

С. А. САБУРОВА

МЕТОДИКА РАСЧЕТА НОРМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СЕТЕВЫХ ЦИФРОВЫХ ТРАКТОВ SDH ВНУТРИЗОНОВЫХ ПЕРВИЧНЫХ СЕТЕЙ

В связи с интенсивным развитием технологии SDH для передачи широкополосных цифровых сигналов особое значение приобретает контроль нормируемых показателей качества сетевых цифровых трактов SDH (STM-N-synchronous transport module). Цифровая внутризональная первичная сеть (digital regional primary network) – это часть первичной сети, обеспечивающая соединение между собой типовых каналов передачи и трактов разных местных первичных сетей одной зоны нумерации телефонной сети [1].

Оперативные нормы на качество функционирования внутризональных первичных сетей SDH отображают требования различных служб и обеспечивают единый уровень качества. Для определения качественного состояния окончных цифровых каналов (ОЦК) и сетевых цифровых трактов (СЦТ) по рекомендациям Международного союза электросвязи (ITU-T) используются следующие основные показатели ошибок:

- коэффициент ошибок по секундам с ошибками ESR (error seconds rate);
- коэффициент ошибок по секундам сильно пораженными ошибками SESR (severally errors seconds rate);
- коэффициент ошибок по битам (BER-bit error rate), который определяется как отношение количества ошибочных бит (пакетов для технологии ATM, FR) к общему количеству переданных бит (пакетов, переданных не по адресу) [1].

Оперативные нормы показателей качества устанавливаются на основе следующих рекомендаций ITU-T: G.821/G.826, M.2100/M.2101, M.2110/M.2120. Для общей оценки согласно этим нормам требуются относительно короткие периоды временных измерений.

Существует три группы оперативных норм: ввода в эксплуатацию, технической поддержки и восстановления систем после ремонта.

Установлено [1; 2] распределение оперативных норм по участкам первичной сети.

На магистральную сеть протяженностью 1800 км выделяется 2,9 % общей нормы для международного или междугородного соединения; на внутризональную сеть протяженностью 250 км в каждую сторону – 7,5 % этой нормы; на местную сеть протяженностью 100 км в каждую сторону – 7,5 %; на абонентскую линию в каждую сторону – 15 %.

Расчет норм на показатели ошибок ОЦК сетевых цифровых трактов SDH внутризональных первичных сетей базируется на проведении нормирования характеристик ошибок ОЦК и СЦТ за секундные интервалы времени при кратковременных испытаниях. Такое нормирование характеристик позволяет определить на внутризональных первичных сетях STM-1 оперативные нормы для указанных выше показателей ESR и SESR.

Измерение ошибок ОЦК и СЦТ проводится в двух направлениях:

- с закрытием связи и использованием аппаратно-измерительных комплексов (АИК);
- без закрытия связи с помощью автоматической системы контроля (АСК).

При этом измерение показателей ошибок, например, ОЦК для проверки соответствия оперативным нормам проводится с закрытием связи. Показатели ошибок СЦТ контролируются как в рамках АСК без закрытия связи, так и в аварийных ситуациях или в период планово-профилактического ремонта с закрытием связи.

Оперативные нормы для ОЦК и СЦТ определяются на основании общих расчетных норм показателей ошибок (табл. 1).

Доля расчетных эксплуатационных норм на показатели ошибок для ОЦК и СЦТ протяженностью L , км, внутризонавой первичной сети Украины при определении оперативных норм приведена в табл. 2. Эта доля для тракта внутризонавой первичной сети обозначается через D_2 . Длина L ОЦК и СЦТ внутризонавой первичной сети находится в диапазоне 50...250 км.

Предлагается [1] следующая методика расчета значения D_2 для ОЦК и СЦТ:

1. Фактическую длину L ОЦК (СЦТ) заменяем ближайшим значением из указанных в табл. 2.
2. По найденному значению L определяем значение D_2 по табл. 2.

