характеристику спектром принимаемого шумового сигнала. Однако ширина полосы 350—550 Гц выбирается с учетом необходимой совместной работы с измерительными приборами, источник шума которых имеет ширину полосы до 200 Гц.

3.2.2 Ширина полосы измерительного тракта

Не менее 2,4 кГц (при колебаниях затухания менее 2 дБ). Требуемая характеристика полосовых фильтров, предназначенных для измерения продуктов искажения, указывается ниже; эта характеристика обеспечивает независимость результатов измерений от принимаемого шумового сигнала. Вносимое этими фильтрами затухание по отношению к минимальному затуханию должно иметь следующие значения:

150 Гц и ниже	свыше 60 дБ
650 Гц	свыше 55 дБ
700 Гц	свыше 35 дБ
750 Гц	свыше 20 дБ
800 Гц	не менее 3 дБ
3,4 кГц	не менее 3 дБ
3,5 кГц	свыше 10 дБ
3,6 кГц	свыше 20 дБ
3,7 кГц	свыше 40 дБ
3,75 кГц	свыше 50 дБ
5,0 кГц и выше	свыше 60 дБ

На рис. 3/О.131 представлен шаблон для характеристики измерительного фильтра в соответствии с указанными выше предельными значениями.



Примечание. — См. § 3.2.2 настоящей Рекомендации, относящийся к характеристикам полосы пропускания.

РИСУНОК 3/О.131

Шаблон полосового фильтра, используемого в приемном блоке прибора для измерения искажения квантования

3.2.3 Коррекция ширины полосы частот

Калибровка измерительного прибора должна производиться с использованием такого поправочного коэффициента, чтобы отношение мощности сигнала к измеряемой мощности суммарного искажения квантования соответствовало мощности суммарного искажения во всей полосе (3100 Гц) канала, образованного в системе передачи с ИКМ. Если исходить из предположения, что мощность искажений квантования распределяется равномерно по всей полосе канала, то поправочный коэффициент будет определяться по следующей формуле:

$$10 \log_{10} \frac{3100}{y} \text{ (дБ)},$$

где y (Гц) — эквивалентная ширина полосы шума измерительного фильтра.

3.2.4 Входное полное сопротивление

- вход симметричный относительно земли (другие сопротивления по выбору) 600 Ом
- затухание несогласованности > 30 дБ
- затухание продольного влияния на входе (ниже 4 кГц) > 46 дБ
- затухание продольного влияния на входе (на частоте 40 Гц) > 60 дБ

3.2.5 Диапазон значений эталонного уровня на входе

От 0 до -55 дБм0, как минимум, для относительных уровней, соответствующих Рекомендации G.232 [2].

3.2.6 Точность индикации отношения мощности сигнала к мощности суммарных искажений квантования

Для эталонных уровней от -6 до -55 дБм0 и для абсолютного уровня сигнала искажения квантования не менее 72 дБм0:

- пределы измерения от 10 до 40 дБ: точность ± 0,5 дБ,
- пределы измерения от 0 до 10 дБ: точность ± 1,0 дБ.

Для эталонных уровней от 0 до -6 дБм0:

- пределы измерения от 20 до 40 дБ: точность ± 1,5 дБ,
- пределы измерения от 0 до 20 дБ: точность ± 2,0 дБ.

Примечание 1. — Эти предельные значения точности установлены с учетом следующих источников ошибок:

- эквивалентной ширины полосы измерительного фильтра;
- эталонного фильтра приема;
- удлиителя в измерительном тракте;
- характеристик цепи индикатора.

Примечание 2. — В случае использования эталонных уровней от 0 до -6 дБм0 допустимые отклонения будут больше, что обусловлено не только измерительным прибором, но и характеристиками кодеров и декодеров ИКМ, если они работают в режиме, близком к порогу перегрузки.

4 Рабочие условия

Электрические параметры, указанные выше, должны соблюдаться при работе прибора в условиях внешней среды, определенных в § 2.1 Рекомендации O.3.

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Качественные показатели каналов ИКМ между четырехпроводными стыками по тональной частоте", том III, Рек. G.712.
- [2] Рекомендация МККТТ "12-канальная оконечная аппаратура", том III, Рек. G.232.

**ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИСКАЖЕНИЙ КВАНТОВАНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНУСОИДАЛЬНОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СИГНАЛА**

(Женева, 1980 г.; изменена в Мельбурне в 1988 г.)

1 Введение

В настоящей Рекомендации приводятся основные характеристики, которыми должен обладать прибор для измерения искажений квантования с использованием синусоидального испытательного сигнала в каналах, образованных в системах передачи с импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ). Необходимо, чтобы характеристики измерительных приборов этого типа были в достаточной степени нормированы для обеспечения их совместности и для получения достаточно точных результатов. Настоящая Рекомендация основывается на общем описании метода 2 в § 9 Рекомендации G.712 [1].

2 Метод измерения

Данный метод измерения заключается в подаче синусоидального сигнала на вход канала ИКМ и в измерении отношения мощности принимаемого сигнала к мощности искажения с использованием соответствующего взвешивания шума (см. § 3.3.4). Этот метод требует применения узкополосного режекторного фильтра в приемной части для блокировки синусоидального сигнала, поступающего с цепи измерения искажений, с целью измерения мощности искажений.

3 Характеристики

3.1 Частоты испытательного сигнала

В зависимости от используемого для измерений режекторного фильтра может потребоваться испытательный сигнал в одной из двух полос частот. Наиболее предпочтительными являются испытательные частоты 820 и 1020 Гц. Однако могут быть использованы и другие частоты в полосе запираания режекторного фильтра испытательного сигнала (например, 804 или 850 Гц).

3.2 Характеристики источника сигнала

3.2.1 Диапазон уровней передачи

Минимальный диапазон для относительных уровней, соответствующих § 11 Рекомендации G.232 [2], должен составлять от -45 до +5 дБм0 при точности установки $\pm 0,2$ дБ.

3.2.2 Выходное полное сопротивление (в диапазоне 300 Гц — 4 кГц)

— выход симметричный относительно земли (другие сопротивления по выбору)	600 Ом
— затухание несогласованности	> 30 дБ
— затухание асимметрии (по выходному сигналу)	> 40 дБ

3.2.3 Искажения и паразитная модуляция

> 50 дБ

3.2.4 Точность и стабильность частоты

Точность и стабильность частоты испытательного сигнала должны соответствовать используемой частоте и ее положению по отношению к полосе запираания рассматриваемого фильтра. В любом случае точность и стабильность должны обеспечивать такое положение, при котором частота не может быть субгармоникой частоты дискретизации ИКМ.

3.3 Характеристики измерительного прибора

3.3.1 Диапазон измерения и точность

Отношение сигнал/искажение в пределах от 10 до 40 дБ с точностью $\pm 1,0$ дБ.

3.3.2 Диапазон входного сигнала

Минимальный диапазон от -55 до $+5$ дБм0 при относительных уровнях, соответствующих § 11 Рекомендации G.232 [2].

3.3.3 Входное полное сопротивление (диапазон от 300 Гц до 4 кГц)

- вход симметричный относительно земли (другие сопротивления по выбору) 600 Ом
- затухание несогласованности > 30 дБ
- затухание продольного влияния на входе (на частотах ниже 4 кГц) > 46 дБ
- затухание продольного влияния на входе (на частоте 40 Гц) > 60 дБ

3.3.4 Измерительный фильтр

Значение сигнала искажения должно подвергаться взвешиванию с помощью взвешивающего фильтра, нормированного МККТТ для телефонии (Рекомендация O.41). В качестве альтернативного решения можно использовать кривую контура С (см. приложение А к Рекомендации O.41). В этом случае может потребоваться применение поправочного коэффициента калибровки. Производственные допуски, относящиеся к характеристикам этих фильтров, могут быть ниже допусков, предусматриваемых спецификацией и обеспечивающих точность измерения, указанную в § 3.3.1.

3.3.5 Режекторный фильтр испытательного сигнала

Можно использовать один из двух режекторных фильтров, характеристики которых приводятся в таблице 1/O.132.

ТАБЛИЦА 1/O.132

Характеристики режекторного фильтра испытательного сигнала

Режекторный фильтр с полосой 804 - 850 Гц	
Частота	Затухание
< 325 Гц	$< 0,5$ дБ
< 570 Гц	$< 1,0$ дБ
< 690 Гц	$< 3,0$ дБ
800 - 855 Гц	> 50 дБ (полоса загираания)
> 1000 Гц	$< 3,0$ дБ
> 1105 Гц	$< 1,0$ дБ
> 1360 Гц	$< 0,5$ дБ
Режекторный фильтр с полосой 1004-1020 Гц	
Частота	Затухание
< 400 Гц	$< 0,5$ дБ
< 700 Гц	$< 1,0$ дБ
< 860 Гц	$< 3,0$ дБ
1000 - 1025 Гц	> 50 дБ (полоса загираания)
> 1180 Гц	$< 3,0$ дБ
> 1330 Гц	$< 1,0$ дБ
> 1700 Гц	$< 0,5$ дБ

3.3.6 Характеристики детектора

Для измерения сигнала искажения должен использоваться квадратичный или квазиквадратичный детектор, обеспечивающий нормируемую точность измерения.

3.3.7 Коррекция с учетом полосы частот

Калибровка измерительного прибора должна включать в себя поправочный коэффициент соответствующего значения, чтобы учитывалось затухание в эквивалентной полосе шума, вносимого режекторным фильтром испытательного сигнала. Поправочный коэффициент предполагает равномерное распределение мощности сигналов искажения в рассматриваемой полосе частот и выражается следующей формулой:

$$\text{Коррекция (дБ)} = 10 \log_{10} \frac{\text{Эквивалентная ширина полосы стандартного взвешивания шума}}{\text{Эквивалентная ширина полосы измерительного прибора}}$$

4 Рабочие условия

Указанные выше электрические параметры измерительного прибора должны соблюдаться при работе в условиях окружающей среды, определяемых в § 2.1 Рекомендации О.3.

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Качественные показатели каналов ИКМ между четырехпроводными стыками по тональной частоте", том III, Рек. G.712.
- [2] Рекомендация МККТТ "12-канальная оконечная аппаратура", том III, Рек. G.232.

Рекомендация О.133

АППАРАТУРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК КОДЕРОВ И ДЕКОДЕРОВ ИКМ

(Женева, 1984 г.; изменена в Мельбурне в 1988 г.)

1 Введение

1.1 Описываемое в соответствующих Рекомендациях МККТТ различное оборудование включает в себя кодеры и декодеры, которые отвечают требованиям Рекомендации G.711 [1] и которые предназначены для преобразования сигналов тональной частоты в цифровые сигналы (ИКМ) и наоборот. Примеры такого оборудования:

- мультиплексоры с ИКМ (Рекомендации G.732 [2] и G.733 [3]);
- трансмультиплексоры (Рекомендации G.793 [4] и G.794 [5]);
- подсистемы цифровых станций (например, Рекомендация Q.517 [6]).

Чтобы обеспечить соблюдение общих предельных значений параметров, нормируемых в Рекомендациях МККТТ, в случае соединения оборудования ИКМ, необходимо раздельно определять и измерять аналого-цифровые (А/Ц) и цифро-аналоговые (Ц/А) показатели оборудования. Необходимо также осуществлять измерения между аналоговыми (А/А) и цифровыми (Ц/Ц) стыками.

1.2 Описываемая ниже аппаратура обеспечивает выполнение этих измерений на оборудовании ИКМ, работающем со скоростями 2048 и/или 1544 кбит/с, как это определяется в Рекомендациях G.732 [2], G.733 [3], G.793 [4], G.794 [5] и в соответствующих Рекомендациях серии Q.

2 Общие положения

2.1 Измерительные функции и конструкция

Описываемая в настоящей Рекомендации аппаратура включает в себя следующие функциональные блоки.

2.1.1 Генератор аналоговых сигналов, который подает сигналы тональной частоты на аналоговый вход испытываемого оборудования.

2.1.2 Анализатор аналоговых сигналов, который обрабатывает сигналы тональной частоты, поступающие с аналогового выхода испытываемого оборудования.

2.1.3 Генератор цифровых сигналов, который подает испытательные сигналы на цифровой вход испытываемого оборудования.

2.1.4 Анализатор цифровых сигналов, который обрабатывает сигналы, поступающие с цифрового выхода испытываемого оборудования.

2.1.5 Все четыре блока, указанные в § 2.1.1—2.1.4, могут иметь любую требуемую конструкцию, определяемую разработчиком.

2.1.6 Описываемые в § 2.1.3 и 2.1.4 функции могут быть реализованы с применением традиционных методов аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования или прямых методов цифровой обработки.

2.2 *Расчетные нормы, касающиеся точности измерений и совместимости*

2.2.1 Согласно общему требованию точность измерительной аппаратуры должна в десять раз превышать соответствующие допуски на показатели испытываемого оборудования. Однако технические и финансовые ограничения не всегда позволяют соблюдать эту норму.

2.2.2 Кроме того, погрешности измерений могут увеличиваться в случае совместного использования приборов различной конструкции или в том случае, когда доступ к входу и выходу испытываемого оборудования не обеспечивается в одном месте (измерения "из конца в конец").

2.2.3 В тех случаях, когда ниже упоминаются испытательные методы таких Рекомендаций, как Рекомендации O.131 или O.132, следует иметь в виду, что некоторые из номинальных требований могут быть недостаточны для обеспечения степени точности, указываемой в настоящей Рекомендации. Даже при соблюдении требований, изложенных в данной и в других соответствующих Рекомендациях (например, O.131 и O.132), могут возникнуть проблемы, связанные с совместимостью, особенно в случае использования псевдослучайных шумовых сигналов, что снижает точность измерений и/или дает разброс результатов.

2.2.4 Чтобы упростить совместную работу измерительных приборов различной конструкции, рекомендуется использовать псевдослучайные шумовые сигналы с нормированной периодичностью (см. § 3.2.3.1 и 3.4.2.1).

2.3 *Измеряемые параметры*

В таблице 1/O.133 содержится перечень параметров, измеряемых в различном оборудовании, и требуемая конфигурация измерений. Следует, однако, отметить, что некоторые из этих параметров не могут быть измерены с использованием аппаратуры, являющейся предметом настоящей Рекомендации. В случае необходимости даются ссылки на другие соответствующие Рекомендации.

3 **Требования к аппаратуре**

В данном разделе указываются минимальные требования, которым должны отвечать все четыре функциональных блока аппаратуры. Точность измерений рассматривается в § 4.

3.1 *Стыки*

3.1.1 *Аналоговые стыки¹⁾*

3.1.1.1 Выходное и входное полные сопротивления (выход и вход симметричные относительно земли): 600 и/или 900 Ом.

3.1.1.2 Затухание несогласованности в полосе частот от 200 Гц до 4 кГц: > 36 дБ.

3.1.1.3 Затухание продольного перехода (полоса частот от 200 Гц до 4 кГц): > 46 дБ.

¹⁾ Измерения при комплексных полных сопротивлениях изучаются.

ТАБЛИЦА 1/О.133

Измеряемые параметры

Параметр	Измерительная конфигурация				Измерительное устройство
	А-Ц	Ц-А	А-А	Ц-Ц	
Усиление (зависимость между законом кодирования и уровнем тональной частоты)	+	+	+	+ ^{а)}	О
Изменение усиления (затухания) во времени ^{б)}	+	+	+	+	О
Затухание несогласованности (на входе-выходе по тональной частоте)	+	+	+	-	Д
Продольная асимметрия	+	+	+	-	Д
Амплитудно-частотные искажения	+	+	+	+	О
Взвешенный шум	+	+	+	+	О
Защищенность от внеполосных сигналов на входе канала	△	△	△	△	Д
Паразитные внеполосные сигналы на выходе канала	△	△	△	△	Д
Одночастотный шум	△	△	△	△	Д
Суммарные искажения (включая искажения квантования)	+	+	+	+	О
Изменение усиления в зависимости от входного уровня	+	+	+	+	О
Переходное влияние (измеряемое с помощью синусоидальных сигналов) ^{а)}	+	+	+	+	О
Переходное влияние (измеряемое с помощью обычного телефонного сигнала)	△	△	+	△	Д
Помехи, обусловленные сигнализацией ^{с)}					Д
Частота повторяющегося сигнала	+	+	+	+	Д

а) Измерение, выполняемое путем введения вспомогательного сигнала в канал, подверженный мешающему влиянию.

б) В Рекомендациях G.712 [9], G.714 [12] и G.792 [13] данный параметр обозначается как "стабильность".

с) Входной сигнал для канала сигнализации не нормируется.

О - основное

△ Непредусматриваемое измерение

Д - дополнительное

+ - да

- - не применяется

Примечание. - Отсутствие символа означает, что необходимость данного измерения изучается.

3.1.2 Цифровые стыки

3.1.2.1 Уровень и структура цикла

Аппаратура должна работать правильно при уровнях на стыке, указанных в Рекомендации G.703 [7].

Должен обеспечиваться по крайней мере один из двух следующих стыков, включая расширенные структуры цикла и процедуры циклического контроля по избыточности (CRC):

- на 1544 кбит/с, Рекомендация G.703, § 2 [7], Рекомендации G.733 [3] и G.704 [11];
- на 2048 кбит/с, Рекомендация G.703, § 6 [7], Рекомендации G.732 [2] и G.704 [11].

Кроме того, цифровой анализатор должен работать правильно при его подключении с помощью такого отрезка кабеля, вносимое затухание которого составляет 6 дБ на частоте, соответствующей половине скорости передачи сигнала. Вносимое затухание кабеля на других частотах будет пропорционально \sqrt{f} .

Помимо этого, аппаратура может быть использована для контроля работы цифрового оборудования в защищенных испытательных точках. Таким образом, для компенсации затухания в контрольных точках, уже имеющихся в некотором оборудовании, необходимо предусматривать высокоомное сопротивление и/или дополнительное усиление.

3.1.2.2 Полные сопротивления цифровых стыков

Полные сопротивления на цифровых входах и выходах должны соответствовать требованиям, изложенным в § 2 или 6 Рекомендации G.703 [7].

Затухание несогласованности, измеряемое по отношению к номинальному полному сопротивлению, должно иметь следующие значения:

- 1544 кбит/с (с предискажением)
Диапазон частот от 20 кГц до 1,6 МГц на входе: > 20 дБ
Диапазон частот от 20 кГц до 500 кГц на выходе: > 14 дБ
Диапазон частот от 500 кГц до 1,6 МГц на выходе: > 16 дБ
- 1544 кбит/с (без предискажения)
Диапазон частот от 20 кГц до 1,6 МГц на входе и выходе: > 20 дБ
- 2048 кбит/с
Диапазон частот от 40 кГц до 2,5 МГц на входе и выходе: > 20 дБ

3.1.2.3 Затухание продольного перехода

(Изучается.)

3.2 Генератор аналоговых сигналов

Должны предусматриваться следующие минимальные функции.

3.2.1 Относительные уровни

См. Рекомендацию G.232 [8].

3.2.1.1 Относительные уровни (минимальный интервал): от -16 дБ₀ до 0 дБ₀.

3.2.2 Синусоидальные испытательные сигналы

3.2.2.1 На уровнях 0 и -10 дБ₀ генератор вырабатывает испытательные сигналы в диапазоне частот от 200 до 3600 Гц. Частоты, указанные в § 3.2.2.2, в том числе соответствующие эталонным точкам и точкам перегиба определенных шаблонов, должны обеспечиваться в любом случае. См. в § 4.1.1 примечание, касающееся выбора испытательных частот.

3.2.2.2 Частоты испытательного сигнала (приблизительно): 200, 300, 420, 500, 600, 820, 1020, 2400, 2800, 3000, 3400 и 3600 Гц.

3.2.2.3 Отклонение передаваемой частоты от показываемой частоты: ± 2 Гц $\pm 0,1\%$.

3.2.2.4 По крайней мере для одной частоты (предпочтительно около частоты 820 или 1020 Гц) должна предусматриваться возможность регулировки уровня сигнала в пределах от +3 до -55 дБ₀. Уровни, указанные в § 3.2.2.5, в том числе соответствующие эталонным точкам и точкам перегиба определенных шаблонов, должны обеспечиваться в любом случае. Выбор испытательных частот рассматривается в § 4.1.4.

3.2.2.5 Уровни испытательных сигналов: $-55, -50, -45, -30, -20, -10, 0, +3$ дБм0.

3.2.2.6 Отклонение передаваемого уровня от показываемого уровня в пределах рабочего диапазона прибора: $\pm 0,2$ дБ. Однако должны предусматриваться средства, обеспечивающие выполнение относительных измерений (как это определяется в § 4.2) в пределах установленных допусков.

Примечание. — Допуск устанавливается в целях облегчения совместной работы. При рассмотрении значений точности измерения, указываемых в настоящей Рекомендации, следует принимать во внимание отклонения, обусловленные погрешностями испытательного уровня.

3.2.2.7 Суммарные искажения в измерительной полосе частот 20 кГц должны быть по крайней мере на 20 дБ лучше предельных значений, указанных на диаграмме рис. 4/G.712 [9].

3.2.3 Псевдослучайный испытательный сигнал

3.2.3.1 Должен предусматриваться псевдослучайный испытательный сигнал, соответствующий Рекомендации O.131. Для облегчения совместной работы частота повторения последовательности (период) должна соответствовать значению 256 мс (2048 дискретов) и, по возможности, быть производной от частоты дискретизации испытываемого кодера. В противном случае допустимое отклонение должно составлять ± 1 мс.

Примечание. — Использование периода в $128 \pm 0,5$ мс (1024 дискрета) также отвечает этому требованию.

3.2.3.2 Уровень псевдослучайного испытательного сигнала должен регулироваться в пределах от -3 дБм0 до -55 дБм0. Уровни, указанные в § 3.2.3.3, в том числе соответствующие эталонным точкам и точкам перегиба определенных шаблонов, должны обеспечиваться в любом случае.

3.2.3.3 Уровни испытательного сигнала: $-55, -50, -40, -34, -27, -10, -6, -3$ дБм0.

3.2.4 Вспомогательный сигнал

3.2.4.1 Для повышения точности измерений переходного влияния должен предусматриваться вспомогательный (шумовой) сигнал, который вводится в канал, подверженный мешающему влиянию.

3.2.4.2 В качестве вспомогательного сигнала может быть использован шум с ограниченной полосой частот 350—550 Гц (аналогичный шумовому сигналу, определяемому в Рекомендации O.131) и с уровнем от -50 до -80 дБм0. На частотах ниже 250 Гц и в диапазоне от 700 Гц до 4 кГц паразитный сигнал должен быть слабее вспомогательного сигнала по крайней мере на 40 дБ.

3.2.4.3 Можно также применять синусоидальный сигнал с уровнем от -33 до -40 дБм0. Гармонические составляющие этого сигнала должны быть ниже уровня основной частоты по крайней мере на 40 дБ.

3.3 Анализатор аналоговых сигналов

Должны предусматриваться следующие минимальные функции.

3.3.1 Относительные уровни

См. Рекомендацию G.232 [8].

3.3.1.1 Относительные уровни (минимальный интервал): от -5 дБо до $+7$ дБо.

3.3.2 Уровень

3.3.2.1 Пределы измерения уровня: от -60 до $+5$ дБм0.

3.3.3 Затухание несогласованности (необязательное требование)

3.3.3.1 Пределы измерения затухания несогласованности: от 0 до 40 дБ в диапазоне частот 200—3600 Гц.

3.3.4 Продольная асимметрия в соответствии с Рекомендацией O.121 (необязательное требование)

3.3.4.1 Пределы измерения затухания продольного перехода: от 5 до 56 дБ в диапазоне частот 200—3600 Гц.

3.3.4.2 Пределы измерения затухания продольного перехода с учетом коэффициента передачи: от 5 до 56 дБ в диапазоне частот 200—3600 Гц.

3.3.5 Взвешенный шум в соответствии с Рекомендацией O.41

3.3.5.1 Пределы измерения шума: от -80 до -20 дБм0п.

3.3.6 Суммарные искажения, измеряемые в соответствии с Рекомендациями O.131 и/или O.132

Примечание. — Для облегчения совместной работы время наблюдения для метода, описываемого в Рекомендации O.131, должно быть равным 256 мс или кратным этому значению, которое, по возможности, образуется из частоты дискретизации испытываемого декодера. В противном случае допустимое отклонение должно составлять ± 1 мс.

3.3.6.1 Пределы измерения суммарных искажений: от 0 до 40 дБ.

3.3.7 Переходное влияние

3.3.7.1 Пределы измерения уровня: от -75 до -20 дБм0.

3.3.8 Частота повторяющегося сигнала

Должна предусматриваться дополнительная возможность измерения и индикации частоты любого повторяющегося сигнала в диапазоне частот 200—400 Гц, подаваемого на вход прибора с любым уровнем в интервале, определяемым в § 3.3.2. Результат должен отображаться с точностью до 1 Гц. Точность измерения должна составлять не менее $50 \cdot 10^{-6}$.

3.4 Генератор цифровых сигналов

Генератор цифровых сигналов должен вырабатывать следующие сигналы.

3.4.1 Синусоидальные сигналы, преобразованные в цифровые сигналы

3.4.1.1 Должны вырабатываться синусоидальные сигналы в цифровой форме с частотой от 200 до 3600 Гц и с уровнем от 0 до -10 дБм0. Частоты, указанные в § 3.4.1.2, в том числе соответствующие эталонным точкам и точкам перегиба определенных шаблонов, должны обеспечиваться в любом случае. Выбор испытательных частот рассматривается в § 4.1.4.

3.4.1.2 Частоты испытательного сигнала (приблизительно): 200, 300, 420, 500, 600, 820, 1020, 2400, 2800, 3000, 3400, 3600 Гц.

3.4.1.3 Отклонение передаваемой частоты от показываемой частоты: ± 2 Гц $\pm 0,1\%$.

3.4.1.4 По крайней мере для одной частоты (предпочтительно около частоты 820 или 1020 Гц) должна предусматриваться возможность регулировки уровня сигнала в пределах от $+3$ дБм0 до -55 дБм0. Уровни, указанные в § 3.4.1.5, в том числе соответствующие эталонным точкам и точкам перегиба определенных шаблонов, должны обеспечиваться в любом случае. Выбор испытательных частот рассматривается в § 4.1.4.

3.4.1.5 Уровни испытательного сигнала: -55 , -50 , -45 , -40 , -30 , -20 , -10 , 0, $+3$ дБм0.

3.4.1.6 Отклонение передаваемого уровня от показываемого уровня: $\pm 0,2$ дБ.

Примечание. — Этот допуск предназначен для облегчения совместной работы. Расхождения в результатах измерений, обусловленные погрешностями испытательных уровней, должны включаться в спецификации, относящиеся к точности измерений.

3.4.1.7 Эталонная цифровая последовательность

Генератор цифровых сигналов должен вырабатывать периодические последовательности кодовых комбинаций, указанные в таблице 5/G.711 [1] и/или в таблице 6/G.177 [1] и эквивалентные синусоидальному сигналу с частотой 1 кГц и номинальным уровнем 0 дБм0.

3.4.2 Псевдослучайный шумовой сигнал, преобразованный в цифровой сигнал

3.4.2.1 Источник шума должен иметь те же характеристики в отношении полосы частот и распределения амплитуд, что и сигнал, являющийся результатом подачи в идеальный передающий канал псевдослучайного, ограниченного по полосе источника шума, соответствующего Рекомендации O.131. Для облегчения совместной работы частота повторения последовательности (периодов) должна быть установлена равной 256 ± 1 мс (2048 дискретов).

Примечание. — Использование периода в $128 \pm 0,5$ мс (1024 дискрета) также отвечает этому требованию.

3.4.2.2 Уровень псевдослучайного шумового сигнала в цифровой форме должен регулироваться в пределах от -3 дБм0 до -55 дБм0. Уровни, указанные в § 3.4.2.3, в том числе соответствующие эталонным точкам и точкам перегиба определенных шаблонов, должны обеспечиваться в любом случае.

3.4.2.3 Уровни испытательного сигнала: -55 , -50 , -40 , -34 , -27 , -10 , -6 , -3 дБм0.

3.4.3 *Дополнительные цифровые сигналы*

В дополнение к сигналам, указанным в § 3.4.1 и 3.4.2, должна предусматриваться возможность ручного выбора любой повторяющейся комбинации из 8 двоичных символов.

3.4.4 *Установление временного интервала*

3.4.4.1 Должна предусматриваться возможность подачи сигналов, указанных в § 3.4.1, 3.4.2 и 3.4.3:

- а) в любой выбранный речевой временной интервал;
- б) в качестве дополнительной возможности, во все речевые временные интервалы.

Речевые временные интервалы, которые не содержат сигналы, указанные в § 3.4.1 и 3.4.2, должны выработываться с сигналами, указанными в § 3.4.3.

3.4.4.2 В качестве дополнительной возможности должен предусматриваться стык, позволяющий подавать цифровой сигнал, вырабатываемый внешним источником, в любой выбранный речевой временной интервал. Этот стык должен соответствовать характеристикам сонаправленных стыков, определяемых в Рекомендации G.703 [7].

3.4.5 *Испытание аварийного блока ИКМ оборудования группообразования*

3.4.5.1 *Мультиплексор ИКМ на 2048 кбит/с* (соответствующий, например, Рекомендации G.732 [2])

3.4.5.1.1 Для полного испытания аварийного блока оборудования группообразования должна предусматриваться возможность изменения любого символа цифрового сигнала в нулевом временном интервале циклов, не содержащих циклового синхросигнала, и циклов, содержащих такой сигнал.

3.4.5.1.2 Должна обеспечиваться возможность измерения любого символа цифрового сигнала в 16-м временном интервале нулевого цикла.

3.4.5.1.3 Должна предусматриваться дополнительная возможность подачи в ходе испытаний, описанных в § 3.4.5.1.1 и 3.4.5.1.2, синусоидального сигнала в цифровой форме с частотой около 820 Гц и уровнем 0 дБм0 во все речевые временные интервалы. Это позволяет проконтролировать отключение разговорного многоканального тракта при срабатывании блока аварийной индикации.

3.4.5.1.4 Должна предусматриваться дополнительная возможность изменения любого символа цифрового сигнала в 16-м временном интервале циклов 1–15 сверхцикла в случае сигнализации по выделенному каналу. Одна и та же последовательность может использоваться для 30 каналов сигнализации.

3.4.5.1.5 Прибор должен быть способен генерировать структуры цикла, включая сверхциклы CRC и проверочные биты CRC в соответствии с § 2.3 Рекомендации G.704 [11].

3.4.5.1.6 В случае генерирования сверхцикла CRC должна предусматриваться возможность любого символа сверхциклового синхросигнала процедуры CRC.

3.4.5.1.7 В качестве дополнительной возможности при сигнализации по выделенному каналу должен предусматриваться стык, обеспечивающий управление битами сигнализации, относящимися к любому выбранному речевому временному интервалу, с помощью внешнего источника.

3.4.5.2 *Мультиплексоры ИКМ на 1544 кбит/с* (соответствующие, например, Рекомендации G.733 [3])

3.4.5.2.1 Помимо других структур цикла, прибор должен обеспечивать генерирование сверхциклов CRC в соответствии с Рекомендацией G.704 [1].

3.4.5.2.2 Должна предусматриваться возможность изменения первого бита каждого цикла, содержащего цикловой синхросигнал.

3.4.5.2.3 Должна предусматриваться возможность изменения первого бита 12-го цикла.

3.4.5.2.4 При генерировании сверхцикла, состоящего из 12 циклов, должна предусматриваться возможность изменения восьмого бита каждого канального временного интервала в 6 и 12 циклах в случае сигнализации по выделенному каналу. Одна и та же последовательность может быть использована для всех каналов сигнализации.

3.4.5.2.5 При генерировании сверхцикла, состоящего из 24 циклов, должна предусматриваться возможность изменения восьмого бита каждого канального временного интервала в 6, 12, 18 и 24 циклах в случае сигнализации по выделенному каналу. Одна и та же последовательность может быть использована для всех каналов сигнализации.

3.4.5.2.6 В качестве дополнительной возможности при сигнализации по выделенному каналу должен предусматриваться стук, обеспечивающий управление битами сигнализации, относящимися к любому выбранному речевому временному интервалу, с помощью внешнего источника.

3.4.6 *Возможность выбора синхронизации*

Должна предусматриваться возможность:

- a) хронирования тактового устройства цифрового генератора по входному сигналу цифрового анализатора;
- b) свободной работы тактовых устройств генератора и анализатора в пределах разрешенных общих допусков частоты или,
- c) как дополнительный вариант хронирования тактового устройства цифрового генератора по внешнему тактовому устройству.

3.5 *Анализатор цифровых сигналов*

Анализатор цифровых сигналов должен обеспечивать измерение указанных ниже параметров путем выделения цифрового сигнала любого выбранного временного интервала в ИКМ-потоке и путем его обработки (при необходимости) в качестве кодированного сигнала тональной частоты.

3.5.1 *Уровень*

3.5.1.1 Пределы измерения уровня: от -60 до $+5$ дБм0.

3.5.2 *Взвешенный шум в соответствии с Рекомендацией O.41*

3.5.2.1 Пределы измерения шума: от -80 до -20 дБм0п.

Примечание. — Если цифровой анализатор получает цифровой сигнал, соответствующий выходной величине декодера "1" для закона А или "0" для закона μ , и если бит полярности сохраняет постоянное положение, то измеряемый уровень шума не должен превышать -85 дБм0п.

3.5.3 *Суммарные искажения, измеряемые в соответствии с Рекомендациями O.131 и/или O.132*

Примечание. — Для облегчения совместной работы время наблюдения для метода, описываемого в Рекомендации O.131, должно быть равным 256 мс или кратным этому значению, которое, по возможности, устанавливается на основе частоты дискретизации испытываемого кодера. В противном случае допустимое отклонение должно составлять ± 1 мс.

3.5.3.1 Пределы измерения суммарных искажений: от 0 до 40 дБ.

3.5.4 *Переходное влияние*

3.5.4.1 Пределы измерения уровня: от -75 до -20 дБм0.

3.5.5 *Определение и индикация максимальной кодовой комбинации*

Должна предусматриваться возможность индикации положительных и/или отрицательных значений максимальной кодовой комбинации, регистрируемых в течение периода наблюдения продолжительностью не менее 800 циклов или в течение повторяемых и автоматически выбираемых периодов с минимальной продолжительностью 800 циклов. Значение этого кода может быть любым целым числом в пределах от 0 до ± 127 . Максимальная кодовая комбинация может быть также представлена визуальной индикацией эквивалентного уровня тональной частоты в дБм0.

3.5.6 *Биты сигнализации*

3.5.6.1 Должна предусматриваться дополнительная возможность выбора битов сигнализации, относящихся к любому речевому временному интервалу, для визуального отображения в случае сигнализации по выделенному каналу.

3.5.6.2 В качестве дополнительной возможности при сигнализации по выделенному каналу должен предусматриваться стук, который с помощью внешнего устройства, подключенного к прибору, обеспечивает контроль битов сигнализации, относящихся к любому речевому временному интервалу по выбору.

3.5.7 Распознавание и визуальная индикация аварийных состояний (дополнительное требование)

Цифровой анализатор должен обеспечивать контроль цифрового выхода мультиплексора ИКМ, а также распознавание и визуальную индикацию следующих аварийных состояний и состояний двоичных символов.

3.5.7.1 Оборудование группообразования ИКМ, описываемое в Рекомендации G.732 [2]: пропадание сигнала, выход из циклового синхронизма, выход из сверхциклового синхронизма в случае сигнализации по выделенному каналу, выход из сверхциклового синхронизма процедуры CRC, состояние бита 1 нулевого временного интервала цикла, содержащего цикловый синхросигнал, состояние битов 1 и 3–8 нулевого временного интервала цикла, не содержащего цикловый синхросигнал, состояние бита 6 временного интервала 16-го нулевого цикла и визуальное отображение информации, передаваемой путем процедуры CRC, которая определяется в Рекомендации G.704 [11].

3.5.7.2 Оборудование группообразования ИКМ, описываемое в Рекомендации G.733 [3].

3.5.7.2.1 Пропадание сигнала, выход из циклового синхронизма, выход из сверхциклового синхронизма в случае сигнализации по выделенному каналу.

3.5.7.2.2 В случае контроля сверхцикла, состоящего из 12 циклов, состояние бита 8 каждого канала 6-го и 12-го циклов и состояние бита 1 12-го цикла.

