

Занятие шестое

**Измерения в
системах SDH**

- **измеряемые параметры**
- **условия измерений**
- **измерительные приборы**
- **процедура измерений**



В рамках ПЕРИОДИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ измерения цифровых трактов проводятся периодически по заранее составленному плану с целью контроля качества трактов и соответствия их эксплуатационным нормам, когда недостаточно сведений от средств непрерывного контроля. Для цифровых систем передачи ПЦИ старых поколений для этой цели используются средства измерений. В новейших системах средства встроенного контроля позволяют проводить периодический контроль показателей ошибок.

В рамках ЭПИЗОДИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ могут проводиться измерения при выявлении нестабильной работы, т.е. проверка тракта не согласно плану, а по необходимости. Методы измерения при этом зависят от характера выявленных неисправностей и имеющихся средств контроля и измерений. Результаты измерений при этом сравниваются с эксплуатационными нормами.

К эпизодическому контролю относятся измерения ПРИ ПОИСКЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ, когда целью является определить неисправный участок, стойку, блок аппаратуры. Поэтому методы на каждом этапе поиска могут различаться. Используются как встроенные средства контроля, так и средства измерений. В данной программе приводятся процедуры измерений только для определения неисправного участка или секции. Дальнейший поиск находится вне назначения данной учебной программы.

Измерения ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ проводятся на соответствие долговременным нормам в рамках работ по повышению эксплуатационной надежности сети, а также при проверке качественных показателей новых систем передачи (или нового оборудования отдельных видов, оказывающего влияние на эти показатели), которые на сети страны ранее не применялись. При этом виде измерений используются как встроенные средства контроля, так и средства измерений. Результаты измерений при этом сравниваются с долговременными нормами.

При настройке измерения проводятся, как правило, в соответствии с инструкциями по настройке соответствующей аппаратуры по участкам (регенераторным секциям) на соответствие нормам, указанным в технических условиях на аппаратуру.

На последнем этапе настройки может проверяться правильность функционирования смонтированных участков тракта, соединенных между собой, по методике измерений, проводимых при паспортизации.

Способы измерений

Способы измерений:

- непрерывный контроль
- измерения без закрытия связей
- измерения с закрытием связей

Ό-άάίú έ Όάίò ø 

Способы измерения могут быть с ПРЕКРАЩЕНИЕМ или БЕЗ ПРЕКРАЩЕНИЯ связи по измеряемым трактам.

Измерения без прекращения связи проводятся по РАБОЧЕМУ сигналу как встроенными средствами контроля, так и при подключении в защищенных точках контроля средствами измерений.

Средства измерений - анализаторы ошибок должны иметь режим измерения с анализом цикла, а средства контроля позволять оценивать нормируемые показатели ошибок

Измерения в режиме без прекращения связи могут проводиться и по измерительному сигналу средствами измерений в промежуточных пунктах при поиске неисправного участка (при отсутствии надлежащего встроенного контроля). При поиске неисправностей в линейных трактах цифровых систем передачи ПЦИ могут применяться детекторы ошибок, обнаруживающие ошибки в рабочем или измерительном сигнале по нарушению алгоритма кода при отсутствии в приборе режима анализа цикла.

Измерения с прекращением связи проводятся по ИЗМЕРИТЕЛЬНОМУ сигналу. Виды измерительных сигналов и их применение описаны в разделе "Основные сведения по измерительным сигналам".

Этот способ измерения является более точным при оценке показателей ошибок, так как обнаружение ошибок проводится по всем битам, а не только по синхросигналу и служебным битам.

Прекращение связи может быть не полным, а распространяться только на измеряемый компонентный тракт системы передачи или вышестоящий тракт.

Измерение характеристик дрожания/дрейфа фазы проводится, как правило, только с прекращением связи.



Перечень проверок и измерений при вводе в эксплуатацию.