Таблица 1

| Канал, тракт | Скорость передачи, Мбит/с | Доля B эксплуатационных норм для расчета показателя ошибок | |
|--------------|---------------------------|--|--------|
| | | ESR | SESR |
| ОЦК | 0,04 | 0,64 | 70,001 |
| СЦТ | Свыше 1,5 до 5,0 | 0,020 | 0,001 |
| | " 5,0 " 15 | 0,025 | 0,001 |
| | " 15 " 55 | 0,0375 | 0,001 |
| | " 55 " 160 | 0,080 | 0,001 |
| | " 160 " 601 | По результатам измерений | |

Таблица 2

| Длина ОЦК, СЦТ (внутризонавой первичной сети) L , км, не более | Доля D_2 эксплуатационных расходов на показатели ошибок |
|--|---|
| 50 | 0,025 |
| 100 | 0,040 |
| 150 | 0,052 |
| 200 | 0,065 |
| 250 | 0,075 |

Контроль показателей ошибок в ОЦК или СЦТ для оценки соответствия оперативным нормам может проводиться в эксплуатационных условиях в течение различных периодов времени: 15 мин, 1 или 2 часа, 1 и 7 сут. Для анализа определяются пороговые значения S_1 и S_2 показателей ошибок ESR и SESR за период испытаний, которые характеризуют состояние контролируемого объекта измерения K_0 (допустимое, неопределенное и недопустимое). Эти значения определяются относительно средней нормы R_0 на показатели ошибок при кратковременных измерениях. Согласно рекомендациям М.2100/ М2101 области состояния контролируемого объекта называются зонами. Различаются допустимая зона (показатель ошибок меньше S_1), неопределенная (имеет место среднее значение R_0) и недопустимая (показатель ошибок больше S_2).

Расчет пороговых значений показателей ошибок ESR (SESR) предлагается проводить по следующей методике:

Определяются средние значения оперативных норм на показатели ошибок R_0 для ESR₀ и SESR₀ по формулам [1]

$$R_0 = ESR_0 = B \times D_2 \times K; \quad (1)$$

$$R_0 = SESR_0 = B \times D_2 \times K, \quad (2)$$

где B – значения расчетной нормы ошибок, приведенные в соответствующих графах табл. 1; D_2 – доля общей нормы для участка внутризоновой первичной сети Украины (см. табл. 2); K – коэффициент, обусловленный назначением эксплуатационного контроля.

Предельные значения коэффициента K для разных условий испытаний представлены в табл. 3.

Таблица 3

| Условия испытаний | Коэффициент K назначения эксплуатационного контроля объекта при проведении контроля | |
|--------------------------|---|------------------|
| | STM-N, секций мультимплексирования | СЦТ, участка ОЦК |
| Ввод в эксплуатацию | 0,1 | 0,5 |
| ” после ремонта | 0,125 | 0,5 |
| ” с пониженным качеством | 0,5 | 0,75 |
| (Эталонное значение) | (1,0) | (1,0) |
| Вывод из эксплуатации | Более 10 | Более 10 |

Устанавливаются пороговые значения показателей ошибок S_1 и S_2 за период наблюдения по формулам [1]

$$S_1 = R_0 - 2\sqrt{\frac{R_0}{T}}; \quad (3)$$

$$S_2 = R_0 + 2\sqrt{\frac{R_0}{T}}, \quad (4)$$

где T – период измерений, с.

В процессе эксплуатационного контроля за период наблюдений T определяются значения показателей ошибок ESR (ESR_0). Если эти значения равны S , то возможны следующие случаи:

- при $S \leq S_1$ СЦТ введен или может быть введен в эксплуатацию (допустимая зона);
- при $S \geq S_2$ СЦТ не принимается в эксплуатацию или выводится из эксплуатации для выявления повреждений (недопустимая зона);
- при $S_1 < S < S_2$ тракт можно эксплуатировать условно с проведением дальнейших испытаний в более длительный срок (неопределенная зона). Если более 7 сут $S > R_0$, тракт не принимается в эксплуатацию (переходит в недопустимую зону).