3.5.7.2.3 В случае контроля сверхцикла, состоящего из 24 циклов, состояние бита 8 каждого канала 6, 12, 18 и 24-го циклов, состояние бита 1 12-го цикла и отображение информации, передаваемой путем процедуры CRC, которая определяется в Рекомендации G.704 [11].

3.5.8 Частота повторяющегося сигнала

Должна предусматриваться дополнительная возможность измерения и индикации частоты любого повторяющегося сигнала в диапазоне частот 200–4000 Гц, подаваемого с уровнем в пределах, указанных в § 3.5.1. Результат должен отображаться с точностью до 1 Гц. Точность измерения должна составлять не менее $50 \cdot 10^{-6}$.

3.5.9 Внешний стык для речевых временных интервалов

В качестве дополнительной возможности должен предусматриваться стык, позволяющий выделять цифровой сигнал, содержащийся в выбранном речевом временном интервале, и подавать его на отдельный прибор. Этот стык должен иметь характеристики сонаправленных стыков, определяемых в Рекомендации G.703 [7].

4 Точность измерений

4.1 Определение предельных значений погрешности измерительной аппаратуры

4.1.1 Предельные значения погрешности, указываемые в настоящей Рекомендации, во всех случаях относятся к полной схеме измерений и поэтому включают в себя как погрешности генератора, так и погрешности анализатора (при необходимости).

4.1.2 Даже идеальная пара кодер/декодер, соответствующая требованиям Рекомендации G.711 [1], имеет неизбежные собственные ограничения²⁾, обусловленные преобразованием ИКМ, например максимальный уровень перегрузки, коэффициент искажений квантования, изменение усиления в зависимости от входного уровня и ограниченный диапазон тональных частот.

Описываемая здесь измерительная аппаратура имеет те же общие характеристики и ограничения, что и идеальный кодер-декодер, соответствующий Рекомендации G.711 [1]. В рамках настоящей Рекомендации погрешность измерения определяется как разность между результатом, получаемым идеальным кодером-декодером, соответствующим Рекомендации G.711 [1], и результатом, получаемым с помощью измерительного прибора. На рис. 1/О.133 показана зависимость между этими погрешностями и погрешностями, вносимыми генератором и анализатором цифровых сигналов.

4.1.3 Для получения суммарной погрешности измерения необходимо также учитывать погрешности, вносимые аналоговым анализатором (P_{AA}) и аналоговым генератором (P_{AG}). Вследствие ограниченной степени точности генератора аналоговых сигналов результаты измерений изменяются под влиянием усиления квантования в испытываемом канале ИКМ²⁾.

Суммарная погрешность измерения для четырех измерительных схем может быть рассчитана в соответствии с таблицей 2/О.133.

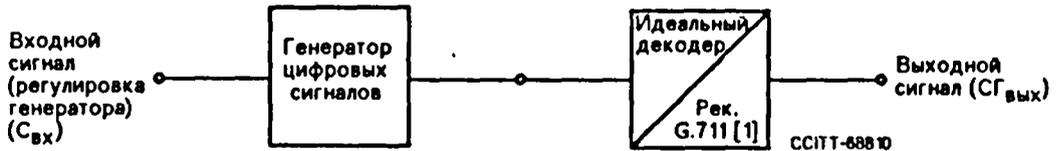
²⁾ В приложении А данной Рекомендации рассматриваются собственные погрешности преобразования ИКМ, способные повлиять на интерпретацию результатов измерений.



а) Погрешность идеального канала ИКМ - $IC_{вых} - C_{вх}$



б) Погрешность, вносимая цифровым анализатором - $CA_{вых} - IC_{вых} - П_{ЦА}$



в) Погрешность, вносимая цифровым генератором - $CG_{вых} - IC_{вых} - П_{ЦГ}$

РИСУНОК 1/О.133

Погрешности, вносимые анализатором и цифровым генератором

ТАБЛИЦА 2/О.133

Определение суммарной погрешности измерения

Измерительная схема	Суммарная погрешность измерения
А - Ц	$П_{АГ} + П_{ЦА}$
Ц - А	$П_{ЦГ} + П_{АА}$
А - А	$П_{АГ} + П_{АА}$
Ц - Ц	$П_{ЦГ} + П_{ЦА}$

4.1.4 Выбор испытательных частот

При определении точности измерений, выполняемых с помощью синусоидальных сигналов, предполагается, что тональный сигнал, поступающий в идеальный кодер рис. 1/О.133, имеет частоту, не зависящую от частоты дискретизации, и что продолжительность измерений достаточно велика, чтобы исключить среднюю погрешность измерения.

Собственные ошибки при измерениях тонального сигнала зависят от наибольшего общего знаменателя частоты испытательного сигнала и частоты дискретизации ИКМ. Следует избегать использования простых субгармоник частоты дискретизации и их гармоник. В аппаратуре должно использоваться большое число независимых дискретов, а точность измерения должна определяться по отношению к минимальному числу дискретов. Рекомендуется минимальная цифра 400. Ограничения, связанные с применением других частот, должны указываться. Выбор испытательной частоты должен осуществляться в соответствии с указаниями, приведенными в Рекомендации О.6.

4.1.5 Собственные искажения испытательных сигналов

Чтобы упростить взаимодействие при измерениях суммарных искажений, в случае необходимости следует нормировать некоторые сигналы в цифровой форме с переменным уровнем для выполнения следующих измерений собственных суммарных искажений в диапазоне возможных уровней.

- псевдослучайный шум, синусоидальный сигнал, 420 Гц: измеряется по методу, описанному в Рекомендации O.131;
- синусоидальный сигнал, 820 Гц или 1020 Гц: измеряется по методу, описанному в Рекомендации O.132.

4.1.6 Ширина полосы частот, используемая для измерений тонального сигнала

Принципиальная схема фильтров, используемых для измерений тонального сигнала, не регламентируется. Однако погрешности измерения должны рассчитываться по отношению к результатам, получаемым идеальными селективными измерениями.

4.2 Общие данные о суммарных погрешностях измерения

Предполагается полное 8-разрядное кодирование, определяемое в Рекомендации G.711 [1].

4.2.1 Усиление (соотношение между законом кодирования и уровнем тональной частоты)

См. таблицу 3/O.133.

ТАБЛИЦА 3/O.133

Параметр	Предельные значения погрешности (дБ)			
	А-Ц	Ц-А	А-А	Ц-Ц
Усиление (соотношение между законом кодирования и уровнем тональной частоты) ^{а)}	± 0,08	± 0,08	± 0,05	± 0,05

^{а)} Измеряется на частоте около 820 или 1020 Гц при уровне 0 дБм0.

Примечание. — В случае использования синусоидального испытательного сигнала требуется специальная интерпретация предельных значений погрешности, определяемых в режимах А-Ц, А-А и Ц-Ц (если сигнал проходит через аналоговый стык), ввиду неточности абсолютного уровня точки на характеристике компрессирования данного конкретного кодера. В вышеуказанных режимах эти предельные значения отражают точность огибающей данной характеристики, а не точность какого-то конкретного полученного результата. Более подробные сведения и теоретические данные огибающей приводятся в приложении А.

4.2.2 Затухание несогласованности (дополнительное требование)

См. таблицу 4/O.133.

ТАБЛИЦА 4/O.133

Параметр	Показанный результат	Предельные значения погрешности (дБ)			
		А-Ц	Ц-А	А-А	Ц-Ц
Затухание несогласованности ^{а)}	0–30 дБ	± 1	± 1	± 1	–
	30–40 дБ	± 2	± 2	± 2	–

^{а)} Измеряется на уровне > –10 дБм0.

4.2.3 Затухание продольного перехода (дополнительное требование)

См. таблицу 5/О.133.

ТАБЛИЦА 5/О.133

Параметр	Показанный результат	Предельные значения погрешности (дБ)			
		А-Ц	Ц-А	А-А	Ц-Ц
Затухание продольного перехода ^{а)}	5-40 дБ	± 1,5	-	± 1,5	-
	40-56 дБ	± 2,5	-	± 2,5	-

^{а)} Измеряется на уровне > -10 дБм0.

4.2.4 Затухание продольного перехода передачи (дополнительное требование)

См. таблицу 6/О.133.

ТАБЛИЦА 6/О.133

Параметр	Показанный результат	Предельные значения погрешности (дБ)			
		А-Ц	Ц-А	А-А	Ц-Ц
Затухание продольного перехода передачи ^{а)}	5-40 дБ	± 1,5	-	± 1,5	-
	40-56 дБ	± 2,5	-	± 2,5	-

^{а)} Измеряется на уровне > -10 дБм0.

4.2.5 Амплитудно-частотные искажения

См. таблицу 7/О.133.

ТАБЛИЦА 7/О.133

Параметр	Полоса частот	Предельные значения погрешности (дБ)			
		А-Ц	Ц-А	А-А	Ц-Ц
Амплитудно-частотные искажения ^{а)}	200-300 Гц	± 0,08	± 0,08	± 0,08	± 0,08
	300-3000 Гц	± 0,05	± 0,05	± 0,05	± 0,05
	3000-3600 Гц	± 0,08	± 0,08	± 0,08	± 0,08

^{а)} Измеряется на уровне 0 или -10 дБм0. Погрешность относится к измерениям на частоте около 820 или 1020 Гц. Указанная погрешность измерения действительна в том случае, когда амплитудно-частотные искажения не превышают 6 дБ.

4.2.6 Взвешенный шум

См. таблицу 8/О.133.

ТАБЛИЦА 8/О.133

Параметр	Показанный результат	Предельные значения погрешности (дБ)			
		А-Ц	Ц-А	А-А	Ц-Ц
Взвешенный шум ^{а)}	от -80 до -75 дБм0п	± 2,5	± 2,5	± 2,5	± 2,5
	от -75 до -70 дБм0п	± 1,5	± 1,5	± 1,5	± 1,5
	от -70 до -20 дБм0п	± 1	± 1	± 1	± 1

а) Погрешность измерения включает в себя допуски, указанные в Рекомендации О.41 для взвешивающего фильтра.

4.2.7 Суммарные искажения

См. таблицу 9/О.133.

ТАБЛИЦА 9/О.133

Параметр	Показанный результат ^{а)}	Предельные значения погрешности (дБ) ^{а)}			
		А-Ц	Ц-А	А-А	Ц-Ц
Суммарные искажения (шумовой испытательный сигнал)	0-40 дБ	± 0,5	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Суммарные искажения (синусоидальный испытательный сигнал)	0-40 дБ	± 0,8	± 0,8	± 0,8	± 0,8

а) С сигналом абсолютного искажения, равным или выше -72 дБм0.

Примечание. - В случае использования синусоидального испытательного сигнала требуется специальная интерпретация предельных значений погрешности, определяемых в режимах А-Ц, А-А, Ц-Ц (если сигнал проходит через аналоговый ступень), ввиду неточности абсолютного уровня точки на характеристике компрессирования данного конкретного кодера. В вышеуказанных режимах эти предельные значения отражают точность огибающей характеристики, а не точность какого-то конкретного полученного результата. Более подробные сведения и теоретические данные огибающей приводятся в приложении А к настоящей Рекомендации.

4.2.8 Изменение усиления в зависимости от входного уровня

См. таблицу 10/О.133.

ТАБЛИЦА 10/О.133.

Параметр	Показанный результат	Предельные значения погрешности (дБ) ^{а)}			
		А-Ц	Ц-А	А-А	Ц-Ц
Изменение усиления (шумовой испытательный сигнал)	От -10 до -40 дБм0	± 0,10	± 0,10 ^{б)}	± 0,15 ^{б)}	± 0,10
	От -40 до -50 дБм0	± 0,15	± 0,15	± 0,20	± 0,10
	От -50 до -55 дБм0	± 0,15	± 0,15	± 0,20	± 0,10
Изменение усиления (синусоидальный испытательный сигнал с частотой около 420, 820 или 1020 Гц)	От +3 до -40 дБм0	± 0,10 ^{б)}	± 0,10	± 0,15	± 0,10
	От -40 до -50 дБм0	± 0,20	± 0,15	± 0,20	± 0,15
	От -50 до -55 дБм0	± 0,25	± 0,20	± 0,25	± 0,20

а) Погрешность относится к измерениям на уровне -10 дБм0.

б) Временное значение, которое изучается.

Примечание. – В случае использования синусоидального испытательного сигнала требуется специальная интерпретация предельных значений погрешности, определяемых в режимах А-Ц, А-А и Ц-Ц (если сигнал проходит через аналоговый стык), ввиду неточности абсолютного уровня точки на характеристике компандирования данного конкретного кодера. В вышеуказанных режимах эти предельные значения отражают точность огибающей характеристики, а не точность какого-то конкретного полученного результата. Более подробные сведения и теоретические данные огибающей приводятся в приложении А.

4.2.9 Измерение переходного влияния

См. таблицу 11/О.133.

ТАБЛИЦА 11/О.133

Параметр	Примечания	Предельные значения погрешности (дБ)			
		А-Ц	Ц-А	А-А	Ц-Ц
Переходное влияние	Синусоидальный испытательный сигнал ^{а)}	± 1	± 1	± 1	± 1
	Условленный телефонный сигнал ^{б)} (по выбору)	–	–	± 1,5	–

а) Измерение с использованием вспомогательного сигнала в канале, подверженном влиянию. Соответствующие вспомогательные сигналы определяются в § 3.2.4. Погрешность учитывает ограниченное подавление вспомогательного сигнала измерительным фильтром и частичное подавление искажений квантования в измерительной полосе частот.

б) Погрешность измерения включает в себя допуски, указываемые в Рекомендации О.41 для взвешивающего фильтра.

5. Рабочие условия

Указанные выше электрические параметры должны соблюдаться при работе аппаратуры в условиях внешней среды, определяемых в § 2.1 Рекомендации О.3.

(к Рекомендации О.133)

**Собственные погрешности процесса кодирования ИКМ,
способные повлиять на интерпретацию результатов измерений****А.1 Введение**

Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ) налагает ряд присущих ей ограничений, которые влияют на испытания кодеров ИКМ. Эти ограничения, в частности, затрагивают измерение зависимости усиления от входного уровня и измерение искажений квантования. Вследствие ограниченного количества шагов квантования для кодирования аналогового сигнала выходной сигнал декодера ИКМ не соответствует входному сигналу кодера. В зависимости от реальной амплитуды дискретов кодируемого сигнала по отношению к порогам квантования значения на выходе декодера бывают больше и меньше по сравнению со значениями в линейной системе. Эти различия называются погрешностями квантования и имеют место даже в случае идеальной пары кодер—декодер ИКМ, соответствующей практическому закону кодирования. В испытательном сигнале учитывается влияние средней погрешности квантования на все дискреты этого сигнала, причем это влияние зависит от амплитудного распределения сигнала. В случае гауссова шума погрешности имеют тенденцию к исчезновению, поэтому проблем, связанных с измерением, не возникает. Напротив, в случае использования синусоидальных сигналов результаты измерения, касающиеся линейности усиления и искажений квантования, следует интерпретировать с определенной осторожностью.

А.2 Измерение усиления и изменений усиления в зависимости от входного уровня

Как указывается в введении, сигнал на выходе декодера ИКМ может отличаться от сигнала на выходе линейной системы, то есть может создаться впечатление, что канал ИКМ при его измерении с помощью синусоидального сигнала имеет непредвиденное усиление. Это "усиление квантования" бывает как положительным, так и отрицательным, и изменяется с уровнем входного сигнала. В случае линейного кодирования с увеличением числа шагов квантования для кодирования входного аналогового сигнала уменьшаются ошибки квантования, а также уменьшается изменение усиления. При точно логарифмической характеристике кодирования ошибка квантования не зависит от входного уровня.

Практически применяемые законы кодирования (закон А и закон μ) аппроксимируют логарифмические характеристики в соответствии с сегментной кривой. При использовании закона А это выражается в изменении усиления, которое происходит по одинаковым правилам в сегментах №№ 7—2 и которое увеличивается обратно пропорционально входному уровню для сегмента № 1. Ввиду того, что значения в конечных точках сегментов характеристики закона μ не являются кратным 2 (как при использовании закона А), изменения усиления для соответствующих участков сегментов близки, но не идентичны.

На рис. А-1/О.133—А-4/О.133 показано расчетное изменение усиления в зависимости от входного уровня при измерении канала ИКМ с помощью асинхронного синусоидального сигнала. Поскольку усиление в верхних сегментах всегда изменяется в пределах от +0,043 до -0,048 дБ, показан только диапазон уровней ниже -30 дБм0. Усиление проходит через точку минимума каждый раз, когда пик синусоиды проходит через величину решения. По мере возрастания входной амплитуды усиление быстро возрастает, проходя через точку максимума, и затем вновь снижается. Вблизи точки максимума усиление может существенно меняться при слабых изменениях входного уровня. В случае применения закона А, например, изменения усиления могут приближаться к значению 0,8 дБ (селективные измерения), если входной уровень колеблется в пределах от -57 до -57,068 дБ. В этом случае отношение между изменением входного уровня и изменением усиления составляет 1/11,8. Для более высоких входных уровней и при использовании закона μ изменение усиления в зависимости от входного уровня не так велико, но пренебрегать им по-прежнему нельзя.

Для сигналов с уровнем свыше -60 дБм0 максимальные колебания должны происходить в пределах примерно от -1,3 до +0,65 дБ (от -1,0 до +0,9 дБ) при использовании закона А и примерно от 0,5 до 0,3 дБ (от -0,45 до 0,35 дБ) при использовании закона μ в зависимости от того, применяется селективный или (широкополосный) режим измерения.

Если изменение усиления канала ИКМ измеряется с использованием синусоидального сигнала, то необходимо учитывать теоретические положения, приведенные выше. Поскольку достаточно того, чтобы относительный уровень на входе кодера регулировался в пределах от +0,3 до -0,3 дБ (Рекомендация G.713 [10]), и поскольку генератор аналоговых сигналов, используемый для измерений, не обеспечивает абсолютной точности установки уровня на передаче, невозможно точно предвидеть реальное положение на характеристике кодирования или даже избежать минимального значения. Учитывая это, любой отдельный результат измерения должен обрабатываться относительно огибающей характеристики изменения усиления. Кроме того, необходимо принимать во внимание тот факт, что рис. А-1/О.133 — А-4/О.133 показывают теоретические значения, относящиеся к идеальным кодерам, у которых отсутствуют погрешности порога квантования. В практических условиях следует ожидать отклонений от идеальных характеристик вследствие смещения порога квантования.

Указанные ограничения равным образом относятся и к измерениям усиления, хотя на высоких уровнях погрешность незначительна (порядка $\pm 0,04$ дБ).

Для облегчения интерпретации результатов измерения в таблицах А-1/О.133—А-4/О.133 приводится перечень экстремальных значений изменения усиления для законов А и μ при выполнении как селективных, так и широкополосных измерений. В этих таблицах имеются 64 строки (кратных 16), в результате чего одна строка содержит значения, которые соответствуют частям сегмента. При использовании закона А соответствующие значения усиления в трех первых графах идентичны.

А.3 Измерение искажений квантования

Ошибка квантования влечет за собой искажения квантования, которые зависят от входного уровня. На рис. А-5/О.133 и А-6/О.133 представлены (расчетные) характеристики искажений квантования для закона А и закона μ в случае измерения канала ИКМ с использованием синусоидального сигнала. Как и в случае измерения усиления, искажения квантования могут значительно изменяться в результате небольших изменений уровня входного сигнала. Изменение достигает своего максимума в оконечных точках сегмента.

По указанной выше причине пока можно использовать лишь огибающую изменения искажений квантования при интерпретации отдельных результатов измерения. Предупреждение по поводу ошибок вследствие порога квантования в неидеальном кодере относится также к измерению искажений квантования.

В таблицах А-5/О.133 и А-6/О.133 указаны предельные значения искажений квантования при выполнении измерений с помощью синусоидального сигнала. В этих таблицах слово "уровень" означает "входной уровень"; S/Q — это соответствующее соотношение (на выходе) между уровнем сигнала, измеряемого селективным методом, и шумом квантования, измеряемым с использованием плоской характеристики фильтра и фиксированной коррекции для приведения полосы частот шума к значению 3,1 кГц.

Примечание. — Таблицы А-5/О.133 и А-6/О.133, а также относящиеся к ним графики носят в основном ориентировочный характер, поскольку:

- 1) расчеты S/Q с плоской характеристикой не дают результатов, сопоставимых с результатами взвешенного отношения $(S + Q)/Q$, получаемого методом, определяемым в Рекомендации О.132. Они больше соответствуют случаю использования тонального измерительного сигнала с фильтрами, описываемыми в Рекомендации О.131;
- 2) коррекция полосы частот 3,1 кГц основывается на равномерном спектре шума квантования, хотя он таковым не является и зависит от уровня (в результате чего никакая фиксированная коррекция не может компенсировать потерянную полосу частот режекторного фильтра сигнала).

А.4 Общие замечания, касающиеся таблиц и графиков

Указываемые входные уровни основаны на значениях $T_{\text{макс}}$, равных 3,14 дБм0 для закона А и 3,17 дБм0 для закона μ . (Исходя из этого, селективные уровни последовательностей частотой 1 кГц Рекомендации G.711 [1] составляют $-0,0016$ дБм0 для закона А и $-0,0024$ дБм0 для закона μ .)

Огибающая характеристики представляет собой пару плавных кривых, касающихся этой характеристики в точках экстремальных значений или вблизи этих точек.

ТАБЛИЦА А-1/О.133

Изменение усиления в зависимости от входного уровня, закон А.
 Расчет усиления, основанный на селективном измерении испытательного сигнала

Входной уровень (дБм0)	Усиление (дБ)						
2,948	0,009	-9,093	0,009	-21,135	0,009	-33,176	0,008
2,864	0,018	-9,177	-0,018	-21,218	-0,018	-33,259	-0,019
2,666	0,009	-9,375	0,009	-21,417	0,009	-33,458	0,009
2,579	-0,019	-9,462	-0,019	-21,503	-0,019	-33,544	-0,020
2,374	0,010	-9,667	0,010	-21,708	0,010	-33,749	0,009
-2,285	-0,020	-9,756	-0,020	-21,797	-0,020	-33,839	-0,021
2,073	0,010	-9,969	0,010	-22,010	0,010	-34,051	0,010
1,980	-0,021	-10,061	-0,021	-22,102	-0,021	-34,143	-0,022
1,760	0,011	-10,281	0,011	-22,322	0,011	-34,363	0,010
1,664	-0,022	-10,377	-0,022	-22,418	-0,022	-34,459	-0,023
1,436	0,012	-10,605	0,012	-22,647	0,012	-34,688	0,011
1,336	-0,024	-10,705	-0,024	-22,746	-0,024	-34,787	-0,025
1,099	0,012	-10,942	0,012	-22,983	0,012	-35,024	0,011
0,996	-0,025	-11,045	-0,025	-23,087	-0,025	-35,128	-0,026
0,749	0,013	-11,293	0,013	-23,334	0,013	-35,375	0,012
0,641	-0,027	-11,400	-0,027	-23,441	-0,027	-35,482	-0,028
0,383	0,014	-11,658	0,014	-23,699	0,014	-35,740	0,013
0,272	-0,028	-11,770	-0,028	-23,811	-0,028	-35,852	-0,030
0,002	0,015	-12,039	0,015	-24,080	0,015	-36,121	0,014
-0,115	-0,030	-12,156	-0,030	-24,197	-0,030	-36,238	-0,032
-0,396	0,017	-12,438	0,017	-24,479	0,017	-36,520	0,015
-0,519	-0,032	-12,560	-0,032	-24,601	-0,032	-36,642	-0,034
-0,814	0,018	-12,856	0,018	-24,897	0,018	-36,937	0,016
-0,942	-0,034	-12,984	-0,034	-25,025	-0,034	-37,066	-0,036
-1,254	0,020	-13,295	0,020	-25,336	0,020	-37,376	0,017
-1,388	-0,036	-13,429	-0,036	-25,470	-0,036	-37,512	-0,039
-1,716	0,023	-13,758	0,023	-25,799	0,023	-37,838	0,019
-1,858	-0,038	-13,899	-0,038	-25,940	-0,038	-37,981	-0,043
-2,206	0,026	-14,248	0,026	-26,289	0,026	-38,327	0,020
-2,354	-0,040	-14,395	-0,040	-26,436	-0,040	-38,478	-0,047
-2,741	0,035	-14,782	0,035	-26,824	0,035	-38,844	0,022
-2,881	-0,018	-14,922	-0,018	-26,963	-0,018	-39,004	-0,051
-3,073	0,009	-15,114	0,009	-27,155	0,009	-39,394	0,024
-3,156	-0,018	-15,198	-0,018	-27,239	-0,018	-39,565	-0,056
-3,355	0,009	-15,396	0,009	-27,437	0,009	-39,982	0,027
-3,441	-0,019	-15,482	-0,019	-27,524	-0,019	-40,164	-0,062
-3,646	0,010	-15,688	0,010	-27,729	0,010	-40,612	0,030
-3,736	-0,020	-15,777	-0,020	-27,818	-0,020	-40,808	-0,070
-3,948	0,010	-15,989	0,010	-28,030	0,010	-41,291	0,034
-4,040	-0,021	-16,082	-0,021	-28,123	-0,021	-41,503	-0,079
-4,261	0,011	-16,302	0,011	-28,343	0,011	-42,029	0,038
-4,356	-0,022	-16,398	-0,022	-28,439	-0,022	-42,259	-0,090
-4,585	0,012	-16,626	0,012	-28,667	0,012	-42,834	0,044
-4,684	-0,024	-16,725	-0,024	-28,767	-0,024	-43,087	-0,104
-4,922	0,012	-16,963	0,012	-29,004	0,012	-43,723	0,051
-5,025	-0,025	-17,066	-0,025	-29,107	-0,025	-44,002	-0,122
-5,272	0,013	-17,313	0,013	-29,354	0,013	-44,713	0,061
-5,379	-0,027	-17,421	-0,027	-29,462	-0,027	-45,025	-0,146
-5,637	0,014	-17,678	0,014	-27,719	0,014	-45,831	0,074
-5,749	-0,028	-17,790	-0,028	-29,831	-0,028	-46,185	-0,178
-6,018	0,015	-18,059	0,015	-30,101	0,015	-47,114	0,092
-6,135	-0,030	-18,176	-0,030	-30,218	-0,030	-47,524	-0,226
-6,417	0,017	-18,458	0,017	-30,499	0,017	-48,623	0,119
-6,539	-0,032	-18,580	-0,032	-30,622	-0,032	-49,107	-0,299
-6,835	0,018	-18,876	0,018	-30,917	0,018	-50,451	0,162
-6,963	-0,034	-19,004	-0,034	-31,045	-0,034	-51,045	-0,423
-7,274	0,020	-19,315	0,020	-31,356	0,020	-52,775	0,240
-7,409	-0,036	-19,450	-0,036	-31,491	-0,036	-53,544	-0,668
-7,737	0,023	-19,778	0,023	-31,819	0,022	-55,976	0,408
-7,878	-0,038	-19,919	-0,038	-31,961	-0,039	-57,066	-1,312
-8,227	0,026	-20,268	0,026	-32,309	0,026		
-8,375	-0,040	-20,416	-0,040	-32,457	-0,040		
-8,762	0,035	-20,803	0,035	-32,844	0,035		
-8,901	-0,018	-20,942	-0,018	-32,984	-0,018		

ТАБЛИЦА А-2/О.133

Изменение усиления в зависимости от входного уровня, закон А.
Расчет усиления, основанный на широкополосном измерении испытательного сигнала

Входной уровень (дБм0)	Усиление (дБ)						
2.947	0,009	-9,094	0,009	-21,135	0,009	-33,176	0,009
2.864	-0,018	-9,177	-0,018	-21,218	-0,018	-33,259	-0,018
2.665	0,010	-9,376	0,010	-21,417	0,010	-33,458	0,010
2.579	-0,019	-9,462	-0,019	-21,503	-0,019	-33,544	-0,019
2.374	0,010	-9,668	0,010	-21,709	0,010	-33,750	0,010
2.285	-0,020	-9,756	-0,020	-21,797	-0,020	-33,839	-0,020
2,072	0,011	-9,969	0,011	-22,010	0,011	-34,052	0,011
1,980	-0,021	-10,061	-0,021	-22,102	-0,021	-34,143	-0,021
1,759	0,012	-10,282	0,012	-22,323	0,012	-34,364	0,012
1,664	-0,022	-10,377	-0,022	-22,418	-0,022	-34,459	-0,022
1,431	0,012	-10,606	0,012	-22,647	0,012	-34,688	0,012
1,336	-0,023	-10,705	-0,023	-22,746	-0,023	-34,787	-0,023
1,098	0,013	-10,943	0,013	-22,984	0,013	-35,025	0,013
0,996	-0,024	-11,045	-0,024	-23,087	-0,024	-35,128	-0,024
0,748	0,014	-11,293	0,014	-23,334	0,014	-35,376	0,014
0,641	-0,026	-11,400	-0,026	-23,441	-0,026	-35,482	-0,026
0,383	0,015	-11,658	0,015	-23,700	0,015	-35,741	0,015
0,272	-0,027	-11,770	-0,027	-23,811	-0,027	-35,852	-0,027
0,001	0,016	-12,040	0,016	-24,081	0,016	-36,122	0,016
-0,115	-0,029	-12,156	-0,029	-24,197	-0,029	-36,238	-0,029
-0,397	0,018	-12,439	0,018	-24,480	0,018	-36,521	0,018
-0,519	-0,031	-12,560	-0,031	-24,601	-0,031	-36,642	-0,031
-0,815	0,019	-12,857	0,019	-24,898	0,019	-36,938	0,019
-0,942	-0,033	-12,984	-0,033	-25,025	-0,033	-37,066	-0,033
-1,255	0,021	-13,296	0,021	-25,337	0,021	-37,378	0,021
-1,388	-0,035	-13,429	-0,035	-25,470	-0,035	-37,512	-0,035
-1,718	0,024	-13,759	0,024	-25,800	0,024	-37,840	0,024
-1,858	-0,037	-13,899	-0,037	-25,940	-0,037	-37,981	-0,037
-2,208	0,027	-14,249	0,027	-26,290	0,027	-38,328	0,027
-2,354	-0,038	-14,395	-0,038	-26,436	-0,038	-38,478	-0,038
-2,742	0,036	-14,783	0,036	-26,825	0,036	-38,846	0,036
-2,881	-0,017	-14,922	-0,017	-26,963	-0,017	-39,004	-0,017
-3,073	0,009	-15,114	0,009	-27,156	0,009	-39,396	0,009
-3,156	-0,018	-15,198	-0,018	-27,239	-0,018	-39,565	-0,018
-3,355	0,010	-15,397	0,010	-27,438	0,010	-39,984	0,010
-3,441	-0,019	-15,482	-0,019	-27,524	-0,019	-40,164	-0,019
-3,647	0,010	-15,688	0,010	-27,729	0,010	-40,615	0,010
-3,736	-0,020	-15,777	-0,020	-27,818	-0,020	-40,808	-0,020
-3,949	0,011	-15,990	0,011	-28,031	0,011	-41,295	0,011
-4,040	-0,021	-16,082	-0,021	-28,123	-0,021	-41,503	-0,021
-4,261	0,012	-16,302	0,012	-28,344	0,012	-42,033	0,012
-4,356	-0,022	-16,398	-0,022	-28,439	-0,022	-42,259	-0,022
-4,585	0,012	-16,627	0,012	-28,668	0,012	-42,839	0,012
-4,684	-0,023	-16,725	-0,023	-28,767	-0,023	-43,087	-0,023
-4,922	0,013	-16,963	0,013	-29,005	0,013	-43,729	0,013
-5,025	-0,024	-17,066	-0,024	-29,107	-0,024	-44,002	-0,024
-5,273	0,014	-17,314	0,014	-29,355	0,014	-44,720	0,014
-5,379	-0,026	-17,421	-0,026	-29,462	-0,026	-45,025	-0,026
-5,638	0,015	-17,679	0,015	-29,720	0,015	-45,840	0,015
-5,749	-0,027	-17,790	-0,027	-29,831	-0,027	-46,185	-0,027
-6,019	0,016	-18,060	0,016	-30,102	0,016	-47,128	0,016
-6,135	-0,029	-18,176	-0,029	-30,218	-0,029	-47,524	-0,029
-6,418	0,018	-18,459	0,018	-30,500	0,018	-48,642	0,018
-6,539	-0,031	-18,580	-0,031	-30,622	-0,031	-49,107	-0,031
-6,836	0,019	-18,877	0,019	-30,918	0,019	-50,480	0,019
-6,963	-0,033	-19,004	-0,033	-31,045	-0,033	-51,045	-0,033
-7,275	0,021	-19,316	0,021	-31,358	0,021	-52,827	0,021
-7,409	-0,035	-19,450	-0,035	-31,491	-0,035	-53,544	-0,035
-7,738	0,024	-19,779	0,024	-31,821	0,024	-56,086	0,024
-7,878	-0,037	-19,919	-0,037	-31,961	-0,037	-57,066	-0,037
-8,228	0,027	-20,269	0,027	-32,311	0,027		
-8,375	-0,038	-20,416	-0,038	-32,457	-0,038		
-8,763	0,036	-20,804	0,036	-32,845	0,036		
-8,901	-0,017	-20,942	-0,017	-32,984	-0,017		

ТАБЛИЦА А-3/О.133

Изменение усиления в зависимости от входного уровня, закон μ
 Расчет усиления, основанный на селективном измерении испытательного сигнала

Входной уровень (дБм0)	Усиление (дБ)						
2,977	0,009	-9,173	0,009	-21,662	0,010	-35,769	0,014
2,893	-0,018	-9,258	-0,019	-21,751	-0,020	-35,882	-0,030
2,694	0,009	-9,459	0,010	-21,964	0,010	-36,154	0,015
2,607	-0,019	-9,547	-0,020	-22,057	-0,021	-36,272	-0,032
2,401	0,010	-9,756	0,010	-22,277	0,011	-36,557	0,016
2,311	-0,020	-9,847	-0,021	-22,373	-0,023	-36,681	-0,034
2,098	0,010	-10,063	0,011	-22,602	0,012	-36,980	0,017
2,005	-0,021	-10,157	-0,022	-22,702	-0,024	-37,110	-0,036
1,784	0,011	-10,382	0,011	-22,940	0,012	-37,425	0,018
1,668	-0,023	-10,479	-0,023	-23,043	-0,025	-37,562	-0,039
1,458	0,012	-10,712	0,012	-23,291	0,013	-37,893	0,020
1,358	-0,024	-10,814	-0,024	-23,399	-0,027	-38,038	-0,043
1,120	0,013	-11,056	0,013	-23,657	0,014	-38,388	0,022
1,016	-0,025	-11,161	-0,026	-23,769	-0,029	-38,541	-0,046
0,767	0,013	-11,414	0,014	-24,039	0,015	-38,914	0,024
0,660	-0,027	-11,524	-0,027	-24,157	-0,030	-37,076	-0,051
0,400	0,014	-11,787	0,015	-23,439	0,016	-39,473	0,027
0,288	-0,028	-11,902	-0,029	-25,562	-0,032	-39,646	-0,056
0,017	0,016	-12,177	0,016	-24,858	0,018	-40,071	0,030
-0,101	-0,030	-12,297	-0,031	-24,987	-0,035	-40,255	-0,062
-0,384	0,017	-12,585	0,017	-25,299	0,019	-40,713	0,034
-0,507	-0,032	-12,711	-0,033	-25,434	-0,037	-40,911	-0,069
-0,805	0,018	-13,014	0,019	-25,763	0,021	-41,406	0,039
-0,934	-0,034	-13,145	-0,035	-25,905	-0,040	-41,621	-0,077
-1,247	0,020	-13,465	0,021	-26,253	0,024	-42,160	0,045
-1,382	-0,036	-13,603	-0,038	-26,403	-0,043	-42,393	-0,087
-1,713	0,023	-13,941	0,024	-26,773	0,027	-42,986	0,054
-1,855	-0,039	-14,086	-0,040	-26,932	-0,046	-43,241	-0,098
-2,206	0,026	-14,446	0,027	-27,327	0,032	-43,902	0,067
-2,355	-0,040	-14,598	-0,041	-27,495	-0,048	-44,181	-0,110
-2,745	0,036	-14,997	0,037	-27,938	0,043	-44,959	0,099
-2,886	-0,018	-15,141	-0,018	-28,097	-0,022	-45,236	-0,054
-3,080	0,009	-15,340	0,009	-28,318	0,011	-45,639	0,026
-3,164	-0,019	-15,426	-0,019	-28,414	-0,023	-45,815	-0,059
-3,364	0,009	-15,632	0,010	-28,643	0,011	-46,247	0,028
-3,451	-0,020	-15,721	-0,020	-28,743	-0,024	-46,435	-0,066
-3,658	0,010	-15,934	0,010	-28,982	0,012	-46,901	0,032
-3,748	-0,021	-16,026	-0,021	-29,086	-0,026	-47,104	-0,074
-3,963	0,010	-16,247	0,011	-29,334	0,013	-47,608	0,036
-4,056	-0,022	-16,343	-0,023	-29,442	-0,027	-47,828	-0,084
-4,278	0,011	-16,571	0,012	-29,701	0,014	-43,378	0,041
-4,375	-0,023	-16,671	-0,024	-29,814	-0,029	-48,618	-0,096
-4,605	0,012	-16,908	0,012	-30,084	0,015	-49,223	0,047
-4,706	-0,024	-17,012	-0,025	-30,202	-0,031	-49,488	-0,112
-4,946	0,013	-17,259	0,013	-30,485	0,016	-50,159	0,056
-5,050	-0,025	-17,367	-0,027	-30,608	-0,033	-50,454	-0,133
-5,300	0,014	-17,625	0,014	-30,906	0,017	-51,209	0,067
-5,408	-0,027	-17,737	-0,028	-31,035	-0,035	-51,541	-0,161
-5,669	0,015	-18,007	0,015	-31,347	0,019	-52,404	0,082
-5,782	-0,029	-18,124	-0,030	-31,483	-0,038	-52,784	-0,200
-6,054	0,016	-18,406	0,017	-31,813	0,021	-53,791	0,104
-6,172	-0,030	-18,528	-0,032	-31,956	-0,041	-54,235	-0,258
-6,458	0,017	-18,824	0,018	-32,305	0,023	-55,444	0,138
-6,581	-0,032	-18,953	-0,034	-32,456	-0,044	-55,978	-0,352
-6,881	0,019	-19,264	0,020	-32,826	0,025	-57,490	0,195
-7,011	-0,035	-19,399	-0,037	-32,987	-0,048	-58,161	-0,522
-7,326	0,021	-19,727	0,022	-33,381	0,029		
-7,462	-0,037	-19,869	-0,039	-33,552	-0,053		
-7,795	0,023	-20,217	0,025	-33,975	0,053		
-7,938	-0,039	-20,367	-0,042	-34,156	-0,057		
-8,292	0,027	-20,737	0,029	-34,613	0,039		
-8,442	-0,040	-20,894	-0,044	-34,806	-0,060		
-8,836	0,036	-21,307	0,039	-35,323	0,054		
-8,977	-0,018	-21,456	-0,019	-35,508	-0,028		

