ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ

СТАНДАРТ ОТРАСЛИ

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДРОЖАНИЯ И ДРЕЙФА ФАЗЫ В ЦИФРОВЫХ СИГНАЛАХ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

Технические требования. Методы испытаний

ОСТ 45.134-99

Издание официальное

ЦНТИ "ИНФОРМСВЯЗЬ"
Москва - 1999

скачать-куплю

ОСТ 45.134-99

стандарт отрасли

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДРОЖАНИЯ И ДРЕЙФА ФАЗЫ В ЦИФРОВЫХ СИГНАЛАХ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

Технические требования. Методы испытаний

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Центральным научно-исследовательским институтом связи (ЦНИИС) Госкомсвязи России

ВНЕСЕН Научно-техническим управлением и охраны труда Госкомсвязи России

2 УТВЕРЖДЕН Государственным комитетом по связи и информатизации Российской Федерации

3 ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ информационным письмом Госкомсвязи России от 03.12.1999 г., №7377

4 Разрабатывается впервые

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госкомсвязи России.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Определения 2
4 Обозначения и сокращения 3
5 Технические требования 4
5.1 Общие требования 4
5.2 Требования к входу (выходу) приборов 5
5.3 Требования к функции генерации 7
5.4 Требования к функции измерения дрожания фазы 11
5.5 Требования к функции измерения дрейфа фазы 15
6 Методы испытаний 18
6.1 Общие требования 18
6.2 Требования к средствам измерений 18
6.3 Измерение параметров входа и выхода прибора 18
6.4 Проверка частоты сигнала на выходе ГИС 18
6.5 Проверка вырабатываемых испытательных последовательностей и структуры измерительного сигнала 18
6.6 Проверка работы ГИС от внешнего тактового сигнала 19
6.7 Проверка формы импульсов и правильности формирования кодов цифрового сигнала 19
6.8 Проверка собственного фазового дрожания сигнала на выходе ГИС 19
6.9 Проверка погрешности вводимого фазового дрожания выходного сигнала 20
6.10. Определение допустимого отклонения скорости входного сигнала 21
6.11 Определение характеристик приемной части прибора 22
6.12 Определение погрешности измерения параметров дрейфа фазы 22
Приложение А Термины и определения, относящиеся к измерению параметров дрейфа фазы 24
Приложение Б Метод генерации испытательных последовательностей указателя 25
Приложение В Перечень основных средств измерения и устройств, рекомендуемых для проверки характеристик приборов для измерения дрожания/дрейфа фазы 28
Приложение Г Библиография 30

Введение

Настоящий стандарт разработан с учетом Рекомендаций Международного союза электросвязи (МСЭ-Т) G.703, G.810-G.813, G.823, G.825, O.150, O.171, O.172 [1; 4-12] и Европейского стандарта электросвязи ETS 300 462 [14] в части нормирования и измерений характеристик дрожания и дрейфа фазы в сигналах плезиохронной и синхронной цифровой иерархии.

СТАНДАРТ ОТРАСЛИ

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДРОЖАНИЯ И ДРЕЙФА ФАЗЫ В ЦИФРОВЫХ СИГНАЛАХ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

Технические требования. Методы испытаний

Дата введения 31.12.1999 г.

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает единые требования и методы их оценки к приборам для измерения характеристик дрожания и дрейфа фазы в сигналах плезиохронной (ПЦИ) и синхронной (СЦИ) цифровой иерархии с целью обеспечения единства измерений и взаимозаменяемости приборов различных производителей, а также возможности применения на Взаимоувязанной сети связи России.

Стандарт распространяется на средства измерения - приборы для измерения параметров дрожания и дрейфа фазы (далее приборы) цифровых сигналов в точках стандартных электрических стыков и предназначенные для использования при настройке, вводе в эксплуатацию, техническом обслуживании в процессе эксплуатации и сертификационных испытаниях цифровых каналов и трактов со скоростью передачи от 64 до 155520 кбит/с, т.е от ОЦК до STM-1, а также аппаратуры цифрового группообразования, тактовой синхронизации и аппаратуры линий передачи.

Стандарт не распространяется на приборы для измерения характеристик дрожания и дрейфа фазы в части измерений на оптических стыках аппаратуры, если эти функции предусмотрены в данных приборах.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 5237-83 Аппаратура электросвязи. Напряжения питания и методы измерения

ГОСТ 16465-70 Сигналы радиотехнические измерительные

ГОСТ 18145-81 Цепи на стыке С2 аппаратуры передачи данных с оконечным оборудованием при последовательном вводе-выводе данных. Номенклатура и технические требования

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 22348-86 Сеть связи автоматизированная единая. Термины и определения

ГОСТ 22670-77 Сеть связи цифровая интегральная. Термины и определения

ГОСТ 23675-79 Цепи стыка С2-ИС системы передачи данных. Электрические параметры.

ГОСТ 26886-86 Стыки цифровых каналов передачи и групповых трактов первичной сети ЕАСС. Основные параметры

ГОСТ 30428-96 Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи индустриальные от аппаратуры проводной связи. Нормы и методы испытаний

ГОСТ 26 003-80 Система интерфейса для измерительных устройств с байт-последовательным, бит-параллельным обменом информацией. Требования к совместимости

ОСТ 45.90-96 Стыки цифровых каналов и трактов первичной сети Взаимоувязанной сети связи Российской Федерации. Методы испытаний основных параметров.

ОСТ 45 91-96 Измерители показателей ошибок в цифровых каналах и трактах передачи. Технические требования.Методы испытаний.

ОСТ 45.135-99 Измерители показателей ошибок в цифровых трактах передачи синхронной цифровой иерархии. Технические требования. Методы испытаний

3 Определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 **Виртуальный контейнер** - информационная структура, используемая в СЦИ для поддержки соединений на уровне тракта.

3.2 **Дрейф фазы (wander)** - долговременные (частотой менее 10 Гц) изменения значащих моментов цифрового сигнала относительно их эталонных положений во времени.

3.3 **Дрожание фазы (jitter)** - кратковременные (частотой более 10 Гц) изменения значащих моментов цифрового сигнала относительно их эталонных положений во времени.

3.4 **Затухание несогласованности** - двадцать десятичных логарифмов отношения модуля суммы входного (выходного) сопротивления цепи и сопротивления нагрузки к модулю разности этих сопротивлений.

3.5 **Компонентный сигнал** - сигнал, являющийся нижестоящим (имеющим меньшую скорость) в структуре цифрового преобразования.

3.5. **Плезиохронная цифровая иерархия** (ПЦИ, PDH) - иерархические серии стандартизованных цифровых скоростей передачи, не происходящих от одного генератора и поддерживаемых в установленных пределах.

3.6 **Синхронная цифровая иерархия** (СЦИ, SDH) - иерархическая совокупность цифровых транспортных структур, стандартизованных для транспортирования по физическим сетям передачи соответствующим образом адаптированной нагрузки.

3.7 **Указатель** - индикатор, значение которого определяет сдвиг цикла виртуального контейнера по отношению к эталонному циклу транспортного объекта, по которому он передается.

3.8 **Цифровой канал передачи** - комплекс технических средств и среды передачи, обеспечивающий передачу цифрового сигнала электросвязи со скоростью передачи, характерной для данного канала передачи.

3.9 **Размах сигнала** - разность между максимальным и минимальным значениями сигнала на протяжении заданного интервала времени (ГОСТ 16465).

3.10 **Цифровой сигнал электросвязи** - сигнал электросвязи, у которого каждый из представляющих параметров (изменения которых отображают изменения передаваемого сообщения) описывается функцией дискретного времени и конечным множеством возможных значений.

3.11 **Цифровой тракт** - комплекс технических средств, предназначенный для передачи цифровых сигналов электросвязи нормализованного числа цифровых каналов со скоростью передачи, характерной для данного тракта передачи.

Определения, связанные с измерением параметров дрейфа фазы, приведены в приложении А. Используется также ряд терминов по ГОСТ 22348, ГОСТ 22670, Рекомендациям МСЭ-Т [1-13] и отраслевому нормативному документу [16].

4 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применяются следующие обозначения и сокращения [1]:

МСЭ-Т	- Международный союз электросвязи, сектор стандартизации в области связи
ПЦИ (PDH)	- плезиохронная цифровая иерархия (Plesiochronous Digital Hierarhy)
СЦИ (SDH)	- синхронная цифровая иерархия (Synchronous Digital Hierarhy)
ОЦК	- основной цифровой канал
STM-1	- синхронный транспортный модуль (Synchronous Transport Module)
ТУ	- технические условия
ГИС	- передающая часть прибора
ИФД	- приемная часть прибора
КОП	- многопроводный магистральный **канал общего пользования**
ТЗ	- техническое задание
ПЦТ	- первичный цифровой тракт
ВЦТ	- вторичный цифровой тракт
ТЦТ	- третичный цифровой тракт
ЧЦТ	- четверичный цифровой тракт
ПСП	- псевдослучайная последовательность
ТИ (UI)	- тактовый интервал (единичный интервал - Unit Interval), соответствующий обратной величине номинальной скорости передачи
PJE	- событие цифрового выравнивания указателя
TU	- компонентный блок
AU	- административный блок
TIE (ОВИ)	- ошибка временного интервала

[1] Обозначения латинскими или русскими буквами, приведенные в качестве первых или единственных для того или иного понятия, являются общепринятыми и более употребительными в отраслевых нормативных документах, а те, что приведены в скобках, употребляются наряду с ними.