При вводе в эксплуатацию СЦТ или ОЦК измерения показателей ошибок проводятся в два этапа. На первом этапе осуществляются измерения с закрытием связи с помощью псевдосерийной цифровой последовательности в течение 15 мин. Если появляется событие ESR или SESR, измерения повторяются до двух раз. Если в течение третьего испытания наблюдалось любое из этих событий, необходимо перейти к локализации повреждения (ПВ).

После успешного завершения первого этапа проводится второй этап в течение 24 час – как без закрытия в рамках действия АСК, так и с закрытием связи. Рассчитываются оперативные нормы на показатели ошибок и их пороговые значения S_1 и S_2 при длительности испытаний, равной 24 час, и сравниваются с соответствующими значениями, полученными в процессе измерений.

Пример. Определим пороговые значения R_0 , S_1 и S_2 для внутризонального первичного цифрового тракта STM-1 при вводе его в эксплуатацию. Протяженность тракта $L = 140$ км.

Условно принимаем $L = 150$ км, и по табл. 2 находим $D_2 = 0,052$. На первом этапе испытания должны проводиться в течение 15 мин. Если за это время не наблюдалось ни одного события ESR или SESR, то проводятся испытания в течение 24 час. По табл. 1, 3 определяем $B = 0,008$ и $K = 0,1$.

Рассчитываем значения R_0 , S_1 и S_2 по формулам (1) и (3) при $T = 24$ час:

$$\text{ESR: } R_0 = 0,008 \times 0,052 \times 0,1 = 4,16 \times 10^{-4};$$

$$S_1 = 4,16 \times 10^{-4} - 2 \sqrt{\frac{4,16 \times 10^{-4}}{24 \times 3600}} = 2,78 \times 10^{-4};$$

$$S_2 = 4,16 \times 10^{-4} + 2 \sqrt{\frac{4,16 \times 10^{-4}}{24 \times 3600}} = 5,54 \times 10^{-4}.$$

На рис. 1 отображены расчетные пороговые условия ввода в эксплуатацию STM-1 для ESR.

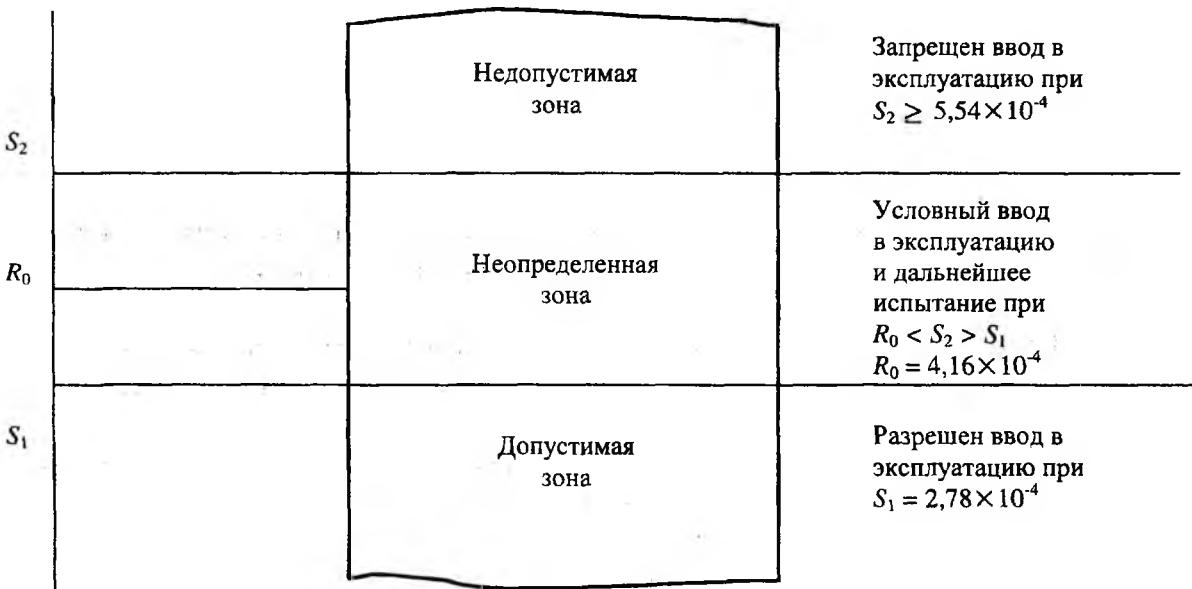


Рис. 1

Рассчитываем значения R_0 , S_1 и S_2 по формулам (2) и (4) при $T = 24$ час:

$$R_0 = \text{SESR}_0 = 0,001 \times 0,052 \times 0,1 = 5,2 \times 10^{-6};$$

$$S_1 = 5,2 \times 10^{-6} - 2 \sqrt{\frac{5,2 \times 10^{-6}}{24 \times 3600}} = 0;$$

$$S_2 = 5,2 \times 10^{-6} + 2 \sqrt{\frac{5,2 \times 10^{-6}}{24 \times 3600}} = 2,07 \times 10^{-5}.$$

На рис. 2 отображены расчетные пороговые условия ввода в эксплуатацию STM-1 для SESR.

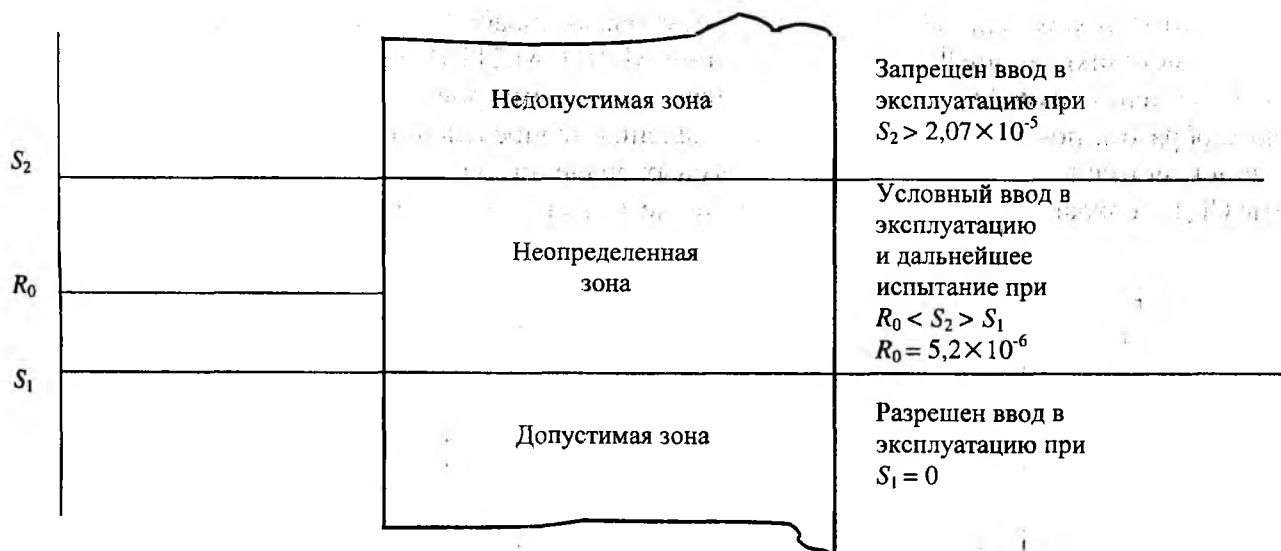
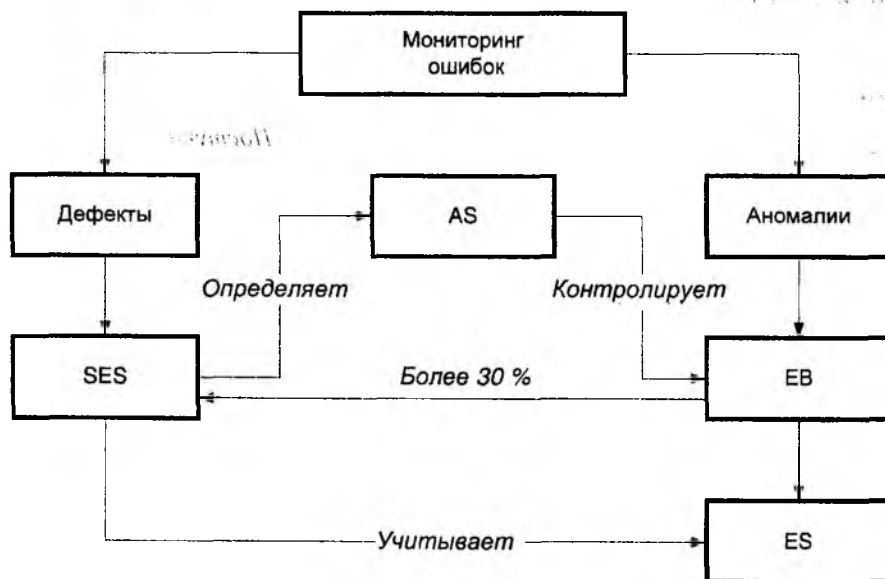