ТАБЛИЦА А-4/О.133

Изменение усиления в зависимости от входного уровня, закон μ
 Расчет усиления, основанный на широкополосном измерении испытательного сигнала

Входной уровень (дБМО)	Усиление (дБ)						
2,977	0,009	-9,173	0,010	-21,662	0,010	-35,769	0,015
2,893	-0,018	-9,258	-0,018	-21,751	-0,020	-35,882	-0,028
2,693	0,010	-9,460	0,010	-21,965	0,011	-36,155	0,016
2,607	-0,019	-9,547	-0,019	-22,057	-0,021	-36,272	-0,030
2,400	0,010	-9,757	0,011	-22,278	0,012	-36,558	0,017
2,311	-0,020	-9,847	-0,020	-22,373	-0,022	-36,681	-0,032
2,097	0,011	-10,064	0,011	-22,603	0,012	-36,981	0,018
2,005	-0,021	-10,157	-0,021	-22,702	-0,023	-37,110	-0,035
1,783	0,012	-10,382	0,012	-22,940	0,013	-37,426	0,020
1,668	-0,022	-10,479	-0,022	-23,043	-0,024	-37,562	-0,037
1,458	0,012	-10,713	0,013	-23,292	0,014	-37,895	0,022
1,358	-0,023	-10,814	-0,024	-23,399	-0,026	-38,038	-0,041
1,119	0,013	-11,057	0,014	-23,658	0,015	-38,390	0,024
1,016	-0,024	-11,161	-0,025	-23,769	-0,028	-38,541	-0,044
0,767	0,014	-11,415	0,015	-23,040	0,016	-38,916	0,026
0,660	-0,026	-11,524	-0,026	-24,157	-0,029	-37,096	-0,048
0,400	0,015	-11,788	0,016	-24,440	0,017	-39,475	0,029
0,288	-0,027	-11,902	-0,028	-24,562	-0,031	-39,646	-0,053
0,016	0,016	-12,178	0,017	-24,859	0,019	-40,073	0,033
-0,101	-0,029	-12,297	-0,030	-24,987	-0,034	-40,255	-0,058
-0,385	0,018	-12,586	0,018	-25,300	0,021	-40,715	0,037
-0,507	-0,031	-12,711	-0,032	-25,434	-0,036	-40,911	-0,065
-0,806	0,019	-13,015	0,020	-25,764	0,023	-41,409	0,042
-0,934	-0,033	-13,145	-0,034	-25,905	-0,039	-41,621	-0,073
-1,248	0,021	-13,466	0,022	-26,254	0,025	-42,163	0,049
-1,382	-0,035	-13,603	-0,036	-26,403	-0,042	-42,393	-0,082
-1,714	0,024	-13,942	0,025	-26,775	0,028	-42,990	0,058
-1,855	-0,038	-14,086	-0,039	-26,932	-0,045	-43,241	-0,093
-2,208	0,027	-14,447	0,028	-27,329	0,033	-43,907	0,072
-2,355	-0,039	-14,598	-0,040	-27,495	-0,047	-44,181	-0,104
-2,746	0,036	-14,998	0,038	-27,939	0,044	-44,963	0,104
-2,886	-0,017	-15,141	-0,018	-28,097	-0,021	-45,236	-0,050
-3,080	0,009	-15,340	0,010	-28,318	0,012	-45,641	0,029
-3,164	-0,018	-15,426	-0,019	-28,414	-0,022	-45,815	-0,055
-3,365	0,010	-15,632	0,010	-28,644	0,012	-46,249	0,032
-3,451	-0,019	-15,721	-0,020	-28,743	-0,023	-46,435	-0,061
-3,659	0,011	-15,934	0,011	-28,983	0,013	-46,904	0,036
-3,748	-0,020	-16,026	-0,021	-29,086	-0,025	-47,104	-0,069
-3,963	0,011	-16,247	0,012	-29,335	0,014	-47,611	0,041
-4,056	-0,021	-16,343	-0,022	-29,442	-0,026	-47,828	-0,078
-4,279	0,012	-16,572	0,012	-29,702	0,015	-48,382	0,047
-4,375	-0,022	-16,671	-0,023	-29,814	-0,028	-48,618	-0,089
-4,606	0,013	-16,909	0,013	-30,085	0,016	-49,228	0,055
-4,706	-0,023	-17,012	-0,024	-30,202	-0,030	-49,488	-0,103
-4,946	0,013	-17,260	0,014	-30,486	0,017	-50,166	0,065
-5,050	-0,025	-17,367	-0,026	-30,608	-0,032	-50,454	-0,121
-5,300	0,014	-17,626	0,015	-30,907	0,019	-51,218	0,079
-5,408	-0,026	-17,737	-0,027	-31,035	-0,034	-51,541	-0,145
-5,670	0,015	-18,007	0,016	-31,349	0,020	-52,416	0,098
-5,782	-0,028	-18,124	-0,029	-31,483	-0,037	-52,784	-0,179
-6,055	0,017	-18,407	0,018	-31,814	0,022	-53,807	0,126
-6,172	-0,029	-18,528	-0,031	-31,956	-0,039	-54,235	-0,229
-6,459	0,018	-18,825	0,019	-32,306	0,024	-55,467	0,170
-6,581	-0,031	-18,953	-0,033	-32,456	-0,043	-55,978	-0,307
-6,882	0,020	-19,265	0,021	-32,828	0,027	-57,529	0,247
-7,011	-0,033	-19,399	-0,036	-32,987	-0,046	-58,161	-0,444
-7,327	0,022	-19,729	0,023	-33,383	0,030		
-7,462	-0,036	-19,869	-0,038	-33,552	-0,050		
-7,796	0,024	-20,219	0,026	-33,976	0,035		
-7,938	-0,038	-20,367	-0,041	-34,156	-0,055		
-8,294	0,028	-20,739	0,030	-34,615	0,041		
-8,442	-0,039	-20,894	-0,042	-34,806	-0,058		
-8,837	0,037	-21,309	0,040	-35,325	0,056		
-8,977	-0,017	-21,456	-0,019	-35,508	-0,027		

ТАБЛИЦА А-5/О.133

Искажения квантования (S/Q), закон А

Входной уровень (дБм0)	S/Q (дБ)						
3,050	40,768	-8,991	40,767	-21,032	40,739	-33,070	39,178
2,879	39,769	-9,162	39,769	-21,203	39,745	-33,246	38,390
2,771	40,565	-9,270	40,565	-21,311	40,535	-33,348	38,904
2,595	39,537	-9,446	39,537	-21,488	39,512	-33,531	38,100
2,483	40,361	-9,558	40,361	-21,599	40,329	-33,636	38,621
2,301	39,301	-9,740	39,301	-21,781	39,275	-33,825	37,800
2,185	40,156	-9,856	40,155	-21,897	40,122	-33,934	38,328
1,997	39,061	-10,044	39,061	-22,086	39,033	-34,130	37,490
1,877	39,950	-10,165	39,949	-22,206	39,914	-34,242	38,025
1,682	38,817	-10,360	38,817	-22,401	38,788	-34,445	37,168
1,557	39,744	-10,485	39,744	-22,526	39,706	-34,561	37,711
1,354	38,570	-10,687	38,569	-22,728	38,539	-34,773	36,834
1,224	39,541	-10,817	39,541	-22,858	39,501	-34,893	37,386
1,014	38,320	-11,027	38,320	-23,068	38,287	-35,113	36,487
0,879	39,343	-11,162	39,342	-23,204	39,299	-35,238	37,047
0,661	38,070	-11,380	38,069	-23,422	38,034	-35,467	36,126
0,519	39,153	-11,522	39,152	-23,563	39,105	-35,597	36,694
0,292	37,820	-11,749	37,819	-23,790	37,782	-35,836	35,749
0,143	38,976	-11,898	38,975	-23,939	38,924	-35,971	36,327
-0,093	37,575	-12,134	37,574	-24,175	37,534	-36,222	35,355
-0,250	38,819	-12,291	38,819	-24,332	38,762	-36,362	35,943
-0,496	37,339	-12,537	37,339	-24,578	37,295	-36,626	34,942
-0,661	38,697	-12,702	38,696	-24,743	38,633	-36,772	35,541
-0,918	37,122	-12,959	37,122	-25,000	37,073	-37,049	34,509
-1,094	38,631	-13,135	38,630	-25,176	38,558	-37,202	35,119
-1,361	36,941	-13,403	36,940	-25,444	36,887	-37,494	34,054
-1,549	38,665	-13,591	38,664	-25,632	38,579	-37,655	34,676
-1,828	36,831	-13,870	36,831	-25,911	36,767	-37,963	33,574
-2,032	38,907	-14,073	38,906	-26,114	38,800	-38,132	34,208
-2,320	36,893	-14,362	36,891	-26,403	36,817	-38,460	33,066
-2,552	39,774	-14,593	39,771	-26,634	39,618	-38,638	33,714
-2,811	37,910	-14,852	37,908	-26,894	37,798	-38,986	32,526
-2,971	40,768	-15,012	40,764	-27,053	40,542	-39,174	33,189
-3,141	39,769	-15,183	39,766	-27,224	39,578	-39,546	31,952
-3,249	40,565	-15,291	40,562	-27,331	40,328	-39,746	32,631
-3,426	39,537	-15,467	39,534	-27,508	39,337	-40,145	31,337
-3,537	40,361	-15,579	40,357	-27,619	40,111	-40,357	32,033
-3,720	39,301	-15,761	39,298	-27,802	39,091	-40,789	30,676
-3,835	40,156	-15,877	40,151	-27,917	39,891	-41,016	31,391
-4,024	39,061	-16,065	39,058	-28,107	38,841	-41,485	29,960
-4,144	39,950	-16,185	39,945	-28,226	39,669	-41,728	30,697
-4,339	38,817	-16,380	38,814	-28,422	38,585	-42,251	29,183
-4,464	39,744	-16,505	39,740	-28,546	39,446	-42,504	29,941
-4,666	38,570	-16,707	38,566	-28,749	38,324	-43,075	28,326
-4,796	39,541	-16,837	39,536	-28,878	39,223	-43,356	29,113
-5,006	38,320	-17,047	38,316	-29,089	38,059	-44,002	27,353
-5,142	39,343	-17,183	39,338	-29,223	39,000	-44,301	28,195
-5,360	38,070	-17,401	38,065	-29,443	37,792	-45,025	26,277
-5,502	39,153	-17,543	39,147	-29,583	38,782	-45,361	27,168
-5,729	37,820	-17,770	37,815	-29,811	37,522	-46,185	25,051
-5,877	38,976	-17,919	38,969	-29,959	38,571	-46,569	25,999
-6,113	37,575	-18,155	37,570	-30,197	37,253	-47,524	23,623
-6,270	38,819	-18,311	38,812	-30,351	38,374	-47,973	24,645
-6,516	37,339	-18,557	37,334	-30,599	36,990	-49,108	21,914
-6,682	38,697	-18,723	38,689	-30,763	38,200	-49,649	23,034
-6,938	37,122	-18,980	37,116	-31,022	36,738	-51,046	19,779
-7,114	38,631	-19,155	38,622	-31,195	38,065	-51,729	21,045
-7,382	36,941	-19,423	36,934	-31,465	36,513	-53,545	16,935
-7,570	38,665	-19,611	38,655	-31,651	38,004	-54,477	18,438
-7,849	36,831	-19,890	36,824	-31,933	36,343	-57,066	12,603
-8,053	38,907	-20,094	38,894	-32,133	38,093	-58,554	14,638
-8,341	36,892	-20,382	36,883	-32,425	36,309		
-8,572	39,774	-20,613	39,754	-32,652	38,628		
-8,832	37,910	-20,873	37,896	-32,916	37,064		

Примечание. - Испытательный сигнал S измеряется селективным методом на выходе испытываемого объекта. Продукты квантования Q измеряются с использованием эффективной шумовой полосы частот 3,1 кГц.

ТАБЛИЦА А-6/О.133

Искажения квантования, закон μ

Входной уровень (дБм0)	S/Q (дБ)						
3,080	40,722	-9,069	40,585	-21,552	40,016	-35,627	37,431
2,908	39,723	-9,242	39,583	-21,735	39,006	-35,864	36,366
2,800	40,519	-9,352	40,376	-21,850	39,789	-36,006	37,104
2,623	39,490	-9,532	39,345	-22,040	38,748	-36,254	36,003
2,510	40,313	-9,645	40,166	-22,159	39,558	-36,402	36,764
2,327	39,252	-9,831	39,301	-22,356	38,485	-36,662	35,625
2,211	40,106	-9,948	39,953	-22,480	39,324	-36,817	36,413
2,022	39,010	-10,141	38,856	-22,684	38,215	-37,090	35,232
1,901	39,898	-10,263	39,740	-22,813	39,087	-37,253	36,049
1,705	38,764	-10,462	38,604	-23,025	37,939	-37,541	34,821
1,580	39,691	-10,589	39,527	-23,159	38,849	-37,712	35,671
1,376	38,515	-10,796	38,349	-23,380	37,657	-38,016	34,391
1,246	39,486	-10,928	39,316	-23,520	38,610	-38,197	35,279
1,035	38,263	-11,142	38,090	-23,750	37,370	-38,519	33,941
0,898	39,825	-11,281	39,109	-23,896	38,373	-38,711	34,873
0,679	38,010	-11,504	37,830	-24,136	37,079	-39,052	33,469
0,536	39,092	-11,649	38,908	-24,290	38,141	-39,257	34,454
0,308	37,758	-11,881	37,570	-24,540	36,786	-39,621	32,975
0,159	38,912	-12,033	38,720	-24,702	37,918	-39,840	34,023
-0,079	37,510	-12,275	37,314	-24,964	36,492	-40,229	32,457
-0,236	38,753	-12,435	38,553	-25,135	37,711	-40,465	33,582
-0,484	37,272	-12,687	37,066	-25,409	36,204	-40,883	31,914
-0,650	38,628	-12,857	38,417	-25,591	37,533	-41,139	33,141
-0,909	37,051	-13,120	36,836	-25,879	35,928	-41,590	31,351
-1,086	38,558	-13,300	38,337	-26,073	37,405	-41,871	32,713
-1,355	36,867	-13,576	36,640	-26,375	35,682	-42,360	30,775
-1,545	38,589	-13,769	38,355	-25,584	37,371	-42,671	32,335
-1,826	36,753	-14,056	36,513	-26,900	35,500	-43,203	30,212
-2,031	38,826	-14,266	38,579	-27,128	37,534	-43,557	32,102
-2,321	36,809	-14,563	36,556	-27,458	35,480	-44,134	29,751
-2,554	39,688	-14,801	39,425	-27,719	38,307	-44,559	32,424
-2,816	37,822	-15,070	37,554	-28,018	36,411	-45,106	30,244
-2,976	40,677	-15,234	40,398	-28,199	39,212	-45,411	32,915
-3,149	39,677	-15,411	39,394	-28,398	38,188	-45,796	31,650
-3,258	40,471	-15,522	40,184	-28,520	38,956	-46,002	32,337
-3,436	39,442	-15,705	39,150	-28,726	37,901	-46,417	31,013
-3,548	40,264	-15,821	39,967	-28,854	38,695	-46,636	31,718
-3,732	39,203	-16,010	38,901	-29,068	37,605	-47,086	30,325
-3,849	40,055	-16,129	39,747	-29,201	38,428	-47,320	31,051
-4,039	38,959	-16,326	38,646	-29,424	37,301	-47,811	29,580
-4,160	39,846	-16,450	39,527	-29,562	38,155	-48,063	30,327
-4,357	38,711	-16,653	38,387	-29,795	36,987	-48,611	28,765
-4,483	39,636	-16,782	39,306	-29,939	37,878	-48,875	29,537
-4,668	38,460	-16,993	38,123	-30,182	36,665	-49,488	27,845
-4,819	39,429	-17,128	39,086	-30,334	37,598	-49,771	28,666
-5,031	38,206	-17,348	37,856	-30,588	36,334	-50,454	26,831
-5,168	39,226	-17,489	38,869	-30,747	37,315	-50,770	27,697
-5,388	37,951	-17,717	37,586	-31,013	35,994	-51,541	25,684
-5,532	39,031	-17,865	38,658	-31,181	37,032	-51,900	26,603
-5,761	37,696	-18,103	37,315	-31,460	35,647	-52,784	24,365
-5,912	38,849	-18,258	38,459	-31,638	36,753	-53,198	25,349
-6,151	37,445	-18,506	37,047	-31,932	35,295	-54,235	22,808
-6,309	38,687	-18,670	38,279	-32,120	36,485	-54,726	23,878
-6,558	37,204	-18,929	36,786	-32,430	34,941	-55,978	20,910
-6,726	38,558	-19,102	38,130	-32,631	36,239	-56,582	22,098
-6,986	36,980	-19,374	36,541	-32,959	34,593	-58,161	18,473
-7,164	38,485	-19,558	38,035	-33,175	36,034	-58,949	19,842
-7,435	36,792	-19,842	36,330	-33,521	34,265		
-7,626	38,512	-20,040	38,037	-33,756	35,913		
-7,909	36,674	-20,336	36,186	-34,122	33,991		
-8,116	38,745	-20,552	38,241	-34,381	35,978		
-8,408	36,725	-20,859	36,208	-34,766	33,865		
-8,643	39,601	-21,104	39,064	-35,065	36,635		
-8,907	37,733	-21,382	37,185	-35,418	33,687		

Примечание. Испытательный сигнал S измеряется селективным методом на выходе испытываемого объекта. Продукты квантования Q измеряются с использованием эффективной шумовой полосы частот 3,1 кГц.

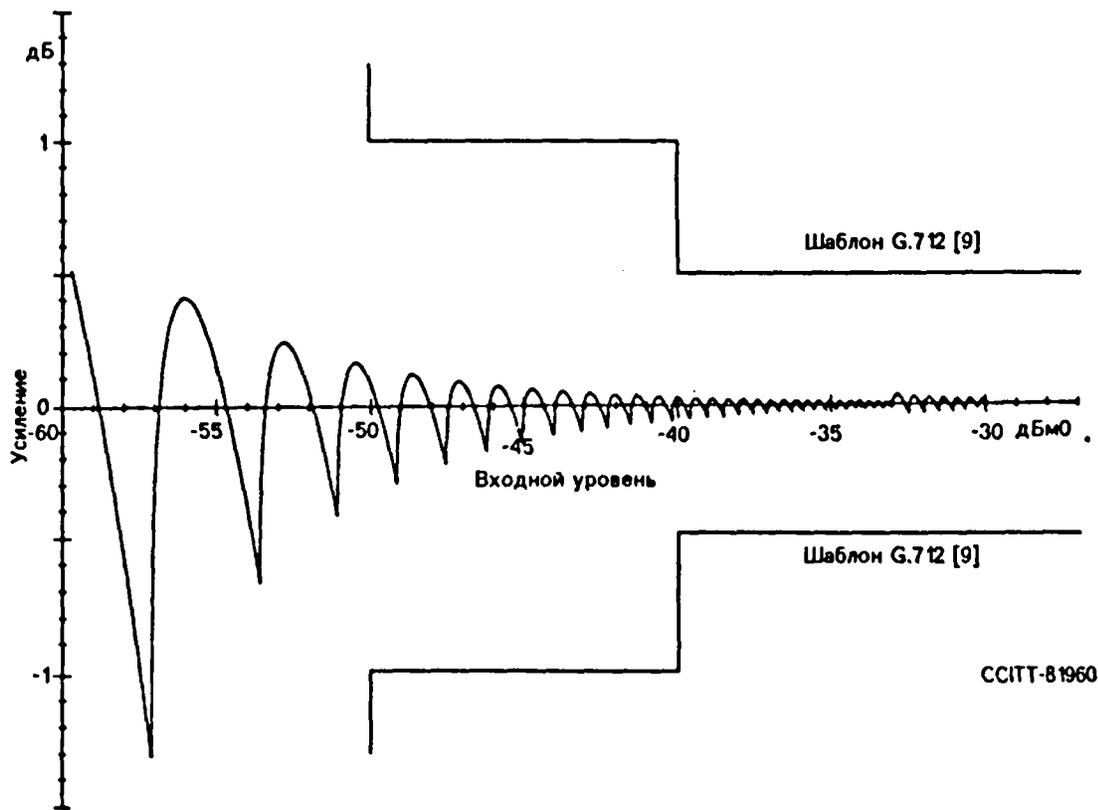


РИСУНОК А-1/О.133

Изменение усиления в зависимости от входного уровня, закон А, селективное измерение

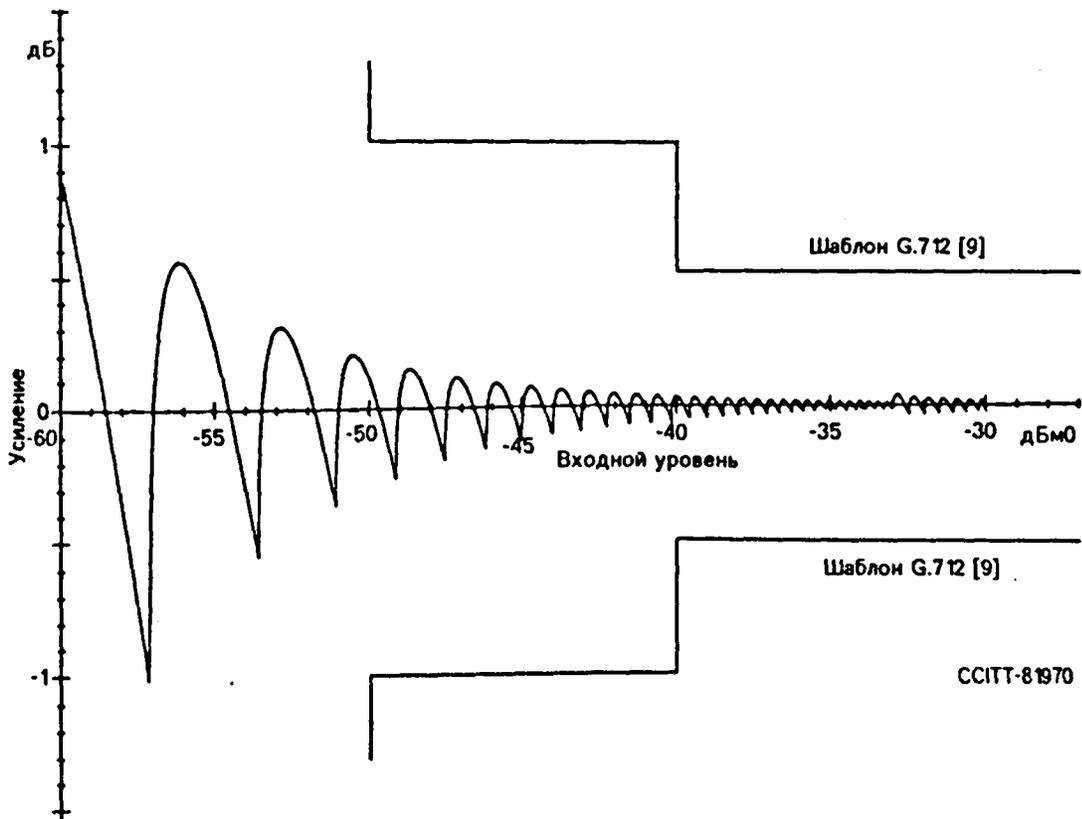
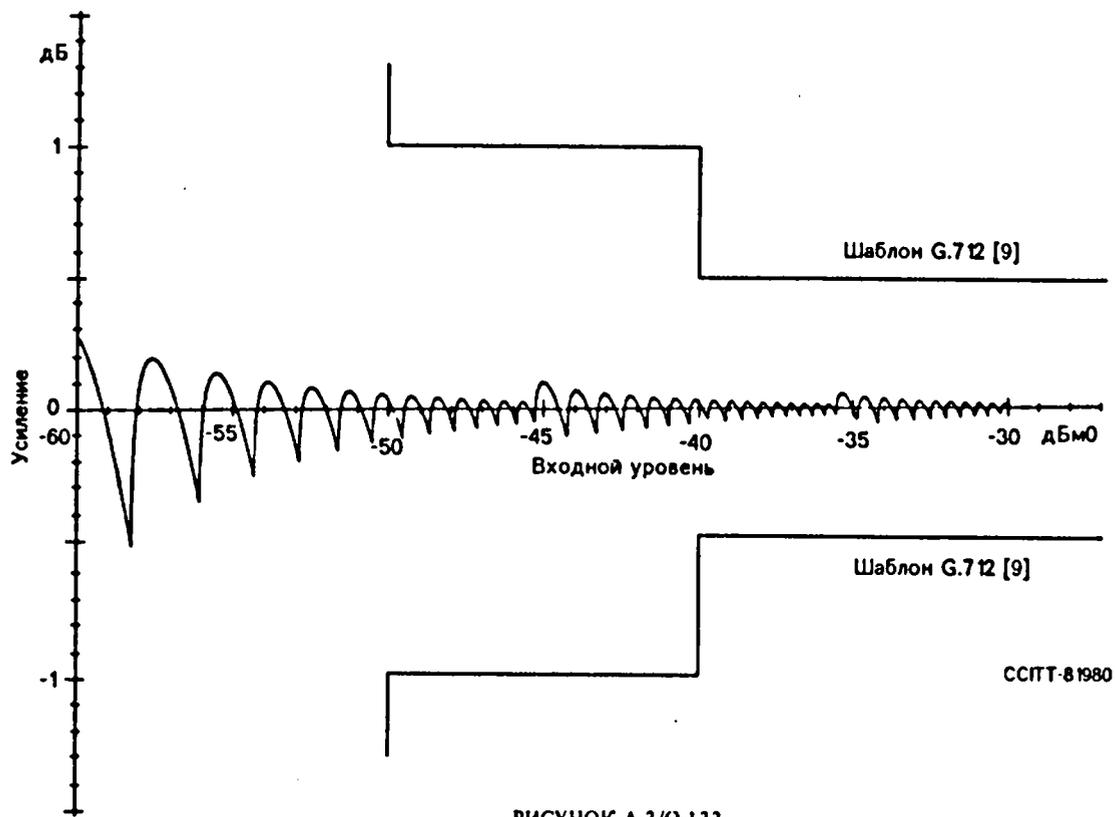
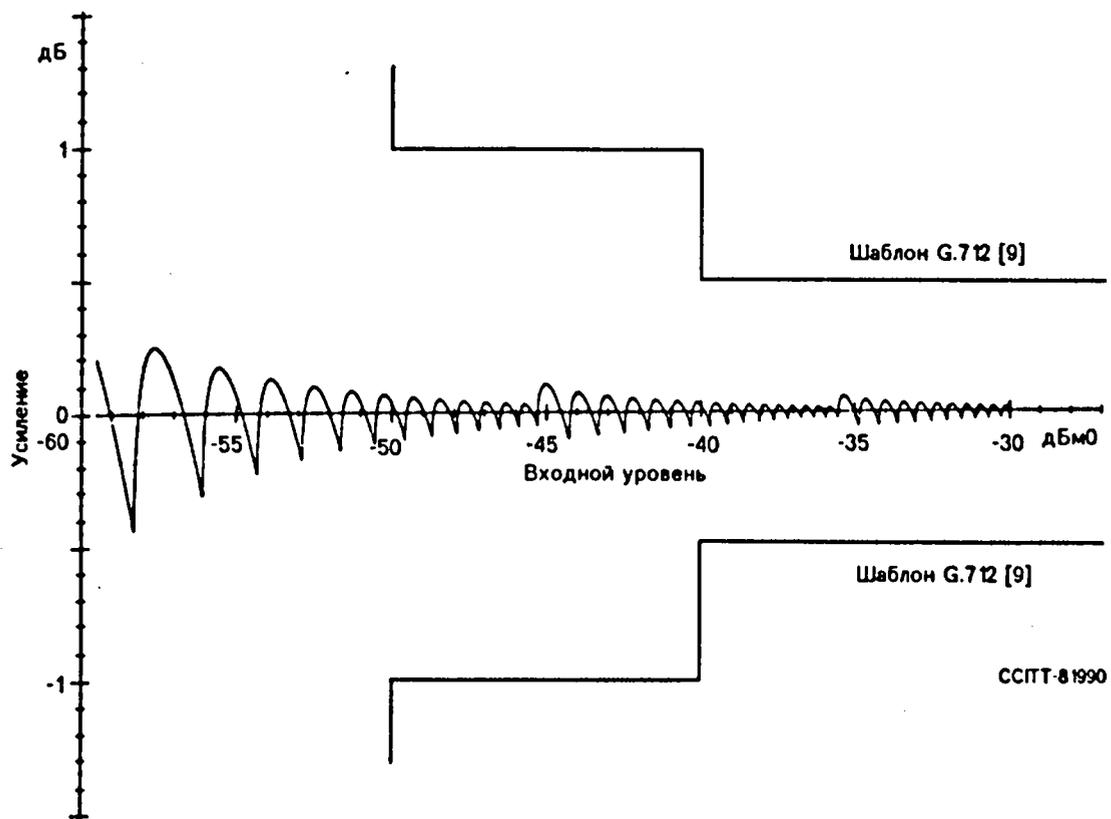


РИСУНОК А-2/О.133

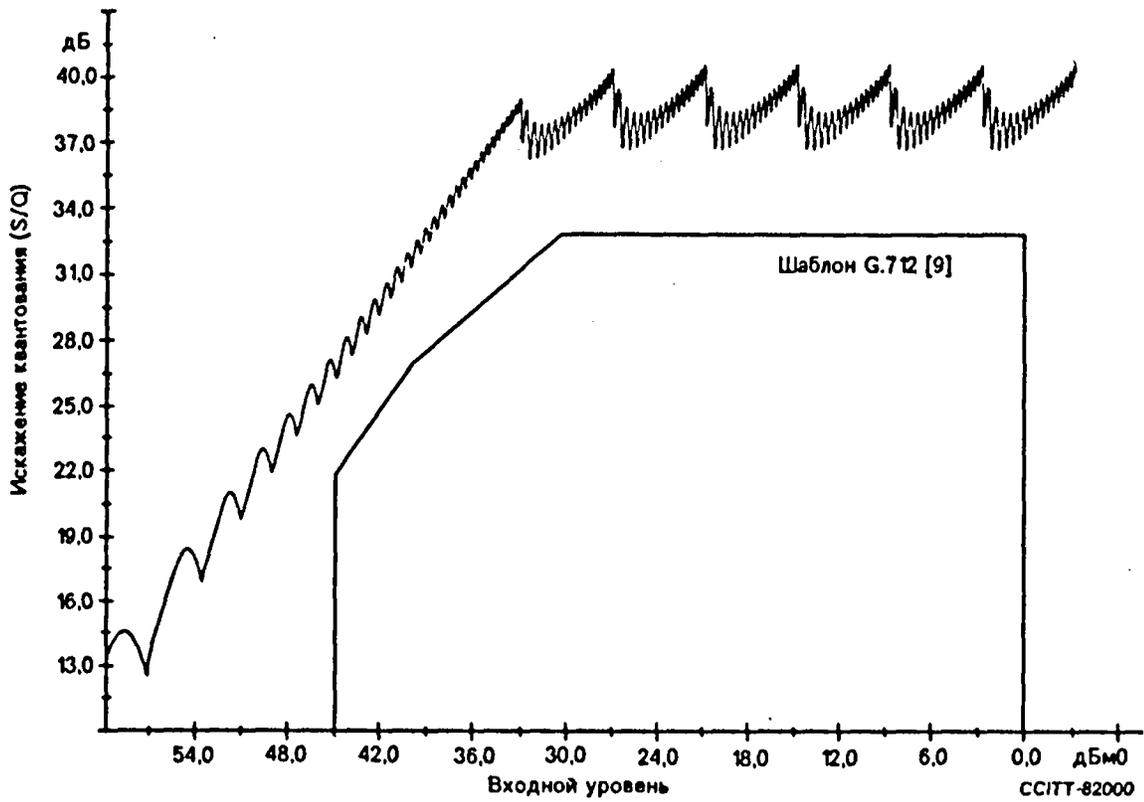
Изменение усиления в зависимости от входного уровня, закон А, широкополосное измерение



Изменение усиления в зависимости от входного уровня, закон μ , селективное измерение



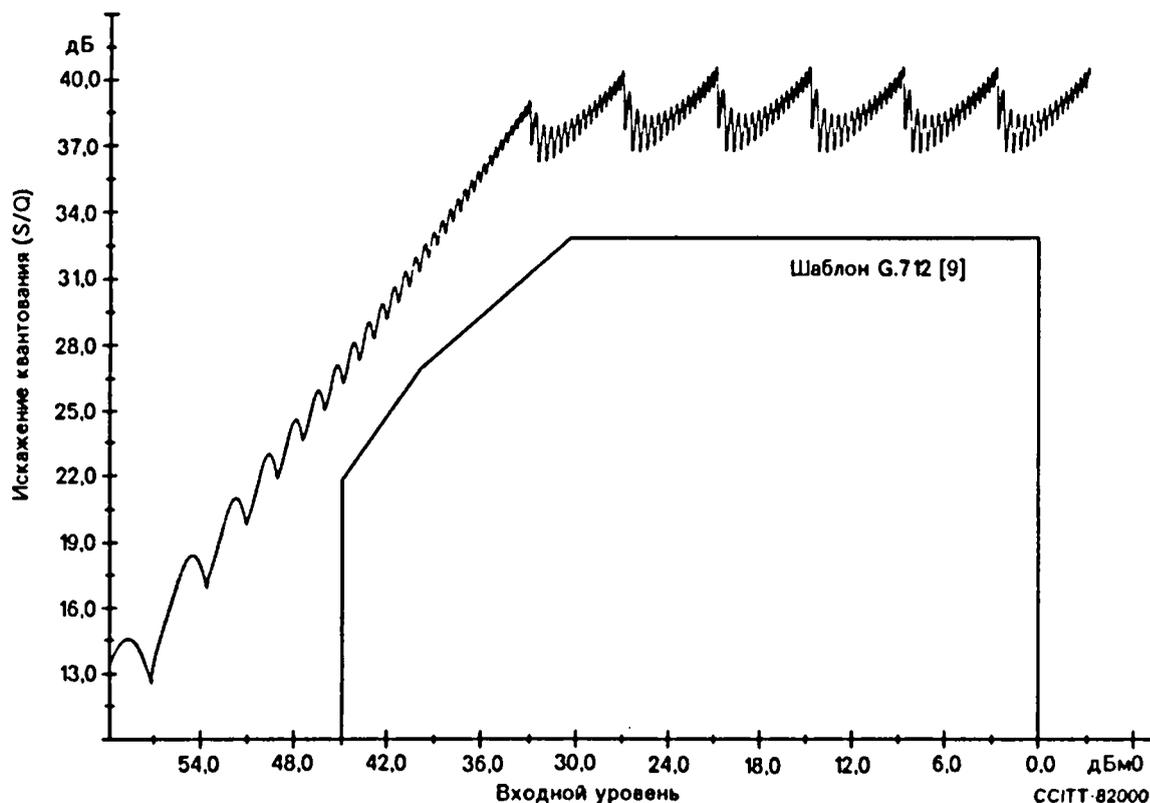
Изменение усиления в зависимости от входного уровня, закон μ , широкополосное измерение



Примечание. – С помощью расчета имитируется селективное измерение входного сигнала S на выходе испытываемого объекта.