MTIE (МОВИ) - максимальная ошибка временного интервала

TDEV (ДВИ) - девиация временного интервала

HDB-3 (КВП-3) - биполярный код с высокой плотностью единиц

AMI (ЧПИ) - код с чередованием полярности импульсов

CMI - двухуровневый код с инверсией посылок.

5 Технические требования

5.1 Общие требования

5.1.1 Электропитание приборов должно осуществляться от сети переменного тока с частотой (50 ± 2,5)Гц и напряжением 220 (+22 -33) В и содержанием гармоник до 10% в соответствии с ГОСТ 5237 или от встраиваемых источников постоянного тока.

5.1.2 По устойчивости к климатическим и механическим воздействиям приборы должны соответствовать требованиям 3-й группы ГОСТ 22261 (для работы в отапливаемых помещениях).

5.1.3 Приборы по требованиям к времени установления режима, конструкции, надежности, электрической прочности и сопротивлению изоляции и другим требованиям по электробезопасности, требованиям к электромагнитной совместимости (радиоэлектронной защите), маркировке, упаковке и хранению в части, не оговоренной в настоящем стандарте, должны соответствовать ГОСТ 22261.

5.1.4 Приборы должны подвергаться испытаниям для утверждения типа в соответствии с ПР 50.2.009 [15].

5.1.5 Приборы должны подвергаться сертификационным испытаниям в системе "Электросвязь" в соответствии с [17].

5.1.6 Аппаратура должна иметь маркировку с обозначением товарного знака, типа, децимального номера, порядкового номера и года изготовления, знака сертификата соответствия Госкомсвязи России.

5.1.7 Упаковка аппаратуры должна обеспечивать выполнение требований по транспортированию и хранению в соответствии с ТУ. На упаковочной таре, а также на самом изделии и в его паспорте должен быть указан номер сертификата соответствия Госкомсвязи Российской Федерации.

5.1.8 Прибор в отношении создаваемых им радиопомех должен соответствовать требованиям ГОСТ 30428 для класса А (эксплуатация вне жилых помещений)

5.1.9 Комплектность аппаратуры, включая состав эксплуатационной документации, должна быть оговорена в ТУ. Сопроводительная документация должна быть выполнена на русском языке и должна быть достаточной для изучения принципов работы составных частей и в целом комплекса аппаратуры, их настройки и обслуживания.

В состав комплекта документации должно входить:

- техническое описание;
- руководство по эксплуатации.

5.1.10 Прибор должен состоять из передающей (ГИС) и приемной части (ИФД) и обеспечивать:

- функцию генерации дрожания/дрейфа фазы;
- функцию измерения дрожания фазы;
- функцию измерения дрейфа фазы.

В зависимости от назначения в приборах реализуются функции в любом сочетании.

5.1.11 Приборы могут обеспечивать измерение только характеристик дрожания фазы, или характеристик дрейфа фазы по 5.5, или измерение тех и других.

5.1.12 Кроме измерения дрожания (дрейфа) фазы, приборы могут одновременно обеспечивать измерение показателей ошибок.

Примечание - Требования к приборам в части измерений показателей ошибок в цифровых каналах и трактах плезиохронной цифровой иерархии должны соответствовать ОСТ 45.91, а синхронной иерархии - ОСТ 45.135.

5.1.13 Приборы, предназначенные для работы в автоматизированных измерительных комплексах, должны удовлетворять требованиям по взаимодействию через КОП - систему интерфейса по ГОСТ 26.003-80 или через стык С2 - по ГОСТ 18145 и ГОСТ 23675-79. Тип интерфейса устанавливается в ТЗ.

5.1.14 Структурная схема прибора в общем виде должна соответствовать показанной на рисунке 1.

5.2 Требования к входу (выходу) приборов

5.2.1 Сопротивление и затухание несогласованности входа и выхода приборов при согласованном подключении к измеряемому объекту, должно соответствовать значениям, нормируемым для стандартных стыков (для каналов и трактов ПЦИ - по ГОСТ 26886, для стыка на 155,520 Мбит/с трактов СЦИ - по Рекомендации МСЭ-Т G.703 [1]). Эти значения указаны в таблице 1.

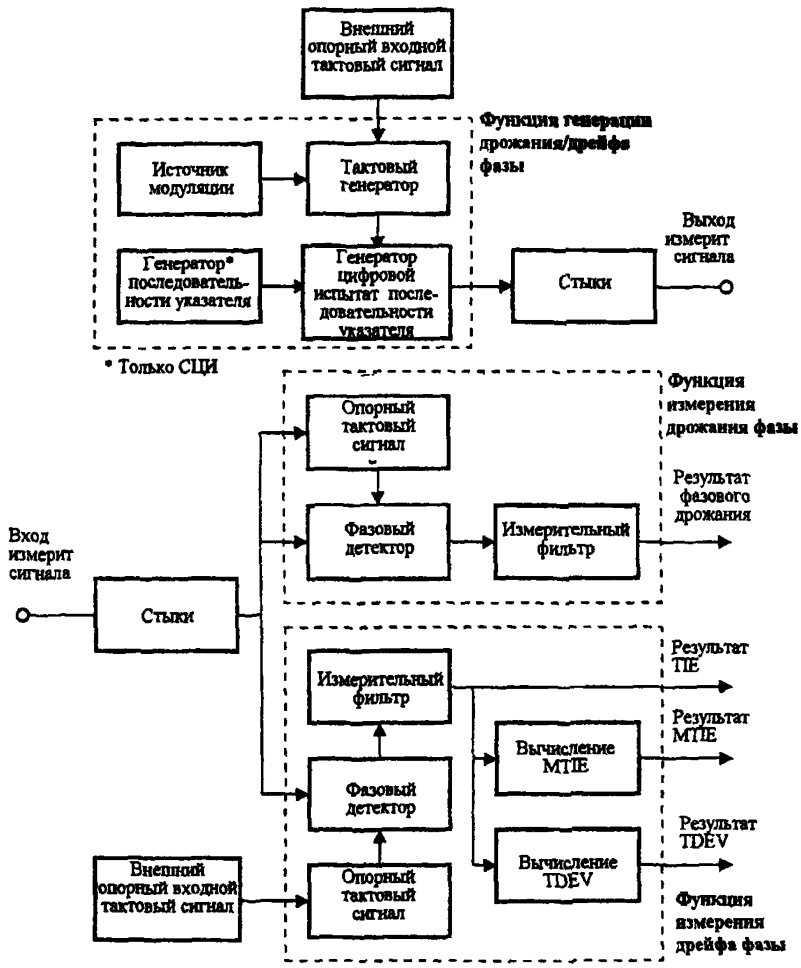
Затухание асимметрии выхода и входа приборов, предназначенных для измерения в стыках ОЦК и ПЦТ, должно быть не менее 30 дБ в тех же диапазонах частот.

5.2.2 Вход прибора должен быть рассчитан на подключение к измеряемому объекту в защищенных измерительных точках (имеющих развязывающие устройства) [2] и иметь значения входного сопротивления по 5.2.1. При этом в приборах должно обеспечиваться дополнительное усиление входного сигнала для компенсации затухания развязывающих устройств в защищенных точках контроля измеряемой аппаратуры (до 20 дБ) и затухания стыковой цепи.

Максимальное вносимое затухание стыковой цепи, когда приборы должны правильно работать (как в режиме с прекращением связи, так и в режиме без прекращения связи), если они подключены к выходу стыков через стыковую цепь, должно быть равным в соответствии с ГОСТ 26886: для ОЦК - 3 дБ, для первичного и вторичного стыков - 6 дБ, для третичного и четверичного стыков - 12 дБ. Для трактов СЦИ вносимое затухание стыковой цепи равно 12,7 дБ (по Рекомендации МСЭ-Т G.703 [1]). Значение затухания указано на частоте, соответствующей половине скорости передачи измеряемого тракта. Вносимое затухание кабеля на других частотах пропорционально $\sqrt{f}$.

5.2.3 Приборы должны обеспечивать измерение при использовании (на входе и выходе измеряемого объекта) сигналов в виде импульсов, нормируемых для соответствующих стыков: для ОЦК и трактов ПЦИ - по ГОСТ 26886, для трактов СЦИ на 155,520 Мбит/с - по Рекомендации МСЭ-Т G.703 [1]. Маски импульсов, соответствующих двоичным 0 и 1 для стыка на 155,520 Мбит/с, приведены в ОСТ 45.155.

В приемной части приборов для ОЦК и трактов ПЦИ должны обеспечиваться требования к помехоустойчивости по ГОСТ 26886.



ПРИМЕЧАНИЕ - Источник модуляции, служащий для выработки вводимого в испытательный сигнал фазового дрожания, может размещаться внутри тактового генератора и/или генератора испытательных последовательностей или отдельно.

