

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R F.1566-1

**Допуски на качественные показатели при техническом обслуживании цифровых фиксированных беспроводных систем, работающих на международных трактах и секциях плезиохронной и синхронной цифровой иерархии**

(Вопрос МСЭ-R 161/9)

(2002-2007)

**Сфера применения**

В данной Рекомендации приведены допуски на качественные показатели для международных трактов и секций плезиохронной цифровой иерархии (ПЦИ) и синхронной цифровой иерархии (СЦИ), образованных с использованием фиксированных беспроводных систем (FWS). Данный подход согласуется с подходом к техническому обслуживанию, используемому МСЭ-Т, однако также добавлен ряд аспектов для цифровых фиксированных беспроводных систем, связанных со средой передачи. В Приложении подробно излагается применение допусков на качественные показатели при вводе в эксплуатацию (BIS).

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что разрабатываются, эксплуатируются и технически обслуживаются цифровые фиксированные беспроводные системы (FWS), предназначенные для использования в цифровых трактах с постоянной скоростью передачи битов, равной или превышающей первичную скорость передачи, входящие в состав международной части гипотетического эталонного тракта (ГЭТ), протяженностью 27 500 км;
- b) что проектные показатели качества FWS определяются на практике для реальных цифровых трактов;
- c) что для цифровых FWS требуется определить конкретные допуски на качественные показатели при техническом обслуживании;
- d) что Сектор МСЭ-Т разработал допуски на качественные показатели при техническом обслуживании и вводе в эксплуатацию (BIS) международных трактов и соединений плезиохронной цифровой иерархии (ПЦИ) нескольких операторов в Рекомендации МСЭ-Т M.2100, а также для международных трактов синхронной цифровой иерархии (СЦИ) нескольких операторов и международных мультиплексных секций СЦИ в Рекомендации МСЭ-Т M.2101, при этом данные Рекомендации основываются на Рекомендациях МСЭ-Т G.826 и G.828, соответственно;
- e) что в Рекомендации МСЭ-Т M.2120 описаны процедуры обнаружения и локализации неисправностей для международных цифровых трактов, секций и систем передачи нескольких операторов с использованием и без использования системы контроля без перерыва связи;
- f) что МСЭ-R разработал Рекомендацию МСЭ-R F.1668, касающуюся показателей качества по ошибкам для реальных FWS, используемых для гипотетических эталонных трактов протяженностью 27 500 км и соединений;
- g) что влияние условий распространения радиоволн на процедуры обнаружения и локализации неисправностей для определения необходимости вмешательства технического персонала для цифровых FWS в настоящее время изучается МСЭ-R;
- h) что должны быть определены допуски на качественные показатели для технического обслуживания и процедуры их измерения для цифровых ПЦИ и СЦИ FWS, передающих сигналы ПЦИ и/или СЦИ;
- j) что при определении допусков на качественные показатели для технического обслуживания цифровых ПЦИ и СЦИ FWS и в целях идентификации необходимости вмешательства технического персонала должны быть рассмотрены уровни допусков на качественные показатели. Рекомендации МСЭ-Т M.2100 и M.2101 идентифицируют и определяют уровни допусков на качественные показатели, таких как ухудшенный уровень качественных показателей, неприемлемый уровень

качественных показателей и, кроме того, уровень качественных показателей после вмешательства технического персонала (ремонта);

к) что допуски на качественные показатели для технического обслуживания могут отличаться от допусков BIS, определенных в Рекомендации МСЭ-R F.1330;

л) что должное внимание следует уделить периодам неблагоприятных условий распространения при проведении измерений, связанных с допусками на качественные показатели для технического обслуживания,

*признавая,*

а) что с целью распределения качественных показателей международной части тракта с постоянной скоростью передачи битов, равной или превышающей первичную скорость передачи, международный цифровой тракт разделяется на географически определяемые компоненты; эти компоненты называются элементами базового тракта (PCE). Используется два типа международных PCE:

- международный PCE (IPCE) между международной коммутационной станцией и пограничной станцией в оконечной стране или между пограничными станциями в транзитной стране<sup>1</sup>;
- PCE между странами (ICPCE) между соседними пограничными станциями двух взаимодействующих стран. ICPCE соответствует цифровому тракту высшего порядка, образованному цифровой системой передачи, связывающей две страны;

*рекомендует,*

1 чтобы допуски при техническом обслуживании основывались на сквозных эталонных качественных показателях (RPO), применимых к каждому направлению передачи любой реальной цифровой линии FWS длиной  $d$ , и определялись с использованием значений, приведенных в таблицах 1a и 1b, а также распределений, показанных в таблице 2.