РИСУНОК А-5/О.133

Искажение квантования, закон А



Примечание. — С помощью расчета имитируется селективное измерение входного сигнала S на выходе испытуемого объекта.

РИСУНОК А-6/О.133

Искажение квантования, закон μ

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ) сигналов тональной частоты", том III, Рек. G.711.
- [2] Рекомендация МККТТ "Характеристики аппаратуры первичной системы ИКМ со скоростью передачи 2048 кбит/с", том III, Рек. G.732.
- [3] Рекомендация МККТТ "Характеристики аппаратуры первичной системы ИКМ со скоростью передачи 1544 кбит/с", том III, Рек. G.733.
- [4] Рекомендация МККТТ "Характеристики 60-канальных трансмультиплексоров", том III, Рек. G.793.
- [5] Рекомендация МККТТ "Характеристики 24-канальных трансмультиплексоров", том III, Рек. G.794.
- [6] Рекомендация МККТТ "Характеристики передачи", *Красная книга*, том VI, Рек. Q.517, МСЭ, Женева, 1984 г.
- [7] Рекомендация МККТТ "Физические и электрические параметры стыков", том III, Рек. G.703.
- [8] Рекомендация МККТТ "12-канальная оконечная аппаратура", том III, Рек. G.232.
- [9] Рекомендация МККТТ "Качественные параметры каналов ИКМ между четырехпроводными стыками по тональной частоте", том III, Рек. G.712.
- [10] Рекомендация МККТТ "Качественные параметры каналов ИКМ между двухпроводными стыками по тональной частоте", том III, Рек. G.713.
- [11] Рекомендация МККТТ "Синхронные структуры циклов для первичного и вторичного иерархических уровней", том III, Рек. G.704.
- [12] Рекомендация МККТТ "Отдельные качественные параметры аппаратуры кодирования и декодирования каналов ИКМ для четырехпроводных стыков по тональной частоте", том III, Рек. G.714.
- [13] Рекомендация МККТТ "Характеристики, общие для всех трансмультиплексоров", том III, Рек. G.792.

**АППАРАТУРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ОШИБОК
В ПЕРВИЧНЫХ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМАХ И СИСТЕМАХ БОЛЕЕ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА¹⁾**

*(Женева, 1976 г.; изменена в Женеве в 1980 г., в Малага-Торремолиносе в 1984 г.
и в Мельбурне в 1988 г.)*

В целях обеспечения совместимости приборов, соответствующих нормам МККТТ, но выпускаемых различными изготовителями, необходимо соблюдать приведенные ниже требования, относящиеся к характеристикам аппаратуры для измерения показателя ошибок.

1 Общие положения

Данная аппаратура предназначена для измерения показателя ошибок в цифровых системах передачи путем прямого сопоставления псевдослучайной испытательной последовательности с идентичной испытательной последовательностью, генерируемой в местной схеме. Кроме того, должна предусматриваться возможность измерения ошибочных временных интервалов.

2 Испытательные последовательности

2.1 Псевдослучайная последовательность для систем, в которых используется длина последовательности $2^{15} - 1$ битов

Эта последовательность генерируется с помощью регистра сдвига, имеющего соответствующую обратную связь (см. рис. 1/О.151 и таблицу 1/О.151):

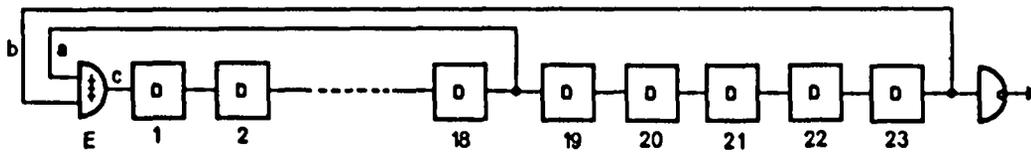
Число звеньев регистра	15
Длина последовательности	$2^{15} - 1 = 32\ 767$ битов
Обратная связь	от 14-го и 15-го звеньев на вход 1-го звена через схему ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ
Самая длинная последовательность нолей	15 (инвертированный сигнал)

2.2 Псевдослучайная последовательность для систем, в которых используется длина последовательности $2^{23} - 1$ битов

Данная последовательность генерируется с помощью регистра сдвига, имеющего соответствующую обратную связь (см. рис. 2/О.151):

Число звеньев регистра	23
Длина последовательности	$2^{23} - 1 = 8\ 388\ 607$ битов
Обратная связь	от 18-го и 23-го звеньев на вход 1-го звена через схему ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ
Самая длинная последовательность нолей	23 (инвертированный сигнал)

¹⁾ За данную Рекомендацию несут общую ответственность Исследовательские комиссии IV, XVII и XVIII.



Примечание. - Точка введения синхронизирующих импульсов не показана.

ССИТ-39300

a	b	c
1	0	1
0	1	1
0	0	0
1	1	0

Истинностная таблица, относящаяся к блоку ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ (E):

a и b: входы
c: выход

РИСУНОК 2/О.151

Пример цепи для 23-звенного регистра сдвига с триггерами D и блоком ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ

2.3 Псевдослучайная последовательность для систем, в которых используется длина последовательности $2^{10} - 1$ битов

Данная последовательность может генерироваться с помощью 20-звенного регистра сдвига с обратной связью от 17-го и 20-го звеньев. Выходной сигнал поступает от 20-го звена, а выходной бит вынужден принимать состояние "1" каждый раз, когда все 14 последующих битов являются "нулями".

Псевдослучайная последовательность отвечает следующим требованиям:

$$Q_{n+1}(k+1) = Q_n(k), \quad n = 1, 2, \dots, 19,$$

$$Q_1(k+1) = Q_{17}(k) \oplus Q_{20}(k), \text{ и}$$

$$RD(k) = Q_{20}(k) \oplus \overline{Q_1(k) + \dots + Q_{17}(k)},$$

где:

- $Q_n(k)$ — имеющееся состояние для n-го звена
- $Q_n(k+1)$ — следующее состояние для n-го звена
- $RD(k)$ — значение на выходе в данный момент
- $+$ — логическая операция ИЛИ
- \oplus — логическая операция ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ
- $\overline{\quad}$ — логическая операция ОТРИЦАНИЕ
- (\quad) — логическая операция ОТРИЦАНИЕ

2.4 Фиксированные последовательности (дополнительные)

Можно предусматривать фиксированные последовательности, состоящие только из единиц из чередующихся единиц и нулей.

3 Скорость передачи двоичных символов

Скорость передачи двоичных символов соответствует требованиям Рекомендаций, указанных в таблице 2/О.151.

ТАБЛИЦА 2/О.151

Скорости передачи, соответствующие Рекомендации и псевдослучайные испытательные последовательности

Скорости передачи (кбит/с)	Рекомендации, соответствующие системе группообразования	Рекомендации, соответствующие цифровому линейному участку или цифровой линейной системе	Допустимое отклонение скорости передачи	Испытательная последовательность
1 554	G.733 [1]	G.911 [8], G.951 [9], G.955 [10]	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1, 2^{20} - 1$
2 048	G.732 [2]	G.921 [11], G.952 [12], G.956 [13]	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1$
6 312	G.743 [3]	G.912 [14], G.951 [9], G.955 [10]	$\pm 30 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1, 2^{20} - 1$
8 448	G.742 [4], G.745 [5]	G.921 [11], G.952 [12], G.956 [13]	$\pm 30 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1$
32 064	G.752 [6]	G.913 [15], G.953 [16], G.955 [10]	$\pm 10 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1, 2^{20} - 1$
34 368	G.751 [7]	G.921 [11], G.954 [17], G.956 [13]	$\pm 20 \cdot 10^{-6}$	$2^{23} - 1$
44 736	G.752 [6]	G.914 [18], G.953 [16], G.955 [10]	$\pm 20 \cdot 10^{-6}$	$2^{15} - 1, 2^{20} - 1$
139 264	G.751 [7]	G.921 [11], G.954 [17], G.956 [13]	$\pm 15 \cdot 10^{-6}$	$2^{23} - 1$

Примечание. — Как правило, в одном измерительном приборе предусматривается только определенное сочетание скоростей передачи, а именно: 2048, 8448 кбит/с и т.д. или 1544 кбит/с, 6312 кбит/с и т.д.

4 Стыки

Характеристики стыков (полное сопротивление, уровень, код и т.д.) должны отвечать требованиям Рекомендации G.703 [19].

Измерительная аппаратура должна обеспечивать не только выполнение измерений в оконечных устройствах, но и контроль в защищенных испытательных точках в цифровом оборудовании. Поэтому могут предусматриваться дополнительное высокоомное сопротивление и/или дополнительное усиление для компенсации затухания контрольных точек, уже предусматриваемых на некоторых видах оборудования.

5 Диапазон измерения коэффициента ошибок по битам

Приемное устройство измерительной аппаратуры должно обеспечивать измерение коэффициента ошибок по битам в пределах от 10^{-3} до 10^{-8} . Кроме того, должна предусматриваться возможность измерения коэффициента ошибок до 10^{-9} и 10^{-10} , что может быть достигнуто путем подсчета суммарных ошибок.

6 Принцип работы

Должен предусматриваться такой принцип работы, при котором испытываемый сигнал сначала преобразуется в устройстве подсчета ошибок в однополярный (двоичный) сигнал, а затем проводится сравнение битов с помощью эталонного сигнала в двоичной форме.

Дополнительно можно предусматривать возможности сравнения линейного сигнала (например, в коде АМІ или HDB-3) с эталонными сигналами в соответствующем коде. При выполнении измерений подобного рода полярности должны быть различными, что позволяет раздельно подсчитывать ошибки, связанные с добавлением или пропуском положительных или отрицательных импульсов.

7 Измерение временных интервалов, содержащих ошибки

Аппаратура должна обеспечивать распознавание секунд и любых других временных интервалов с ошибками или без ошибок, как это указывается в § 1.4 Рекомендации G.821 [20], а также обеспечивать оценку показателя ошибок на скорости 64 кбит/с в соответствии с приложением D Рекомендации G.821 [20]²⁾. Количество временных интервалов с ошибками или без них должно определяться и отображаться за период наблюдения, устанавливаемый в пределах от 1 минуты до 24 часов, или в ходе непрерывного наблюдения.

При выполнении данного измерения схемы детектирования ошибок аппаратуры должны управляться встроенным таймером, который фиксирует временные интервалы равной продолжительности и работа которого не зависит от количества ошибок.

8 Рабочие условия

Указанные выше электрические параметры должны соблюдаться при работе аппаратуры в условиях окружающей среды, определяемых в § 2.1 Рекомендации O.3.

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Характеристики аппаратуры первичной системы ИКМ со скоростью передачи 1544 кбит/с", том III, Рек. G.733.
- [2] Рекомендация МККТТ "Характеристики аппаратуры первичной системы ИКМ со скоростью передачи 2048 кбит/с", том III, Рек. G.732.
- [3] Рекомендация МККТТ "Аппаратура вторичного цифрового группообразования, работающая со скоростью передачи 6312 кбит/с и использующая положительное цифровое выравнивание", том III, Рек. G.743.
- [4] Рекомендация МККТТ "Аппаратура вторичного цифрового группообразования, работающая со скоростью передачи 8448 кбит/с и использующая положительное цифровое выравнивание", том III, Рек. G.742.
- [5] Рекомендация МККТТ "Аппаратура вторичного цифрового группообразования, работающая со скоростью передачи 8448 кбит/с и использующая положительно-отрицательное цифровое выравнивание", том III, Рек. G.745.
- [6] Рекомендация МККТТ "Характеристики аппаратуры цифрового группообразования, базирующейся на скорости передачи второго порядка 6312 кбит/с и использующей положительное цифровое выравнивание", том III, Рек. G.752.
- [7] Рекомендация МККТТ "Аппаратура цифрового группообразования, работающая со скоростью передачи третьего порядка 34 368 кбит/с и со скоростью передачи четвертого порядка 139 264 кбит/с с использованием положительного цифрового выравнивания", том III, Рек. G.751.
- [8] Рекомендация МККТТ "Цифровые линейные участки со скоростью передачи 1544 кбит/с", *Красная книга*, том III, Рек. G.911, МСЭ, Женева, 1984 г.
- [9] Рекомендация МККТТ "Цифровые линейные системы, базирующиеся на иерархии 1544 кбит/с и организуемые по кабельным линиям с симметричными парами", том III, Рек. G.951.
- [10] Рекомендация МККТТ "Цифровые линейные системы, базирующиеся на иерархии 1544 кбит/с и организуемые по волоконнооптическим кабелям", том III, Рек. G.955.
- [11] Рекомендация МККТТ "Цифровые участки, базирующиеся на иерархии 2048 кбит/с", том III, Рек. G.921.
- [12] Рекомендация МККТТ "Цифровые линейные системы, базирующиеся на иерархии 2048 кбит/с и организуемые по кабельным линиям с симметричными парами", том III, Рек. G.952.
- [13] Рекомендация МККТТ "Цифровые линейные системы, базирующиеся на иерархии 2048 кбит/с и организуемые по волоконнооптическим кабелям", том III, Рек. G.956.
- [14] Рекомендация МККТТ "Цифровые линейные участки со скоростью передачи 6312 кбит/с", *Красная книга*, том III, Рек. G.912, МСЭ, Женева, 1984 г.
- [15] Рекомендация МККТТ "Цифровые линейные участки со скоростью передачи 32 064 кбит/с", *Красная книга*, том III, Рек. G.913, МСЭ, Женева, 1984 г.
- [16] Рекомендация МККТТ "Цифровые линейные системы, базирующиеся на иерархии 1544 кбит/с и организуемые по кабелям с коаксиальными парами", том III, Рек. G.953.
- [17] Рекомендация МККТТ "Цифровые линейные системы, базирующиеся на иерархии 2048 кбит/с и организуемые по кабелям с коаксиальными парами", том III, Рек. G.954.
- [18] Рекомендация МККТТ "Цифровые линейные участки со скоростью передачи 44 736 кбит/с", *Красная книга*, том III, Рек. G.914, МСЭ, Женева, 1984 г.
- [19] Рекомендация МККТТ "Физические и электрические характеристики стыков", том III, Рек. G.703.
- [20] Рекомендация МККТТ "Показатель ошибок в международном цифровом соединении, устанавливаемом в цифровой сети с интеграцией служб", том III, Рек. G.821.

²⁾ Помимо скорости 64 кбит/с изучается также оценка показателя ошибок на других скоростях.

**ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ОШИБОК В ЦИФРОВЫХ ТРАКТАХ
СО СКОРОСТЬЮ ПЕРЕДАЧИ 64 кбит/с**

(Малага-Торремолинос, 1984 г.; изменена в Мельбурне в 1988 г.)

В целях обеспечения совместимости приборов, соответствующих нормам МККТТ, но выпускаемых различными изготовителями, необходимо соблюдать приведенные ниже требования, относящиеся к характеристикам прибора для измерения коэффициента ошибок по битам.

1 Общие положения

Прибор предназначается для измерения коэффициента ошибок по битам в цифровых трактах (работающих со скоростью 62 кбит/с) путем прямого сопоставления псевдослучайной испытательной последовательности с идентичной испытательной последовательностью, генерируемой в местной схеме.

2 Испытательные последовательности

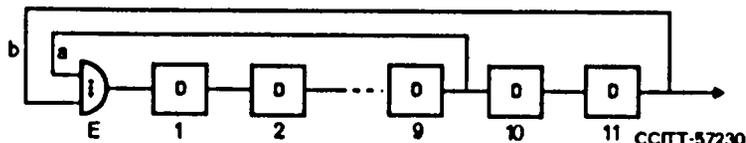
2.1 Псевдослучайная последовательность

Данная последовательность должна генерироваться с помощью регистра сдвига, имеющего соответствующую обратную связь (см. рис. 1/О.152).

- Число звеньев регистра 11
- Длина последовательности $2^{11} - 1 = 2047$ битов
- Обратная связь от 9-го и 11-го звеньев на вход первого звена через схему ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ
- Самая длинная последовательность нулей 10 (неинвертированный сигнал)

Примечание 1. — В тех случаях, когда испытания проводятся в международном масштабе и измерения выполняются в системах, базирующихся на скорости передачи 1544 кбит/с, необходимо изменять испытательную последовательность таким образом, чтобы избежать появления более 7 последовательных битов "0". Для этого каждый раз, когда все 7 следующих битов последовательности имеют значение "ноль", выходной сигнал преобразуется в "1".

Примечание 2. — Испытательную последовательность, содержащую 2047 битов, рекомендуется использовать с другими скоростями передачи в пределах от 48 до 168 кбит/с.



Примечание. - Точка введения синхронизирующих импульсов не показана.

a	b	c
1	0	1
0	1	1
0	0	0
1	1	0

Истинностная таблица, относящаяся к блоку ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ (E):

a и b: входы
c: выход

РИСУНОК 1/О.152

Пример цепи для 11-звенного регистра сдвига с триггерами D и блоком ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ

2.2 Фиксированные последовательности (дополнительные)

Можно предусматривать фиксированные последовательности, состоящие только из единиц (... 1111...) или из чередующихся единиц и нулей (... 1010 ...).

3 Скорость передачи двоичных символов

Скорость передачи двоичных символов, равная 64 кбит/с, соответствует Рекомендациям G.703 (§ 1) [1] и V.36 [2]:

- a) допустимое отклонение скорости передачи (G.701) [1]: $\pm 100 \cdot 10^{-6}$;
- b) дополнительное допустимое отклонение скорости передачи (V.36) [2]: $\pm 50 \cdot 10^{-6}$.

4 Стыки

Характеристики стыков (полное сопротивление, уровни, коды и т.п.) должны соответствовать требованиям Рекомендаций G.703 [1], I.430 [7] (по желанию) и V.11 [3] (по желанию).

Измерительный прибор должен обеспечивать выполнение измерений не только в оконечных устройствах, но и контроль в защищенных испытательных точках в цифровом оборудовании. Поэтому должно предусматриваться дополнительное высокоомное сопротивление и/или дополнительное усиление для компенсации затухания в контрольных точках, уже имеющихся в некоторых приборах.

4.1 Стыки, соответствующие Рекомендации G.703 [1]

Должны предусматриваться три стыка:

- a) сонаправленный стык, соответствующий § 1.2.1 Рекомендации G.703 [1];
- b) стык с центральным задающим генератором, соответствующий § 1.2.2 Рекомендации G.703 [1];
- c) противоположный стык, соответствующий § 1.2.3 Рекомендации G.703 [1].

4.2 Метод синхронизации задающего генератора

Предлагаются следующие способы синхронизации:

- a) синхронизировать цифровой генератор со входом приемной стороны измерительного прибора (для сонаправленного стыка);
- b) обеспечить свободную работу синхронизирующего устройства в разрешенных частотных пределах;
- c) синхронизировать цифровой генератор с сигналом внешнего синхронизирующего устройства. (Конфигурация входа для внешнего задающего устройства соответствует требованиям Рекомендации G.703 [1].)

4.3 Стык, соответствующий Рекомендации I.430 [7]

Подлежит дальнейшему изучению. Это изучение должно включать средства, необходимые для получения доступа к различным каналам на 64 кбит/с в точках стыка S и T.

4.4 Стык, соответствующий Рекомендации V.11 [3]

Должен предусматриваться дополнительный стык, соответствующий Рекомендации V.11 [3].

5 Диапазон измерения коэффициента ошибок по битам

Приемное устройство измерительного прибора должно обеспечивать измерение коэффициентов ошибок по битам в пределах от 10^{-2} до 10^{-7} . Измерение должно быть достаточно продолжительным для получения высокой точности. Кроме того, должна предусматриваться возможность измерения коэффициентов ошибок по битам менее 10^{-7} , что может быть достигнуто путем подсчета суммарных ошибок.

6 Измерение коэффициента ошибок по блокам

Прибор может обеспечивать дополнительную возможность измерения коэффициента ошибок по блокам, помимо измерения коэффициента ошибок по битам. Если такая возможность предусматривается, коэффициент ошибок по блокам должен измеряться в пределах от 10^{-9} до 10^{-5} при использовании псевдослучайной испытательной последовательности с блоком длиной 2047 битов.

7 Принцип работы

Должен предусматриваться такой принцип работы, при котором испытываемый сигнал преобразуется в приборе измерения ошибок в однополярный (двоичный) сигнал, а затем проводится сравнение битов с использованием эталонного сигнала в двоичной форме.

8 Оценка ошибок

8.1 Измерение временных интервалов, содержащих ошибки

Прибор должен обеспечивать распознавание секунд с ошибками или без ошибок, как это определяется в Рекомендации G.821 [4]. Количество временных интервалов с ошибками или без них должно подсчитываться и отображаться за период наблюдения, устанавливаемый в пределах от 1 минуты до 24 часов, или в ходе непрерывного наблюдения.

При выполнении этого измерения схемы детектирования ошибок прибора должны управляться встроенным таймером, который фиксирует временные интервалы равной продолжительности и работа которого не зависит от количества регистрируемых ошибок.

8.2 Измерение среднего коэффициента ошибок

8.2.1 Должна предусматриваться возможность регистрирования временных интервалов, определяемых в Рекомендации G.821 [4], в течение которых коэффициент ошибок по битам меньше $1 \cdot 10^{-6}$.

8.2.2 Должна предусматриваться возможность регистрирования секундных интервалов, в течение которых коэффициент ошибок по битам составляет меньше $1 \cdot 10^{-3}$.

9 Запись результатов измерения

В случае необходимости может быть предусмотрен стык, позволяющий подключить аппаратуру для дополнительной обработки результатов измерения.

Этот стык должен соответствовать Рекомендации V.24 [5] и характеристикам шины стыка, определяемой в публикации МЭК 625 [6].

10 Рабочие условия

Указанные выше электрические параметры должны соблюдаться при работе прибора в условиях внешней среды, определяемых в § 2.1 Рекомендации O.3.

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Физические и электрические характеристики цифровых стыков", том III, Рек. G.703.
- [2] Рекомендация МККТТ "Модемы для синхронной передачи данных по каналам с полосой первичной группы 60—108 кГц", том VIII, Рек. V.36.
- [3] Рекомендация МККТТ "Электрические характеристики симметричных двухполюсных цепей стыка, предназначенных для всеобщего использования в устройствах передачи данных на интегральных схемах", том VIII, Рек. V.11.
- [4] Рекомендация МККТТ "Показатель ошибок в международном цифровом соединении, устанавливаемом в цифровой сети с интеграцией служб", том III, Рек. G.821.
- [5] Рекомендация МККТТ "Перечень определений цепей стыка между оконечным оборудованием данных (ООД) и аппаратурой окончания канала данных (АКД)", том VIII, Рек. V.24.
- [6] Публикация 625 МЭК "Стыковая система для программируемых измерительных приборов (параллельные биты, последовательные октеты)".
- [7] Рекомендация МККТТ "Основной стык пользователь—сеть — Спецификация уровня 1", том III, Рек. I.430.

**ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОШИБОК НА СКОРОСТЯХ ПЕРЕДАЧИ
БОЛЕЕ НИЗКИХ, ЧЕМ ПЕРВИЧНАЯ СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ**

(Мельбурн, 1988 г.)

Требования, предъявляемые к характеристикам описываемых ниже приборов для измерения ошибок, должны соблюдаться для обеспечения совместимости приборов, стандартизированных МККТТ и выпускаемых различными изготовителями.

Хотя эти требования относятся к аппаратуре, они не охватывают схемную реализацию приборов, которая должна стать предметом тщательного рассмотрения разработчиками и пользователями. В частности, нет необходимости предусматривать все приведенные ниже характеристики: Администрация могут выбирать те функции, которые оптимально соответствуют их конкретным потребностям.

При выборе этих функций Администрации могут также учитывать другие Рекомендации, относящиеся к аппаратуре для измерения ошибок, например Рекомендации О.151 и О.152.

1 Общие положения

Аппаратура, рассматриваемая в настоящей Рекомендации, предназначена для измерения показателей ошибок в каналах передачи данных, работающих со скоростями от 0,050 до 168 кбит/с. Измерение проводится на основе прямого сопоставления нормированных испытательных последовательностей, передаваемых по испытываемому каналу, и идентичных последовательностей, генерируемых на приемном конце. Должны предусматриваться синхронный и асинхронный режимы работы.

2 Испытательные последовательности

Нормированы следующие испытательные последовательности (см. примечание):

Примечание. — Применение некоторых испытательных последовательностей может ограничиваться только синхронным или только асинхронным режимом работы. Следует предусматривать возможность передачи последовательностей в течение неограниченного промежутка времени.

2.1 Псевдослучайная испытательная последовательность, содержащая 511 битов

Данная последовательность предназначена, главным образом, для измерения ошибок на скоростях передачи двоичных символов до 14 400 бит/с (см. § 3.1, ниже).

Она может генерироваться в 9-звенном регистре сдвига, выходы 5-го и 9-го звеньев которого суммируются в звене суммирования по модулю 2, причем результат подается на вход 1-го звена. Последовательность будет начинаться с первой единицы из девяти последовательных единиц:

Число звеньев регистра сдвига	9
Длина псевдослучайной последовательности	$2^9 - 1 = 511$ битов
Самая длинная последовательность нулей	8 (инвертированный сигнал)

2.2 Псевдослучайная испытательная последовательность, содержащая 2047 битов

Данная последовательность (если она предусматривается) предназначена, главным образом, для измерений ошибок на скорости передачи 64 кбит/с (см. § 3.3, ниже).

Она может генерироваться в 11-звенном регистре сдвига, выходы 9-го и 11-го звеньев которого суммируются в звене суммирования по модулю 2, причем результат подается на вход 1-го звена (см. также Рекомендацию О.152).

Число звеньев регистра сдвига	11
Длина псевдослучайной последовательности	$2^{11} - 1 = 2047$ битов
Самая длинная последовательность нулей	10 (инвертированный сигнал)

2.3 Псевдослучайная испытательная последовательность, содержащая 1048,575 кбит

Данная последовательность предназначена, главным образом, для измерений ошибок на скоростях передачи до 72 кбит/с (см. § 3.2, ниже).

Она может генерироваться в 22-звенном регистре сдвига, выходы 3-го и 20-го звеньев которого суммируются в звене суммирования по модулю 2, причем результат подается на вход 1-го звена.

Число звеньев регистра сдвига 20

Длина псевдослучайной последовательности $2^{20} - 1 = 1048,575$ кбит

Самая длинная последовательность нулей 19 (неинвертированный сигнал)

Примечание. — Данная последовательность отличается от последовательности той же длины, определяемой в Рекомендации O.151.

2.4 Фиксированные испытательные последовательности (для испытаний на целостность)

- постоянный ноль
- постоянная единица
- чередующиеся ноль и единица в соотношениях 1:1, 1:3, 1:7, 3:1, 7:1
- текст "QUICK BROWN FOX" (QBF) [1] (только асинхронный режим)

2.5 Программируемые испытательные последовательности

Рекомендуется использовать свободно программируемую последовательность с минимальной длиной 1024 бита.

3 Скорости передачи двоичных символов

Аппаратура должна обеспечивать измерения на скоростях передачи, определяемых в категориях, указанных ниже.

3.1 Передача данных по каналам телефонного типа, оборудованных модемами

- диапазон скоростей от 50 до 19 200 бит/с.

(Более подробные сведения приводятся в Рекомендациях V.5 [2] и V.6 [3].)

Примечание. — Модемы, работающие на скоростях свыше 14 400 бит/с, не рассматриваются в Рекомендациях МККТТ.

3.2 Передача данных по каналам, использующим полосу частот первичной группы и оборудованным широкополосными модемами

- диапазон скоростей от 48 до 168 кбит/с

(Более подробные сведения приводятся в Рекомендациях V.36[4] и V.37 [5].)

3.3 Передача данных на скоростях 64 кбит/с и выше

Сведения, относящиеся к измерению показателей ошибок на скорости 64 кбит/с, приводятся в Рекомендации O.152.

Информация об измерениях на первичной скорости передачи содержится в Рекомендации O.151.

3.4 Отклонение от номинальной скорости передачи

Для скоростей передачи двоичных символов до 9600 бит/с максимальное отклонение от номинального значения должно составлять $\leq 0,01\%$, если тактовый сигнал не определяется испытываемым объектом.

При более высоких скоростях максимальное отклонение должно составлять $\leq 0,002\%$, если тактовый сигнал не определяется испытываемым объектом.

3.5 Источник тактовых сигналов

Тактовые сигналы поступают через стык на вход внешней синхронизации или от внутреннего тактового генератора.

4 Стыки

В зависимости от конкретных условий и скорости передачи могут предусматриваться один или несколько следующих стыков:

- стык, соответствующий Рекомендации V.10 (X.26) [6];
- стык, соответствующий Рекомендации V.11 (X.27) [7];
- стык, соответствующий Рекомендациям V.24/V.28 [8] [9];
- стык, соответствующий Рекомендации V.35 [10];
- стык, соответствующий Рекомендации V.36 [4];
- стык, соответствующий Рекомендациям X.21/X.24 [11] [12].

5 Режимы работы

Измерительная аппаратура должна точно имитировать характеристики ООД и/или АКД в полудуплексном и/или дуплексном режимах, что предполагает применение соответствующих процедур подключения средств программного или технического обеспечения. В синхронном полудуплексном режиме испытательной последовательности должны предшествовать два или более вводимых сигнала (то есть комбинации, состоящие из чередующихся нолей и единиц) для обнаружения тактовой частоты. Эти сигналы будут сопровождаться двумя или более синхронизирующими комбинациями блока.

Если этого требует режим работы, должна предусматриваться возможность выбора условий проверки четности (четный, нечетный, единица, ноль).

Примечание. — Введение битов проверки четности, как правило, невозможно в случае использования псевдослучайных испытательных последовательностей.

6 Синхронизация битов

Должны предусматриваться два способа синхронизации:

- синхронизация с помощью тактового сигнала, генерируемого испытываемым объектом (например, модемом, работающим в синхронном режиме);
- синхронизация на основе преобразования полученного испытательного сигнала (например, в случае, когда модем работает в асинхронном режиме).

7 Коды

Для кодирования текста QBF или свободно программируемой последовательности будет предусматриваться следующий сигнальный код данных:

- Международный алфавит № 5 МККТТ с 7-разрядной комбинацией [13].

В асинхронном режиме работы должны обеспечиваться возможность выбора 1 или 2 стоповых битов.

8 Измерение ошибок и оценка ошибок

8.1 Измерение ошибок по битам

Измерения коэффициента ошибок должны выполняться в пределах от 10^{-2} до 10^{-7} . Время измерения должно быть достаточно продолжительным для получения точных результатов.

Измерение коэффициента ошибок менее 10^{-7} обеспечивается возможностью суммирования ошибок.

8.2 Измерение ошибок по блокам

Следует предусматривать возможность измерения ошибок по блокам. Длина блоков должна выбираться в пределах от 1000 до 10 000 битов или она должна быть равной длине псевдослучайной последовательности, используемой для измерения ошибок. Кроме того, для измерений, выполняемых на скоростях свыше 14,4 кбит/с, должна предусматриваться длина блока в 32 768 битов.

Измерения коэффициента ошибок по блокам должны выполняться в пределах от 10^{-6} до 10^{-5} , при этом время измерения должно быть достаточно продолжительным для получения точных результатов.

8.3 Одновременные измерения

Должна предусматриваться возможность выполнения одновременных измерений коэффициента ошибок по битам и коэффициента ошибок по блокам.

8.4 Оценка показателей ошибок

Измерительная аппаратура должна обеспечивать обнаружение секунд с ошибками. Должно подсчитываться и отображаться число временных интервалов с ошибками и без ошибок продолжительностью от 1 минуты до 24 часов (или непрерывно).

При выполнении данного измерения схемы детектирования ошибок аппаратуры должны управляться внутренним таймером, который отсчитывает интервалы равной продолжительности и работает независимо от появления ошибок.

Измерение других параметров, относящихся к показателю ошибок, и область применения Рекомендации G.821 [4] изучаются.

9 Измерение искажений

Если аппаратура обеспечивает измерение искажений, то должны соблюдаться следующие требования:

9.1 Измерение индивидуального искажения

Степени индивидуального искажения опережения или запаздывания будут измеряться в том случае, если аппаратура работает в режиме, при котором синхронизация достигается путем выделения пересечений ноля принятого испытательного сигнала.

В случае использования псевдослучайных испытательных сигналов погрешность измерения должна быть меньше $\pm 3\%$.

9.2 Измерение искажений преобладания

Аппаратура должна измерять искажения преобладания при чередовании посылок (чередующиеся единицы и ноли в соотношении 1:1).

В этом режиме погрешность измерения должна быть меньше $\pm 2\%$.

10 Дистанционное управление и запись результатов

В качестве дополнительной возможности должен быть предусмотрен стык, обеспечивающий дистанционное управление приборами и последующую обработку результатов измерений.

Если такой стык предусматривается, он должен соответствовать положениям, относящимся к шине стыка, в Публикации МЭК 625 [15] или в Рекомендации V.24 [8].

11 Рабочие условия

Указанные электрические параметры должны соблюдаться при работе аппаратуры в условиях внешней среды, определяемых в § 2.1 Рекомендации O.3.

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Стандартизация международных текстов для измерения исправляющей способности стартовой аппаратуры", том VII, Рек. R.52.
- [2] Рекомендация МККТТ "Стандартизация скоростей для синхронной передачи данных по коммутируемой телефонной сети общего пользования", том VIII, Рек. V.5.
- [3] Рекомендация МККТТ "Стандартизация скоростей для синхронной передачи данных по арендованным каналам телефонного типа", том VIII, Рек. V.6.
- [4] Рекомендация МККТТ "Модемы для синхронной передачи данных по каналам, использующим полосу частот первичной группы 60—108 кГц", том VIII, Рек. V.36.
- [5] Рекомендация МККТТ "Синхронная передача данных со скоростью свыше 72 кбит/с по каналам, использующим полосу частот первичной группы 60—108 кГц", том VIII, Рек. V.37.
- [6] Рекомендация МККТТ "Электрические характеристики несимметричных двухполюсных цепей стыка, предназначенных для всеобщего использования в устройствах передачи данных на интегральных схемах", том VIII, Рек. V.10.
- [7] Рекомендация МККТТ "Электрические характеристики симметричных двухполюсных цепей стыка, предназначенных для всеобщего использования в устройствах передачи данных на интегральных схемах", том VIII, Рек. V.11.

- [8] Рекомендация МККТТ "Перечень определений для цепей стыка между оконечным оборудованием данных (ООД) и аппаратурой окончания канала данных (АКД)", том VIII, Рек.V.24.
- [9] Рекомендация МККТТ "Электрические характеристики несимметричных цепей стыка, работающих двухполюсным током", том VIII, Рек.V.28.
- [10] Рекомендация МККТТ "Передача данных со скоростью 48 кбит/с по каналам с полосой частот первичной группы 60—108 кГц", том VIII, Рек.V.35.
- [11] Рекомендация МККТТ "Стык между оконечным оборудованием данных (ООД) и аппаратурой окончания канала данных (АКД) для передачи данных по сетям данных общего пользования", том VIII, Рек. X.21.
- [12] Рекомендация МККТТ "Перечень определений для цепей стыка между оконечным оборудованием данных (ООД) и аппаратурой окончания канала данных (АКД) на сетях данных общего пользования", том VIII, Рек.X.24.
- [13] Рекомендация МККТТ "Международный алфавит № 5", том VII, Рек.Т.50.
- [14] Рекомендация МККТТ "Показатель ошибок в международном цифровом соединении, устанавливаемом в цифровой сети с интеграцией служб", том III, Рек.G.821.
- [15] Публикация МЭК 625 "Система интерфейса для программируемой измерительной аппаратуры (параллельные биты, последовательные октеты)".