Рисунок 1 - Общая структурная схема прибора для измерения фазового дрожания

Таблица 1 -Требования к входу и выходу приборов

Скорость передачи (кбит/с)	Входное (выходное) сопротивление (Ом)	Затухание несогласованности (дБ)	Диапазон частот
64	120 Ом, активное	≥ 12 ≥ 18 ≥ 14	от 3 до 6,4 кГц от 6,4 до 128 кГц от 128 до 192 кГц
2048	75/120 Ом, активное	≥ 12 ≥ 18 ≥ 14	от 20 кГц до 102 кГц от 102 до 2048 кГц от 2048 до 3072 кГц
8448	75 Ом, активное	≥ 12 ≥ 18 ≥ 14	от 211 до 422 кГц от 422 до 8448 кГц от 8448 до 12672 кГц
34368	75 Ом, активное	≥ 12 ≥ 18 ≥ 14	от 860 до 1720 кГц от 1720 до 34368 кГц от 34368 до 51550 кГц
139264	75 Ом, активное	≥ 15	от 7 до 210 МГц
155520	75 Ом, активное	≥ 15	от 8 до 240 МГц

5.3 Требования к функции генерации

5.3.1 Номинальная скорость тактовой частоты измерительного сигнала на выходе прибора должна соответствовать значениям, приведенным в таблице 2. В приборах, предназначенных для измерения фазового дрожания, отклонение частоты от номинального значения должно быть не более $\pm 1 \cdot 10^{-5}$ f для сигналов ПЦИ и $\pm 4{,}6 \cdot 10^{-6}$ f для сигнала со скоростью 155,520 Мбит/с. В качестве дополнительной возможности в ГИС может быть предусмотрено получение сдвига частоты в пределах, указанных в таблице 2 для различных скоростей передачи.

5.3 2 В приборах, предназначенных для измерения параметров дрейфа фазы задающих генераторов системы тактовой синхронизации, должны использоваться встроенные или внешние источники опорного сигнала тактовой частоты с погрешностью, соответствующей точности и нестабильности частоты измеряемого сигнала.

5.3.3 Передающая часть прибора, генератор испытательного сигнала (ГИС), в зависимости от назначения должна работать в одном или нескольких режимах синхронизации, а именно:

- от собственного тактового генератора с параметрами по 5.3.1;
- от синхронизирующего сигнала со скоростью 2 Мбит/с по ГОСТ 26886, раздел 4,
- от синхронизационного сигнала с частотой 2 МГц по ГОСТ 26886, раздел 8;
- от тактового сигнала, выделенного из принятого (измеряемого) сигнала
- от внешнего тактового сигнала в виде импульсов прямоугольной формы частотой 5 или 10 МГц с погрешностью частоты не более $\pm 50 \cdot 10^{-6} \cdot f$ и амплитудой 50 мВ - 1 В.

5.3.4 Измерительный сигнал на выходе ГИС в зависимости от измеряемой характеристики фазового дрожания должен быть с вводимым фазовым дрожанием или без него.

Источник модуляции может быть внешним или включен в состав прибора (см. рисунок 1)

5.3.5 Собственное фазовое дрожание на выходе прибора при отсутствии вводимого должно быть не более 0,01-0,05 ТИ в зависимости от назначения прибора.

Таблица 2 - Цифровые испытательные последовательности и скорость передачи

Тип цифрового канала или тракта	Длина ПСП	Скорость передачи	
		Номинальное значение (кбит/с)	Дополнительный относительный сдвиг частоты
ОЦК	$2^{11}-1$	64; n × 64	$\pm 100 \cdot 10^{-6}$
ПЦТ ВЦТ	$2^{15}-1$	2048 8448	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$ $\pm 30 \cdot 10^{-6}$
ТЦТ ЧЦТ STM-1	$2^{23}-1$	34368 139264 155520	$\pm 20 \cdot 10^{-6}$ $\pm 15 \cdot 10^{-6}$ $\pm 15 \cdot 10^{-6}$

5.3.6 Вводимые в измерительный сигнал значения фазового дрожания и дрейфа фазы должны предусматриваться в соответствии с Рекомендациями МСЭ-Т О.171 [11] для сигналов ПЦИ и О.172 [12] для сигналов СЦИ. Значения полного размаха генерируемого фазового дрожания в единицах измерения, называемых тактовыми интервалами (ТИ), в зависимости от частоты указаны в таблице 3 (с учетом обозначений рисунка 2).

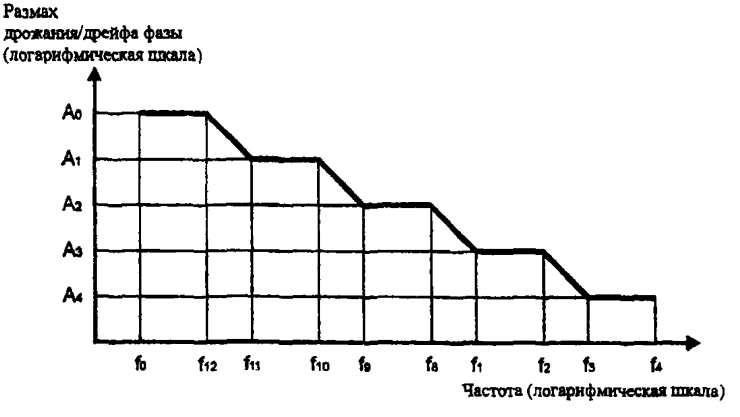


Рисунок 2 Размах генерируемого дрожания/дрейфа фазы в зависимости от частоты дрожания/дрейфа фазы

Таблица 3 - Минимальный размах регулируемого по величине генерируемого дрожания/дрейфа фазы в зависимости от их частоты

Скорость передачи (кбит/с)	Максимально допустимый размах дрожания/дрейфа фазы (ТИ)					Частота дрожания/дрейфа фазы (Гц)									
	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	f_0	f_{12}	f_{11}	f_{10}	f_9	f_8	f_1	f_2	f_3	f_4
64				5	0,5							2	600	6 к	20 к
2 048	40		20	10	0,5	12мк					5	10	900	18 к	100 к
8 448	200		20	10	0,5	12мк					10	20	400	8,5 к	400 к
34 368	1000		20	10	0,5						50	100	1000	20 к	800 к
139 264	3000		20	10	0,5						50	100	500	10 к	3500 к
155 520	3600	400	50	2	0,1	12мк	178 мк	1,6м	15,6м	0,125	19,3	500	3,25 к	65 к	1, 3 М

5.3.7 Для измерения дрожания (дрейфа) фазы приборы должны вырабатывать измерительные сигналы, в которые входят псевдослучайные последовательности импульсов (ПСП), наиболее полно имитирующие реальные сигналы.

Длина ПСП должна быть равна $(2^n - 1)$ бит, где n зависит от скорости передачи измеряемого сигнала (в соответствии с таблицей 2). Структура ПСП - по ОСТ 45.91 и Рекомендации МСЭ-Т О.150 [10].

5.3.8 Дополнительно для удобства измерения фазового дрожания могут предусматриваться:

а) повторяющаяся испытательная последовательность 1000 1000;

б) две свободно программируемые 8-битовые последовательности, которые могут чередоваться с заданной скоростью;

в) свободно программируемая 16-битовая последовательность.

5.3.9 При измерении цифровых трактов, содержащих аппаратуру группообразования, чтобы она правильно работала в процессе измерения, требуется подавать на вход измерительный сигнал, содержащий специфические последовательности бит, т.е. в виде стандартного цикла или структуры (ОСТ 45.91 и ОСТ 45.135).

Для измерении цифровых трактов без преобразования, а также отдельной аппаратуры цифровых систем передачи или устройств тактовой синхронизации для удобства наблюдения сигнала должны предусматриваться неструктурированные бесцикловые измерительные сигналы, т.е. сигналы, состоящие только из испытательных последовательностей. Желательно также, чтобы такие сигналы предусматривались для обеспечения проверки ряда характеристик самого прибора.

5.3.10 Погрешность вводимого полного размаха дрожания фазы (дрейфа) должна быть такой, чтобы существенно не ухудшалась суммарная погрешность измерения. Она может быть уменьшена путем измерения сигнала на выходе ГИС. Конкретные значения погрешности указываются в ТЗ.

Для сигнала со скоростью 155,52 Мбит/с суммарная погрешность вводимого фазового дрожания должна быть не более [12]:

± 5% от показания ± 0,02 ТИ,

Примечание - Значение ± 5% является предварительным и подлежит уточнению.

5.3.11 В ГИС, если он предназначен для измерения аппаратуры СЦИ, то для проверки влияния событий цифрового выравнивания указателя (PJE) на оборудование десинхронизатора СЦИ должно обеспечиваться генерирование испытательных последовательностей цифрового выравнивания указателя в соответствии с Рекомендацией G.783 [3]. В качестве дополнительной возможности в приборе могут быть предусмотрены дополнительные функции управления PJE, чтобы обеспечить измерение фазового дрожания указателя. Требования к данным испытательным последовательностям устанавливаются в ТЗ с учетом 5.3.12.

В справочном приложении Б дается информация относительно схемы измерения и возможности испытания с использованием последовательностей указателя.

5.3.12 В приборе должен предусматриваться минимальный набор испытательных последовательностей указателя, применимых к конкретным скоростям передачи компонентных сигналов СЦИ, обозначенных в таблице 4 знаком "X", в соответствии с разделом 10 Рекомендации G.783 [3].

Для конкретных скоростей передачи компонентных сигналов СЦИ регулирование указателя должно применяться или к указателям AU-n, или TU-m, как показано в таблице 4. Направление или полярность испытательной последовательности указателя должно выбираться между увеличивающимися или уменьшающимися значениями указателя.