ТАБЛИЦА 1a (см. Примечание 1)

**RPO для сквозных цифровых трактов**

ПЦИ	Первичная (см. Примечание 3)	Вторичная	Третичная	Четверичная	
СЦИ (Мбит/с)	1,5–5	> 5–15	> 15–55	> 55–160	> 160–3 500
Параметр	Сквозной RPO				
ES для трактов, спроектированных согласно G.826	0,02	0,025	0,0375	0,08	N/A
ES для трактов, спроектированных согласно G.828	0,005	0,005	0,01	0,02	N/A
BBER для трактов СЦИ, спроектированных согласно G.828	$2,5 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$
SESR	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

ESR: коэффициент секунд с ошибками

N/A: неприменимо

BBER: коэффициент блоков с фоновыми ошибками

SESR: коэффициент секунд со значительным количеством ошибок.

<sup>1</sup> Определения международной коммутационной станции и пограничной станции можно найти в Рекомендации МСЭ-T M.2101.

ТАБЛИЦА 1b (см. Примечание 1)

**RPO для сквозных международных СЦИ мультиплексных секций**

Скорость передачи	STM-0	STM-1	STM-4
Количество блоков	64 000	192 000	768 000
ESR (согласно G.826)	0,0375	0,08	N/A
ESR (согласно G.828)	0,01	0,02	N/A
SESR	0,001	0,001	0,001
BBER (согласно G.826)	N/A	N/A	N/A
BBER (согласно G.828)	$2,5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$

ТАБЛИЦА 2

**Распределение ( $a_n$ )**

Классификация РСЕ (км)	Распределение (% сквозного RPO)
<b>IPCE</b>	
<b>Оконечная/транзитная национальная сеть:</b>	
$d \leq 100$	1,2
$100 < d \leq 200$	1,4
$200 < d \leq 300$	1,6
$300 < d \leq 400$	1,8
$400 < d \leq 500$	2,0
$500 < d \leq 1\,000$	3,0
$1\,000 < d \leq 2\,500$	4,0
$2\,500 < d \leq 5\,000$	6,0
$5\,000 < d \leq 7\,500$	8,0
$d > 7\,500$	10,0
<b>ICPCE<sup>(1)</sup></b>	
$d < 300$	0,3
<b>Международная мультиплексная секция</b>	0,2

(1) Распределение для ICPCE должно выполняться независимо от того, сколько мультиплексных секций составляют ICPCE.

2 чтобы распределенный качественный показатель (APO) и соответствующий допуск на качественный показатель при техническом обслуживании (MPL) для технического обслуживания тракта или мультиплексной секции вычислялись следующим образом:

для тракта:

$$APO_{es} = A\% \times RPO_{es} \times TP \div 100 \text{ (преобразовать } A\% \text{ в коэффициент),}$$

$$APO_{ses} = A\% \times RPO_{es} \times TP \div 100 \text{ (преобразовать } A\% \text{ в коэффициент),}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 2\,000 \div 100 \text{ (преобразовать } A\% \text{ в коэффициент – VC-1 и 2),}$$

$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 8\,000 \div 100$  (преобразовать  $A\%$  в коэффициент – VC-3 и 4 и VC-4-Хс);

для мультиплексной секции:

$APO_{es} = A\% \times RPO_{es} \times TP \div 100$  (преобразовать  $A\%$  в коэффициент),

$APO_{ses} = A\% \times RPO_{es} \times TP \div 100$  (преобразовать  $A\%$  в коэффициент),

$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 64\,000 \div 100$  (преобразовать  $A\%$  в коэффициент – STM-0),

$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 192\,000 \div 100$  (преобразовать  $A\%$  в коэффициент – STM-1),

$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 768\,000 \div 100$  (преобразовать  $A\%$  в коэффициент – STM-4),

где:

$$A\% = \sum_{1}^N a_n\% \text{ для тракта,}$$

т. е.  $A\% = a_1\% + a_2\% + \dots + a_N\%$ ;

$a_n$ : распределение для каждого IPCE и ICPCE, образующих тракт;

$A\% = a\%$  для мультиплексной секции;

$TP$ : период(ы) испытаний;

–  $MPL = APO \times PLF$ ,

где:

$PLF$ : коэффициент уровня качественного показателя.