Рекомендация О.161

ПРИБОР ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ НАРУШЕНИЙ КОДА В ЦИФРОВЫХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ

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

1 Общие положения

В настоящей Рекомендации дается описание прибора для определения в процессе эксплуатации случаев нарушения кода для первого и второго иерархических уровней цифровой передачи.

Контролируемыми квазитроничными кодами являются код АМІ (сигналы с чередованием полярности импульсов), код HDB3 (биполярные сигналы высокой плотности с тремя последовательными нолями максимум), а также коды В6ZS и В8ZS.

2 Определение нарушения кода¹⁾

2.1 АМІ

Два последовательных сигнала одинаковой полярности. Это нарушение не обязательно соответствует абсолютному числу ошибок.

2.2 HDB3

Два последовательных нарушения биполярности одинаковой полярности. Это нарушение не обязательно соответствует абсолютному числу ошибок.

2.3 В6ZS

Два последовательных сигнала одинаковой полярности, исключая нарушения, вызванные применением кода с замещением нолей. Это нарушение не обязательно соответствует абсолютному числу ошибок.

2.4 В8ZS

Два последовательных сигнала одинаковой полярности, исключая нарушения, вызванные применением кода с замещением нолей. Это нарушение не обязательно соответствует абсолютному числу ошибок.

¹⁾ Как следует из определений нарушений кода, приведенных в настоящей Рекомендации, необходимо принимать во внимание тот факт, что детектор нарушений кода не регистрирует последовательности нолей, нарушающие соответствующие правила кодирования.

3 Входной сигнал

3.1 Стык

Детектор нарушений кода должен работать на следующих скоростях передачи и стыках, определяемых в соответствующих параграфах Рекомендации G.703 [1]:

- а) 1544 кбит/с,
- б) 6312 кбит/с,
- в) 2048 кбит/с,
- г) 8448 кбит/с.

3.2 Работа измерительного прибора

3.2.1 Прибор может быть сконструирован таким образом, чтобы контролировать только один или два из перечисленных выше кодов и работать на скоростях, соответствующих этим кодам.

3.3 Чувствительность на входе

3.3.1 Прибор должен правильно работать при наличии следующих условий на входе.

3.3.1.1 Полные сопротивления и входные уровни в соответствии с требованиями Рекомендации G.703 [1].

3.3.1.2 Прибор должен также обеспечивать контроль в защищенных измерительных точках цифровой аппаратуры. Поэтому на входе следует предусматривать высокоомное сопротивление и/или дополнительное усиление в 30 дБ (40 дБ — см. примечание) для компенсации затухания в контрольных точках, уже предусматриваемых на некоторых видах оборудования.

Примечание. — В качестве дополнительной возможности для приборов, работающих на стыке 1544 кбит/с, соответствующем Рекомендации, указанной в [1], предусматривается, что дополнительное усиление при необходимости может составлять 40 дБ.

3.3.1.3 Кроме того, прибор должен работать правильно (как в оконечном, так и в контрольном режимах), если он подключен к выходу стыка, отвечающего требованиям Рекомендации G.703 [1], с помощью отрезка кабеля с вносимым затуханием от 0 до 6 дБ на частоте, соответствующей половине скорости передачи сигнала. Вносимое затухание кабеля на других частотах пропорционально \sqrt{f} .

3.4 Входное полное сопротивление

3.4.1 Затухание несогласованности прибора должно быть выше 20 дБ при наличии условий, указанных в таблице 1/О.161.

ТАБЛИЦА 1/О.161

Скорость работы прибора (кбит/с)	Условия измерения	
	1544	Активное сопротивление 100 Ом
2048	Активное сопротивление 75/120/130 Ом	от 40 кГц до 2,5 МГц
6312	Активное сопротивление 75/110 Ом	от 100 кГц до 6,5 МГц
8448	Активное сопротивление 75 Ом	от 100 кГц до 10,0 МГц

3.5 Стробирование входного сигнала

3.5.1 Прибор должен быть снабжен встроенной схемой квантования, работающей от входного цифрового сигнала, при этом должны регистрироваться только напряжения, возникающие в течение короткого периода стробирования в средней точке каждого тактового интервала.

3.6 Допустимое фазовое дрожание на входе

3.6.1 Прибор должен выдерживать нижнее предельное значение максимально допустимого фазового дрожания на входе, определяемое в соответствующем параграфе Рекомендации G.703 [1].

4 Визуальная индикация

4.1 Прибор должен быть снабжен индикатором наличия цифрового сигнала с приемлемыми амплитудой и скоростью передачи.

4.2 Пределы индикации коэффициента ошибок по нарушению кода должны составлять от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-6}$, как минимум. Индикация нарушений кода во входном сигнале, регистрируемых в соответствии с определениями в § 2, осуществляется путем подсчета числа нарушений за период, составляющий не менее 10^6 временных интервалов цифрового сигнала.

4.3 Должна предусматриваться возможность суммирования числа нарушений кода. Эта возможность не обязательно обеспечивается одновременно с подсчетом и индикацией коэффициента ошибок по нарушению кода.

4.4 Емкость счетчика должна составлять 99 999 случаев; должна предусматриваться возможность отдельной индикации в случае превышения этого значения.

4.5 Запуск и остановка последовательности подсчета должны осуществляться соответствующими органами управления.

4.6 Должна предусматриваться возможность установки на ноль счетчика и его индикатора.

5 Контроль прибора

5.1 Должно предусматриваться устройство, обеспечивающее проверку работы системы визуальной индикации, счетчика, выходных цепей для подключения записывающегося устройства и (в качестве дополнительной возможности) входных цепей прибора.

5.2 В том случае, когда предусматривается дополнительная проверка входных цепей, необходимо определять метод введения нарушений кода во входной цифровой сигнал. Нарушения должны соответствовать определениям, приведенным в § 2.

6 Выход на записывающее устройство

6.1 В качестве дополнительной возможности можно предусматривать генерируемый прибором выходной сигнал, обеспечивающий внешнюю запись состояния цифрового сигнала в аналоговой и/или цифровой форме.

6.2 Для аналогового выхода сигнал должен изменяться в соответствии с полученным результатом измерения.

6.3 Если прибор снабжен аналоговым выходом, то должно предусматриваться соответствующее средство калибровки внешнего записывающего устройства.

6.4 В таблице 2/О.161 указано возможное соотношение между состоянием входного цифрового сигнала и выходным сигналом постоянного тока. Фактическое соотношение будет зависеть от продолжительности периода подсчета, установленной для прибора (см. § 4.2).

6.5 Для цифрового вывода результата измерения при необходимости должен использоваться параллельный сигнал в форме ДДК (двоично-десятичное кодирование) с уровнями ТТЛ (транзистор-транзисторная логика).

7 Рабочие условия

Указанные электрические параметры должны соблюдаться при работе прибора в условиях внешней среды, определяемых в § 2.1 Рекомендации О.3.

Состояние	Отклонение (мА или В)	Допуск (мА или В)
Отсутствие сигнала	0	—
Правильный сигнал	5	$\pm 0,2$
Коэффициент нарушений $> 1 \cdot 10^{-3}$	2	$\pm 0,2$
Коэффициент нарушений $> 1 \cdot 10^{-3}$	2,5	$\pm 0,2$
Коэффициент нарушений $> 1 \cdot 10^{-3}$	3	$\pm 0,2$
Коэффициент нарушений $> 1 \cdot 10^{-6}$	3,5	$\pm 0,2$
Отдельные нарушения кода	4	$\pm 0,2$

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Физические и электрические характеристики цифровых стыков", том III, Рек. G.703.

Рекомендация О.162

ПРИБОР ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ СИГНАЛОВ, ПЕРЕДАВАЕМЫХ СО СКОРОСТЬЮ 2048 кбит/с

(Женева, 1980 г.; изменена в Мельбурне в 1988 г.)

1 Общие положения

1.1 В настоящей Рекомендации дается описание прибора для эксплуатационного контроля ошибок в сигналах на 2 Мбит/с, структура циклов которых соответствует Рекомендации G.704 [1].

1.2 Данный прибор предназначен для контроля сигнала в коде HDB3 на 2048 кбит/с, для индикации неправильного состояния в этом сигнале и для подсчета ошибок в цикловом синхросигнале.

1.3 При необходимости прибор может быть также снабжен устройством подсчета и индикации нарушений кода HDB3.

1.4 Прибор должен обеспечивать контроль любых сигналов, использующих процедуру циклического контроля по избыточности (CRC) в соответствии с Рекомендацией G.704 [1] и передаваемых в цикловом синхросигнале и в нулевом временном интервале циклов, которые не содержат цикловый синхросигнал.

1.5 Прибор может обеспечивать дополнительную возможность доступа к информационным битам, передаваемым в любом выбранном временном интервале.

1.6 Принцип декодирования HDB3

В случае необходимости принятый цифровой сигнал должен декодироваться прибором таким образом, чтобы в ходе дискретизации сигнала в момент распознавания двух последовательских нолей (пробелов), сопровождаемых нарушением биполярности, декодер заменил нарушение биполярности и три предшествующих символа четырьмя последовательными нолями.

2 Входной сигнал

2.1 Стык

Прибор должен работать на стыке на 2048 кбит/с, соответствующем § 6 Рекомендации G.703 [2].

2.2 Чувствительность на входе

2.2.1 Прибор должен правильно работать при наличии следующих условий на входе:

2.2.1.1 Полные сопротивления и входные уровни в соответствии с Рекомендацией G.703 [2].

2.2.1.2 Прибор должен также обеспечивать контроль в защищенных измерительных точках цифровой аппаратуры. Поэтому на входе следует предусматривать высокоомное сопротивление и/или дополнительное усиление в 30 дБ для компенсации затухания в контрольных точках, уже предусматриваемых на некоторых видах оборудования.

2.2.1.3 Кроме того, прибор должен правильно работать (как в оконечном, так и в контрольном режимах), если он подключен к выходу стыка, соответствующего Рекомендации G.703 [2], с помощью отрезка кабеля с вносимым затуханием 6 дБ на частоте, соответствующей половине скорости передачи сигнала. Вносимое затухание кабеля на других частотах пропорционально \sqrt{f} .

2.3 Входное полное сопротивление

2.3.1 Затухание несогласованности прибора должно быть выше 20 дБ на клеммах активного сопротивления 75/120/130 Ом в диапазоне частот 40–2500 кГц.

2.4 Стробирование входного сигнала

2.4.1 Прибор должен быть снабжен встроенной схемой выделения хронизирующего сигнала из входного цифрового сигнала, при этом должны регистрироваться только напряжения, возникающие в течение короткого периода стробирования в средней точке каждого тактового интервала.

2.5 Допустимое фазовое дрожание на входе

2.5.1 Прибор должен выдерживать нижнее предельное значение максимально допустимого фазового дрожания на входе, определяемое в Рекомендации G.823 [3].

3 Возможности прибора

3.1 Прибор должен быть снабжен индикаторами, аналогичными устройствам индикации аварийного состояния для оборудованья, описываемого в Рекомендации G.732 [4].

3.2 В § 3.3 рассматривается возможный план индикации аварийных состояний. В нормальных условиях индикаторы не срабатывают.

3.3 План индикации аварийных состояний

3.3.1 Сбой входного сигнала

Прибор должен давать индикацию аварийного состояния, если он регистрирует более 10 последовательных нолей.

3.3.2 Сигнал индикации аварийного состояния (СИАС)

Прибор должен опознавать сигнал, содержащий менее трех нулей за двухцикловый период (512 битов), как достоверный сигнал СИАС, и вызывать зажигание соответствующего индикатора.

Принцип, применяемый для обнаружения сигнала СИАС, должен обеспечивать опознавание этого сигнала даже при наличии коэффициента ошибок по нарушению кода, равного $1 \cdot 10^{-3}$. Однако сигнал, все биты которого (за исключением циклового синхросигнала) находятся в состоянии "1", не должен приниматься за достоверный сигнал СИАС.

3.3.3 Цикл

3.3.3.1 В случае выхода из циклового синхронизма (определяемого в § 4 Рекомендации G.706 [5]) прибор должен распознавать этот выход, и должен зажигаться соответствующий индикатор.

3.3.3.2 В случае восстановления циклового синхронизма (определяемого в § 4 Рекомендации G.706 [5]) индикатор должен погаснуть.

Примечание. — Прибор должен обеспечивать возможность синхронизации по циклам с битами CRC или без них.

3.3.4 Ошибки в цикловом синхросигнале

3.3.4.1 Прибор должен обеспечивать индикацию коэффициента ошибок, например $1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-5}$, и должен зажигаться соответствующий индикатор.

Индикация коэффициента ошибок в принятом декодированном сигнале, опознанном как неправильный цикловый синхросигнал, должна осуществляться в соответствии с предельными значениями, указанными в таблице 1/О.162. Требования, приведенные в этой таблице, основаны на предположении, что средние коэффициенты ошибок присутствуют в течение всего периода измерения.

ТАБЛИЦА 1/О.162

Индикация коэффициента ошибок по битам	Средний коэффициент ошибок по битам в декодированном сигнале	Вероятность зажигания или гашения индикатора в течение периода, указанного ниже	
		Зажигание	Гашение
$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$ $5 \cdot 10^{-4}$ $1 \cdot 10^{-4}$	50% за 0,3 с 5% за 0,3 с —	5% за 0,3 с — 95% за 0,3 с
$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$ $5 \cdot 10^{-5}$ $1 \cdot 10^{-5}$	50% за 3 с 5% за 3 с —	5% за 3 с — 95% за 3 с
$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$ $5 \cdot 10^{-6}$ $1 \cdot 10^{-6}$	50% за 30 с 5% за 30 с —	5% за 30 с — 95% за 30 с

3.3.4.2 Прибор должен обеспечивать суммирование регистрируемых ошибок. Емкость счетчика должна быть равной 99 999; должна предусматриваться отдельная индикация, если счет превысит это значение.

3.3.5 Сверхцикл

3.3.5.1 В случае выхода из сверхциклового синхронизма (определяемого в § 5.2 Рекомендации G.732 [4]) прибор должен обеспечивать распознавание этого выхода и зажигание соответствующего индикатора.

3.3.5.2 В случае восстановления сверхциклового синхронизма (определяемого в § 5.2 Рекомендации G.732 [4]) индикатор должен гаснуть.

3.3.5.3 Если для сигнализации по общему каналу используется временной интервал 16, то сигнал сверхциклового синхронизма отсутствует в номинальном сигнале на входе прибора. Для этого случая должна предусматриваться возможность блокирования индикации выхода из сверхциклового синхронизма, чтобы избежать ложной индикации аварийного состояния.

3.3.6 Сигнал аварийного состояния, поступающий с удаленного конца

Прибор должен обеспечивать распознавание аварийного состояния на удаленном конце, определяемого в Рекомендации G.732 [4] (бит 3 нулевого канального временного интервала циклов, не содержащих сигнал циклового синхронизма, не менее двух раз подряд, опознаваемый максимум в четырех последовательных случаях); должен загораться соответствующий индикатор.

3.3.7 Сигнал нарушения сверхциклового синхронизма, поступающий с удаленного конца

3.3.7.1 Прибор должен распознавать сигнал нарушения сверхциклового синхронизма на удаленном конце, определяемого в Рекомендации G.732 [4] (бит 6-канального временного интервала 16, не менее двух раз подряд, опознаваемый максимум в трех последовательных случаях); должен загораться соответствующий индикатор.

3.3.7.2 Если временной интервал 16 используется для сигнализации по общему каналу, то бит 6 будет постоянно находиться в состоянии "1". Для этого случая должна предусматриваться возможность блокирования сигнала нарушения сверхциклового синхронизма, поступающего с удаленного конца, чтобы избежать ложной индикации аварийного состояния.

3.4 Процедура циклического контроля по избыточности (CRC)

3.4.1 В случае, когда процедура CRC Рекомендации G.704 [1] используется в сигнале на 2 Мбит/с, прибор должен функционировать в соответствии с указаниями, подробно излагаемыми в §§ 3.4.2, 3.4.3 и 3.4.4.

3.4.2 Прибор должен показывать присутствие битов циклового синхронизма CRC.

3.4.3 Прибор должен обеспечивать индикацию коэффициентов ошибок по битам $1 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-6}$ и $1 \cdot 10^{-7}$ и зажигание соответствующего индикатора в определенных условиях.

Индикация коэффициента ошибок в принятом декодированном сигнале, обнаруженных с помощью процедуры CRC, должна соответствовать предельным значениям, указанным в таблице 2/О.162.

ТАБЛИЦА 2/О.162

Индикация коэффициента ошибок по битам	Средний коэффициент ошибок по битам в декодированном сигнале	Вероятность зажигания или гашения индикатора в течение периода, указанного ниже	
		Зажигание	Гашение
$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$ $5 \cdot 10^{-6}$ $1 \cdot 10^{-6}$	50% за 1 с 5% за 1 с —	5% за 1 с — 95% за 1 с
$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$ $5 \cdot 10^{-7}$ $1 \cdot 10^{-7}$	50% за 10 с 5% за 10 с —	5% за 10 с — 95% за 10 с
$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$ $5 \cdot 10^{-8}$ $1 \cdot 10^{-8}$	50% за 100 с 5% за 100 с —	5% за 100 с — 95% за 100 с

3.4.4 Должна также предусматриваться возможность суммирования регистрируемых ошибок. Емкость счетчика должна составлять 99 999. В случае превышения этого значения должна обеспечиваться отдельная индикация.

3.5 *Обнаружение нарушений кода*

3.5.1 *Определение нарушения кода HDB3*

Два последовательных нарушения биполярности одинаковой полярности. Это нарушение не всегда соответствует абсолютному числу ошибок.

3.5.2 В случае использования для обнаружения нарушений кода HDB3 измерительный прибор должен быть снабжен индикатором, который сигнализирует о наличии цифрового сигнала с приемлемыми амплитудой и скоростью передачи.

3.5.3 Пределы индикации коэффициента ошибок по нарушению кода должны составлять от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-6}$ как минимум. Индикация нарушений кода во входном сигнале, регистрируемых в соответствии с определением в § 3.5.1, осуществляется путем подсчета числа нарушений за период, составляющий не менее 10^6 временных интервалов.

3.5.4 Должна предусматриваться возможность суммирования нарушений кода. Эта возможность не обязательно обеспечивается одновременно с подсчетом и индикацией коэффициента ошибок по нарушению кода.

3.5.5 Емкость счетчика должна составлять 99 999 случаев; должна предусматриваться возможность отдельной индикации в случае превышения этого значения.

3.6 *Индикация показателей ошибок*

Прибор должен обеспечивать дополнительную возможность индикации показателей ошибок в соответствии с Рекомендацией G.821 [6].

3.7 *Блокирование или автоматическое выключение световых индикаторов*

Должна предусматриваться возможность, благодаря которой световые индикаторы неисправности или автоматически гаснут после устранения неисправности, или продолжают гореть до момента их выключения ручным способом.

3.8 *Доступ к временным интервалам*

Можно предусматривать дополнительную возможность доступа внешнего стыка к содержанию любых выбранных временных интервалов, включая временной интервал 16. Предпочтение отдается внешнему стыку, отвечающему требованиям к сонаправленному стыку, определяемому в Рекомендации G.703 [2].

4 *Визуальное отображение*

4.1 Запуск и остановка последовательности подсчета должны осуществляться соответствующими органами управления.

4.2 Зажигание и гашение световых индикаторов счетчиков и систем визуального отображения не требуют обязательного применения светоизлучающих индикаторов.

4.3 Должна обеспечиваться возможность установки на ноль счетчика и его индикатора.

5 *Контроль функции аварийной сигнализации*

Следует рассмотреть метод введения аварийных условий в цифровой входном сигнале, чтобы иметь возможность проверки правильной работы прибора.

6 *Аварийный выходной сигнал*

В качестве дополнительной возможности можно предусмотреть стык, обеспечивающий подключение к прибору внешнего устройства (например, печатающего устройства) с целью регистрирования состояния цифрового сигнала на входе прибора.

Предпочтение отдается стыку, соответствующему Рекомендациям V.24 [7] и V.28 [8], который обеспечивает передачу нужным образом сокращенных сообщений открытым текстом, кодируемых в формате ASCII/T.50 [9] в соответствии с Рекомендацией V.4 [10].

7 *Рабочие условия*

Указанные выше электрические параметры должны соблюдаться при работе прибора в условиях внешней среды, определяемых в § 2.1 Рекомендации O.3.

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Синхронные структуры циклов для первичного и вторичного иерархических уровней", том III, Рек. G.704.
- [2] Рекомендация МККТТ "Физические и электрические характеристики цифровых стыков", том III, Рек. G.703.
- [3] Рекомендация МККТТ "Нормирование дрожания и дрейфа фазы в цифровых сетях, основанных на иерархии 2048 кбит/с", том III, Рек. G.823.
- [4] Рекомендация МККТТ "Характеристики аппаратуры первичной системы ИКМ со скоростью передачи 2048 кбит/с", том III, Рек. G.732.
- [5] Рекомендация МККТТ "Процедуры цикловой синхронизации и циклического контроля по избыточности (CRC), относящиеся к основным структурам циклов, определяемых в Рекомендации G.704", том III, Рек. G.706.
- [6] Рекомендация МККТТ "Показатель ошибок в международном цифровом соединении, устанавливаемом в цифровой сети с интеграцией служб (ЦСИС)", том III, Рек. G.821.
- [7] Рекомендация МККТТ "Перечень определений цепей стыка между оконечным оборудованием данных (ООД) и аппаратурой окончания канала данных (АКД)", том VIII, Рек. V.24.
- [8] Рекомендация МККТТ "Электрические характеристики несимметричных цепей стыка, работающих двухполюсным током", том VIII, Рек. V.28.
- [9] Рекомендация МККТТ "Международный алфавит № 5", том VII, Рек. T.50.
- [10] Рекомендация МККТТ "Общая структура сигналов кода Международного алфавита № 5, предназначенного для передачи данных, ориентированной на знаки, по телефонной сети общего пользования", том VIII, Рек. V.4.

Рекомендация O.163

ПРИБОР ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ СИГНАЛОВ, ПЕРЕДАВАЕМЫХ СО СКОРОСТЬЮ 1544 кбит/с

(Мельбурн, 1988 г.)

1 Общие положения

1.1 Настоящая Рекомендация содержит описание прибора контроля циклового синхросигнала для структур цикла на 1544 кбит/с, соответствующих Рекомендации G.704 [1]. Данный прибор предназначен для контроля структур сверхциклов, содержащих 12 (формат суперцикла — ФС) или 24 (расширенный формат суперцикла — РФС) циклов с использованием линейных кодов AMI или B8ZS, определяемых в § 2 Рекомендации G.703 [2].

1.2 Рассматриваемый прибор должен обеспечивать:

- a) контроль и отображение показателей ошибок циклового синхросигнала;
- b) обнаружение и подсчет случаев выхода из циклового синхронизма;
- c) измерение и отображение показателей ошибок сигналов 24-циклового сверхцикла путем проверки битов циклического контроля по избыточности (CRC-6) и выполнения процедуры CRC-6 в соответствии с Рекомендацией G.704 [1] и с приведенным ниже описанием;
- d) обнаружение и отображение различной аварийной сигнализации и различных состояний отказа, включая потерю сигнала, выход из циклового синхронизма и другие состояния отказа, на которые указывают специальные последовательности битов.

1.3 При необходимости прибор может обеспечивать следующие дополнительные возможности:

- a) обнаружение и отображение нарушений кода в сигнале на 1544 кбит/с в соответствии с Рекомендацией O.161;
- b) внешний стык, обеспечивающий выделение битов информации, передаваемых в любом выбранном канальном временном интервале;
- c) внешний стык, обеспечивающий выделение битов тракта данных на 4 кбит/с, определяемых в 24-цикловой структуре сверхцикла;
- d) внешний стык, обеспечивающий выделение сигнальных битов 12- и 24-цикловых структур.

2 Параметры на входе

2.1 Стык

Контрольный прибор должен работать при наличии измерительного нагрузочного сопротивления стыка на 1544 кбит/с, соответствующего требованиям, изложенным в § 2 Рекомендации G.703 [2]. Он должен также обеспечивать возможность подключения к защищенным контрольным точкам¹⁾ (см. также Рекомендацию G.772 [3]).

2.2 Входное полное сопротивление

2.2.1 *Входное полное сопротивление (активное)* 100 Ом

2.2.2 *Затухание несогласованности (в полосе частот от 20 до 1600 кГц)* > 20 дБ

2.3 Чувствительность на входе

Контрольный прибор должен работать правильно, как минимум, в согласованном с линией режиме при скоростях передачи, форме импульсов и уровнях сигнала, определяемых в § 2 Рекомендации G.703 [2]. В нем должно также предусматриваться дополнительное усиление для компенсации затухания развязки в защищенных контрольных точках¹⁾ (см. также Рекомендацию G.772 [3]). Индикатор уровня сигнала или любое другое устройство должно обеспечивать требуемую регулировку чувствительности на входе.

2.4 Допустимое отклонение фазового дрожания на входе

Контрольный прибор должен выдерживать входное фазовое дрожание, указанное в таблице 2 Рекомендации G.824 [4], без снижения точности измерений.

2.5 Линейные коды на входе

Контрольный прибор предназначен для использования с линейными кодами AMI и B8ZS. Прибор должен обеспечивать возможность выбора того или иного кода с помощью переключателя или любого другого соответствующего средства. Прибор должен указывать, принимает ли он код B8ZS, будучи переключенным на код AMI, и наоборот.

3 Требования к детектированию, измерению и индикации

3.1 Детектирование и индикация состояний отказа

3.1.1 Потеря динейного сигнала

Изучается.

3.1.2 Потеря линейного синхронизма

Прибор должен распознавать потерю циклового синхронизма, определяемую в Рекомендации G.706 [5], и давать соответствующую индикацию.

3.1.3 Восстановление циклового синхронизма

Процедура определения восстановления циклового синхронизма должна соответствовать Рекомендации G.706 [5]. После восстановления циклового синхронизма индикация о его потере должна прекращаться.

3.1.4 Сигнал индикации аварийного состояния (СИАС) на ближнем конце

Прибор должен распознавать наличие сигнала аварийного состояния (СИАС), указывающего на отказ со стороны ближнего конца, и давать соответствующую индикацию. Двоичный эквивалент СИАС представляет собой сигнал, состоящий из одних единиц. Принцип детектирования наличия сигнала СИАС должен обеспечивать обнаружение этого сигнала с большой степенью вероятности даже при коэффициенте ошибок по нарушению кода, равном 1/1000.

¹⁾ Вопрос о нормировании защищенных контрольных точек изучается Исследовательскими комиссиями XV и IV.

3.1.5 *Сигнал индикации аварийного состояния на удаленном конце*

Прибор должен распознавать наличие сигнала индикации аварийного состояния на дальнем конце, определяемого в § 4.2.4 Рекомендации G.733 [6] для 12- и 24-цикловых сигналов сверхцикла, и давать соответствующую индикацию. Принцип детектирования наличия сигнала индикации аварийного состояния на дальнем конце должен обеспечивать обнаружение этого сигнала с большей степенью вероятности даже при коэффициенте ошибок по нарушению кода, равном 1/1000.

3.2 *Измерения показателей ошибок по цикловому синхросигналу*

3.2.1 *Подсчет секунд с ошибками*

Прибор должен обеспечивать подсчет числа секундных интервалов, в течение которых имели место одна или несколько ошибок в битах циклового синхросигнала, соответствующего 12- или 24-цикловым структурам, определяемым в Рекомендации G.704 [1]. Число секунд с ошибками в течение выбираемого периода наблюдения (см. § 4.1) должно подсчитываться и отображаться. Прибор должен отсчитывать секундные интервалы независимо от появления ошибок.

3.2.2 *Подсчет ошибок*

Прибор должен обеспечивать подсчет ошибок по битам в цикловом синхросигнале за определенный промежуток времени (см. § 4.1).

3.3 *Контроль показателей ошибок методом CRC-6*

3.3.1 *Подсчет секунд с ошибками*

Прибор должен обеспечивать подсчет числа секундных интервалов, в течение которых обнаруживаются одно или несколько нарушений CRC-6 в 24-цикловых сигналах сверхцикла с использованием процедуры CRC-6, определяемой в Рекомендациях G.704 [1] и G.706 [5]. Число секунд с ошибками за определенный промежуток времени должно подсчитываться и отображаться. Прибор должен отсчитывать секундные интервалы независимо от появления ошибок.

3.3.2 *Индикация показателей ошибок*

В качестве дополнительной возможности прибор должен давать информацию о показателях ошибок в соответствии с Рекомендацией G.821 [7].

3.3.3 *Оценка коэффициента ошибок по битам*

В качестве дополнительной возможности прибор должен обеспечивать оценку величины коэффициента ошибок по битам в сигналах сверхцикла из 24 циклов в пределах от 10^{-4} до 10^{-7} путем обнаружения нарушений CRC-6. При выполнении этого измерения необходимо допустить, что имеет место только одна ошибка по битам при каждом нарушении CRC-6. Следует отметить, что данное измерение может быть приблизительным, поскольку в 24-цикловом сверхцикле могут возникать несколько ошибок по битам вследствие пакетного характера этих ошибок.

Продолжительность каждого измерения коэффициента ошибок по битам в пределах, допускаемых прибором, должна быть достаточной для обнаружения не менее 10 нарушений CRC.

3.3.4 *Подсчет ошибок*

Прибор должен обеспечивать также подсчет числа нарушений CRC-6 за определенный период наблюдений (см. § 4.1.).

3.4 *Подсчет случаев потери циклового синхронизма*

Прибор должен обеспечивать подсчет случаев потери циклового синхронизма за определенный период наблюдений (см. § 4.1.). Счетчики ошибок должны блокироваться во время потери циклового синхронизма.

3.6 Измерение нарушений кода

Если прибор обеспечивает измерение нарушений кода на скорости 1544 кбит/с, то он должен соответствовать Рекомендации O.161.

3.6 Доступ к канальным временным интервалам

В качестве дополнительной возможности может предусматриваться доступ на приеме к каналу на 64 кбит/с через внешний стык. Предпочтение отдается стыку, соответствующему параметрам на выходных клеммах для сонаправленного стыка, определяемого в Рекомендации G.703 [2]. Кроме того, может предусматриваться стык с центральным задающим генератором, определяемым в Рекомендации G.703 [2].

3.7 Доступ к тракту данных на 4 кбит/с

Изучается.

3.8 Доступ к биту сигнализации

Изучается.

4 Требования к управлению и отображению

4.1 Измерительный таймер

Для удобства пользователя при измерении ошибок должно предусматриваться устройство, задающее периоды измерений. Оно должно регулироваться с шагом по одной минуте на периоды от 5 минут до 24 часов или устанавливаться в режиме непрерывного наблюдения. Должно также предусматриваться ручное управление с положениями "пуск" и "остановка".

4.2 Регистрирующие счетчики

Минимальная емкость счетчиков должна быть равной 99 999. Должно предусматриваться отдельное устройство для индикации перегрузки. Должна предусматриваться возможность независимой установки счетчиков на ноль. Для каждого параметра или состояния, указанного в §§ 3.1–3.4, следует предусматривать отдельные регистрирующие устройства.

4.3 Выбор структуры сверхцикла

Специальный орган управления должен обеспечивать пользователю возможность выбора подлежащей контролю структуры сверхцикла, состоящего из 12 или 24 циклов. В качестве дополнительной возможности прибор может обеспечивать автоматическое обнаружение и отображение тех случаев, когда контролируемые сигналы имеют 12-цикловую, 24-цикловую или совсем другую структуру сверхцикла.

4.4 Блокировка/установка на ноль отображающих устройств

Визуальное отображение каждого из состояний отказа, определяемых в § 3.1, должно сохраняться до выполнения ручного сброса.

5 Самодиагностика контрольного прибора

5.1 Дополнительно должна предусматриваться внутренняя система самодиагностики, обеспечивающая проверку работоспособности прибора.

6 Интерфейс для дистанционного управления и передачи результатов измерений

6.1 В качестве дополнительной возможности должен предусматриваться интерфейс для дистанционного управления прибором контроля циклового синхросигнала и для передачи результатов измерений. Шина интерфейса, если она имеется, должна соответствовать одному из следующих документов:

- a) ANSI/IEEE Std 488-1978 [8]
- b) МЭК, Публикация 625 [9]
- c) ANSI/EIA-232-D-1986 [10].

Указанные выше параметры должны соблюдаться при работе прибора в условиях внешней среды, определяемых в § 2.1 Рекомендации О.3.

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Синхронные структуры циклов для первичного и вторичного иерархических уровней", том III, Рек. G.704.
- [2] Рекомендация МККТТ "Физические и электрические характеристики цифровых стыков", том III, Рек. G.703.
- [3] Рекомендация МККТТ "Цифровые защищенные контрольные точки", том III, Рек. G.772.
- [4] Рекомендация МККТТ "Нормирование дрожания и дрейфа фазы в цифровых сетях, основанных на иерархии 1544 кбит/с", том III, Рек. G.824.
- [5] Рекомендация МККТТ "Процедуры цикловой синхронизации и циклического контроля по избыточности (CRC), относящиеся к основным структурам циклов, определяемых в Рекомендации G.704", том III, Рек. G.706.
- [6] Рекомендация МККТТ "Характеристики аппаратуры первичной системы ИКМ со скоростью передачи 1544 кбит/с", том III, Рек. G.733.
- [7] Рекомендация МККТТ "Показатель ошибок в международном цифровом соединении, устанавливаемом в цифровой сети с интеграцией служб (ЦСИС)", том III, Рек. G.821.
- [8] Норма ANSI/IEEE Std 488-1978, "IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation".
- [9] Публикация МЭК 625 "Система интерфейса для программируемой измерительной аппаратуры (бит-параллельного, байт-последовательного)".
- [10] Норма ANSI/EIA-232-D-1986, "Interface between Data Terminal Equipment and Data Circuit Terminating Equipment employing Serial Binary Data Interexchange".

Рекомендация О.171

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ФАЗОВОГО ДРОЖАНИЯ ТАКТОВОЙ ЧАСТОТЫ В ЦИФРОВОМ ОБОРУДОВАНИИ¹⁾

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

1 Введение

1.1 Общие положения

1.1.1 Описываемый ниже прибор будет использоваться для измерений фазового дрожания тактовой частоты в цифровом оборудовании. Данный прибор, включающий в себя схему измерения фазового дрожания и генератор испытательных сигналов, схематически представлен на рис. 1/О.171. В настоящей Рекомендации приведены основные характеристики прибора, но не рассматриваются его структурное выполнение, которое должно определяться разработчиком и пользователем. Для выполнения некоторых видов измерений требуется также измеритель коэффициента ошибок.

¹⁾ См. дополнение № 3.8, помещенное в конце настоящего выпуска.



Примечание. – Источник модуляции, служащий для проверки на соответствие Рекомендациям серии G.700, может размещаться внутри тактового генератора и/или внутри генератора испытательных последовательностей. Этот источник может также устанавливаться отдельно.

РИСУНОК 1/О.171

Принципиальная схема устройства для измерения фазового дрожания тактовой частоты

1.1.2 Некоторые требования настоящей спецификации являются временными, что оговаривается в каждом отдельном случае.

1.1.3 Рекомендуется знакомиться с настоящей Рекомендацией, одновременно обращаясь к Рекомендации G.823 [2].

1.2 Стыки

1.2.1 Прибор должен обеспечивать измерения на одной или нескольких из следующих скоростей передачи и на следующих стыках, определяемых в соответствующих параграфах Рекомендации G.703 [1]. При этом для всех указанных скоростей сигнал, подаваемый на вход схемы измерения фазового дрожания, должен представлять собой импульс номинальной прямоугольной формы. Сигналы с другой формой могут быть причиной помех между символами, что оказывает нежелательное влияние на точность измерения.

- a) 64 кбит/с²⁾;
- b) 1544 кбит/с;
- c) 6312 кбит/с;
- d) 2048 кбит/с;
- e) 8448 кбит/с;
- f) 32 064 кбит/с;
- g) 44 736 кбит/с;
- h) 34 368 кбит/с;
- i) 139 264 кбит/с.