Таблица 4 - Описание испытательной последовательности указателя

Испытательная последовательность указателя		Компонентный сигнал на скорости передачи (кбит/с)		
		2 048 TU-12	34 368 TU-3	139 264 AU-4
Обозначение	Описание			
a	Одиночная чередующаяся	X	X	X
b	Регулярная + парная	X	X	X
c	Регулярная + пропадающая	X	X	X
d	Парная чередующаяся		X	X
g1	Периодическая 87-3			X
g2	Периодическая 87-3 с добавл.			X
g3	Периодическая 87-3 с отменой			X

Временные интервалы между PJE внутри испытательной последовательности зависят от конкретной последовательности и скорости передачи испытываемого компонентного сигнала СЦИ. В таблице 5 приводятся временные интервалы между PJE, которые должны предусматриваться для конкретных скоростей передачи компонентных сигналов СЦИ и которые в общем виде изображены на рисунке 3. Временные интервалы T1 и T2 могут регулироваться до значений, больших чем минимум, приведенный в таблице 5.

Таблица 5 - Временные интервалы между событиями выравнивания указателя (PJE)

Временной интервал	Скорость передачи (кбит/с) компонентного сигнала СЦИ		
	2 048	34 368	139 264
T1 (минимум)	10 с	10 с	10 с
T2 (минимум)	750 мс	34 мс*	34 мс*
T3	2 мс	0,5 мс*	0,5 мс*

Примечание - Значения, отмеченные*, являются предварительными.

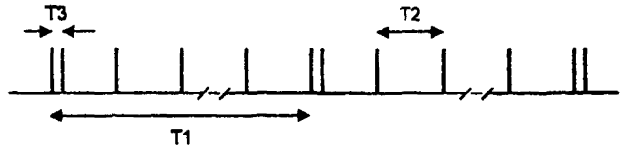


Рисунок 3 - Общий вид последовательности указателя, иллюстрирующий временные интервалы таблицы 5

5.3.13 Для целей проверки ряда параметров прибора желательно, чтобы был предусмотрен выход тактового сигнала, соответствующего выходному сигналу прибора.

5.4 Требования к функции измерения дрожания фазы

5.4.1 Приемная часть прибора (ИФД) должна работать от собственного тактового генератора с точностью по 5.3.1, а также от внешних сигналов тактовой синхронизации сигнала (по 5.3.3).

Допустимое отклонение тактовой частоты измеряемого сигнала от номинального значения может быть в пределах значений сдвига частоты, указанных в таблице 2.

5.4.2 Должно обеспечиваться измерение полного размаха фазового дрожания сигнала, поступающего на вход прибора. Пределы измерения должны удовлетворять минимальным требованиям, оговоренным в Рекомендациях О.171 и О.172 [11 и 12] и приведенным в таблице 6 (с учетом обозначений рисунка 4). Диапазон частот от f_6 до f_4 является диапазоном частот для измерения фазового дрожания; возможность измерения на частотах ниже f_1 является дополнительной.

5.4.3 ИФД должен выполнять измерения для заданного диапазона частот фазового дрожания на различных скоростях передачи с характеристиками полосовых фильтров (или комбинации фильтров верхних частот и фильтра нижних частот), обеспечивающими допустимую погрешность измерения. Ширина полосы пропускания функции измерения должна соответствовать таблице 7.

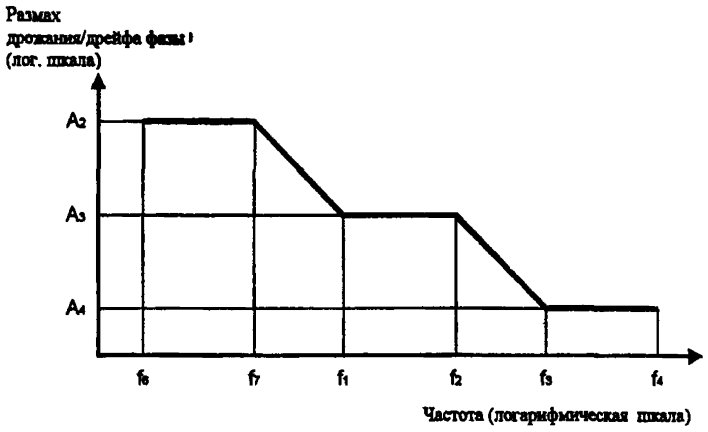


Рисунок 4 - Измеряемый размах фазового дрожания в зависимости от частоты фазового дрожания

Таблица 6 - Минимальный размах измеряемого фазового дрожания в зависимости от частоты фазового дрожания

Скорость передачи (кбит/с)	Минимальный размах фазового дрожания (ТИ)			Граничные точки фазового дрожания (Гц)					
	A_2	A_3	A_4	f_6	f_7	f_1	f_2	f_3	f_4
64		5	0,5			20	600	6 к	20 к
2 048		10	0,5			20	900	18 к	100 к
8 448		10	0,5			20	400	8,5 к	400 к
34 368		10	0,5			100	1000	20 к	800 к
139 264		10	0,5			200	500	10 к	3500 к
155 520	50	2	0.1	10	19.3	500	3.25 k	65 k	1.3 M
ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Значения, обозначенные "*", не определены.									
ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Погрешность прибора задается в пределах частот f_1 и f_4.									

Таблица 7- Полосы пропускания функции измерения фазового дрожания

Скорость передачи, (кбит/с)	Полосы пропускания при измерении фазового дрожания (частоты среза на уровне 3 дБ)		
	f_1 (Гц) верхних частот	f_3 (кГц) верхних частот	f_4 (кГц) нижних частот
64	20	3	≤ 40
2 048	20	18	≤ 200
8 448	20	3	≤ 800
34 368	100	10	≤ 1 600
139 264	200	10	≤ 7 000
155 520	500	65	1300

5.4.4 Характеристики всех фильтров в пределах полосы пропускания должны обеспечивать соблюдение требований, предъявляемых к точности функции измерения фазового дрожания. К функции измерения фазового дрожания при использовании измерительных фильтров на частотах f_1, f_3 и f_4 предъявляются следующие требования:

5.4.4.1 Измерительные фильтры верхних частот с частотами среза f_1 и f_3 должны иметь характеристики первого порядка и епад 20 дБ на декаду.

5.4.4.2 Номинальные значения частот среза измерительного фильтра f_1 и f_3 для каждой скорости передачи приводятся в таблице 7, на уровне точки 3 дБ они должны быть равны f_1±10% и f_3±10% соответственно

5.4.4.3 Измерительные фильтры нижних частот с частотой среза f_4 должны иметь максимально плоскую характеристику Баттерворта и спад 60 дБ на декаду.

5.4.4.4 Номинальные значения частоты среза измерительного фильтра f_4 для каждой скорости передачи приводятся в таблице 7, на уровне точки 3 дБ они должны быть равны f_4±10%.

5.4.4.5 Максимальное затухание измерительных фильтров должно быть не менее 60 дБ.

5.4.5 Суммарная погрешность измерения при частоте фазового дрожания 1 кГц для скоростей передачи ПЦИ и 100 кГц для скорости 155,52 Мбит/с (за исключением погрешности за счет частотной неравномерности) должна быть менее

$$\pm 5\% \text{ от показания} \pm W \text{, ТИ}$$

где W - систематическая погрешность, в которую входят все составляющие, определяемые функцией выделения внутренней тактовой частоты, и которая не должна превышать значений, приведенных в таблице 8.

Таблица 8 - Максимально допустимая систематическая погрешность измерения фазового дрожания

Скорость передачи (кбит/с)	Полный размах фазового дрожания в заданных испытательных последовательностях (ТИ)			
	Псевдослучайная		Входной тактовый сигнал	
	f1 - f4	f3 - f4	f1 - f3	f3 - f4
64	0,025	0,15	0,004	-
2048	0,040	0,025	0,015	0,010
34 368	0,040	0,025	0,030	0,020
139 264	0,040	0,025	0,030	0,020
155 520	0,070	0,050	0,050	0,030

5.4.6 Дополнительная погрешность измерения фазового дрожания на частотах фазового дрожания, отличающихся от 1 кГц (для сигналов ПЦИ) или 100 кГц (для сигналов СЦИ), должна быть не выше значений, приведенных в таблице 9.

Таблица 9 - Частотная погрешность измерения фазового дрожания

Скорость передачи (кбит/с)	Ширина полосы измерения		Дополнительная погрешность по отношению к погрешности на 1 кГц
	f_1 (Гц)	f_4 (кГц)	
64	20	20	± 2 % от 20 до 600 Гц ± 3 % от 600 Гц до 10 кГц
2 048	20	100	± 2 % от f_1 до f_4
8 448	20	400	± 2 % от f_1 до 300 кГц ± 3 % от 300 кГц до f_4
34 368	100	800	± 3 % от 300 кГц до f_4
139 264	200	3500	± 3 % от 300 кГц до 1 Мгц ± 5 % от 1 до 3 Мгц ± 10 % ≥ 3 Мгц
155 520	500	1300	± 2 % от f_1 до 300 кГц ± 3 % от 300 кГц до 1 Мгц ± 5 % от 1 Мгц до f_4

5.4.7 В приборах может предусматриваться также измерение среднеквадратических значений дрожания (дрейфа) фазы.