3 чтобы для определения различных MPL были установлены следующие PLF (см. таблицу 3):

ТАБЛИЦА 3  
PLF и допуски\*

СЦИ мультиплексные секции ПЦИ системы передачи		СЦИ тракты ПЦИ тракты и секции	
Допуск (относительно APO)	Диапазон уровней качественных показателей	Допуск (относительно APO)	Диапазон уровней качественных показателей
Качественные показатели после ремонта: ESR и BBER = 0,1 SESR = 0,5	Приемлемый (< 0,5 APO)	Качественные показатели после ремонта = 0,5	Приемлемый (< 0,75 APO)
Значения качественного показателя = 1	Ухудшенный (> 0,5 до < 10 APO)	Качественный показатель = 1	Ухудшенный (> 0,75 до < 10 APO)
	Неприемлемый (> 10 APO)		Неприемлемый (> 10 APO)

\* Для неблагоприятных условий распространения предельные значения могут быть удвоены.

4 чтобы TP для контроля качественных показателей цифровых FWS определялись следующим образом:

- для определения ухудшенных качественных показателей следует использовать 24-часовой краткосрочный период испытаний (TPDP), однако при неблагоприятных условиях распространения рекомендуется более длительный семидневный период испытаний;
- для определения неприемлемых качественных показателей при нормальных условиях распространения может быть использован 15-минутный краткосрочный период испытаний (TRUP);
- при возвращении в эксплуатацию радио трактов и секций после событий, потребовавших вмешательства технического персонала, рекомендуется использовать более длительный семидневный период испытаний по возвращению в эксплуатацию после вмешательства технического персонала (TRMI), однако при нормальных условиях распространения может использоваться более короткий 24-часовой период испытаний.

В настоящее время продолжительность периода испытаний для каждого допуска на качественные показатели при техническом обслуживании является предварительной величиной.

**5** что в Приложении 1 содержатся указания и дальнейшие подробности определения допусков на качественные показатели, процедуры испытаний, а также методика расчета MPL.

**ПРИМЕЧАНИЕ 1.** – На каждой стране лежит ответственность по проектированию своей сети таким образом, чтобы она соответствовала распределению для международного тракта для этой страны.

**ПРИМЕЧАНИЕ 2.** – Значения длины  $d$ , указанные в таблице 2, являются действительными значениями длин трасс или расстояниями по прямой, умноженными на соответствующий коэффициент маршрутизации  $R_f$ , в зависимости от того, какое из них меньше; для мультиплексных секций длина  $d$  относится только к действительной длине (см. Рекомендацию МСЭ-T M.2100).

ТАБЛИЦА 4

**Коэффициент маршрутизации в зависимости от длины РСЕ по дуге большого круга**

Длина РСЕ по дуге большого круга	Коэффициент маршрутизации ( $R_f$ )	Расчетная длина РСЕ
$d < 1\,000$ км	1,5	$1,5 \times d$ км
$1\,000 \text{ км} \leq d < 1\,200$ км	$1\,500 / d$	1 500 км
$d \geq 1\,200$ км	1,25	$1,25 \times d$ км

**ПРИМЕЧАНИЕ 3.** – Для международных соединений нескольких операторов с использованием оборудования, разработанного в соответствии с пересмотренной Рекомендацией МСЭ-T G.826, могут применяться РРО для первичной скорости передачи ПЦИ.

**ПРИМЕЧАНИЕ 4.** – Периоды условий нормального и неблагоприятного распространения радиоволн могут меняться от страны к стране, и, следовательно, заинтересованные стороны несут ответственность за достижение соглашения.

## Приложение 1

### MPL и методика расчета

#### 1 Процедуры испытаний при техническом обслуживании

Процедуры испытаний для обнаружения и локализации неисправностей при использовании и без использования контроля международных трактов, секций и систем передачи ПЦИ/СЦИ без перерыва связи, включая правила работы в случае любого периода неготовности, определяются в Рекомендации МСЭ-T M.2120 и могут быть применены к цифровым трактам, секциям и системам передачи FWS во время периодов ограниченной активности замираний. Процедуры испытаний при

значительной активности замираний и/или при неблагоприятных условиях распространения находятся в стадии изучения.