1.2.2 Схема измерения фазового дрожания должна обеспечивать дополнительную возможность выполнения измерений на выходе задающего генератора, если такой выход предусматривается в цифровом оборудовании.

²⁾ Ссылки на скорость 64 кбит/с относятся к сонаправленному стыку. Предельные значения для других стыков на 64 кбит/с изучаются.

1.3 Входные полные сопротивления

1.3.1 Затухание несогласованности измерительной схемы и источника сигналов должно быть лучше 20 дБ³⁾ при наличии условий, указанных в таблице 1/О.171.

ТАБЛИЦА 1/О.171

Условия измерения затухания несогласованности

Скорость передачи кбит/с	Условия измерения	
64	Активное сопротивление 120 Ом	От 3 кГц до 300 кГц
1544	Активное сопротивление 100 Ом	От 20 кГц до 1,6 МГц
2048	Активное сопротивление 75/120/130 Ом	От 40 кГц до 2,5 МГц
6312	Активное сопротивление 75/110 Ом	От 100 кГц до 6,5 МГц
8448	Активное сопротивление 75 Ом	От 100 кГц до 10 МГц
32 064	Активное сопротивление 75 Ом	От 500 кГц до 40 МГц
34 368	Активное сопротивление 75 Ом	От 500 кГц до 40 МГц
44 736	Активное сопротивление 75 Ом	От 500 кГц до 50 МГц
139 264	Активное сопротивление 75 Ом	От 7 МГц до 210 МГц

2 Генератор испытательных последовательностей

Испытание цифрового оборудования может проводиться с использованием цифрового сигнала, имеющего или не имеющего фазовое дрожание. Для выполнения этого измерения необходимы генератор испытательных последовательностей, генератор тактовой частоты и источник модуляции, которые представлены на рис. 1/О.171.

2.1 Источник модуляции

Источник модуляции служит для проверки на соответствие Рекомендациям серии G.700. Он может размещаться внутри тактового генератора и/или внутри генератора испытательных последовательностей или устанавливаться отдельно. В настоящей Рекомендации предполагается, что источник модуляции является синусоидным.

³⁾ При скорости передачи 1544 кбит/с затухание несогласованности источника сигналов составит: в полосе частот от 20 до 500 кГц - ≥ 14 дБ и в полосе частот от 500 кГц до 1,6 МГц - ≥ 16 дБ.

2.2 Генератор тактовой частоты

2.2.1 Должна предусматриваться возможность фазовой модуляции тактового генератора с помощью источника модуляции и возможность индикации фазового отклонения при полном размахе амплитуды модулируемого сигнала.

Генерируемое фазовое дрожание при полном размахе амплитуды и модулирующие частоты должны отвечать требованиям, указанным на рис. 2/О.171 и в таблице 2/О.171.

2.2.2 Чувствительность тактового генератора на входе источника модуляции должна иметь следующие минимальные значения:

- а) 2 В полного размаха на нагрузке 600 Ом для скоростей передачи, не превышающих 8448 кбит/с;
- б) 1 В полного размаха на нагрузке 75 Ом для скоростей передачи, не превышающих 139 264 кбит/с.

2.2.3 Минимальный выходной уровень модулированного тактового сигнала и внешнего эталонного хронизирующего сигнала должен составлять 1 В полного размаха на нагрузке 75 Ом.

2.2.4 Точность тактового генератора

Требования, касающиеся точности, еще находятся в стадии изучения.

2.3 Генератор испытательных последовательностей

Измеритель фазового дрожания обычно используется с любым генератором испытательных последовательностей при условии, что этот генератор имеет указанные ниже характеристики.

Примечание. — В случае подачи испытательных сигналов на вход цифрового демультимплексора, эти сигналы должны содержать цикловый синхросигнал и биты управления выравниванием. Существуют и другие методы измерения, не требующие добавления циклового синхросигнала или битов управления выравниванием.

2.3.1 Испытательные последовательности

Генератор испытательных последовательностей должен вырабатывать следующие испытательные последовательности:

Примечание. — Для измерений фазового дрожания в цифровых линейных системах и на цифровых линейных участках могут потребоваться более длинные псевдослучайные последовательности [1].

2.3.1.1 Для скорости 64 кбит/с используется псевдослучайная последовательность, длина которой равна $2^{11} - 1$ битов и соответствует Рекомендации О.152; кодирование соответствует § 1.2.1 Рекомендации G.703 [1].

2.3.1.2 Для скоростей передачи 1544, 6312 и 44 736 кбит/с используются псевдослучайные последовательности длиной $2^{16} - 1$, $2^{20} - 1$ и $2^{23} - 1$ битов, соответствующие § 2 Рекомендации О.151.

Примечание. — Псевдослучайная последовательность длиной $2^{20} - 1$ находится в стадии изучения.

2.3.1.3 Для скоростей передачи 2048, 8448 и 32 064 кбит/с используется псевдослучайная последовательность длиной $2^{16} - 1$ битов, соответствующая § 2.1 Рекомендации О.151.

2.3.1.4 Для скоростей передачи 34 368 и 139 264 кбит/с используется псевдослучайная последовательность длиной $2^{23} - 1$ битов, соответствующая § 2.2 Рекомендации О.151.

2.3.1.5 Для использования на всех скоростях передачи: повторяющаяся последовательность 1000 1000.

2.3.1.6 В качестве дополнительной возможности и для использования на всех скоростях передачи:

- а) две произвольно программируемых 8-разрядных последовательности, которые могут чередоваться с небольшой частотой, например от 10 до 100 Гц;
- б) произвольно программируемая 16-разрядная последовательность,

2.3.2 Погрешности генератора

Подобная спецификация характеристик генератора испытательных последовательностей в настоящее время изучается для ее приведения в соответствие со спецификацией схемы измерения фазового дрожания.

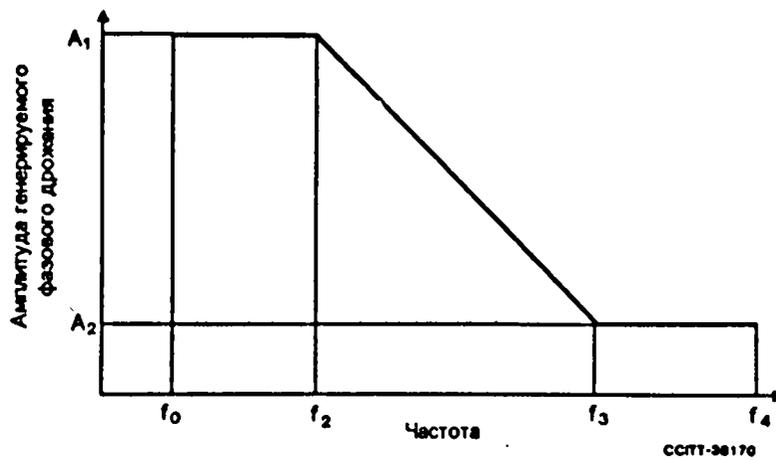


РИСУНОК 2/О.171

Амплитуда генерируемого фазового дрожания
в зависимости от частоты фазового дрожания

ТАБЛИЦА 2/О.171

Амплитуда генерируемого фазового дрожания в зависимости от частоты фазового дрожания

Скорость передачи (кбит/с)	A_1 : минимальное значение генерируемого фазового дрожания на частотах $f_0 - f_2$	A_2 : минимальное значение фазового дрожания на частотах $f_3 - f_4$
64	5,0 ЕИ на частотах 2–600 Гц	0,5 ЕИ на частотах 6–10 кГц
1 544	10,0 ЕИ на частотах 2–200 Гц	0,5 ЕИ на частотах 4–40 кГц
2 048	10,0 ЕИ на частотах 2–2400 Гц	0,5 ЕИ на частотах 45–100 кГц
6 312	10,0 ЕИ на частотах 2–1600 Гц	0,5 ЕИ на частотах 32–160 кГц
8 448	10,0 ЕИ на частотах 2–400 Гц	0,5 ЕИ на частотах 8,5–400 кГц
32 064	10,0 ЕИ на частотах 2–1600 Гц	0,5 ЕИ на частотах 32–800 кГц
34 368	10,0 ЕИ на частотах 2–1000 Гц	0,5 ЕИ на частотах 20–800 кГц
44 736	16,0 ЕИ на частотах 2–3200 Гц	0,5 ЕИ на частотах 100–4500 кГц
139 264	10,0 ЕИ на частотах 2–500 Гц	0,5 ЕИ на частотах 10–3500 кГц
8 448 (небольшие значения)	10,0 ЕИ на частотах 2 Гц–10,7 кГц	0,5 ЕИ на частотах 200–400 кГц

Примечание 1 к рис. 2/О.171 и к таблице 2/О.171. — Амплитуда фазового дрожания определяется как значение полного размаха, выражаемое в единичных интервалах (ЕИ).

Примечание 2 к рис. 2/О.171 и к таблице 2/О.171. — Частота f_1 находится между частотами f_0 и f_2 (см. рис. 3/О.171 и таблицу 3/О.171); она не определяется, поскольку не имеет значения для спецификации тактового генератора.

3.1 Чувствительность на входе

Схема измерения фазового дрожания должна работать правильно при наличии следующих условий на входе:

- а) выходные параметры оборудования соответствуют Рекомендации G.703 [1];
- б) схема измерения фазового дрожания должна обеспечивать также измерения в защищенных испытательных точках цифрового оборудования. Следовательно, необходимо ввести дополнительное усиление в 30 дБ (40 дБ) для компенсации плоской характеристики затухания в контрольных точках, уже предусматриваемых на некоторых видах оборудования.

Примечание 1. — Для аппаратуры, работающей на стыке 1544 кбит/с, может предусматриваться дополнительное усиление, равное 40 дБ.

Примечание 2. — В настоящее время изучается влияние дополнительного усиления 40 дБ и затухания кабеля в зависимости от частоты на точность измерения.

3.2 Пределы измерения

3.2.1 Схема измерения фазового дрожания должна обеспечивать измерение полного размаха фазового дрожания. Измерительные пределы определяются по выбору, однако для обеспечения совместимости амплитудно-частотная характеристика этой схемы должна соответствовать требованиям, указанным на рис. 3/О.171 и в таблице 3/О.171, где f_1 — f_4 являются частотами, определяющими измеряемые частоты фазового дрожания.

3.2.2 Для измерения полного размаха фазового дрожания необходимо также регистрировать число превышений данного порога фазового дрожания (который может выбираться) и продолжительность этих превышений. Должна предусматриваться возможность регистрации этих значений с помощью внешнего или встроенного счетчика, которым измерительный прибор снабжается по требованию.

3.2.3 Должна предусматриваться возможность установки порога, о котором идет речь в § 3.2.2, на любое значение в пределах измерительного диапазона схемы измерения фазового дрожания.

3.2.4 Предусматривается дополнительная возможность измерения среднеквадратического значения фазового дрожания, что позволяет измерять 3,0 единичных интервала (ЕИ) на частотах фазового дрожания до f_2 и 0,15 ЕИ на частотах фазового дрожания между f_2 и f_4 (см. рис. 3/О.171 и таблицу 3/О.171). Предусматриваемые измерительные диапазоны являются дополнительными.

3.2.5 В том случае, когда дополнительные возможности, о которых идет речь в § 3.2.4, не предусматриваются, для измерения среднеквадратических значений с помощью внешнего измерителя может быть использован аналоговый выход.

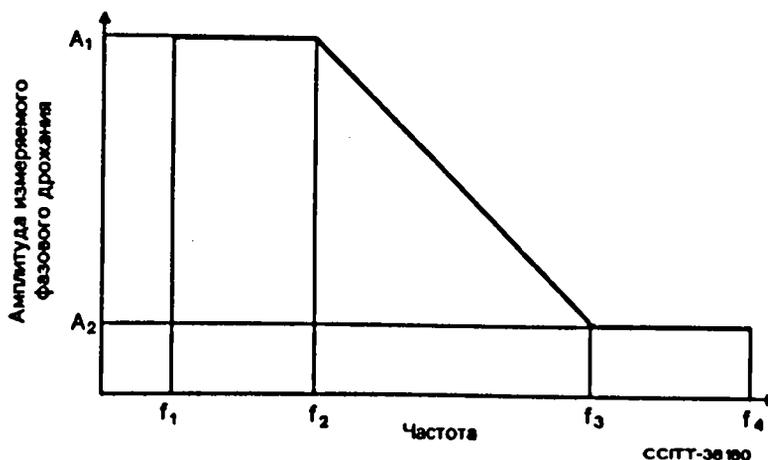


РИСУНОК 3/О.171

Амплитуда измеряемого фазового дрожания в зависимости от частоты фазового дрожания

ТАБЛИЦА 3/О.171

Амплитуда измеряемого фазового дрожания в зависимости от частоты фазового дрожания

Скорость передачи кбит/с	A_1 : максимальное значение измеряемого фазового дрожания на частотах f_1-f_2	A_2 : максимальное значение фазового дрожания на частотах f_3-f_4
64	5,0 ЕИ на частотах 20–600 Гц	0,5 ЕИ на частотах 6–10 кГц
1 544	10,0 ЕИ на частотах 10–200 Гц	0,3 ЕИ на частотах 7–40 кГц
2 048	10,0 ЕИ на частотах 20–2400 Гц	0,5 ЕИ на частотах 45–100 кГц
6 312	10,0 ЕИ на частотах 10–1600 Гц	0,5 ЕИ на частотах 32–160 кГц
8 448	10,0 ЕИ на частотах 20–400 Гц	0,5 ЕИ на частотах 8,5–400 кГц
32 064	10,0 ЕИ на частотах 60–1600 Гц	0,5 ЕИ на частотах 32–800 кГц
34 368	10,0 ЕИ на частотах 100–1000 Гц	0,5 ЕИ на частотах 20–800 кГц
44 736	16,0 ЕИ на частотах 10–3200 Гц	0,5 ЕИ на частотах 100–4500 кГц
139 264	10,0 ЕИ на частотах 200–500 Гц	0,5 ЕИ на частотах 10–3500 кГц
8 448 (небольшое значения Q)	10,0 ЕИ на частотах 20 Гц–10,7 кГц	0,5 ЕИ на частотах 200–400 кГц

Примечание к рис. 3/О.171 и к таблице 3/О.171. – Амплитуда фазового дрожания определяется как значение полного размаха, выражаемое в единичных интервалах (ЕИ).

3.3 Ширина измерительной полосы

3.3.1 Основной вариант схемы измерения фазового дрожания должен включать в себя фильтры, служащие для ограничения полосы частот фазового дрожания, измеряемого на различных скоростях передачи. Должны предусматриваться дополнительные фильтры для еще большего ограничения ширины полосы частот при измерении некоторых спектров фазового дрожания (определяемых в Рекомендациях серии G.700) и для других целей. Эти дополнительные фильтры могут устанавливаться как внутри, так и вне схемы измерения фазового дрожания. Они должны подключаться между фазовым детектором и измерительным устройством. Ширина частотной полосы схемы измерения фазового дрожания и характеристики фильтров должны соответствовать таблице 4/О.171.

3.3.2 Частотная характеристика схемы измерения фазового дрожания и фильтров

Характеристики всех фильтров в пределах их полосы пропускания должны обеспечивать соблюдение требований, предъявляемых к точности схемы измерения фазового дрожания.

На частотах ниже точки на уровне 3 дБ затухание вследствие фильтрации верхних частот должно быть большим или равным 20 дБ на декаду.

На частотах выше точки на уровне 3 дБ затухание вследствие фильтрации нижних частот должно быть большим или равным 60 дБ на декаду.

Однако максимальное затухание фильтров должно составлять не менее 60 дБ.

Примечание. – Влияние несинусоидального фазового дрожания на характеристики фильтров еще находится в стадии изучения.

ТАБЛИЦА 4/О.171

Полосы частот для измерения фазового дрожания и частоты среза фильтров верхних частот

Скорость передачи (кбит/с)	Ширина полосы частот для измерения фазового дрожания				Точка на уровне 3 дБ дополнительных фильтров	
	нижняя точка на уровне 3 дБ (Гц)	(Гц)	(кГц)	(верхняя точка на уровне 3 дБ)	Фильтр верхних частот № 1	Фильтр верхних частот № 2
64	2	20	10	< 20	20 Гц	3 кГц
1 544	2	10	40	< 80	10 Гц	8 кГц
2 048	2	20	100	< 200	20 Гц	700 Гц 18 кГц
6 312	2	10	160	< 320	10 Гц 60 Гц	24 кГц 32 кГц
8 448	2	20	400	< 800	20 Гц	3 кГц 80 кГц
32 064	2	60	800	< 1600	60 Гц	160 кГц
34 368	2	100	800	< 1600	100 Гц	10 кГц
44 736	2	10	4500	< 9000	10 Гц	900 кГц
139 264	2	200	3500	< 7000	200 Гц	10 кГц

Примечание 1. — Точность прибора определяется между частотами f_1 и f_4 .

Примечание 2. — Два значения определяются для фильтра верхних частот № 1 на скорости 6312 кбит/с и для фильтра верхних частот № 2 на скоростях 2048, 6312 и 8448 кбит/с.

3.4 Точность измерения

3.4.1 Общие положения

Измерительная точность схемы измерения фазового дрожания зависит от нескольких факторов, в частности, от систематической собственной ошибки, от частотной характеристики и от погрешности цепей внутренней эталонной тактовой частоты (эта погрешность зависит от испытательной последовательности). К этому добавляется погрешность самого показания результата измерения.

Суммарная погрешность при частоте фазового дрожания 1 кГц (без учета погрешности, обусловленной частотной характеристикой) должна составлять менее

$$\pm 5\% \text{ от снимаемого показания } \pm X \pm Y,$$

где X — систематическая ошибка, указываемая в таблице 5/О.171, и Y — погрешность в 0,01 ЕИ полного размаха (среднеквадратическое значение: 0,002 ЕИ), которая появляется при работе с выделением внутренней тактовой частоты.

3.4.2 Систематическая ошибка

В случае использования скоростей передачи системы и указанных испытательных последовательностей систематическая ошибка (если она измеряется на какой-либо частоте фазового дрожания в пределах между частотами f_1 и f_2 рис. 3/О.171) должна соответствовать значениям, приведенным в таблице 5/О.171.

3.4.3 Значение ошибки на других частотах

На частотах фазового дрожания между f_1 и f_2 на других частотах, исключая частоту 1 кГц, ошибка, которая добавляется к ошибке, определяемой в § 3.4.1, должна соответствовать значениям, указанным в таблице 6/О.171.

Примечание. — Приведенные в § 3.4 предельные значения точности схемы измерения фазового дрожания являются временными и требуют дополнительного изучения.

ТАБЛИЦА 5/О.171

Систематическая ошибка при измерениях фазового дрожания

Скорость передачи (кбит/с)	Значения фазового дрожания в ЕИ для данных последовательностей					
	1000 1000		Псевдослучайная последовательность ^{а)}		Только единицы или вход тактового генератора	
	полного размаха	средне-квадратическое	полного размаха	средне-квадратическое	полного размаха	средне-квадратическое
64	0,005	0,002	0,025	0,004	0,004	0,001
1 544	< 0,005	< 0,002	< 0,025	< 0,004	< 0,004	< 0,001
2 048	< 0,005	< 0,002	< 0,025	< 0,004	< 0,004	< 0,001
6 312	< 0,005	< 0,002	< 0,025	< 0,004	< 0,004	< 0,001
8 448	< 0,005	< 0,002	< 0,025	< 0,004	< 0,004	< 0,001
32 064	изучается					
34 368	< 0,025	< 0,01	< 0,055	< 0,015	< 0,02	< 0,01
44 736	изучается					
139 264	< 0,03	< 0,015	< 0,085	< 0,02	< 0,025	< 0,015

ТАБЛИЦА 6/О.171

Ошибка, обусловленная частотной характеристикой

Скорость передачи (кбит/с)	Ширина полосы измерения		Дополнительная ошибка по отношению к ошибке на частоте 1 кГц
	f_1 (Гц)	f_2 (кГц)	
64	20	10	От $\pm 2\%$ 20 Гц до 600 Гц От $\pm 3\%$ 600 Гц до 10 кГц
1 544	10	40	От $\pm 4\% f_1$ до 1 кГц; от $\pm 2\%$ до f_2
2 048	20	100	От $\pm 2\% f_1$ до f_2
6 312	10	160	От $\pm 4\% f_1$ до 1 кГц; от $\pm 2\%$ до f_2
8 448	20	400	От $\pm 2\% f_1$ до 300 кГц От $\pm 3\%$ 300 Гц до f_2
32 064	60	800	От $\pm 2\%$ 60 Гц до 300 кГц
34 368	100	800	От $\pm 3\%$ 300 кГц до f_2
44 736	10	4500	От $\pm 4\%$ 10 Гц до 200 Гц От $\pm 2\%$ 200 Гц до 300 кГц От $\pm 3\%$ 300 кГц до 1 МГц
139 264	200	3500	От $\pm 5\%$ 1 МГц до 3 МГц $\pm 10\%$ > 3 МГц

3.5 Дополнительные возможности

3.5.1 Аналоговый выход

Схема измерения фазового дрожания должна вырабатывать аналоговый выходной сигнал, позволяющий выполнять измерения за пределами этой схемы.

3.5.2 Эталонный хронизирующий сигнал

Необходимо предусматривать эталонный хронизирующий сигнал для фазового детектора. Для измерений по всей цепи этот сигнал может быть получен в схеме измерения фазового дрожания с помощью любой входной последовательности. Для измерений по шлейфу он может генерироваться соответствующим тактовым генератором.

4 Рабочие условия

Указанные выше электрические параметры должны соблюдаться при работе прибора в условиях окружающей среды, определяемых в § 2.1 Рекомендации О.3.

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Физические и электрические характеристики цифровых стыков", том III, Рек. G.703.
- [2] Рекомендация МККТТ "Нормирование дрожания и дрейфа фазы в цифровых сетях, основанных на иерархии 2048 кбит/с", том III, Рек. G.823.

ЧАСТЬ II

ДОПОЛНЕНИЯ К РЕКОМЕНДАЦИЯМ СЕРИИ О

(Раздел 3 дополнений к Рекомендациям серий М, N и О)

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

3 Требования к измерительной аппаратуре

Дополнение № 3.1

ТРЕБОВАНИЯ К ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ПРИБОРАМ – ГЕНЕРАТОРЫ СИНУСОИДАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ¹⁾

(Женева, 1972 г.; изменено в Мельбурне в 1988 г.)

А. *Универсальные генераторы синусоидальных сигналов с прямым отсчетом и с плавной регулировкой (без качания частоты)*

В таблице 1 содержатся требования, касающиеся основных характеристик универсальных генераторов синусоидальных сигналов с прямым отсчетом и с плавной регулировкой.

В случае необходимости применения дискретных частот их номинальные, соответствующие международным нормам значения для каналов телефонного типа можно найти в Рекомендации М.580 и для каналов звукового вещания — в Рекомендации N.21.

В. *Универсальные приборы с прямым отсчетом для широкополосного или избирательного измерения уровня (без качания частоты и без фиксированных частот)*

В таблице 2 содержатся требования, касающиеся основных характеристик универсальных приборов с прямым отсчетом для широкополосного или избирательного измерения уровня.

Примечание. — Рекомендуется соблюдать требования, приведенные в § 8 Рекомендации O.22 для частотных генераторов и приборов для измерения уровня, используемых в каналах телефонного типа.

¹⁾ Для облегчения пользования данной Книгой это дополнение, взятое из тома IV.2 Зеленой книги МККР (МСЭ, Женева, 1973 г.), публикуется повторно.

ТАБЛИЦА 1

Требования к основным характеристикам генераторов синусоидальных сигналов
(без качения частоты)

1	2	3	4	5
<p>Частота</p> <p>а) диапазон</p> <p>б) точность первоначальной настройки, без частотомера, при 20° С и при номинальном напряжении питания</p> <p>с) стабильность</p> <ul style="list-style-type: none"> — в течение часа, при 20° С и при номинальном напряжении питания — на 10° С в пределах заданного температурного диапазона и при номинальном напряжении питания (примечание) — при отклонении напряжения питания на 10% и при 20° С <p>Уровень на выходе</p> <p>а) диапазон</p> <p>б) точность при 0 дБм (0 дНм), на эталонной частоте, при 20° С и при номинальном напряжении питания</p> <p>с) точность при любом уровне и на любой частоте в пределах диапазона</p> <p>д) стабильность</p> <ul style="list-style-type: none"> — в течение часа, при 20° С и при номинальном напряжении питания — на 10° С в пределах заданного температурного диапазона и при номинальном напряжении питания (примечание) — при отклонении напряжения питания на 10% и при 20° С <p>Чистота сигнала на выходе</p> <p>Отношение суммарной выходной мощности к мощности мешающих сигналов (шум, гармонические и негармонические частоты)</p> <p>Выходное полное сопротивление</p> <p>а) номинальное значение (при необходимости могут устанавливаться и другие значения)</p> <p>б) затухание несогласованности по отношению к номинальному значению</p> <p>с) асимметрия по отношению к земле (при необходимости)</p>	<p>От 200 Гц до 4 кГц ± 1% ± 1 Гц</p> <p>± 1%</p> <p>± 0,1%</p> <p>± 0,5%</p> <p>От +10 до -40 дБм От +12 до -45 дНм ± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)</p> <p>± 0,5 дБ (± 0,6 дНп)</p> <p>± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)</p> <p>± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)</p> <p>± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)</p> <p>не менее 40 дБ (46 дНп)</p> <p>600 Ом (симметричный выход)</p> <p>не менее 30 дБ (35 дНп)</p> <p>не менее 40 дБ (46 дНп)</p>	<p>От 30 Гц до 20 кГц ± 1% ± 1 Гц</p> <p>± 2%</p> <p>± 0,1%</p> <p>± 0,5%</p> <p>От +20 до -40 дБм От +23 до -45 дНм ± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)</p> <p>± 0,5 дБ (± 0,6 дНп)</p> <p>± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)</p> <p>± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)</p> <p>± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)</p> <p>не менее 50 дБ (57 дНп)</p> <p>600 Ом (симметричный выход) или не свыше 6 Ом (симметричный выход) для методов с использованием постоянного напряжения</p> <p>не менее 30 дБ (35 дНп)</p> <p>не менее 60 дБ (70 дНп)</p>	<p>От 4 до 1400 кГц ниже 120 кГц ± 0,2% ± 100 Гц на частоте 1200 кГц и выше: ± 0,2% ± 1 кГц</p> <p>± 0,01% ± 250 Гц</p> <p>± 0,01% ± 250 Гц</p> <p>± 0,05% ± 250 Гц</p> <p>От +10 до -60 дБм От +12 до -70 дНм ± 0,2 дБ (± 0,2 дНп)</p> <p>± 0,5 дБ (± 0,6 дНп)</p> <p>± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)</p> <p>± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)</p> <p>± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)</p> <p>не менее 46 дБ (53 дНп)</p> <p>75 Ом (несимметричный выход) или 150 Ом (симметричный выход) или 600 Ом (симметричный выход)</p> <p>не менее 30 дБ (35 дНп)</p> <p>не менее 40 дБ (46 дНп)</p>	<p>От 60 Гц до 17 МГц ± 0,002% ± 300 Гц</p> <p>± 0,005% ± 250 Гц</p> <p>± 0,002% ± 10 Гц</p> <p>± 0,001% ± 10 Гц</p> <p>От +10 до -60 дБм От +12 до -70 дНм ± 0,2 дБ (± 0,2 дНп)</p> <p>± 0,5 дБ (± 0,6 дНп)</p> <p>± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)</p> <p>± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)</p> <p>± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)</p> <p>не менее 46 дБ (53 дНп)</p> <p>50 или 75 Ом (несимметричный выход)</p> <p>не менее 30 дБ (35 дНп)</p>

Примечание. — Необходимо определять температурные пределы, в которых приборы должны работать нормально. Эти пределы во многом зависят от географического местонахождения.

ТАБЛИЦА 2

Требования к основным характеристикам приборов для широкополосного или избирательного измерения уровня
(без качания частоты и без фиксированных частот)

	Каналы телефонного типа	Каналы звукового вещания	Первичные, вторичные группы и 12-, 60-, 120- и 300-канальные системы	Третичные, четвертичные группы и 900-2700-канальные системы
1	2	3	4	5
Частота				
а) диапазон	От 200 Гц до 4 кГц	от 30 Гц до 20 кГц	От 4 кГц до 1400 кГц	От 60 кГц до 17 МГц
б) номинальная ширина полосы для избирательных измерений (примечание 1)	40 Гц	40 Гц	600 Гц и 4 кГц	600 Гц и 4 кГц
Диапазон уровней на входе				
а) широкополосные приборы	От +20 до -50 дБм От +23 до -58 дНм до -70 дБм (-80 дНм) с пониженной точностью	От +20 до -50 дБм От +23 до -58 дНм до -70 дБм (-80 дНм) с пониженной точностью	От +20 до -50 дБм От +23 до -58 дНм	От +20 до -50 дБм От +23 до -58 дНм
б) избирательные приборы	От +20 до -80 дБм От +23 до -92 дНм	От +20 до -80 дБм От +23 до -92 дНм	От +20 до -90 дБм От +23 до -100 дБм до -110 дБм (-127 дНм) с пониженной точностью	От +20 до -90 дБм От +23 до -100 дБм до -110 дБм (-127 дНм) с пониженной точностью
Точность измерения				
а) при уровне 0 дБм (0 дНм), на эталонной частоте, при 20°С и при номинальном напряжении питания, если прибор снабжен внутренним калибровочным устройством	± 0,2 дБ (± 0,2 дНп)	± 0,2 дБ (± 0,2 дНп)	± 0,2 дБ (± 0,2 дНп)	± 0,2 дБ (± 0,2 дНп)
б) при любом уровне и на любой частоте в пределах диапазона (примечание 2)	± 0,1 дБ (± 0,1 дНп) ± 0,5 дБ (± 0,6 дНп)	± 0,1 дБ (± 0,1 дНп) ± 0,5 дБ (± 0,6 дНп)	± 0,1 дБ (± 0,1 дНп) ± 0,5 дБ (± 0,6 дНп)	± 0,1 дБ (± 0,1 дНп) ± 0,5 дБ (± 0,6 дНп)
Стабильность уровня (примечание 3)				
а) в течение часа, при 20°С и при номинальном напряжении питания	± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)	± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)	± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)	± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)
б) в течение 48 часов, при 20°С и при номинальном напряжении питания	± 0,3 дБ (± 0,4 дНп)	± 0,3 дБ (± 0,4 дНп)	± 0,3 дБ (± 0,4 дНп)	± 0,3 дБ (± 0,4 дНп)
в) на 10°С в пределах заданного температурного диапазона и при номинальном напряжении питания (примечание 4)	± 0,5 дБ (± 0,6 дНп)	± 0,5 дБ (± 0,6 дНп)	± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)	± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)
д) при отклонении напряжения питания на 10% и при 20°С	± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)	± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)	± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)	± 0,1 дБ (± 0,1 дНп)
Уровень мешающих сигналов				
Генерируемые самим прибором и возникающие на входных клеммах по отношению к минимальному допустимому входному уровню, измеряемому на входе	-20 дБ (-23 дНп) или ниже	-20 дБ (-23 дНп) или ниже	-20 дБ (-23 дНп) или ниже	-20 дБ (-23 дНп) или ниже

ТАБЛИЦА 2 (окончание)

	Каналы телефонного типа	Каналы звукового вещания	Первичные, вторичные группы и 12-, 60-, 120- и 300-канальные системы	Третичные, четверичные группы и 900–2700-канальные системы
1	2	3	4	5
<i>Входное полное сопротивление</i>				
а) номинальное значение для измерений в режиме согласованного включения. При необходимости могут устанавливаться и другие значения	600 Ом (симметричный вход)	600 Ом (симметричный вход) или не менее 20×10^3 Ом (симметричный вход) для методов с использованием постоянного напряжения	75 Ом (симметричный вход) или 150 или 600 Ом (симметричный или несимметричный вход)	50 или 75 Ом (несимметричный вход)
б) значение для измерений в режиме параллельного включения	не менее 25×10^3 Ом (симметричный вход)	не менее 20×10^3 Ом	измерения уровня при параллельном подключении не рекомендуются	измерения уровня при параллельном подключении не рекомендуются
в) затухание несогласованности по отношению к номинальному значению (для согласованного подключения)	не менее 30 дБ (35 дНп)	не менее 30 дБ (35 дНп)	не менее 30 дБ (35 дНп)	не менее 30 дБ (35 дНп)
г) асимметрия по отношению к земле при согласованном или параллельном подключении	не менее 40 дБ (46 дНп)	не менее 60 дБ (70 дНп)	не менее 40 дБ (46 дНп)	
<i>Затухание комбинационной частоты</i>	не менее 50 дБ (58 дНп)	не менее 50 дБ (58 дНп)	не менее 60 дБ (70 дНп)	не менее 60 дБ (70 дНп)

Примечание 1. — Характеристики номинальной полосы для избирательных измерений должны определяться достаточно подробно.

Примечание 2. — Хотя было определено, что эффективное затухание несогласованности входного сопротивления не должно превышать 30 дБ (35 дНп), регулировка прибора (подключенного к генератору с таким же номинальным значением) должна обеспечивать индикацию уровня, наблюдаемого на клеммах сопротивления, при затухании несогласованности не менее 40 дБ (46 дНп) по отношению к номинальному значению.

Примечание 3. — Нормы стабильности определяются с учетом влияния частотного отклонения любого генератора, входящего в избирательный измерительный прибор.

Примечание 4. — Необходимо определять температурные пределы, в которых приборы должны работать нормально. Эти пределы во многом зависят от географического местонахождения.

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ШУМА В КАНАЛАХ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

(См. стр. 534 тома IV.2 *Зеленой книги*)

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛЮМЕТРОВ

(См. стр. 548 тома IV.2 *Зеленой книги*; дополнительные сведения по данному вопросу приводятся в Рекомендации O.51)

**КРИТЕРИИ ДЛЯ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ
ИСКАЖЕНИЙ КВАНТОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ**

(См. стр. 85 тома IV.2 *Оранжевой книги*)

(Упразднено. Заменено Рекомендацией O.6)

**УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ПЕРЕХОДНОГО ЗАТУХАНИЯ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ,
ОРГАНИЗУЕМЫХ ПО КОАКСИАЛЬНЫМ ПАРАМ**

(Мельбурн, 1988 г.)

(Данные, представленные Администрацией связи СССР)

1 Введение

Настоящее дополнение содержит описание метода, а также основные характеристики устройства контроля переходного затухания. Это устройство предназначено для дистанционного обнаружения промежуточных усилителей с пониженной защищенностью от переходной помехи на ближнем конце в системах передачи по коаксиальным парам.

Устройство измеряет время прохождения сигналов переходной помехи на ближнем конце, поступающих от нескольких промежуточных усилителей. Измеряя время прохождения испытательного сигнала с целью определения расстояния до усилителя и амплитуду полученного сигнала, можно определить искомый усилитель и его защищенность от переходной помехи на ближнем конце.

Временная фильтрация (корреляционная обработка) обеспечивает выделение испытательного сигнала на фоне шума и прочих сигналов, поступающих от других усилителей. В качестве испытательного сигнала рекомендуется использовать специальный сигнал с достаточно узкой корреляционной функцией. В устройстве применяется синусоидальный испытательный сигнал, модулируемый по фазе с помощью псевдослучайной последовательности (ПСП) (фазоманипулированный сигнал).

На рис. 1 и 2 приведены упрощенная схема и частотная диаграмма рассматриваемого устройства.

Фазовая модуляция синусоидального сигнала f_1 , поступающего от генератора (G1), с помощью сигнала, вырабатываемого генератором ПСП (G2), осуществляется в модуляторе (M1); спектр полученного таким образом сигнала не имеет составляющей f_1 (подавляемой более, чем на 54 дБ). Модулирующий и испытательный сигналы показаны на рис. 3, а спектр модулирующего сигнала представлен на рис. 4. Испытательный сигнал, модулируемый по фазе в полосе $f_{2M} - f_{KM}$, формируется в модуляторе (M3). В качестве несущей частоты используется сигнал, вырабатываемый кварцевым генератором, на одной из частот в полосе $f_2 - f_K$, выбранной в спектре измеряемых систем передачи. Испытательный сигнал частоты $f_{KM} = f_K \pm f_{1M}$ и f_{1M} не содержит центральной спектральной составляющей. Сигнал f_{KM} подается на вход влияющего тракта.