5.4.8 При измерении размаха фазового дрожания может предусматриваться также счет числа и периодов времени превышения заранее выбранного порога с обеспечением возможности документирования этих событий на внешнем счетчике или в качестве дополнительного свойства - на внутреннем. При наличии этой функции должна быть возможность установки порога на любое значение в пределах диапазона измерений фазового дрожания.

5.4.9 Для обеспечения возможности внешнего измерения фазового дрожания, например, с использованием осциллографа или измерителя среднеквадратических значений может предусматриваться аналоговый выходной сигнал, пропорциональный измеренному значению.

5.5 Требования к функции измерения дрейфа фазы

5.5.1 При выполнении функции измерения дрейфа фазы приемная часть прибора (ИФД) должна работать от внешних сигналов тактовой синхронизации сигнала (по 5.3.3).

5.5.2 Прибор должен иметь возможность измерения ошибки временного интервала TIE (ОВИ).

TIE является основной функцией, с помощью которой могут быть вычислены многие параметры дрейфа фазы, такие как MTIE (МОВИ) и TDEV (ДВИ). Она обычно измеряется в наносекундах и устанавливается на нуль в начале цикла измерений. TIE показывает изменение значения временного интервала измеряемого сигнала по отношению к эталонному с начала измерений.

Примечание. Определение TIE и другие определения, относящиеся к измерению параметров дрейфа фазы, приводятся в справочном приложении А.

5.5.3 Максимальное время дискретизации τ_0 при измерении TIE должно быть равным 1/30 секунды.

5.5.4 Дрейф фазы должен измеряться через измерительный фильтр нижних частот первого порядка с эквивалентной полосой 10 Гц и следующими характеристиками:

5.5.4.1 Измерительный фильтр нижних частот должен иметь характеристику первого порядка и спад 20 дБ на декаду. Точка на уровне 3 дБ измерительного фильтра должна быть на частоте 10 Гц ±10%.

5.5.4.2 Неравномерность измерительного фильтра в полосе пропускания в диапазоне от 1 до 10 Гц должна быть менее ± 0,2 дБ (относительно усиления на частоте 0,1 Гц), а максимальное затухание должно быть менее 30 дБ.

5.5.5 Минимальный динамический диапазон измерения TIE должен быть: $\pm 1 \cdot 10^9$ нс. (соответствующий, например, сдвигу частоты $\pm 4{,}6 \cdot 10^{-6}$ за 200 000 секунд или в течение 55 часов).

5.5.6 Погрешность измерения TIE зависит от нескольких факторов, таких как значение показания, систематическая собственная погрешность, погрешность за счет частотной характеристики и интервала дискретизации TIE.

Для каждого измерения в течение интервала наблюдения τ суммарная погрешность измерения TIE должна быть менее:

$$\pm 5\% \text{ от измеряемого значения TIE} \pm Z_0(\tau),$$

где $Z_0(\tau)$ приводится в таблице 10, а τ является интервалом наблюдения.

Таблица 10 - Систематическая погрешность (Z_0) измерения TIE

$Z_0(\tau)$ (нс)	Интервал наблюдения, τ (с)
$2.5 + 0.0275\,\tau$	$0.05 \le \tau \le 1000$
$29 + 0.001\,\tau$	$\tau > 1000$

ПРИМЕЧАНИЕ: Имеется дополнительная частотно-зависимая погрешность свыше 1 Гц за счет характеристики измерительного фильтра - по 5.5.4.

5.5.7 Должна быть обеспечена возможность измерения максимальной ошибки временного интервала MTIE - наибольшего размаха TIE в любом интервале наблюдения длительностью τ.

MTIE должна измеряться в диапазоне интервалов наблюдения не менее, чем от 0,05 до 10 000 с.

Максимальный диапазон вычисленных значений результатов для MTIE должен быть не менее 50 000 нс.

ПРИМЕЧАНИЕ: Минимальным периодом измерения T для MTIE(τ) является интервал наблюдения (т.е. $T = \tau$).

5.5.8 К автономному алгоритму вычисления MTIE (при функциональном его отделении от измерений TIE) предъявляются следующие требования по точности.

При заданном наборе данных измерения TIE алгоритм, используемый для вычисления MTIE, должен давать результаты с определенной погрешностью относительно значений, вычисленных по стандартной формуле оценки, приведенной в приложении А.

Суммарная погрешность вычисления MTIE должна быть менее:

$$\pm 2\% \text{ от значения MTIE} \pm Z_1(\tau),$$

где $Z_1(\tau)$ приводится в таблице 11, а τ является интервалом наблюдения.

Таблица 11 - Систематическая погрешность (Z_1) алгоритма вычисления MTIE

$Z_1(\tau)$ (нс)	Интервал наблюдения, τ (с)
$0.5 + 0.0055\,\tau$	$0.05 \le \tau \le 1000$
$5.8 + 0.0002\,\tau$	$\tau > 1000$

5.5.9 Суммарная погрешность измерения MTIE (включая погрешность измерения TIE и погрешность алгоритма вычисления MTIE) должна быть менее:

$$\pm 7\% \text{ от измеряемого значения TIE} \pm Z_3(\tau),$$

где $Z_3(\tau)$ приводится в таблице 12, а τ является интервалом наблюдения.

Таблица 12 - Систематическая погрешность (Z_3) измерения MTIE

$Z_3(\tau)$ (нс)	Интервал наблюдения, τ (с)
$3 + 0.033\,\tau$	$0.05 \le \tau \le 1000$
$35 + 0.0012\,\tau$	$\tau > 1000$

5.5.10 Может быть обеспечена возможность измерения девиации временного интервала TDEV - меры дрейфа фазы, которая характеризует его спектральное содержание. Она является функцией параметра τ, называемого интервалом наблюдения.

TDEV должна измеряться в диапазоне интервалов наблюдения не менее, чем от 0,05 до 10 000 с. Максимальный диапазон вычисленных значений результатов для TDEV должен быть не менее 10 000 нс.

ПРИМЕЧАНИЕ – Минимальным периодом измерения T для TDEV(τ) является интервал, в 12 раз больше интервала наблюдения (т.е. $T = 12\tau$).

5.5.11 К автономному алгоритму вычисления TDEV (при функциональном его отделении от измерений TIE) предъявляются следующие требования по точности.

При заданном наборе данных измерения TIE алгоритм, используемый для вычисления TDEV должен давать результаты с определенной погрешностью относительно значений, вычисленных по стандартной формуле оценки, приведенной в приложении А.

5.5.12 Суммарная погрешность вычисления TDEV должна быть менее

$$\pm 2\% \text{ от значения TDEV} \pm Z_2(\tau),$$

где $Z_2(\tau)$ приводится в таблице 13, а τ является интервалом наблюдения

Таблица 13 - Систематическая погрешность (Z_2) алгоритма вычисления TDEV

$Z_2(\tau)$ (нс)	Интервал наблюдения, τ (с)
0.06	$0.05 \le \tau \le 100$
$0.0006\,\tau$	$100 < \tau \le 1000$
0.6	$1000 < \tau \le 10\,000$

5.5.13 Суммарная погрешность измерения TDEV (включая погрешность измерения TIE и погрешность алгоритма вычисления TDEV) должна быть менее:

$$\pm 7\% \text{ от измеряемого значения TIE} \pm Z_4(\tau),$$

где $Z_4(\tau)$ приводится в таблице 14, а τ является интервалом наблюдения.

Таблица 14 - Систематическая погрешность (Z_4) измерения TDEV

$Z_4(\tau)$ (нс)	Интервал наблюдения τ (с)
0.36	$0.05 < \tau \le 100$
$0.0036\,\tau$	$100 < \tau \le 1000$
3.6	$1000 < \tau \le 10\,000$

6 Методы испытаний

6.1 Общие требования

Общие требования к методам испытаний, их последовательности, нормальным условиям испытаний, а также методы испытания при изменении напряжения и частоты электропитания, на устойчивость к климатическим и механическим воздействиям, на прочность при транспортировании, на электробезопасность и электромагнитную совместимость должны соответствовать ГОСТ 22261.

6.2 Требования к средствам измерений

6.2.1 Перечень рекомендуемых для проведения испытаний средств измерений приведен в приложении В.

6.2.2 Требования к используемым приборам приведены в тексте методик испытаний конкретных параметров и в приложении В.

6.2.3 Рекомендуемые типы средств измерений могут быть заменены другими, соответствующими необходимым требованиям по метрологическим характеристикам.

6.2.4 Средства измерений, применяемые при испытаниях, должны иметь эксплуатационную техническую документацию и отметку об очередной поверке. Запрещается применять средства измерений, срок обязательной поверки которых истек.

6.3 Измерение параметров входа и выхода прибора

Выходное и входное сопротивление прибора измеряется по методике ОСТ 45.91 в диапазонах частот ПЦИ и ОСТ 45.134 - СЦИ, затухание асимметрии относительно земли для симметричных входов и выходов (5.2.1) - по методике ОСТ 45.91, помехозащищенность входа по методике ОСТ 45.90.

6.4 Проверка частоты измерительного сигнала на выходе ГИС

Проверка частоты сигнала на выходе ГИС (при внутреннем тактовом генераторе по 5.3.1) осуществляется по методике ОСТ 45.91 в диапазонах частот ПЦИ и ОСТ 45.134 - СЦИ.