1. Станционные измерения

- 1.1 Проверка выходной оптической мощности.
- 1.2 Измерение чувствительности оптических приемников.
- 1.3 Проверка сигнализации.
- 1.4 Проверка работы устройств ALS.
- 1.5 Проверка обслуживания мультиплексоров с помощью местного терминала.
- 1.6 Измерение ошибок в компонентных трактах аппаратуры (2M, 34M, 140M, STM-1).

Проверка резервирования блоков.

Проверка работоспособности после выключения и включения питания.

- 1.7 Измерение выходного джиттера компонентных сигналов ПЦИ и STM-1.
- 1.8 Измерение максимально допустимого джиттера на интерфейсах компонентных сигналов ПЦИ и STM-1
- 1.9 Измерение выходного джиттера агрегатных сигналов STM-N.
- 1.10 Измерение максимально допустимого джиттера на интерфейсах агрегатных сигналов STM-N.
- 1.11 Измерение выходного джиттера устройств синхронизации аппаратуры.
- 1.12 Измерение коэффициента передачи джиттера регенератора.

2. Измерения секций и трактов.

- 2.1 Измерение уровня оптической мощности на входе приемников.
- 2.2 Измерение параметров ошибок трактов ПЦИ.
- 2.3 Измерение параметров ошибок компонентных трактов STM-1.
- 2.4 Измерение джиттера на выходе компонентных трактов STM-1.
- 2.5 Измерение джиттера на выходе трактов ПЦИ.
- 2.6 Проверка резервирования мультиплексных секций.
- 2.7 Проверка служебной связи.
- 2.8 Проверка возможностей обслуживания секций с помощью местного терминала и рабочей станции.
- 2.9 Измерение параметров ошибок трактов VC.

3. Измерение сквозных трактов на участках ввода/вывода.

Измеряемые параметры


Ошибки

- Секунда с ошибками (ES)
- Секунда пораженная ошибками (SES)
- Коэффициент фоновых ошибок по блокам (BBER)
- Коэффициент ошибок по секундам с ошибками (ESR)
- Коэффициент ошибок по секундам пораженным ошибками (SESR)

Джиттер

- Допустимое значение дрожания/дрейфа фазы на входе тракта (аппаратуры)
- Значение дрожания/дрейфа фазы на выходе тракта (аппаратуры)
- Передаточная характеристика дрожания/дрейфа фазы.

Ο-ΑΑΙΤΕ Ο ΑΙΤΟ Σ



Показатели ошибок цифровых каналов и трактов являются статистическими параметрами и нормы на них определены с соответствующей вероятностью их выполнения. Для показателей ошибок разработаны следующие виды эксплуатационных норм:

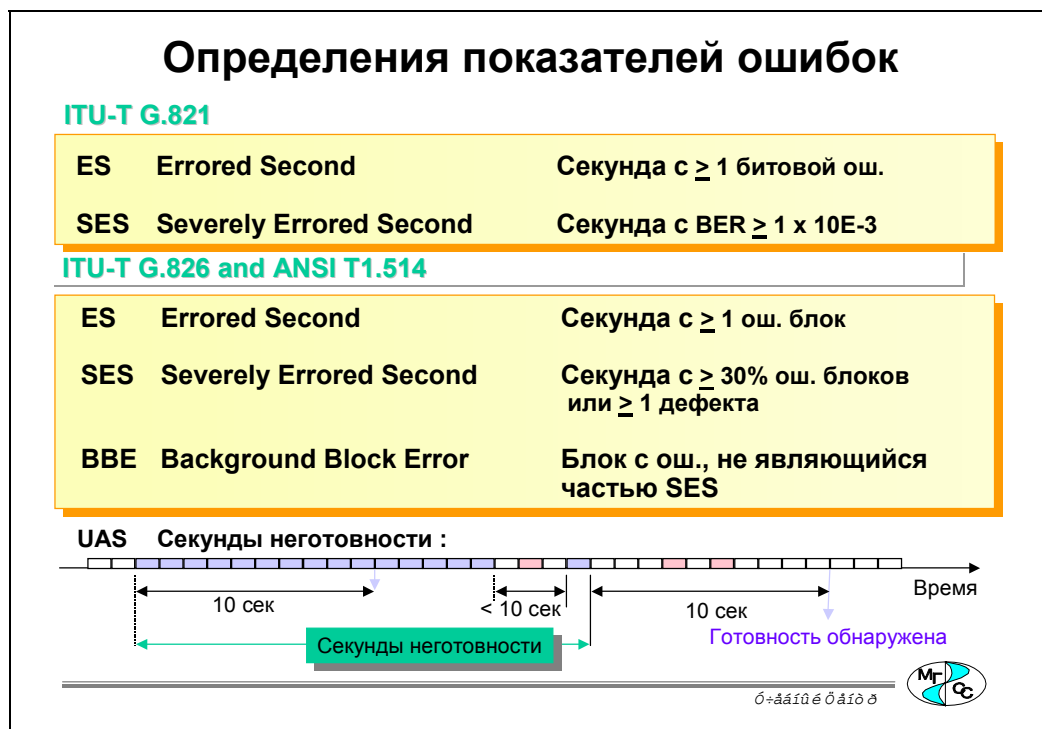
долговременные нормы

оперативные нормы.

Долговременные нормы определены на основе рекомендаций МККТТ G.821 (для каналов 64 кбит/с) и G.826 (для трактов со скоростью от 2048 кбит/с и выше).

Проверка долговременных норм требует в эксплуатационных условиях длительных периодов измерений - не менее 1 месяца. Эти нормы используются при проверки качественных показателей цифровых каналов и трактов новых систем передачи, которые ранее на первичной сети нашей страны не применялись.

Оперативные нормы относятся к экспресс-нормам, они определены на основе рекомендаций МККТТ M.2100, M.2110, M.2120. Оперативные нормы требуют для своей оценки относительно короткие периоды времени.



Определения показателей ошибок для ОЦК на основе рек. G.821

Секунда с ошибками (ESк) - период в 1с, в течении которого наблюдалась хотя бы одна ошибка.

Секунды, пораженные ошибками (SESк) – период в 1 с, в течении которого коэффициент ошибок был более $10E-3$.

Коэффициент ошибок по секундам с ошибками (ESRк) – отношение числа ESк к общему числу секунд в период готовности в течение фиксированного интервала измерений.

Коэффициент ошибок по секундам, пораженных ошибками (SESRк) – отношение числа SESк к общему числу секунд в период готовности в течение фиксированного интервала измерений.

Определения показателей ошибок для сетевых трактов на основе рек. G.826

Блок-последовательность бит, ограниченная по числу бит, относящихся к данному тракту; при этом каждый бит принадлежит только одному блоку. Кол-во бит в блоке зависит от скорости передачи.

Блок с ошибками (ЕВт) – блок, в котором один или несколько битов, входящих в блок, являются ошибочными.

Секунда с ошибками (ESt) – период в 1с с одним или несколькими ошибочными блоками.

Секунда, пораженная ошибками (SESt)- период в 1с, содержащий $\geq 30\%$ блоков с ошибками (ЕВ) или, по крайней мере, один период с серьезными нарушениями (SDP).

Коэффициент ошибок по секундам с ошибками (ESR)- отношение числа ESt к общему числу секунд в период готовности в теч. фиксированного интервала измерений.

Коэффициент ошибок по секундам, пораженных ошибками (SESR)- отношение числа SESt к общему числу секунд в период готовности в теч. фиксированного интервала измерений.

Период с серьезными нарушениями (SDP) – период длительностью, равной 4 смежным блокам, в каждом из которых коэффициент ош. $\geq 10^{-2}$ или в среднем за 4 блока коэффициент ош. $\geq 10^{-2}$, или же наблюдалась потеря сигнальной информации.

Блок с фоновой ошибкой (BBE) – блок с ошибками, не являющийся частью SES.