Сигнал переходной помехи, поступающий с выхода тракта обратного направления (тракта, подверженного влиянию), подается на вход устройства контроля, затем преобразуется в модуляторе M4. После этого сигнал f_{1M} подается на вход фазового детектора M2. Сигнал ПСП от G2, смещенный на временной интервал Δt по отношению к модулирующему сигналу в линии задержки D1, подается на другой вход фазового детектора M2. Если заранее установленный временной интервал совпадает с временем прохождения сигнала переходной помехи в измеряемой линии по отношению к испытательному сигналу на выходе устройства, то на выходе M2 получают одночастотный синусоидальный сигнал f_1 , при этом уровень полученного сигнала измеряется избирательным измерителем уровня (ИИУ). Если заданное значение Δt не совпадает с временем прохождения переходного сигнала, поступающего с линии, то на входе и выходе фазового детектора M2 получают сигнал, спектр которого не содержит частоты f_1 . Изменяя значение задержки в D1, то есть осуществляя настройку на сигнал переходной помехи, поступающий от различных усилителей контролируемого тракта, проводят дистанционное измерение переходного затухания всех промежуточных усилителей.

Выбор параметров испытательного сигнала удобно осуществлять с использованием функции автокорреляции $R(t)$ выбранного сигнала (см. рис. 5). С этой целью выполняется оценка на двух уровнях $R(t)$: $R(t) < 0,1$, соответствующем области низкой корреляции, и $R(t) = 0,607$, ограничивающем область высокой корреляции.

Разрешение между двумя смежными сигналами практически возможно, если временной сдвиг между ними находится вне области высокой корреляции. Поэтому выбор длительности τ элементарного импульса ПСП зависит от минимального сдвига Δt_{\min} сигнала переходной помехи от двух смежных усилителей, то есть:

$$\tau = \Delta t_{\min} = \frac{2l_{RS}}{V},$$

где

l_{RS} — минимальное расстояние между смежными усилителями

V — скорость прохождения электромагнитной волны в кабеле.

Длительность τ импульса в устройстве зависит от частоты генератора масштаба и может регулироваться применительно к нескольким типам кабеля с различными значениями скорости прохождения. Эта регулировка осуществляется путем изменения частоты генератора масштаба.

Период повторения псевдослучайной последовательности должен обеспечивать однозначность результатов измерений, то есть время между двумя соседними максимальными значениями автокорреляционной функции должно превышать время прохождения сигнала по контролируемому тракту l_{ST} в обоих направлениях передачи:

$$T > \frac{2l_{ST}}{V}.$$

При определении минимального шага линии задержки D_1 учитывается допустимая погрешность настройки на максимум функции автокорреляции; этот шаг может быть равен $0,1 \tau$ (погрешность не более 5%). Максимальное значение задержки в D_1 зависит от длины контролируемого участка линии l_{ST} , то есть от времени прохождения сигнала по линии в обоих направлениях передачи:

$$t_{D1} > \frac{2l_{ST}}{V}$$

Для измерения уровней переходной помехи, соответствующих не только пониженному, но и нормальному переходному затуханию промежуточных усилителей, необходимо предусмотреть достаточно узкую (0,1–0,3 Гц) полосу пропускания контрольного устройства, чтобы отделить испытательный сигнал от шумового сигнала. Такая полоса пропускания может быть реализована с помощью синхронно-фазового фильтра.

3 Основные технические параметры прибора, предназначенного для систем передачи, работающих на частотах ниже 18 МГц

3.1 Общие характеристики

3.1.1	Максимальная длина контролируемого участка	400 км
3.1.2	Минимальное расстояние между контролируемыми промежуточными усилителями	1,0 км
3.1.3	Минимальный шаг установки расстояния до контролируемого промежуточного усилителя	0,1 км
3.1.4	Номинальные несущие частоты испытательного сигнала	0,37; 1,1; 4,4; 7,9; 17,25 МГц
3.1.5	Минимальный измеряемый уровень	–120 дБ
3.1.6	Продолжительность определения неисправного промежуточного усилителя (при максимальном числе усилителей на контролируемом участке до 70)	20 мин

3.2 Другие технические характеристики

3.2.1	Число элементарных импульсов в псевдослучайной последовательности (ПСП) для фазовой модуляции испытательного сигнала	$2^9 - 1 = 511$
3.2.2	Период повторения ПСП	4,2 мс
3.2.3	Диапазон изменения уровня испытательного сигнала	от –59 до 0 дБ
3.2.4	Частота генератора масштаба	от 2,4 до 2,5 МГц
3.2.5	Диапазон измерения уровней	от –120 до –50 дБ
3.2.6	Полоса пропускания приемной части (на уровне 3 дБ)	0,3; 3 Гц
3.2.7	Шаг регулировки задержки	83,3 мкс (10 км) 8,3 мкс (1 км) 0,8 мкс (0,1 км)
3.2.8	Уменьшение показания индикатора приемника, соответствующего максимальному значению при изменении сдвига ПСП на 24,9 мкс (3 км)	более 40 дБ
3.2.9	Погрешность измерения в диапазоне “–100 дБ” на отметке шкалы 0 дБ	менее ± 1 дБ

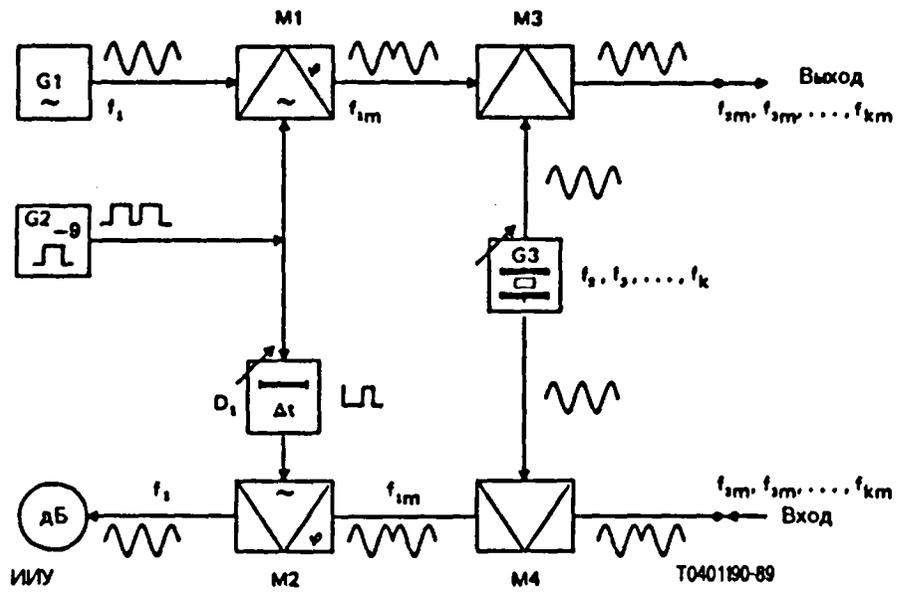


РИСУНОК 1

Упрощенная схема устройства контроля переходного затухания

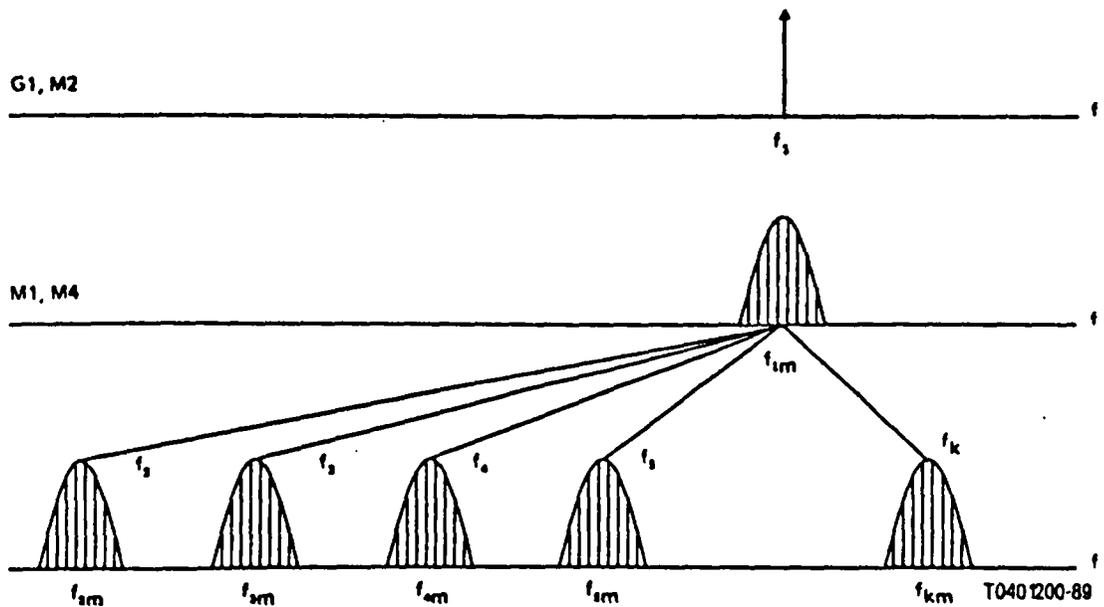


РИСУНОК 2

Частотная диаграмма измерителя переходного затухания

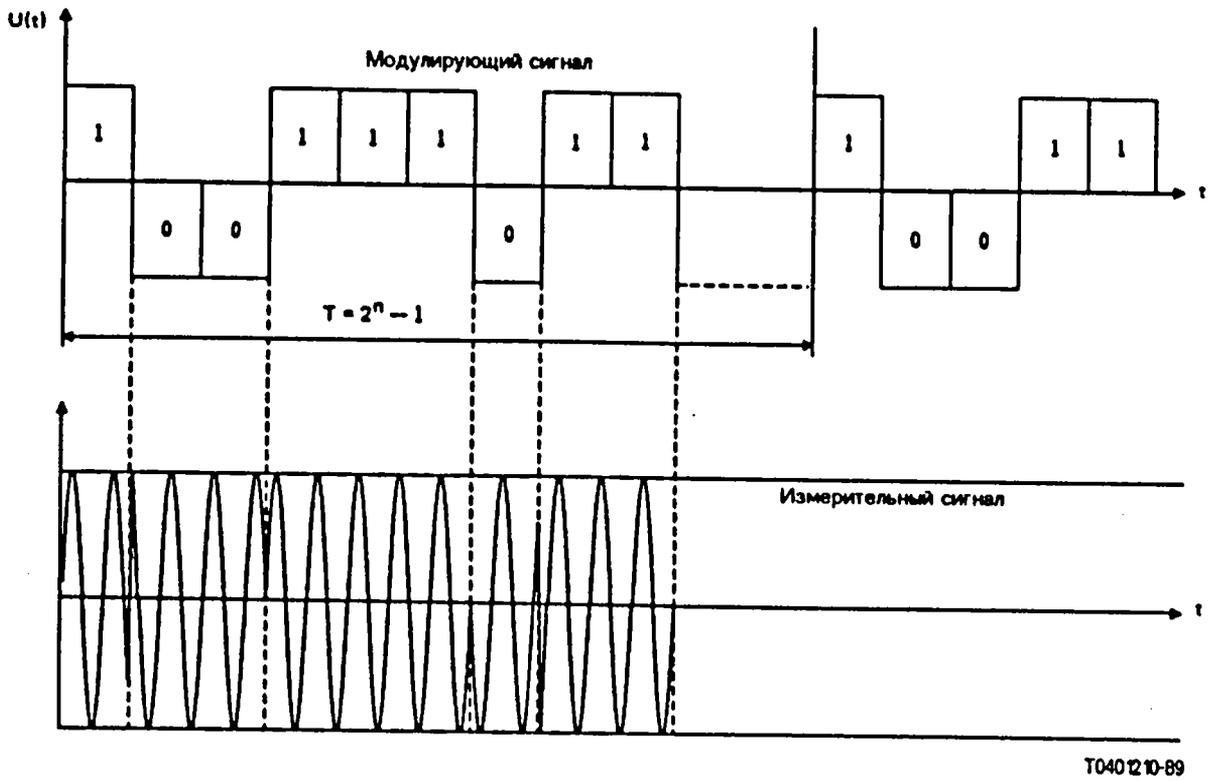


РИСУНОК 3

Модулирующие и измерительные сигналы

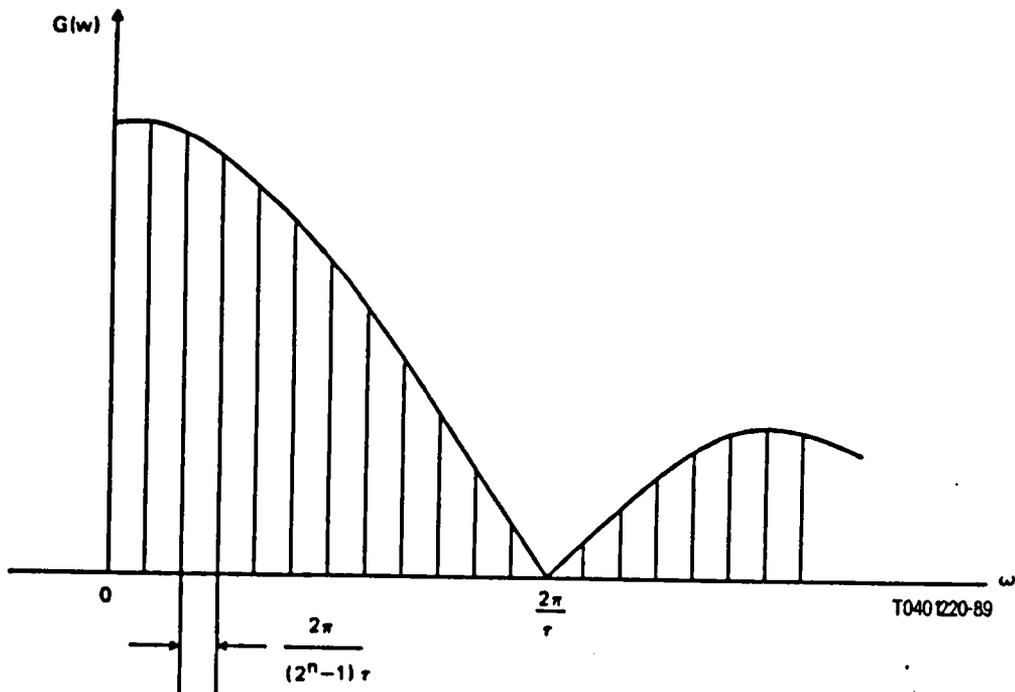


РИСУНОК 4

Спектр модулирующего сигнала

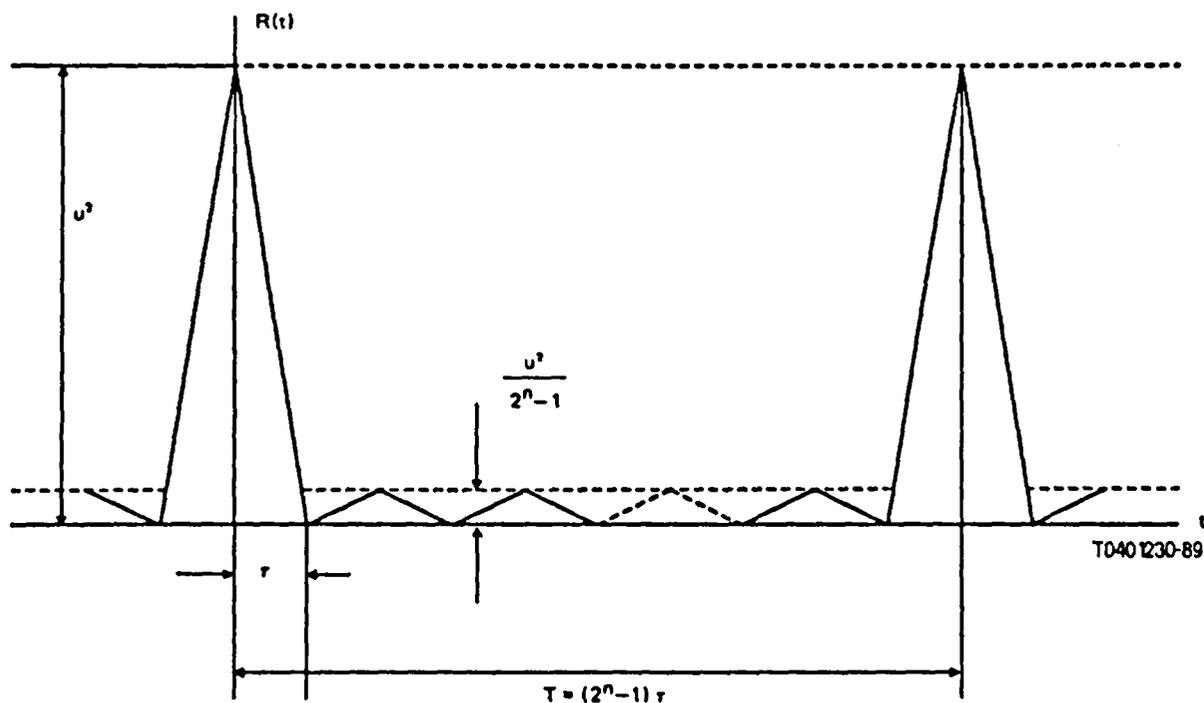


РИСУНОК 5

Корреляционная функция измерительного сигнала

Дополнение № 3.7

**ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ СИГНАЛ (МНОГОЧАСТОТНЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СИГНАЛ),
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ БЫСТРОЕ ИЗМЕРЕНИЕ АМПЛИТУДЫ И ФАЗЫ В КАНАЛАХ ТЕЛЕФОННОГО ТИПА**

(Мельбурн, 1988 г.)

(Данные, представленные ФРГ, Францией и СССР)

В приведенных ниже параграфах содержится краткое описание испытательного сигнала и указывается на конкретные преимущества этого сигнала, обеспечивающего одновременное измерение амплитуды и фазы.

1 Многочастотный испытательный сигнал

1.1 *Общее описание*

Многочастотный испытательный сигнал (МЧИС) содержит спектр N дискретных сигналов, разнесенных по 100 Гц в диапазоне нижних частот.

Все спектральные полосы имеют одинаковую амплитуду; фазовое соотношение между ними выбирается исходя из математических соображений с таким расчетом, чтобы энергия испытательного сигнала распределялась почти равномерно на весь период подачи испытательного сигнала.

Характеристики передачи телефонной линии, то есть амплитудные и фазовые искажения, вызывают изменения испытательного сигнала. На приемном конце эти изменения измеряются и оцениваются с использованием, например анализа Фурье. Результаты могут отображаться на экране в виде графического представления амплитуды и/или фазы, что позволяет также определять, например, групповое время прохождения.

1.2 Принцип измерения

Сигнал передачи, состоящий из N косинусоидальных волн, генерируется в цифровых схемах; с помощью тактовой частоты из постоянного запоминающего устройства (ПЗУ) извлекается достаточное число мгновенных значений МЧИС. После его прохождения через цифро-аналоговый преобразователь и фильтр, подавляющий тактовую частоту, получается сложный сигнал:

$$u(t) = \sum_{n=1}^N A_n \cdot \cos(2\pi n f t - \varphi_n),$$

где

- A — амплитуда одночастотного сигнала
- f — 100 Гц (см. примечание 2)
- φ — фаза одночастотного сигнала
- n — порядковый номер одночастотного сигнала
- t — время
- N — общее число сигналов.

При $f = 100$ Гц продолжительность периода МЧИС составляет 10 мс.

МЧИС вводится в контролируемый объект, который изменяет характеристики МЧИС, то есть амплитуду и фазу каждого одночастотного сигнала.

На приемной стороне измененный сигнал вводится в схему оценки, где сигнал дискретизируется в соответствии с тактовой частотой. Дискретизированные аналоговые значения переводятся в цифровую форму и вводятся в ЗУ. Записанные в памяти значения функции времени переносятся путем дискретного преобразования Фурье в частотную область. Все необходимые расчеты выполняются в микро-ЭВМ.

При измерениях на объектах, включающих в себя системы передачи, может иметь место сдвиг частоты измерительного сигнала. В подобных случаях рекомендуется использовать оконную функцию в блоке обработки сигнала приемника.

Характеристики контролируемого объекта определяются из разности полученных и переданных значений.

1.3 Параметры многочастотного испытательного сигнала

Передачик

Частоты на передаче

- 35 (косинусоидальных) сигналов, передаваемых одновременно
- $n \times 100$ Гц; $n = 2-36$ интервалами по 100 Гц в полосе 200–3600 Гц или как указано в примечаниях 1 и 2
- Точность: 1×10^{-4}

Уровень на передаче (многочастотный испытательный сигнал): от +10 до -40 дБм.

Этот уровень соответствует уровню одночастотного синусоидального сигнала с таким же пиковым значением, как у испытательного сигнала.

- Точность на частоте 1000 Гц 0,2 дБ
- Неравномерность частотной характеристики 0,1 дБ
- Затухание нелинейности по гармоникам 40 дБ
- Подавление мешающих сигналов при уровне +10 дБм 50 дБ
- Распределение фаз

0	2π/7	4π/7	6π/7	8π/7	10π/7	12π/7
n: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 15, 22, 29, 36	9, 12, 20, 24, 35	10, 16, 18, 26, 28, 34 37 (Примечание 1)	11, 13, 31, 33	21, 23, 27, 32 1 (Примечание 1)	14, 19, 25, 30	7, 17 38 (Примечание 1)

Примечание 1. Порядковые номера 1, 37 и 38 представляют собой дополнительные значения.

Примечание 2. - Администрация Франции использует частотные интервалы в 101,56 Гц согласно $\{26 \times (n - 1)\} \times f$, где $f = 8000/2048$, что соответствует принципу сдвига частоты, изложенному в Рекомендации О.6, относящейся к аппаратуре ИКМ.

Приемник

Приемник выполнен с учетом уровня и фазового распределения передаваемого сигнала.

2 Преимущества многочастотного испытательного сигнала

Благодаря современным техническим средствам многочастотный испытательный сигнал может генерироваться ценой незначительных затрат при одновременном обеспечении высокой стабильности частоты, амплитуды и фазы. Число дискретных сигналов и, следовательно, точек измерения, равно 35, в диапазоне 200–3600 Гц хорошо согласуется с практическими потребностями при проведении испытаний. Как указывается в примечании 1, при желании полоса частот может быть расширена.

При оценке (с помощью анализа Фурье) принимаемого сигнала для определения амплитудно-частотной характеристики и/или фазового или группового времени прохождения достаточно, чтобы испытательный цикл, который включает в себя время обработки и время отображения на дисплее, длился менее одной секунды. Такая короткая длительность испытательного цикла особенно полезна в случае необходимости выполнения операций по выравниванию.

Поскольку МЧИС, как правило, является непрерывным сигналом, использование сигнала в режиме развертки не ставит никаких проблем, связанных с временем установления.

МЧИС представляет собой идеальный "шумовой сигнал" с ограниченной полосой, который позволяет определять эффективное значение полосы фильтров, например фильтра (псофометрическое взвешивание), соответствующего Рекомендации О.41, или калибровки аппаратуры измерения искажений квантования систем ИКМ.

Достаточно появления неравномерности в частотной характеристике, чтобы констатировать несомненное наличие частотных составляющих, обусловленных какой-либо нелинейностью испытываемого объекта.

Используя анализ Фурье для оценки принятого МЧИС, можно определять одновременно амплитуду и частоту мешающих сигналов; другими словами, процедуру можно представить как применение избирательного приемника с качанием частоты.

Период этого МЧИС составляет 10 мс (что соответствует периоду основной частоты 100 Гц). Поскольку для анализа методом Фурье требуется дискретизация только одного периода испытательного сигнала, то есть 10 мс со стороны приема и еще 10 мс со стороны передачи, измерения можно выполнять во время коротких пауз в речевом сигнале или в сигнале данных. Такие паузы всегда имеются в этих сигналах или могут быть созданы техническими средствами.

Использование МЧИС в сочетании с анализом Фурье позволяет выполнять такие измерения параметров, которые обычно требуют применения фильтров, например измерения взвешенного шума, искажений квантования, сосредоточенной переходной помехи и т.д. В подобных случаях фильтрация обеспечивается необходимыми вычислениями с помощью микро-ЭВМ в частотной области входного сигнала.

При измерениях на участках канала, содержащих системы ИКМ, нет необходимости в сдвиге частот, чтобы избежать субгармоник частоты 8 кГц; в случае использования МЧИС без частотного сдвига частотная характеристика измерительного цикла имеет неравномерность, которая может достигать $\pm 0,1$ дБ. С помощью процедуры усреднения (например, 4 или 16 измерительных циклов) неравномерность можно снизить до минимального значения.

Кроме того, для снижения неравномерности можно применять смещенные частоты $\pm 101,56$ Гц, как это указывается в примечании 2.

В этом случае неравномерность после измерительного цикла составляет менее $\pm 0,05$ дБ; даже такая относительно малая погрешность может быть уменьшена процедурой усреднения.

3 Практический опыт

С 1981 года приборы, использующие многочастотные испытательные сигналы, применяются многими Администрациями и признанными частными эксплуатационными организациями всего мира.

При этом обеспечивается быстрота получения и однозначность результатов измерений, а также их совместимость с результатами, получаемыми традиционными методами.

Администрация связи СССР проводит теоретические и практические исследования по МЧИС с целью определения оптимального метода его использования в будущем.

Дополнение № 3.8

ДИРЕКТИВЫ ПО ИЗМЕРЕНИЮ ФАЗОВОГО ДРОЖАНИЯ

(Мельбурн, 1988 г.)

(Информация, представленная Исследовательскими комиссиями IV и XVIII)

1 Определения и причины фазового дрожания

В Рекомендации МККТТ G.701 [1] фазовое дрожание определяется следующим образом: "Кратковременные ненакопленные отклонения значащих моментов цифрового сигнала от их идеальных положений во времени". Иначе говоря, фазовое дрожание представляет собой (нежелательную) фазовую модуляцию цифрового сигнала. Частота фазовых отклонений называется частотой фазового дрожания. Другим параметром, тесно связанным с фазовым дрожанием, является фазовый дрейф, который определяется следующим образом: "Долговременные ненакопленные отклонения значащих моментов цифрового сигнала от их идеальных положений во времени". До настоящего времени нет четкого определения разницы между фазовым дрожанием и фазовым дрейфом. Составляющие фазового отклонения, частоты которых лежат ниже диапазона 1–10 Гц, обычно обозначаются термином "фазовый дрейф".

Фазовое дрожание может существенно снижать качество передачи цифрового канала. В результате отклонения сигнала от его идеального положения во времени в цифровом потоке могут появляться ошибки в точках регенерации сигнала. Могут возникать проскальзывания в цифровых сигналах вследствие избыточности или недостаточности данных в цифровом оборудовании, в котором применяются буферные ЗУ и фазовые компараторы. Кроме того, фазовая модуляция восстановленных дискретов в устройствах цифро-аналогового преобразования может снижать качество декодируемых аналоговых сигналов. Существует большая вероятность возникновения этой проблемы при передаче кодированных широкополосных сигналов.

Следует провести четкое различие между систематическим и случайным фазовым дрожанием. Причины систематического фазового дрожания могут являться плохое выравнивание схем восстановления тактовой частоты в устройствах регенерации сигналов, помехи между символами или амплитудно-фазовое преобразование, вызванное недостаточным выравниванием заглушения кабеля. Систематическое фазовое дрожание зависит от передаваемой последовательности.

Случайное фазовое дрожание обусловлено такими внутренними или внешними мешающими сигналами, как шум промежуточного усилителя, переходное влияние или отражения. Случайное фазовое дрожание не зависит от передаваемой последовательности.

Низкочастотное фазовое дрожание, возникающее в демультиплексорах с цифровым выравниванием, объясняется процессом согласования скоростей импульсов, при этом плезнохронные низкоскоростные сигналы синхронизируются местным генератором тактовой частоты. Низкочастотное фазовое дрожание, возникающее на низкоскоростном выходе демультиплексора, называется "фазовое дрожание выравнивания" или "фазовое дрожание времени ожидания".

Поскольку систематическое фазовое дрожание коррелируется с передаваемой последовательностью импульсов в различных регенераторах, накопление получается когерентным. Случайное фазовое дрожание не коррелировано в различных регенераторах, поэтому накопление является некогерентным. В большинстве низкоскоростных цифровых систем наиболее часто встречается систематическое фазовое дрожание. В некоторых современных системах с высокой скоростью передачи случайная составляющая может стать значительной и даже доминирующей.

В отличие от некоторых других причин снижения качества мешающее фазовое дрожание может быть устранено с помощью регенераторов или аппаратуры "подавления фазового дрожания", которая содержит буферное устройство с узкополосной схемой сглаживания фазы. Регенераторы могут подавлять составляющие фазового дрожания только выше частоты среза схем восстановления хронизирующего сигнала. На низких частотах фазового дрожания выходной сигнал регенератора восстанавливается входным фазовым дрожанием. В этом случае фазовое дрожание "переносится", что означает, что регенератор работает как фильтр низких частот. Это характерное поведение показано типовыми шаблонами допуска фазового дрожания на рис. 1.

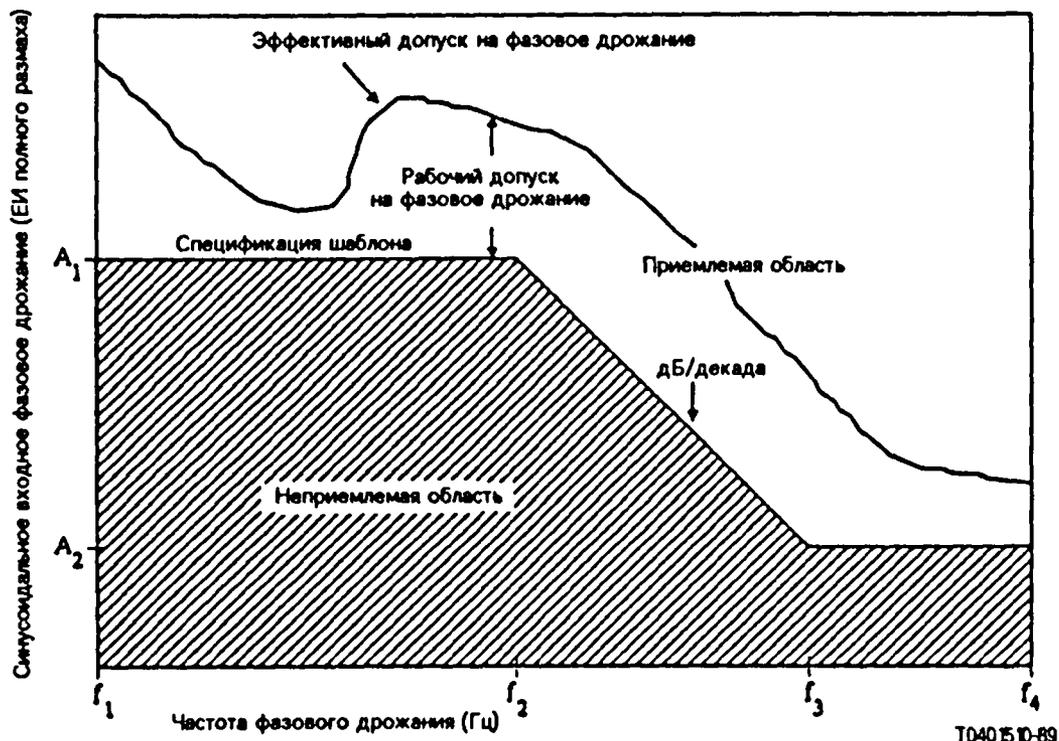


РИСУНОК 1

Измерение эффективного допуска и взаимосвязь с шаблоном допуска

Из вышесказанного следует, что фазовое дрожание может серьезно снижать качество цифровых систем передачи, однако полностью избежать фазового дрожания невозможно. Чтобы определить, остается ли фазовое дрожание в допустимых пределах, необходимо его измерить.

2 Условия испытаний

Чтобы обеспечить повторяемость и точность измерений, а также сравнение результатов, полученных в разное время, необходимо максимально уравнивать условия, в которых проводится испытание. Некоторые параметры этих условий могут значительно меняться в установленных для них пределах и оказывать существенное влияние на результаты измерения фазового дрожания (в зависимости от типа используемого оборудования); имеются в виду, в частности, тип последовательности данных, скорость передачи данных, форма импульсов и характеристики кабелей. Характеристики этих параметров должны соответствующим образом регулироваться. Кроме того, существуют вторичные параметры условий испытаний, которые способны влиять на характеристики фазового дрожания и должны выдерживаться на своих номинальных уровнях для обеспечения повторяемости измерений.

Для проверки качества оборудования в самом неблагоприятном случае может потребоваться подвергнуть оборудование испытаниям в самых разных экспериментальных условиях. Однако этот вид испытания не всегда дает значимые данные о характеристиках фазового дрожания, поскольку в этом случае невозможно влиять ни на конкретные параметры (или параметр), которые могут являться источником ошибок, ни на механизм их воздействия на другие, не связанные с фазовым дрожанием, параметры, что приводит к отказам оборудования. Поэтому разнообразие испытательных условий не может служить основой для определения качества испытываемого оборудования с точки зрения фазового дрожания.

2.1 Управляемые последовательности данных

Некоторые методы измерения требуют применения управляемых последовательностей данных. В тех случаях, когда необходимо, чтобы управляемая последовательность данных обеспечивала хорошую аппроксимацию реальной нагрузки в сети, рекомендуется использовать псевдослучайную последовательность двоичных символов (ПСП). В Рекомендациях O.151 и O.152 определяются четыре псевдослучайные последовательности со следующими длинами: $2^{11} - 1$, $2^{12} - 1$, $2^{13} - 1$ и $2^{14} - 1$. Чтобы быть уверенным в том, что конкретная ПСП будет генерировать фазовое дрожание с нужной спектральной плотностью внутри полосы на уровне половинной мощности фазового дрожания в типовой схеме восстановления хронизирующего сигнала, необходимо предусмотреть длину слова ПСП, намного превышающую значение скорости передачи данных, деленное на ширину полосы фазового дрожания на уровне половинной мощности. МККТТ рекомендует длину слова ПСП, которая как минимум в 100 раз превышает значение скорости передачи, деленное на эту ширину полосы [2] (см. примечание). Определяемая в Рекомендации O.151 для измерения ошибок по битам псевдослучайная последовательность, имеющая длину $2^{11} - 1$, может иметь спектральную плотность, не пригодную для измерений фазового дрожания на скоростях, превышающих первичную скорость. Кроме того, эта последовательность имеет посредственные характеристики передачи двоичных символов. Следовательно, для скоростей передачи двоичных символов, равных или превышающих первичную скорость, длина последовательности не должна быть меньше $2^{12} - 1$ и должна иметь приемлемые характеристики передачи двоичных символов [3].

Примечание. — Было бы желательно провести дополнительные исследования для выяснения вопроса о достаточности спектральной плотности фазового дрожания.

2.2 Скорость передачи

Скорость передачи должна выдерживаться в пределах, определяемых для цифровых стыков в Рекомендации G.703 [4]. Эти скорости приводятся ниже для информации:

— базовая скорость:	64 кбит/с
— первичная скорость:	1544 кбит/с \pm 50 \times 10 ⁶ 2048 кбит/с \pm 50 \times 10 ⁶
— вторичная скорость:	6312 кбит/с \pm 30 \times 10 ⁶ 8448 кбит/с \pm 30 \times 10 ⁶
— третичная скорость:	32 064 кбит/с \pm 10 \times 10 ⁶ 34 368 кбит/с \pm 20 \times 10 ⁶ 44 736 кбит/с \pm 20 \times 10 ⁶
— четверичная скорость:	139 264 кбит/с \pm 15 \times 10 ⁶

2.3 Форма импульса и характеристики кабелей

Форма импульса влияет на характеристики фазового дрожания вследствие его воздействия на точность процесса принятия решения в схеме восстановления хронизирующего сигнала. Форма импульса, как правило, определяется шаблоном импульса на выходном интерфейсе или в точке переключения [5] и может изменяться на входе оборудования под влиянием параметров кабелей, что обусловлено использованием кабелей в определенных пределах длины и определенных типов (или типа). Рекомендуется использовать для испытаний фазового дрожания форму импульса, центрированную по отношению к пределам шаблона импульса, а не совмещенную с допустимыми крайними значениями (см. примечание).

Примечание. — Шаблон импульсов для испытаний фазового дрожания требует дополнительного изучения.