При наличии в проверяемом приборе внутреннего генератора более высокой точности, чем задано в 5.3.1, что имеет место в приборах для измерения параметров дрожания фазы определенных задающих генераторов системы тактовой синхронизации, проверку частоты сигнала на выходе ГИС выполняют с помощью образцового водородного (или рубидиевого) генератора, умножителя частоты и компаратора частоты. Проверяемые приборы для измерения параметров дрожания фазы такого типа имеют, как правило, выход сигнала частотой 10 МГц, который подключается к одному входу компаратора. Выход опорной частоты 5 МГц образцового генератора подается на умножитель частоты, с выхода которого снимается сигнал частотой 10 МГц и подается на другой вход компаратора. С компаратора считывается относительное отклонение частоты измеряемого сигнала от номинального значения.

6.5 Проверка вырабатываемых испытательных последовательностей и структуры измерительного сигнала

Проверка вырабатываемых испытательных последовательностей и правильности структуры измерительного сигнала проводится по методике ОСТ 45.91 в диапазонах частот ПЦИ и ОСТ 45.135-СЦИ.

6.6 Проверка работы ГИС от внешнего тактового сигнала

Проверка работы ГИС от внешнего тактового сигнала (5.3.2) проводится с помощью внешнего генератора синусоидальных сигналов или импульсного генератора, от которого подаются сигналы с необходимой частотой и амплитудой (с допусками согласно технической документации). Частота тактового сигнала контролируется частотомером Правильная работа ГИС контролируется путем проверки правильности функционирования прибора и при проверке погрешностей вводимого фазового дрожания - по 6.9.

6.7 Проверка формы импульсов и правильности формирования кодов цифрового сигнала

Форма импульса (амплитуда, длительность, время нарастания и спада импульса и правильность формирования кода) выходного цифрового сигнала ГИС (5.2.3) проверяется по методике ОСТ 45.91 для сигналов ПЦИ и ОСТ 45 135- СЦИ.

6.8 Проверка собственного фазового дрожания сигнала на выходе ГИС

Собственное фазовое дрожание сигнала на выходе ГИС в режиме без введения фазового дрожания (5 3 5) проверяется при помощи анализатора спектра, подключаемого к выходу генератора по схеме рисунка 5. Проверка проводится при установлении структуры выходного сигнала в виде последовательности единиц (для сигналов в коде HDB-3) или нулей (для сигналов в коде СМИ). На экране анализатора наблюдается спектр исследуемого сигнала вокруг полутактовой частоты сигнала.

Принимая во внимание то, что размах собственного фазового дрожания много меньше тактового интервала (ТИ), его можно определить в ТИ по формуле

$$\gamma = 0{,}32 \cdot \beta/\alpha,$$

где α - амплитуда основной спектральной составляющей;

β - наибольшая амплитуда паразитных составляющих в диапазоне частот, отстоящих от частоты основной спектральной составляющей до ± (5-10)%.

Полоса обзора анализатора спектра устанавливается шириной до 15-20% от частоты основной спектральной составляющей, полоса пропускания 10-30 Гц. При необходимости должна применяться согласующая схема.

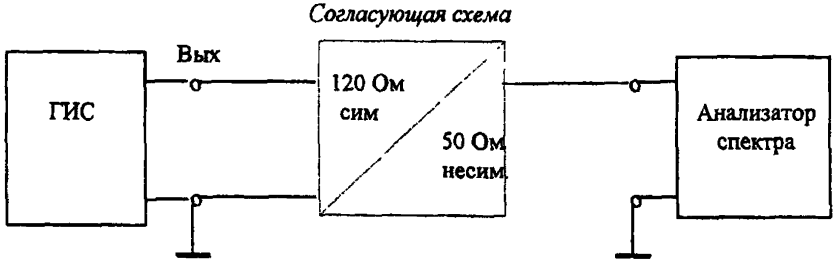


Рисунок 5 Схема проверки собственного фазового дрожания

6.9 Проверка погрешности вводимого фазового дрожания выходного сигнала

Ниже рассматривается два возможных метода измерения. Выбор метода и конкретных условий измерения осуществляется в зависимости от параметров и видов выходных сигналов проверяемого ГИС, а также от параметров применяемого осциллографа.

6.9.1 Погрешности вводимого фазового дрожания выходного сигнала ГИС (5.3.6) на скоростях передачи 2048 кбит/с и выше проверяются по схеме рисунка 5 с применением настройки на нули Бесселевых функций (минимумы несущей сигнала с угловой модуляцией). Проверка проводится при установлении структуры выходного сигнала в виде последовательности единиц (для сигналов в коде HDB-3) или нулей (для сигналов в коде СМИ). Сначала на каждой скорости передачи устанавливается режим без введения фазового дрожания. На экране анализатора наблюдается спектр исследуемого сигнала вокруг полутактовой частоты сигнала. Затем устанавливается скорость передачи и полный размах вводимого фазового дрожания в соответствии с Таблицей 15 (с учетом скоростей передачи и диапазона вводимого фазового дрожания проверяемого ГИС и кода и структуры измерительного сигнала) и выполняется регулировка вокруг этого значения до тех пор, пока амплитуда несущей (центральной частоты спектра) не будет настроена на минимум (нуль Бесселевой функции). Индицируемое на ГИС значение полного размаха должно соответствовать номинальному значению с учетом заданной в технической документации погрешности.

Таблица 15 - Проверка вводимого фазового дрожания

Скорость передачи (кбит/с)	Рекомендуемая частота фазового дрожания (кГц)	Номинальные значения полного размаха в ТИ, соответствующие нулям Бесселевой функции	
		для тактовой частоты сигнала	для сигнала в коде в виде последовательности
2 048	2,4	0,76; 1,76; 4,75; 7,75	Код HDB-3, последовательность единиц: 1,52; 3,52; 9,5; 11,5; 15,5
8 448	0,4	0,76; 1,76; 4,75; 7,75	
34 368	1,0	0,76; 1,76; 4,75; 7,75	
139 264	0,5	0,76; 1,76; 4,75; 7,75	Код СМИ, последовательность единиц: 10,76; 1,76; 4,75; 7,75
155 520	1,0	0,76; 1,76; 4,75; 7,75	

6.9.2 Погрешность размаха вводимого фазового дрожания может быть проверена по схеме рисунка 6 при помощи осциллографа. Осуществляется измерение значения размаха вводимого фазового дрожания путем сравнения длительности импульса тактового сигнала или импульса выходного сигнала без вводимого фазового дрожания с длительностью импульса выходного сигнала с вводимым фазовым дрожанием.. В зависимости от типа применяемого осциллографа измерение длительности тактового интервала выходного сигнала без вводимого фазового дрожания осуществляется или параллельно с длительностью фазового дрожания на двух каналах осциллографа, на которые подаются сигналы с разных выходов ГИС, или последовательно при подаче на один вход.

Способ и сигнал синхронизации при наблюдении сигналов зависят от типа применяемого осциллографа (ждущий режим с внутренним или внешним запуском), а также от типа кода измеряемого сигнала и имеющихся дополнительных выходов ГИС. В некоторых случаях при использовании осциллографа с внешней синхронизацией для подачи синхроимпульсов может потребоваться использование вспомогательного ГИС, показанного на рисунке 6 пунктиром. Последний синхронизируется от проверяемого ГИС, а выходной сигнал в виде импульсного сигнала соответствующей частоты используется для синхронизации осциллографа.

Наблюдение фазового дрожания при этом методе рекомендуется при использовании измерительного сигнала без цикла в коде AMI или NRZ (если они предусмотрены в приборе) со структурой в виде единицы с несколькими нулями (не менее 3). На экране осциллографа наблюдается размытый фронт импульса выходного сигнала прибора. Ширина импульса с размытым фронтом сравнивается с шириной импульса тактового сигнала (вычисляется их разность), затем берется отношение этой разности к длительности тактового интервала и проверяется соответствие установленному значению введенного фазового дрожания в ТИ.

Вместо тактового сигнала и сигнала в коде AMI можно подавать на осциллограф два сигнала в коде HDB-3 (на скоростях передачи 2048 - 34368 кбит/с), синхронизованные друг с другом: один без вводимого фазового дрожания от эталонного средства измерения и второй - от проверяемого ГИС с введенным фазовым дрожанием.

Частота введенного фазового дрожания при всех методах устанавливается или на испытуемом приборе, или на внешнем генераторе, подключенном к соответствующему входу модулирующего сигнала (в зависимости от предусмотренного варианта образования фазового дрожания).

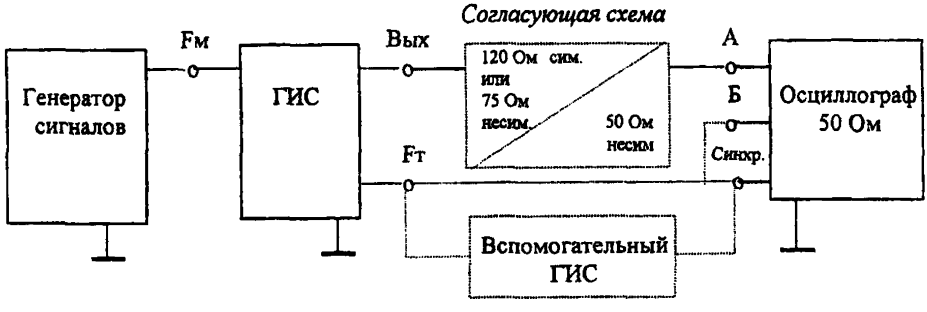


Рисунок 6 Схема проверки вводимого фазового дрожания

6.10 Определение допустимого отклонения скорости входного сигнала

Допустимое отклонение скорости входного сигнала (5.4.1) при измерении фазового дрожания проверяется в ходе проверки погрешностей измерения путем изменения тактовой частоты измерительного сигнала в пределах, заданных в технической документации.