Период неготовности для одного направления – это период, начинающийся с 10 последовательных секунд SES и заканчивающийся до 10 последовательных секунд без SES (эти 10 секунд считаются частью периода готовности).



Определение

Джиттер – это нежелательная паразитная фазовая модуляция импульсного сигнала, возникающая при цифровой передаче. Это кратковременные отклонения значащего момента по сравнению с его идеальным положением.

Фронты цифрового сигнала (ЦС) время от времени располагаются то раньше, то позже по сравнению с идеальным сигналом.

Источники возникновения джиттера и вандера

- **Систематические**
межсимвольная интерференция
- **Несистематические**
фазовые шумы
- **Джиттер фиксации и времени ожидания**



Искажения времени распространения цифрового сигнала являются основным фактором, приводящим к тому, что часть энергии импульса сигнала в качестве переходного колебания достигает ближайшего следующего по времени элементарного бита и там накладывается на сигнал. Возникает зависимость между следующими друг за другом импульсами, вызывающими системный джиттер. Систематический джиттер суммируется по фазе от одного блока к другому, т.е. джиттер коррелирован.

Несистематический джиттер возникает вследствие неоднородностей поверхностей электронных узлов. Другими причинами могут быть фазовые шумы. Этот джиттер не накапливается и мало влияет на качество передачи.

Джиттер фиксации и времени ожидания всегда присутствует на выходах демультиплексоров высокого порядка. Его появление связано с некоторыми специфическими особенностями мультиплексорного оборудования.



Амплитуда джиттера измеряется в единичных интервалах ЕИ (UI). Единичный интервал не зависит от скорости передачи, т.к. он отнесен к периоду тактовой частоты и вследствие этого является нормированной величиной.

Понятием "Амплитуда джиттера" обозначают размах от пика до пика U_{irr} (пик-пик) отклонения временного положения фазы.