2.4 Вторичные параметры условий испытания

К другим параметрам, оказывающим влияние на характеристики фазового дрожания, относятся температура, переходное влияние и шум. Температура влияет на резонансную частоту схем восстановления хронизирующего сигнала, генераторов и схем сглаживания фазы, а также на свойства фильтров аналоговых схем. Переход-

ное влияние может отражаться на характеристиках фазового дрожания, если оно достигает значительных величин внутри кабелей, монтажных схем или печатных плат. Шум воздействует на процесс принятия решения в схеме восстановления хронизирующего сигнала путем уменьшения области решения глаз-диаграммы.

Чтобы измерения фазового дрожания были повторяемыми и точными и чтобы воздействие фазового дрожания на оборудование четко прослеживалось в результатах измерений, рекомендуется выдерживать эти вторичные параметры на их номинальном уровне.

8 Термины и определения, относящиеся к функциональным блокам измерительных схем

В настоящем словаре даются определения элементов функциональных блоков, используемых в измерительных схемах, описание которых дается в последующих параграфах. Следует отметить, что эти функциональные блоки в различных сочетаниях могут являться составными частями различных измерительных устройств.

- **Аттенюатор.** Устройство, уменьшающее амплитуду цифрового сигнала для уменьшения отношения сигнал/шум.
- **Генератор цифровых сигналов.** Источник сигналов, вырабатывающий типовой иерархический сигнал цифровой сети с нужными характеристиками выходного полного сопротивления, формы импульса, линейного кодирования и структуры цикла. Данный элемент функционального блока способен вырабатывать несколько последовательностей данных; он должен иметь выход данных и выход тактовой частоты и может воспринимать внешний хронизирующий сигнал.
- **Приемник цифровых сигналов.** Устройство, в согласованном режиме принимающее типовой иерархический сигнал цифровой сети и контролирующее ошибки по битам, секунды с ошибками или коэффициент ошибок по битам (КФБ).
- **Испытываемое оборудование (ИО).** Канал или система, подвергаемые испытанию с использованием управляемой последовательности данных.
- **Синтезатор частоты.** Источник частоты исключительной стабильности и высокой точности. Некоторые синтезаторы способны дополнительно осуществлять фазовую или частотную модуляцию на своем основном выходе, обеспечивая при этом второй выход без модуляции.
- **Генератор фазового дрожания.** Устройство, вырабатывающее импульс тактовой частоты с типовой иерархической скоростью, модулируемый синусоидальным фазовым дрожанием с регулируемой частотой и амплитудой. Вход модулирующего сигнала обеспечивает управление фазовым дрожанием от внешнего источника, а дополнительный вход тактовой частоты обеспечивает управление от внешнего сигнала.
- **Приемник фазового дрожания.** Устройство, детектирующее и измеряющее фазовое дрожание в типовом иерархическом хронизирующем сигнале или в сигнале данных. На выходе обеспечивается напряжение, пропорциональное детектируемому фазовому дрожанию.
- **Фильтр низких частот.** Цепь, ослабляющая нежелательные спектральные составляющие, которые превышают данную частоту.
- **Фильтр измерения фазового дрожания.** Цепь, ослабляющая спектральные составляющие фазового дрожания за пределами установленной или нужной полосы пропускания.
- **Испытываемая сеть.** Канал, система или сеть, подвергаемые испытанию с использованием реальной нагрузки.
- **Источник шума.** Устройство, вырабатывающее сигнал с квазигaussian амплитудным распределением и с плоским спектром мощности (примерно в три раза превышающим ширину полосы на уровне половинной мощности схемы восстановления хронизирующего сигнала).
- **Генератор синусоидального сигнала.** Генератор сигналов, вырабатывающий синусоидальный сигнал с незначительным искажением и с регулируемой частотой и амплитудой.
- **Анализатор спектра.** Устройство, которое измеряет и отображает мощность сигналов в зависимости от частоты в выбранном диапазоне частот. На выходе следящего генератора обеспечивается синусоида с частотой развертки и с регулируемой амплитудой, отслеживающая мгновенную измерительную частоту анализатора спектра.
- **Вольтметр.** Устройство, которое при необходимости измеряет постоянное напряжение, истинное эффективное напряжение или истинное напряжение полного размаха. Истинное напряжение полного размаха определяется здесь как разность между наибольшим положительным мгновенным напряжением и наибольшим отрицательным мгновенным напряжением, зарегистрированным в ходе полного периода измерений.

4 Измерение допустимого отклонения фазового дрожания

Допустимое отклонение фазового дрожания (обозначаемое также термином "приемлемое значение фазового дрожания") определяется как амплитуда синусоидального фазового дрожания, которое, будучи поданным на вход оборудования, вызывает заданное ухудшение показателя ошибок. Допустимое отклонение фазового дрожания зависит от амплитуды и частоты поданного фазового дрожания.

Требуемые характеристики допустимого отклонения фазового дрожания представлены шаблонами фазового дрожания в виде нормируемой области амплитудно-частотной зависимости. Шаблоны фазового дрожания показывают минимальное значение фазового дрожания, которое является приемлемым для оборудования и которое не вызывает заданного ухудшения показателя ошибок (см. примечание).

Номинальное соотношение между эффективным допуском фазового дрожания на входе оборудования и соответствующим шаблоном допуска фазового дрожания показано на рис. 1.

Примечание. — По терминологии МККТТ шаблон допустимого отклонения фазового дрожания представляет собой "нижний предел максимально допустимого фазового дрожания на входе".

4.1 Существующий допуск

Амплитуды синусоидального фазового дрожания, допускаемые в настоящее время для оборудования на заданной частоте, определяются как все амплитуды до (но не включая) той амплитуды, которая вызывает нормированное ухудшение показателя ошибок.

Нормированное ухудшение показателя ошибок может выражаться в виде двух критериев: увеличение коэффициента ошибок по битам (КОБ) и момент появления ошибок. Необходимо рассмотреть оба критерия, поскольку допуск на входное фазовое дрожание данного цифрового оборудования определяется, главным образом, двумя следующими факторами:

- способностью схемы восстановления хранимого сигнала точно восстанавливать хранимый сигнал с помощью сигнала данных, на который воздействуют фазовое дрожание и, возможно, другие факторы снижения качества (искажение импульсов, переходное влияние, шум и т.д.);
- способностью других элементов выдерживать динамически меняющиеся скорости входных цифровых потоков (например, способностью к цифровому выравниванию и емкостью буферного ЗУ по входу и выходу из синхронизма в асинхронном цифровом многоканальном оборудовании).

Критерий увеличения КОБ позволяет определять (независимо от условий) воздействие сглаживания фазового дрожания на схему решения, что очень важно для оценки первого фактора. В библиографических ссылках [6] и [7] приводится детальное описание критерия увеличения КОБ. Критерий появления ошибок рекомендуется для оценки второго фактора.

4.1.1 Метод по критерию увеличения КОБ

Критерий увеличения КОБ для измерений допустимого отклонения фазового дрожания определяется как амплитуда фазового дрожания (на заданной частоте фазового дрожания), удваивающего КОБ, что обусловлено определенным уменьшением отношения сигнал/шум.

Процедура метода разделяется на два этапа. На первом этапе определяются два КОБ в зависимости от эталонных точек отношения сигнал/шум для испытываемого оборудования. При нулевом фазовом дрожании к сигналу добавляется шум или сигнал ослабляется до получения нужного первоначального КОБ. Затем шум или затухание сигнала снижается до момента, когда отношение сигнал/шум в схеме решения возрастает на определенное значение дБ (то есть, схема решения работает с улучшенным КОБ). На втором этапе используется КОБ в зависимости от эталонных точек отношения сигнал/шум; на определенной частоте в испытательный сигнал вводится фазовое дрожание до момента получения первоначально выбранного значения КОБ. Поскольку известная ширина глаз-диаграммы схемы решения была установлена двумя КОБ в зависимости от точек отношения сигнал/шум, введенное эквивалентное фазовое дрожание представляет собой точную и воспроизводимую меру допустимого фазового дрожания схемы решения. Второй этап метода повторяется для достаточного количества частот, чтобы измерение точно показывало постоянный допуск синусоидального входного фазового дрожания для испытываемого оборудования в используемом диапазоне частот. Измерительное устройство должно обеспечивать генерирование сигнала с управляемым фазовым дрожанием, получение управляемого отношения сигнал/шум в потоке данных и измерение получаемого в итоге КОБ испытываемого оборудования.

На рис. 2 представлено измерительное устройство, применяемое для метода по критерию увеличения КОБ. Оборудование, обозначенное пунктирными линиями, используется по желанию. Дополнительный синтезатор частот обеспечивает более точное определение частот, используемых для измерения. Это может быть особенно важным для повторяемости измерений в некоторых типах оборудования, например в асинхронных цифровых мультиплексорах. Дополнительный приемник фазового дрожания применяется для контроля амплитуды вырабатываемого фазового дрожания.



РИСУНОК 2

Устройство для измерения допуска на фазовое дрожание
Метод ухудшения КОБ

Порядок работы

- i) Установить соединения, как показано на рис. 2. Проверить целостность и убедиться в отсутствии ошибок в работе.
- ii) При отсутствии фазового дрожания увеличить шум (или ослабить сигнал) до получения не менее 100 ошибок в секунду по битам.
- iii) Зарегистрировать соответствующие КОБ и отношение сигнал/шум.
- iv) Увеличить отношение сигнал/шум на определенную величину.
- v) Установить частоту входного фазового дрожания на нужное значение.
- vi) Регулировать амплитуду фазового дрожания до получения первоначального значения КОБ, зарегистрированного в iii).
- vii) Зарегистрировать амплитуду и частоту поданного входного фазового дрожания и повторить операции v)–vii) с числом частот, достаточным для определения характеристики допуска на фазовое дрожание.

4.1.2 Метод с использованием критерия появления ошибок

Критерий появления ошибок для измерений допустимого отклонения фазового дрожания определяется как наибольшая амплитуда фазового дрожания на заданной частоте, дающая в конечном счете не более двух секунд с ошибками, суммируемых в последовательных 30-секундных измерительных интервалах, в течение которых амплитуда фазового дрожания возрастала.

Рассматриваемый метод заключается в регулировке частоты фазового дрожания и в определении амплитуды фазового дрожания испытательного сигнала, обеспечивающего соблюдение критерия появления ошибок. Данный метод включает в себя следующие операции:

- 1) выделение "переходной области" амплитуды фазового дрожания (в которой прекращается безошибочная работа);
- 2) измерение отдельных секунд с ошибками в течение 30 секунд для каждого увеличения амплитуды фазового дрожания, начиная с области, указанной в пункте 1;
- 3) определение наибольшей амплитуды фазового дрожания, при которой суммарное количество секунд с ошибками не превышает двух секунд с ошибками.

Процесс повторяется с числом частот, достаточным для того, чтобы измерение точно отражало допустимое для испытываемого оборудования синусоидальное входное фазовое дрожание в приемлемом диапазоне частот фазового дрожания. Измерительное устройство должно вырабатывать сигнал с управляемым фазовым дрожанием и измерять количество секунд с ошибками, обусловленных фазовым дрожанием во входном сигнале.

На рис. 3 представлено измерительное устройство, используемое для метода по критерию появления ошибок. Дополнительный частотный синтезатор обеспечивает более точное определение частот, используемых для измерения. Дополнительный приемник фазового дрожания служит для контроля амплитуды генерируемого фазового дрожания.

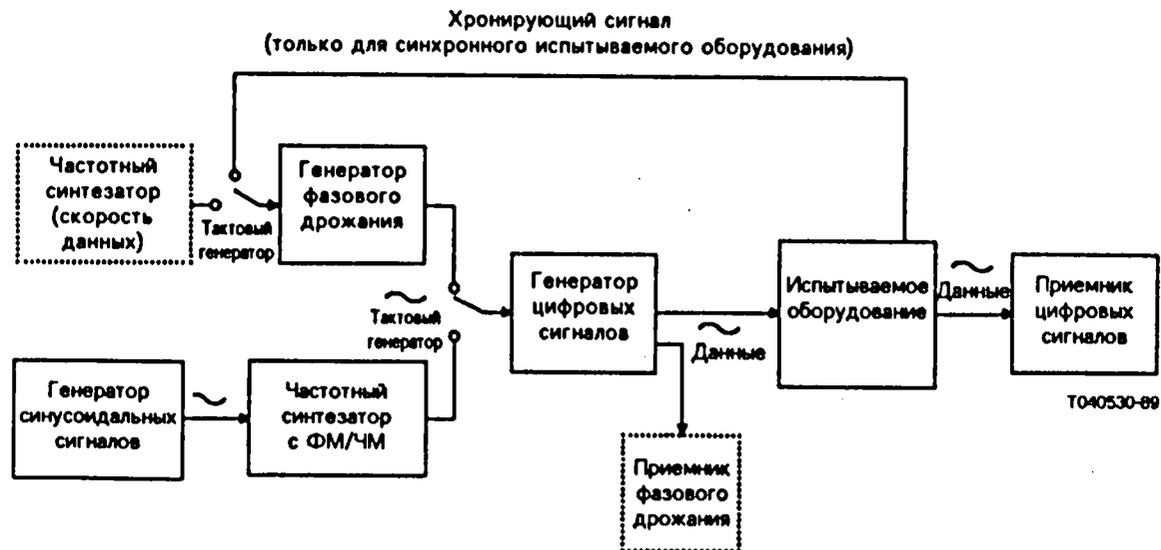


РИСУНОК 3

Устройство для измерения допуска на фазовое дрожание
Метод появления ошибок

Порядок работы

- i) Установить соединения, как показано на рис. 3. Проверить целостность и убедиться в отсутствии ошибок в работе.
- ii) Установить частоту входного фазового дрожания на нужное значение и отрегулировать амплитуду фазового дрожания на 0 единичных интервалов (ЕИ) полного размаха.
- iii) Увеличивать амплитуду фазового дрожания с помощью грубой регулировки для определения области амплитуд, в которой прекращается безошибочная работа. Уменьшить амплитуду фазового дрожания до уровня, на котором начинается эта область.
- iv) Зарегистрировать число секунд с ошибками, отмеченных за 30-секундный измерительный интервал. Следует иметь в виду, что первоначальное измерение должно показывать отсутствие секунд с ошибками.
- v) Увеличивать амплитуду фазового дрожания с помощью плавной регулировки, повторяя операцию пункта iv) до удовлетворения критерия появления ошибок.
- vi) Зарегистрировать отображаемую измерительным устройством амплитуду и повторить операции, указанные в пунктах ii)–vi) с числом частот, достаточным для определения характеристики допустимого отклонения фазового дрожания.

4.2 Соответствие допустимого отклонения фазового дрожания шаблону

Допустимое отклонение фазового дрожания для оборудования определяется с помощью шаблонов допуска на фазовое дрожание. Каждый шаблон указывает на область, в которой оборудование должно работать без снижения нормированного показателя ошибок. Разность между шаблоном и эффективной характеристикой допуска оборудования показывает рабочие пределы фазового дрожания, представленные на рис. 1.

Проверка на соответствие шаблону осуществляется путем установления частоты и амплитуды фазового дрожания на значение шаблона и путем контроля за отсутствием нормированного снижения показателя ошибок.

Измерение проводится с числом точек шаблона, достаточным для того, чтобы убедиться в соответствии нормам во всем диапазоне частот шаблона.

На рис. 2 или 3 (в зависимости от конкретного случая) представлено измерительное устройство для метода по критерию соответствия шаблону фазового дрожания.

Порядок работы

- i) Установить соединения в оборудовании по схеме, указанной в § 4.1.1 или 4.1.2 (в зависимости от конкретного случая). Проверить целостность и убедиться в отсутствии ошибок в работе.
- ii) Установить амплитуду и частоту фазового дрожания в одной из точек шаблона.
- iii) При использовании метода по критерию появления ошибок подтвердить отсутствие секунд с ошибками. При использовании метода по критерию ухудшения КОБ подтвердить, что нормированное снижение показателя ошибок не достигнуто.
- iv) Повторить операции, указанные в пунктах ii) и iii), с достаточным числом точек шаблона, чтобы убедиться в соответствии шаблону допуска на фазовое дрожание.

5 Измерение переходной характеристики фазового дрожания

Переходная характеристика фазового дрожания цифрового оборудования определяется как отношение выходного фазового дрожания к входному фазовому дрожанию в зависимости от частоты.

Если соотношение между величинами фазового дрожания на входе и выходе цифрового оборудования может быть описано с помощью линейного процесса (процесса, одновременно аддитивного и однородного), то применяется термин "переходная функция фазового дрожания". Для некоторых типов цифрового оборудования данное соотношение не может быть выражено в виде переходной функции фазового дрожания. В таких случаях для получения значимых результатов может потребоваться использование различных методов измерения.

5.1 *Линейные процессы*

Измерения переходной характеристики фазового дрожания часто требуются для схем восстановления хронизирующего сигнала и для схем фазового сглаживания устройств выхода из синхронизма. Измерение переходной функции фазового дрожания линейной схемы восстановления хронизирующего сигнала никаких трудностей обычно не вызывает. Однако такое же измерение в устройстве выхода из синхронизма требует применения специальных методов, поскольку линейная схема сглаживания в этом случае является частью нелинейного асинхронного цифрового мультиплексора.

5.1.1 *Схема восстановления хронизирующего сигнала*

Схемы восстановления хронизирующего сигнала образуют основной элемент входного устройства некоторых видов цифрового оборудования. Особый интерес представляет переходная функция фазового дрожания схем восстановления хронизирующего сигнала, которая является определяющей в переходе фазового дрожания от входного к выходному блоку. Определение характеристик линейных схем восстановления нелинейного оборудования (асинхронных цифровых мультиплексоров) здесь не рассматривается, поскольку эти схемы не оказывают решающего влияния на общую переходную характеристику фазового дрожания оборудования.

5.1.1.1 *Основной метод*

Этот метод заключается в подаче на испытываемое оборудование синусоидального фазового дрожания в режиме качания с фиксированной допустимой амплитудой в выбранной полосе частот и в наблюдении за выходным фазовым дрожанием в этой полосе частот. Процесс повторяется с числом частотных полос, достаточным для определения переходной функции фазового дрожания испытываемого оборудования.

Данный метод требует, в частности, использования анализатора спектра для установления полосы частот фазового дрожания, а также соответствующего значения допустимой амплитуды фазового дрожания. Вначале испытываемое оборудование отключается для получения эталонной линии амплитуды измерительного устройства при 0 дБ. Затем испытываемое оборудование вновь подключается, и эталонная линия амплитуды при 0 дБ исключается из общего результата измерения фазового дрожания для получения переходной функции фазового дрожания испытываемого оборудования. Использование анализатора спектра с выходом следящего генератора необходимо для определения частоты и амплитуды входного фазового дрожания во время измерения выходного фазового дрожания в узкой полосе. Для получения высокой точности ширина полосы анализатора спектра должна быть достаточно узкой, чтобы обеспечивать нужное разрешение по амплитуде и иметь динамический диапазон во всех полосах частот, выбранных для измерения. Для получения, например, нижних пиков в 0,1 дБ и ослабления, равного 20 дБ на декаду, в полосе от 350 Гц до 20 кГц может потребоваться анализатор спектра с разрешающей способностью 0,1 дБ, шириной полосы 3 Гц и динамическим диапазоном 40 дБ.

На рис. 4 показано устройство для измерения переходной функции фазового дрожания. Может быть использован дополнительный частотный синтезатор для определения применяемых для данного измерения частот с большей точностью.

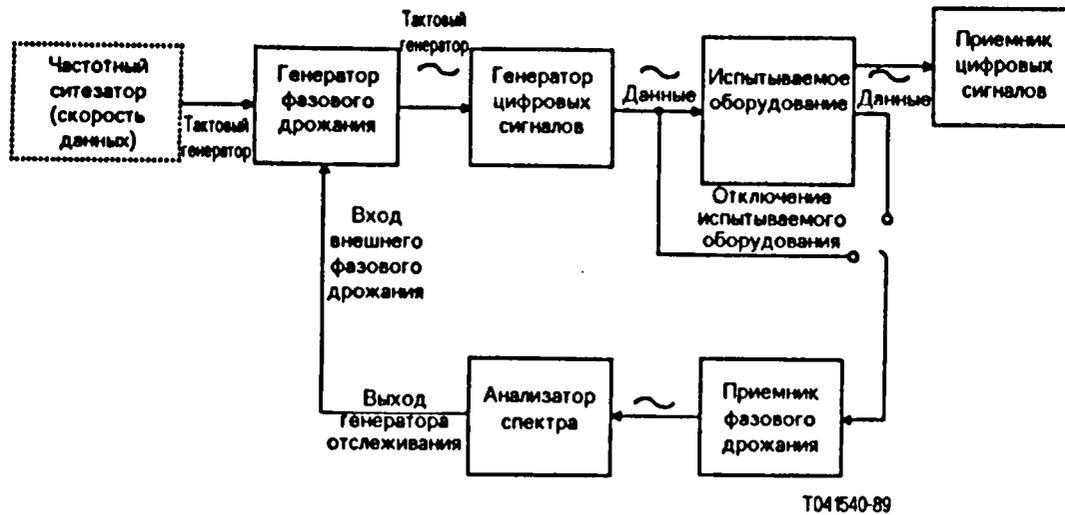


РИСУНОК 4

Устройство для измерения переходной функции фазового дрожания
Основной метод

Порядок работы

- i) Выполнить описанное в § 4 измерение допустимого отклонения фазового дрожания испытываемого оборудования.
- ii) Установить соединения, как показано на рис. 4, отключив испытываемое оборудование от схемы. Проверить целостность, линейность и убедиться в отсутствии ошибок в работе.
- iii) Установить нужный диапазон частот в анализаторе спектра. Установить выходной уровень следящего генератора в анализаторе спектра для получения допустимой амплитуды фазового дрожания в выбранном диапазоне частот, который должен быть достаточно широким, чтобы гарантировать высокую точность измерения, и одновременно достаточно узким для сохранения линейности.
- iv) Установить минимальную ширину полосы анализатора спектра, осуществить развертку нужного диапазона частот и зарегистрировать эталонную линию амплитуды измерительного устройства при 0 дБ. Установление узкой полосы анализатора может обеспечить уменьшение амплитуды подаваемого фазового дрожания без снижения точности измерений.
- v) Подключить испытываемое оборудование к показанной на рис. 4 схеме. Проверить целостность, линейность и убедиться в отсутствии ошибок в работе.
- vi) Использовать анализатор спектра для развертки выбранной полосы частот и записать амплитуду переходной функции общего фазового дрожания (измерительного устройства и испытываемого оборудования).
- vii) Для получения переходной функции фазового дрожания испытываемого оборудования вычсть эталонную линию амплитуды при 0 дБ из переходной функции общего фазового дрожания, записанного в пункте vi).
- viii) Повторить операции i)–vii) с числом диапазонов частот, достаточным для определения характеристики общего диапазона частот, представляющего интерес.

5.1.2 Схема сглаживания фазы устройства выхода из синхронизма

Как правило, соотношение между величинами фазового дрожания на входе и выходе асинхронного цифрового мультиплексора характеризуется нелинейным процессом. Однако большинство схем фазового сглаживания предназначены для работы в линейном режиме и поэтому могут иметь соответствующую этому режиму переходную функцию. Были разработаны два метода определения переходной функции фазового дрожания для линейной схемы фазового сглаживания устройства выхода из синхронизма, которые предусматривают использование стандартизированных мультиплексных стыков. В первом методе применяются стыки с низкоскоростным входом мультиплексора и низкоскоростным выходом демultipлексора. Второй метод предусматривает использование стыков на высокоскоростном входе и на низкоскоростном выходе демultipлексора.

5.1.2.1 Метод с использованием мультиплексора

Данный метод имеет своей целью "линеизировать" процесс группообразования путем соответствующего ограничения частоты и амплитуды подаваемого на вход фазового дрожания. Синусоидальное фазовое дрожание с выбранными частотой и амплитудой должно подаваться на низкоскоростной вход мультиплексора, и амплитуда фазового дрожания на низкоскоростном выходе демultipлексора наблюдается на подаваемой частоте. Процесс повторяется с числом частот, достаточным для определения переходной функции фазового дрожания устройства выхода из синхронизма. В данном случае, когда синусоидальное фазовое дрожание модулирует фазу входного сигнала, поступающего на один из низкоскоростных входов мультиплексора, спектр фазового дрожания, возникающего на соответствующем выходе, содержит не только составляющие фазового дрожания времени ожидания в дискретных точках спектра, но и дискретную составляющую на частоте входного фазового дрожания. При этом методе амплитуда входного фазового дрожания увеличивается достаточно для того, чтобы эта дискретная составляющая спектра выходного фазового дрожания на подаваемой частоте доминировала над остальными составляющими фазового дрожания времени ожидания в используемой для измерения полосе частот. Однако эта амплитуда не должна быть слишком большой, чтобы избежать насыщения механизма цифрового выравнивания мультиплексора (появления насыщения). Наименьшее отклонение частоты $f(t)$, приводящее к насыщению, определяется наименьшим значением из двух следующих формул:

$$f(t) = f_{сх} - f_{ном}$$

$$f(t) = -f_{макс} + f_{сх} - f_{ном}$$

где

$f_{сх}$ — средняя скорость считывания битов синхронизации в хранирующем сигнале мультиплексора;

$f_{макс}$ — максимальная частота, при которой импульсы могут вставляться во входящий поток импульсов;

$f_{ном}$ — номинальная линейная скорость на входе.

Для получения высокой степени точности ширина полосы анализатора спектра должна быть достаточно узкой, чтобы обеспечивались нужные разрешения по амплитуде и динамический диапазон в каждой полосе частот, используемой для измерения (см. § 5.1.1.1). Кроме того, предполагается, что переходная функция схемы восстановления хранирующего сигнала на низкоскоростном входе демultipлексора не изменяет фазового дрожания в частотном диапазоне, который представляет интерес.

На рис. 4 показано устройство, используемое для измерения переходной функции фазового дрожания.

Порядок работы

- i) Выполнить измерение допустимого отклонения фазового дрожания в нужном диапазоне частот.
- ii) Установить соединения, как показано на рис. 4, отключив испытываемое оборудование от схемы. Проверить целостность, линейность и убедиться в отсутствии ошибок в работе.
- iii) Вручную установить испытательную частоту в анализаторе спектра.
- iv) Установить выходной уровень следящего генератора в анализаторе спектра для генерирования максимальной допустимой амплитуды фазового дрожания, не приводящей к насыщению (как указано в настоящем параграфе) на выбранной частоте.
- v) Установить минимальную ширину полосы анализатора спектра и зарегистрировать переходной эталонный уровень измерительного устройства при 0 дБ.
- vi) Подключить испытываемое оборудование к показанной на рис. 4 схеме. Проверить целостность и убедиться в отсутствии ошибок в работе.

- vii) Зарегистрировать амплитуду переходной функции общего фазового дрожания (измерительного устройства и испытываемого оборудования). Чтобы избежать влияния фазового дрожания времени ожидания на результаты измерения, как правило, требуется осуществить усреднение.
- viii) Для получения значения переходной функции фазового дрожания испытываемого оборудования вычесть переходной эталонный уровень амплитуды при 0 дБ из общей амплитуды, полученной при выполнении операции пункта vii).
- ix) Повторить операции, указанные в пунктах iii)–viii) с числом частот, достаточным для определения переходной функции фазового дрожания испытываемого оборудования.

5.1.2.2 Метод с демультимплексором

Данный метод заключается в подаче синусоидального фазового дрожания с выбранными амплитудой и частотой на высокоскоростной вход демультимплексора и в наблюдении за амплитудой фазового дрожания на низкоскоростном выходе демультимплексора на подаваемой частоте. Процесс повторяется с числом частот, достаточным для определения переходной функции фазового дрожания устройства выхода из синхронизма. В данном случае, при модулировании входного сигнала демультимплексора синусоидальным фазовым дрожанием спектр фазового дрожания на выходе содержит не только уже присутствующие собственные составляющие фазового дрожания времени ожидания, но и дискретную составляющую на частоте входного фазового дрожания. При использовании рассматриваемого метода амплитуда подаваемого на вход фазового дрожания увеличивается достаточно для того, чтобы обеспечить ее доминирование в спектре выходного фазового дрожания на подаваемой частоте над амплитудой фазового дрожания времени ожидания без превышения допустимого значения входного фазового дрожания демультимплексора. Кроме того, предполагается, что переходная функция схемы восстановления хронизирующего сигнала на высокоскоростном входе демультимплексора не изменяет фазовое дрожание в диапазоне частот, который представляет интерес.

На рис. 4 показано устройство, используемое для измерения переходной функции фазового дрожания. Следует подчеркнуть, что порядок работы, описываемый ниже, не позволяет устранить путем калибровки влияние низкоскоростных приемных схем, имеющихся в функциональном блоке "приемник фазового дрожания". Поэтому необходимо, чтобы эти схемы имели плоскую характеристику.

Следует отметить, что цифровой сигнал, подаваемый на высокоскоростной вход демультимплексора, должен содержать информацию о цикле, чтобы обеспечить правильную работу испытываемого оборудования. Сигналы со сформированным циклом могут быть получены в соответствующем генераторе цифровых сигналов или поступать от соответствующего цифрового мультиплексора. В последнем случае необходимо ввести прозрачный модулятор фазового дрожания между высокоскоростным выходом мультиплексора и входом демультимплексора. Модулятор фазового дрожания налагает фазовое дрожание на поступающий от мультиплексора сигнал, свободный от фазового дрожания.

Порядок работы

- i) Применять процедуру, описанную в § 5.1.1.1, с использованием рис. 4 и при масштабировании подаваемого фазового дрожания в единичных интервалах (ЕИ), применяя отношение скорости передачи данных на высокоскоростном входе демультимплексора к скорости передачи данных на низкоскоростном выходе демультимплексора.

5.2 Нелинейные процессы

Данный вопрос требует дополнительного изучения.

6 Измерение выходного фазового дрожания

Измерения выходного фазового дрожания подразделяются на две категории:

- 1) выходное фазовое дрожание сети на типовых иерархических стыках;
- 2) собственное фазовое дрожание, генерируемое конкретным цифровым оборудованием.

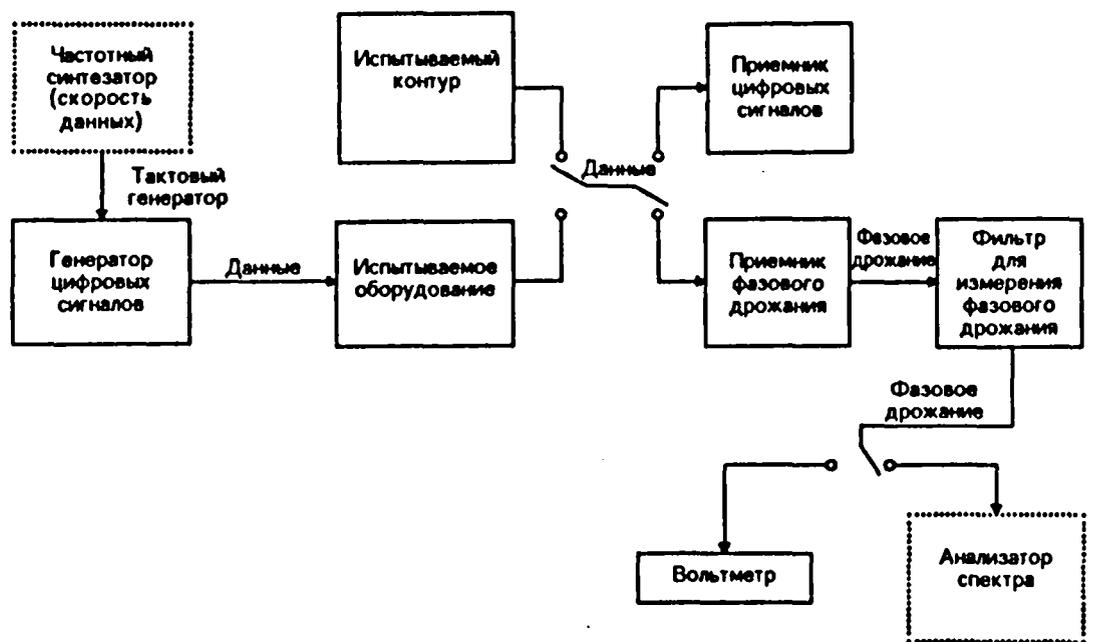
Результаты измерения выходного фазового дрожания могут выражаться в виде эффективных амплитуд полного размаха в определенных диапазонах частот и могут требовать статистической обработки.

Измерения выходного фазового дрожания выполняются с использованием либо сигнала реальной нагрузки, либо управляемых последовательностей данных.

6.1 Реальная нагрузка

Измерения выходного фазового дрожания на иерархических стыках сети обычно приводятся с использованием сигналов реальной нагрузки. Приемочные испытания, в которых используются управляемые последовательности данных, рассматриваются в § 6.2. Настоящий метод заключается в демодуляции фазового дрожания реальной нагрузки на выходе сетевого стыка, в избирательной фильтрации фазового дрожания и в измерении истинного эффективного значения или истинного синусоидального значения амплитуды фазового дрожания в определенном интервале времени.

На рис. 5 представлено устройство, применяемое для измерений сигнала реальной нагрузки. Дополнительный анализатор спектра обеспечивает наблюдение за частотным спектром выходного фазового дрожания.



T040 1550-89

РИСУНОК 5

Устройство для измерения выходного фазового дрожания
Основной метод

Порядок работы

- i) Установить соединения по схеме рис. 5. Проверить целостность и убедиться в отсутствии ошибок в работе.
- ii) Выбрать нужный фильтр измерения фазового дрожания и измерить фильтруемое выходное фазовое дрожание, регистрируя истинное значение амплитуды полного размаха, возникающей в течение определенного интервала времени.
- iii) Повторить операцию пункта ii) для всех нужных фильтров измерения фазового дрожания.

6.2 Управляемые последовательности данных

Измерение собственного фазового дрожания индивидуального цифрового оборудования требует применения управляемых последовательностей данных. Эти последовательности обычно используются в лабораторных и заводских условиях и при выводе измеряемого объекта из эксплуатации. Описываемый ниже основной метод дает подробные сведения о порядке выполнения этих измерений.

Если требуется более полная информация о мощности выходного фазового дрожания (точнее говоря, фазового дрожания, вырабатываемого в цифровых регенераторах), фазовое дрожание можно разделить на случайные и систематические составляющие. Различение случайного и систематического фазового дрожания необходимо, главным образом, для того, чтобы обеспечить сопоставление результатов измерения с теоретическими расчетами и чтобы уточнить проектируемую схему регенератора. "Усовершенствованный метод" [6] дает описание измерений случайного и систематического фазового дрожания.

6.2.1 Основной метод

Данный метод идентичен методу, описанному в § 6.1, с той лишь разницей, что на испытуемое оборудование подается управляемая последовательность данных без фазового дрожания. Дополнительный частотный синтезатор, показанный на рис. 5, служит для более точного определения частот, используемых при измерении.

Порядок работы

- i) Установить соединения по схеме рис. 5 с использованием генератора цифровых сигналов для подачи на испытываемое оборудование управляемой последовательности данных без фазового дрожания. Проверить целостность и убедиться в отсутствии ошибок в работе.
- ii) Выбрать нужный фильтр измерения фазового дрожания и измерить отфильтрованное фазовое дрожание на выходе, зарегистрировав истинное значение амплитуды полного размаха, возникающей в течение определенного промежутка времени.
- iii) Повторить операцию пункта ii) для всех нужных фильтров измерения фазового дрожания.

Библиография

- [1] Рекомендация МККТТ "Словарь терминов по импульсно-кодовой модуляции (ИКМ), группообразованию и цифровой передаче сигналов", том III, Рек. G.701.
- [2] Рекомендация МККТТ "Цифровые участки линейных трактов со скоростью 1544 кбит/с (испытательные последовательности для измерения фазового дрожания на цифровых участках линейных трактов)", *Красная книга*, том III, Рек. G.911, приложение А, МСЭ, Женева, 1984 г.
- [3] Huckel (P.): Performance Evaluation in an ISDN — Digital transmission impairments, *Radio and Electronic Engineer*, Volume 54, N° 2, pp. 97—106, February 1984.
- [4] Рекомендация МККТТ "Физические и электрические характеристики нерархических цифровых стыков", том III, Рек. G.703.
- [5] T1X1.4/85-031: Proposed draft American national standard for DS1, DS1C and DS3 levels of the digital hierarchy.
- [6] Trischitta (P.R.): Jitter accumulation in fiber optic systems, *Rutgers*, The State University of New Jersey, May, 1986.
- [7] Trischitta (P.R.), Sannuti (P.): The jitter tolerance of fiber optic regenerators, *IEEE Transactions of Communications*, Vol. 35, No. 12, pp. 1303—1308, December, 1987.