6.11 Определение характеристик приемной части прибора

Характеристики измерителя фазового дрожания (ИФД) определяются с помощью калиброванного или эталонного ГИС (в качестве калиброванного ГИС допускается использование предварительно проверенной передающей части проверяемого прибора).

Должны быть проверены характеристики фильтров (5.4.4) ИФД. Это осуществляется путем подачи измерительного сигнала заданной скорости передачи от эталонного ГИС и изменением частоты вводимого фазового дрожания в пределах, заданных в 5.4.3. Показания должны изменяться в зависимости от частоты в соответствии с характеристиками каждого фильтра.

Пределы (5.4.2) и погрешности измерения фазового дрожания (5.4.5), нормируемые для ИФД, проверяются одновременно при подаче измерительного сигнала заданной скорости передачи от эталонного ГИС путем изменения полного размаха в пределах и на частоте, заданных в технической документации, и подтверждения измерения установленных значений испытываемым прибором с допустимыми в технической документации погрешностями. Для определения частотной погрешности измерения (5.4.6) осуществляется изменение частоты вводимого в измерительный сигнал фазового дрожания в пределах значений, заданных в технической документации, и с учетом допустимых пределов, указанных в 5.4.5).

6.12 Определение погрешности измерения параметров дрейфа фазы

6.12.1 Погрешность измерения основной характеристики дрейфа фазы - ошибки временного интервала TIE, на основе которой вычисляются другие характеристики (MTIE, TDEV и др.), определяется с помощью генератора опорной частоты высокой точности и стабильности (которые должны быть на порядок лучше заданного в технической документации на проверяемый прибор значения разрешающей способности).

Вначале определяется инструментальная (систематическая) погрешность, для чего на оба входа проверяемого прибора подается сигнал от одного генератора опорной частоты. Полученное на приборе показание представляет собой искомую систематическую погрешность.

Затем на вход измеряемого сигнала проверяемого прибора подается сигнал от опорного генератора, частота которого может подвергаться регулировке. В качестве второго сигнала используется или внутренний генератор высокой точности, если он есть в приборе, или второй опорный генератор. Последовательно с помощью корректора частоты и с использованием внешнего опорного генератора и компаратора устанавливается более высокое значение отклонения частоты от номинального значения (на два порядка). Проверяемым прибором выполняется измерение TIE для установленных значений отклонениея частоты от номинального значения за время измерения τ, равное, например, 100 и 1000 с.

Погрешность измерения TIE определяется как разность между измеренным значением и расчетным значением для установленного отклонения частоты и каждого значения времени измерения. Эта разность не должна превышать значения погрешности, заданного в технической документации на испытываемый прибор. Расчетное значение TIE определяется в секундах по формуле:

$$TIE = \Delta f/f \times \tau,$$

где $\Delta f/f$ - установленное значение отклонения частоты измерительного сигнала.

6.12.2 Для определения погрешности измерения MTIE и TDEV, а также других вычисляемых параметров дрейфа фазы рекомендуется использовать сложный сигнал, состоящий из нескольких периодов с известным отклонением частоты. Для данного сигнала по формулам, приведенным в приложении А, а также в [12,] должны определяться расчетные значения проверяемых параметров дрейфа фазы и сравниваться с измеренными значениями.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ИЗМЕРЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ ДРЕЙФА ФАЗЫ

Ниже приводятся используемые в настоящем стандарте термины и определения, относящиеся к измерению параметров дрейфа фазы, на основании Рекомендации МСЭ-Т G.810 [4] и стандарта ETS 300 462-1 [14]. Так как параметры дрейфа фазы нормируются в отрасли "Связь", главным образом, для аппаратуры и сигналов сети тактовой синхронизации, в приведенных ниже определениях применяются связанные с этим понятия.

Время (time)

Используется для установления момента (времени дня) или как измеренное значение временного интервала;

Примечание - Слово "время" при применении в описаниях сетей синхронизации обычно соответствует сигналам с определенной частотой повторения, используемым для синхронизации или измерений.

Функция времени (time function)

Время задающего генератора тактовой синхронизации представляет собой измеренное значение идеального времени (временно́го интервала) t, вырабатываемого этим задающим генератором. Математически функция времени T(t), генерируемая задающим генератором тактовой синхронизации, определяется, как:

$$T(t) = \frac{\Phi(t)}{2\pi\nu_{nom}},$$

где: $\Phi(t)$ суммарная мгновенная фаза сигнала на выходе генератора;

ν_{nom} номинальная частота генератора.

Функция временно́й ошибки (Time error function)

Временно́й ошибкой (ошибкой временно́го интервала) задающего генератора тактовой синхронизации по отношению к стандарту частоты является разность между временем (значением длительности временно́го интервала) данного задающего генератора и стандарта частоты. Математически функция временно́й ошибки x(t) между временем задающего генератора T(t) и эталонным временем опорного задающего генератора $T_{ref}(t)$ определяется как:

$$x(t) = T(t) - T_{ref}(t)$$

Временна́я ошибка является основной функцией, посредством которой могут быть рассчитаны многие параметры стабильности (такие как MTIE, среднеквадратическое значение TIE, TDEV, дисперсия Аллана и т.д.). Так как практически недостижимо, чтобы была непрерывно известна функция x(t), для этой цели используются последовательности равномерно разнесенных отсчетов $x_i = x(t_0 + i\tau_0)$.

Функция ошибки временного интервала (Time interval error function)

TIE (ОВИ) - разность между измеренным значением временного интервала, производимого задающим генератором, и измеренным значением того же самого временного интервала, производимого опорным задающим генератором. Математически функция погрешности временного интервала TIE(t; τ) может быть выражена, как:

$$TIE(t;\ \tau) = [\ T(t+\tau) - T(t)] - [\ T_{ref}(t+\tau) - T_{ref}(t)] = x\ (t+\tau) - x(t),$$

где: τ - интервал времени, обычно называемый интервалом наблюдения.

Максимальная ошибка временного интервала (Maximum Time Interval Error)

MTIE (МОВИ) - максимальное значение размаха изменения задержки данного сигнала тактовой синхронизации по отношению к идеальному сигналу тактовой синхронизации в течение времени наблюдения ($\tau = n\tau_0$) для всех значений времени наблюдения, длительность которых находится в пределах периода измерения (T). Она оценивается при помощи следующей формулы:

$$MTIE(n\tau_0) = \max_{1 \le k \le N-n} \left\{ \max_{k \le i \le k+n} (x_i) - \min_{k \le i \le k+n} (x_i) \right\}, \qquad n = 1, 2, \ldots, (N-1)$$

Девиация временного интервала (Time Deviation)

TDEV (ДВИ) - измеренное значение ожидаемого изменения временного интервала сигнала, как функции времени интеграции. TDEV может также давать информацию о спектральных составляющих фазового (или временного) шума сигнала. TDEV выражается в единицах времени. На основании последовательности отсчетов ошибки временного интервала TDEV оценивается при помощи следующего выражения:

$$TDEV(\tau) = \sqrt{\frac{1}{(6n^2(N-3n+1)} \sum_{j=1}^{N-3n+1} \left(\sum_{i=j}^{n+j-1} (x_{i+2n} - 2x_{i+n} + x_i) \right)^2},$$

где x_j значения отсчетов ошибки временного интервала;

N суммарное число отсчетов;

τ_0 интервал дискретизации для ошибок временного интервала;

τ время интеграции, независимая переменная для девиации временного интервала (TDEV), или интервал наблюдения;

n число интервалов дискретизации при $n = 1, 2, \ldots$, целое число ($N/3$).

При этом время интеграции $\tau = n\tau_0$.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

МЕТОД ГЕНЕРИРОВАНИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ УКАЗАТЕЛЯ

Ниже приводится функциональная схема [12], иллюстрирующая в общих чертах метод для генерирования испытательных последовательностей указателя, определенный в Рекомендации G.783 [5] и упомянутый в 5.3.11 настоящего стандарта, и соображения по ее применению. Приведенная на рисунке схема не является изображением конкретной реализации прибора.