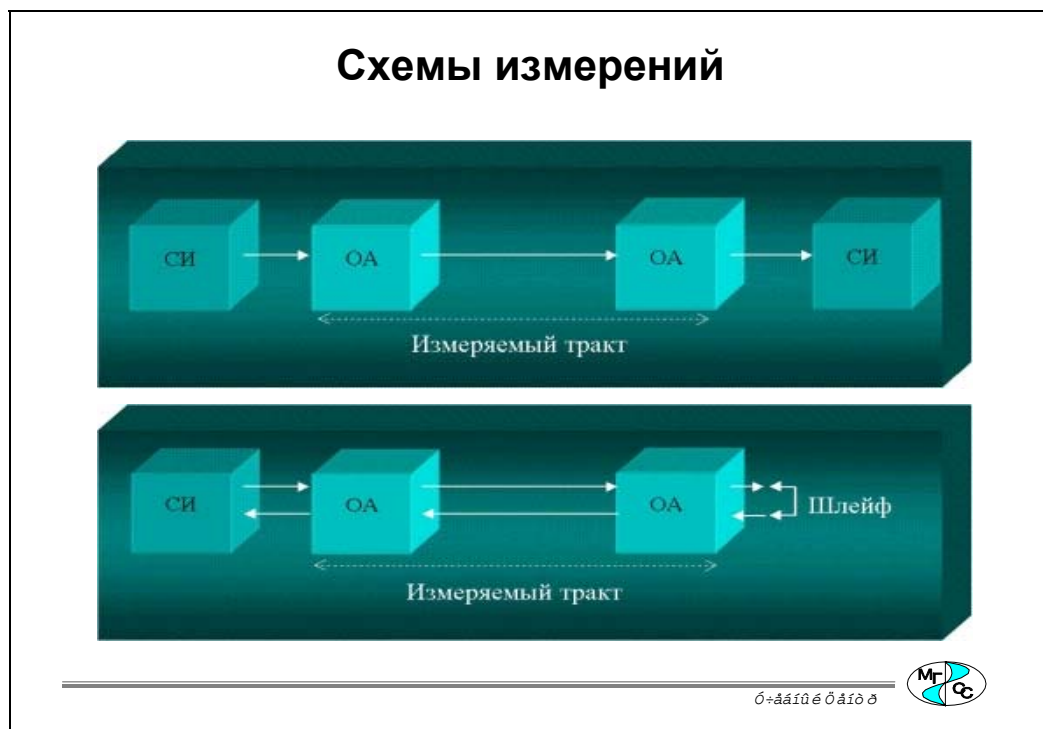


Схема измерений должна соответствовать одной из показанных на рисунке. Предпочтительно использовать схему а), т.е. проводить измерения отдельно по направлениям.

Если измерения проводятся по схеме б), т.е. по шлейфу, при оценке на соответствие нормам должны использоваться значения норм для одного направления передачи. При этой схеме измерения невозможно оценить результат отдельно по направлениям. Если измерения дают отрицательный результат, они должны быть проведены снова по схеме а).

Тип объекта измерений

Сигналы трактов и секций PDH

- Основной цифровой канал со скоростью передачи сигналов 64 кбит/с (ОЦК)
- Первичный цифровой сетевой тракт со скоростью передачи 2,048 Мбит/с (ПЦТ)
- Вторичный цифровой сетевой тракт со скоростью передачи 8,448 Мбит/с (ВЦТ)
- Третичный цифровой сетевой тракт со скоростью передачи 34,368 Мбит/с (ТЦТ)
- Четверичный цифровой сетевой тракт со скоростью передачи 139,264 Мбит/с (ЧЦТ)

Сигналы трактов и секций SDH

- STM-1 со скоростью передачи 155,520 Мбит/с
- STM-4 со скоростью передачи 622,080 Мбит/с
- STM-16 со скоростью передачи 2,448 Гбит/с
- Виртуальные контейнеры низшего порядка (VC-12 и VC-3)
- Виртуальные контейнеры высшего порядка (VC-3 и VC-4)

Средства измерения

типы используемых измерительных приборов

Анализаторы ОЦК и 2Мбит/с

- K4315 SIEMENS
- PFA-35 W&G

Анализаторы цифровых потоков ПЦИ и СЦИ

- ANT-20 W&G
- MP 1550
- HP 37717C Hewlett Packard

Измерительный прибор K4315



Измерительный прибор K4312



Ό-άαίúέ Όάíð ð



Измерительный прибор PFA-35



Ο-άαίúέ Οάíðð



Измерительный прибор ANТ-20



Ο-ΔΑΙΪΪ Ε ΟΑΙΘ Θ



Измерительный прибор HP37717c



Измерительный прибор MP1550A



Рекомендации МСЭ-Т

Показатели ошибок цифровых трактов PDH и SDH

- M.2100** Допустимые пределы для ввода в эксплуатацию и технического обслуживания международных трактов PDH, секций и систем передачи 1995
- M.2101.1** Допустимые пределы качественных показателей при вводе в эксплуатацию и техническом обслуживании международных трактов SDH (СЦИ) и мультиплексных секций 12.1996
- M.2110** Ввод в эксплуатацию международных цифровых трактов, секций и систем передачи PDH, их участков и систем передачи и трактов и мультиплексных SDH 08.1996
- M.2120** Процедуры обнаружения повреждений и их локализации для цифровых трактов, секций и систем передачи PDH, их участков и систем передачи и трактов и систем передачи SDH 08.1996
- G.821** Показатели ошибок международного цифрового соединения, работающего на скорости передачи ниже первичной и образующего часть сети с интеграцией услуг 05.1996
- G.826** Параметры показателей ошибок и нормы для международных первичных и более высокого порядка цифровых трактов с постоянной скоростью передачи 05.1996