Рис. 2

Полученные в результате контроля за качеством работы ЦЦТ STM-1 данные сравниваются с расчетными пороговыми значениями R_0 , S_1 и S_2 . Если по результатам контроля окажется, что надо проводить измерения в течение 7 сут, то пороговое значение для этого случая определится значением R_0 .

Диапазон значений показателей ошибок ESR и SESR для вывода из эксплуатации цифрового тракта на период наблюдения STM-1 (до 50 секций мультиплексирования) 15 мин составляет 0,005...0,025 для участка внутризоновой первичной сети.

Таким образом, методология эксплуатационных измерений показателей ошибок ESR и SESR базируется на требованиях рекомендаций ITU – T: G.821/G.826, M.2100/M.2101 и алгоритме проведения измерений параметров ESR и SESR (рис. 3).



AS (availability seconds) – время готовности тракта
 EB (error block) – число ошибочных блоков

Рис. 3

Развитие технологии SDH (STM-N) потребовало доработки рекомендации G.826 и разработки методики индикационных изменений M.2100/M.21101, где определены требования для проведения измерений пороговых значений параметров сетевых цифровых трактов. Таким образом, появилась возможность выделения неопределенной зоны, как и предложено в данной методике, при нахождении пороговых значений параметров контроля качества работы СЦТ с сокращением времени измерения до 15 мин (рис. 4) [3].

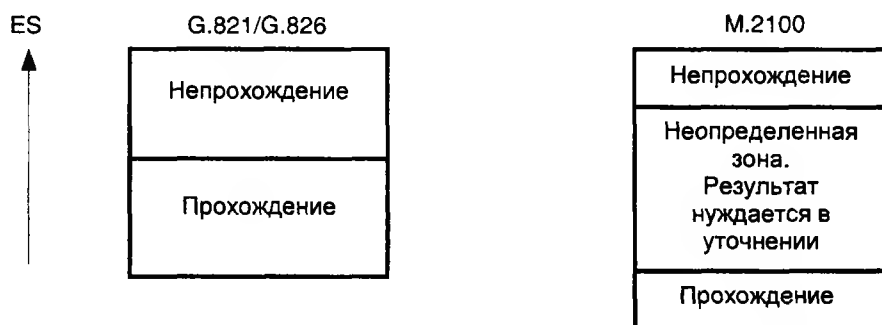


Рис. 4

Если результат кратковременного измерения окажется в неопределенной зоне, то последующие измерения будут проводиться в течение 24 час.

Настоящая методика разработана в соответствии с рекомендациями ITU-T(Q.821/Q826, M.2100/M.2101), в которых обобщен опыт многих операторов по эксплуатации цифровых сетей (SDH).

Список литературы: 1. Системи передавання цифрові. КНД 45-074 – 97 / Держ. ком. зв'язку України. К., 1998. 71 с. 2. Бакланов И.Г. Методы измерений в системах связи. М.: Эко-Трендз, 1999. 195 с. 3. ITU-T Recommendations: Q.821/Q826, M.2100/M.2101.

Харьковский национальный
университет радиотехники

Поступила в редколлегию 17.07.2002