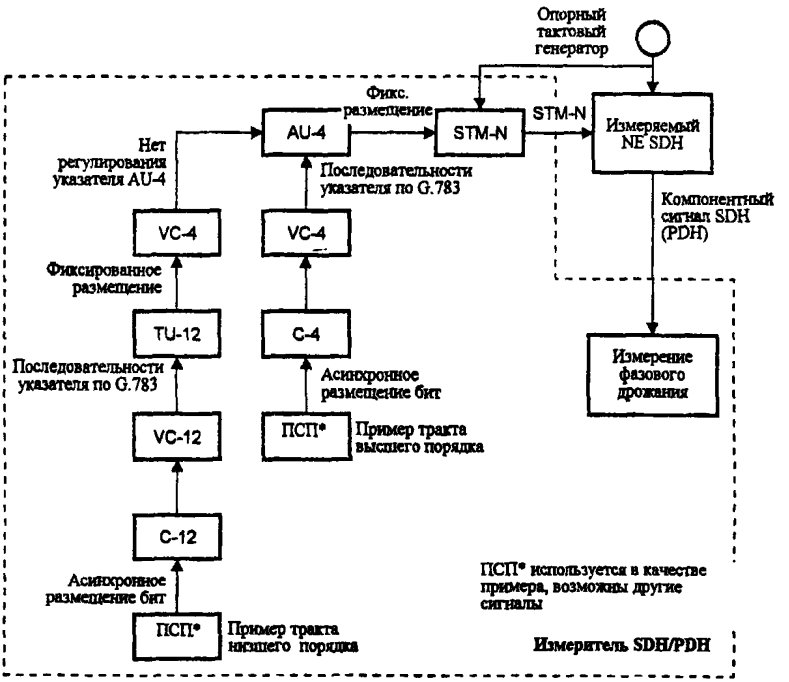


Рисунок Б.1 - Функциональная структурная схема генерирования испытательных последовательностей указателя

Для того чтобы генерировать испытательную последовательность указателя по G.783 [5], должны быть приняты во внимание следующие соображения относительно возможностей средства измерений, схемы измерений и пользователя средства измерений:

1) Прибор и измеряемый объект должны синхронизироваться от одного и того же опорного тактового генератора, чтобы ограничить какие-то бы ни было неуправляемые события выравнивания указателя, которые повлияют на результаты.

2) Чтобы измерять комбинированное фазовое дрожание указателя ("pointer") и размещения ("mapping"), необходимо иметь возможность устанавливать скорость измерительного сигнала ПЦИ с ПСП со сдвигом по 5.3.1 настоящего стандарта.

3) Чтобы измерять только фазовое дрожание размещения, необходимо иметь возможность подавлять действия по выравниванию указателя.

4) Чтобы генерировать последовательность бит стаффинга для асинхронного размещения бит, должна генерироваться на регулярных интервалах однополярная последовательность для выравнивания.

5) Чтобы создать испытательные последовательности указателя для TU-m низшего порядка, указатель AU-n высшего порядка должен быть фиксированным.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(информационное)

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ И УСТРОЙСТВ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДРОЖАНИЯ/ДРЕЙФА ФАЗЫ

Наименование	Тип	Нормативно-технические характеристики	Примечание
1 Осциллограф	С1-97	0-350 МГц; 10 мВ - 5 В; два канала; время нарастания ПХ менее 1 нс; погрешности измерения по оси X и Y: ≤ 3%; 1 МОм, 50 Ом	Для приборов до 51 Мбит/с
	С1-129	0-1000 Гц; время нарастания переходной характеристики 0,4 нс; 0,05-10 В; измерение двух сигналов; погрешность измерения напряжения и временных интервалов ≤ 3%	Для приборов любой скорости
2 Генератор сигналов (для измерения входного сопротивления)	Г4-153	10 Гц -10 МГц; 100 мкВ - 10 В	Для приборов до 8 Мбит/с
	Г4-154	0,1 Гц -50 МГц; 100 мкВ - 10 В	Для приборов на 8 и 34 Мбит/с
	Г4-164	0,1 Гц -640 МГц; 0,03 мкВ - 2 В	Для приборов для любой скорости
3 Частотомер электронно-счетный	Ч3-63/1	0,1 Гц - 1500 МГц (синус) 0,1 Гц - 200 МГц (импульс); 0,03 (0,1) - 10 В, погрешность $5 \cdot 10^{-7} \cdot f$	
4 Водородный (или рубидиевый) стандарт частоты	Ч1-76 или Ч1-81...83	5 МГц, суточная среднеквадратическая относительная вариация частоты $7 \cdot 10^{-14} \cdot f$ ($1 \cdot 10^{-12} \cdot f - 4 \cdot 10^{-13} \cdot f$)	Для приборов с внутренним генератором с высокой точности частоты
5 Компаратор частотный	Ч7-39 или Ч7-45	Входные сигналы 1; 5; 10 МГц; 0,5-1,5 В на 100 Ом; вносимая нестабильность в режиме $\Delta f/f$: $1 \cdot 10^{-10} \cdot f$ за 0,1 с, $2 \cdot 10^{-12} \cdot f$ за 1 с, $3 \cdot 10^{-13} \cdot f$ за 10 с;	- " -
6 Умножитель частоты	Ч6-62 или ЧК7-51	Входные сигналы 5 МГц; 0,5-1,5 В; выходные сигналы 10 и 100 МГц; 1,0 В на 50 Ом	- " -

Наименование	Тип	Нормативно-технические характеристики	Примечание
7 Анализатор спектра	С4-74	300 Гц - 300 МГц; 300 нВ - 3 В; динамический диапазон 70-80 дБ; полоса обзора 20 Гц -150 МГц	
8 Милливольтметр	В3-56	10 Гц - 15 МГц; 0,1 мВ - 300 В; погрешность ± 2,5 %; 1 МОм, 15 пФ	Для приборов до 8 Мбит/с
	В3-48А	10 Гц - 50 МГц; 0,3 мВ - 300 В; погрешность ± 2,5 %; 20 Мом, 6 пФ	Для приборов до 34 Мбит/с
	В3-62	10 кГц - 1500 МГц; 0,7 мВ -300 В; погрешность ± 1,5 %; 300 кОм, 2,5 пФ	Для приборов для любой скорости
9 Согласующая схема	УС-Е1,Е2	120 Ом сим. /75 Ом несим.: 1 кГц-3 МГц, внос. затух. ≤ 0,5 дБ, затух несогласов. на сим.входе ≥ 30 дБ	Изделие ЗАО "Технодалс" ЯЕАК 458353.004
10 Согласующая схема		75 Ом /50 Ом: затухание должно быть фикс. ≤ 6 дБ с погрешн. ±0,02 дБ, 0 - 300 МГц	Использовать устройства согласования (переходы соглас.) 75 → 50 Ом к осциллографам
11 Схемы измерения входного и выходного сопротивления, затухания асимметрии		Резисторы с точностью не хуже 5 %	Обеспечивается испытательной лабораторией
12 Аттенюатор	Д2-32	Затухание 26 дБ ± 0,5 дБ; диапазон частот до 1 ГГц	

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(информационное)

БИБЛИОГРАФИЯ

[1] Рекомендация МСЭ-Т G.703. Физические/электрические характеристики иерархических цифровых стыков, 10/98.

[2] Рекомендация МСЭ-Т G.772. Цифровые защищенные точки контроля, 03/93.

[3] Рекомендация МСЭ-Т G.783. Характеристики функциональных блоков аппаратуры синхронной цифровой иерархии (SDH), 04/97.

[4] Рекомендация G.810 - Термины и определения для сетей синхронизации (08/96).

[5] Рекомендация G.811 - Временные требования к первичным эталонным генераторам (02/97).

[6] Рекомендация G.812 - Временные требования к ведомым задающим генераторам, пригодным для использования в качестве узловых задающих генераторов в сетях синхронизации, 06/98.

[7] Рекомендация G.813 - Временные требования к ведомым задающим генераторам оборудования SDH (SEC) (08/96).

[8] Рекомендация МСЭ-Т G.823. Управление дрожанием и дрейфом фазы в цифровых сетях, основанных на иерархии 2048 кбит/с (03/93).

[9] Рекомендация МСЭ-Т G.825. Управление дрожанием и дрейфом фазы в цифровых сетях, основанных на синхронной цифровой иерархии (окончательная редакция, 09/97).

[10] Рекомендация МСЭ-Т O.150. Общие требования к средствам измерения качественных показателей цифровой аппаратуры передачи, 05/96.

[11] Рекомендация МСЭ-Т O.171. Аппаратура для измерения дрожания и дрейфа фазы в цифровых системах, основанных на плезиохронной цифровой иерархии (PDH), 04/97.

[12] Рекомендация МСЭ-Т O.172. Аппаратура для измерения дрожания и дрейфа фазы тактовых сигналов в цифровых системах, основанных на синхронной цифровой иерархии (06/98 - окончательная редакция).

[13] Рекомендация МСЭ-Т O.181. Аппаратура для оценки показателей ошибок на стыках STM-N (05/96).

[14] Европейский стандарт электросвязи ETS 300 462-(1-6) Передача и мультиплексирование (ТМ). Общие требования для сетей синхронизации, 1996-1998.

[15] Правила по метрологии. ПР 50.2.009-94 ГСИ. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений. Госстандарт России.

[16] Основные положения развития Взаимоувязанной сети связи Российской Федерации на перспективу до 2005 года. Руководящий документ. Книга 2 и Справочное приложение 2. ГКЭС России. Москва, 1996.

[17] Система сертификации "Электросвязь". Основные положения обязательной сертификации технических средств электросвязи ВСС России. Утверждено Министерством связи Российской Федерации 05.03.97

УДК 621.395.663:006.854 Группа П91

Ключевые слова: измерители дрожания и дрейфа фазы, цифровые тракты, плезиохронная и синхронная цифровая иерархия, технические требования, методы испытаний

© ЦНТИ "Информсвязь", 2000 г.

Подписано в печать
Тираж 00 экз. Зак. № Цена договорная

Адрес ЦНТИ "Информсвязь" и типографии:
105275,Москва,ул.Уткина, д.44, под.4
Тел./ факс 273-37-80, 273-30-60