Рекомендации МСЭ-Т

Методы измерений показателей ошибок цифровых трактов PDH и SDH

O.150	Цифровые испытательные последовательности для измерения качественных показателей цифровой аппаратуры передачи	02.1996
O.151	Аппаратура для измерения показателей ошибок в цифровых системах на первичной скорости передачи и выше	10.1992
O.152	Измерительная аппаратура для скоростей передачи 64 кбит/с и N x 64 кбит/с.	10.1992
O.153	Основные параметры для измерения показателей ошибок на скоростях передачи ниже первичной скорости.	10.1992
O.161	Устройства контроля без прекращения связи для цифровых систем передачи.	10.1992
O.162	Аппаратура для контроля без прекращения связи сигналов, передаваемых со скоростью 2048 кбит/с	10.1992
O.181	Аппаратура для оценки показателей ошибок на стыках STM-N.	02.1996



Рекомендации МСЭ-Т

Нормы на показатели дрожание и дрейфа фазы цифровых трактов PDH и SDH

- G.823** Управление дрожанием и дрейфом фазы в цифровых сетях, основанных на иерархии 2048 кбит/с
 - устойчивость к дрожанию фазы
 - дрожание фазы выходного сигнала для стыков трактов PDH 1993
- G.825** Управление дрожанием и дрейфом фазы в цифровых сетях, основанных на синхронной цифровой иерархии
 - устойчивость к дрожанию и дрейфу фазы
 - дрожание фазы выходного сигнала для стыков сети SDH 03.1993
- G.811** Требования к хронированию на выходах первичных эталонных задающих генераторов, пригодных для обеспечения плезиохронной работы международных цифровых трактов. Значения дрожания и параметров дрейфа фазы (в единицах MTIE (макс. погрешность временного интервала) и TDEV (девиация времени) 06.1993
- G.812** Требования к хронированию на выходах ведомых задающих генераторов, пригодных для обеспечения плезиохронной работы международных цифровых трактов Значения дрожания и параметров дрейфа фазы (в единицах MTIE (макс. погрешность временного интервала) и TDEV (девиация времени) 06.1996
- G.813** Характеристики хронирования ведомых задающих генераторов (SEC) для оборудования SDH. Значения дрожания и параметров дрейфа фазы (в единицах MTIE (макс. погрешность временного интервала) и TDEV (девиация времени) 05.1996



Рекомендации МСЭ-Т

Методы измерений параметров дрожания и дрейфа фазы цифровых трактов PDH и SDH

- O171** Аппаратура для измерения дрожания и дрейфа фазы в цифровых системах, основанных на плезисхронной цифровой иерархии (PDH). Технические требования к измерителям дрожания и дрейфа фазы, включая требования к фильтрам и метрологическим характеристикам 08.1996
- O17s** Аппаратура для измерения дрожания и дрейфа фазы в цифровых системах, основанных на синхронной цифровой иерархии (SDH) Технические требования к измерителям дрожания и дрейфа фазы, включая требования к фильтрам и метрологическим характеристиками 12.1996
- G.958** Цифровые системы передачи для использования на оптических кабелях, основанные на синхронной цифровой иерархии
- устойчивость к дрожанию и дрейфу фазы
 - дрожание фазы выходного сигнала для линейных регенераторов SDH 1993
- G.703** Физические/электрические характеристики иерархических цифровых стыков Ссылка на G.823 1988
- G.783** Характеристики оборудования функциональных блоков синхронной цифровой иерархии (SDH) Дрожание фазы компонентных сигналов из-за процесса размещения/испытательные последовательности указателя 12.1995



Нормы на электрические параметры цифровых каналов и трактов

Нормы на электрические параметры цифровых каналов и трактов магистральной и внутризоновых первичных сетей ВСС России

Приказ Минсвязи России № 92 от 10.08.96 для трактов плезизохронной цифровой иерархии

Нормы на параметры трактов и секций мультиплексирования синхронной цифровой иерархии на скорости передачи 155 Мбит/с, 622 Мбит/с и 2488 Мбит/с для магистральной и внутризоновых первичных сетей.

Проект, разработанный ЦНИИС в 1997 г.