## 2 Методика расчета MPL

Для вычисления соответствующих допусков на качественные показатели трактов или секций ПЦИ/СЦИ следует выполнить следующие шаги:

*Шаг 1:* Определить скорость передачи битов в тракте или секции.

*Шаг 2:* Выбрать из таблицы 1а, 1b или 1с соответствующие значения RPO для ESR, SESR и BBER.

*Шаг 3:* Определить все PCE для полного тракта и установить  $N$  равное общему числу PCE.

*Шаг 4:* Определить длину  $d$  для каждого PCE  $\times n$  ( $n = 1 \dots N$ ). Длина  $d$  либо равна фактической длине трассы, либо вычисляется при помощи умножения длины большого круга между его конечными пунктами на соответствующий коэффициент маршрутизации  $R_f$  (см. Примечание 2 раздела *рекомендует*).

*Шаг 5:* Взять из Таблицы 2 параметр распределения  $a_n\%$  (как процент сквозного RPO) для PCE  $\times n$  ( $n = 1 \dots N$ ). Отмечается, что значения параметров распределения в таблице 2 являются максимальными значениями; по двустороннему или многостороннему соглашению могут быть использованы более строгие значения.

*Шаг 6:* Вычислить распределение для тракта  $A\%$ , где:

$$A\% = \sum_1^N a_n\% .$$

*Шаг 7:* Определить требуемый TP в соответствии с п. 5 раздела *рекомендует* (15 минут, 24 часа или семь дней). Выразить TP в секундах, например:  $TP = 86\,400$  с для 24 часов и  $TP = 604\,800$  с для семидневного TP.

*Шаг 8:* Вычислить APO для требуемых значений ES, SES и BBE с использованием уже полученных данных:

$$APO = A\% \times RPO \times TP/100.$$

*Шаг 9:* Вычислить соответствующее значение MPL для ES и SES тракта или секции:

$$MPL = APO \times PLF,$$

где MPL либо:

Допуски для ухудшенного уровня качественных показателей,  $MPL_{DP}$

Допуски для неприемлемого уровня качественных показателей,  $MPL_{UP}$

Допуски качественных показателей после ремонта,  $MPL_{PAR}$

} см. п. 3 раздела  
*рекомендует*.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – При изменении любого PCE в тракте должен быть повторен полный процесс вычислений.

## 3 Уровни качественных показателей и допуски

В соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т М.20 объект может быть в нескольких заранее определенных состояниях в зависимости от их качественных показателей. Эти состояния, характеризующиеся так называемыми уровнями качественных показателей, определяются как неприемлемый уровень качественных показателей, ухудшенный уровень качественных показателей и приемлемый уровень качественных показателей. Границы между уровнями качественных показателей определяются допусками на качественные показатели. Кроме того, в Рекомендации МСЭ-Т М.35 определено специальное пороговое значение, характеризующее качественные показатели после ремонта.

Каждый из допусков на качественные показатели является функцией APO, и эти допуски приведены в таблице 3.

#### 4 Пороговые значения качественных показателей и длительность периодов контроля

Когда допуски на качественные показатели заданы в виде конкретных значений ES, SES и/или BBE, для каждого допуска на качественные показатели ES, SES и/или BBE требуется соответствующая продолжительность испытаний. Концепция пороговых значений качественных показателей и значений длительности испытаний подробно представлена в Рекомендациях МСЭ-Т М.2100 (ПЦИ) и М.2101 (СЦИ).

В Рекомендациях МСЭ-Т М.2100/М.2101 указано, что общая стратегия использования информации при контроле качественных показателей и пороговых значений приводится в Рекомендациях МСЭ-Т М.20 и М.34. Эти пороговые значения и информация сообщаются в операционные системы через сеть управления электросвязью как для анализа в реальном масштабе времени, так и для долгосрочного анализа. В случае превышения пороговых значений неприемлемых или ухудшенных уровней качественных показателей действия по техническому обслуживанию должны начинаться независимо от измерения качественных показателей. Для технического обслуживания и долгосрочного анализа качества могут использоваться другие пороговые значения. Для определения приоритетов технического обслуживания в отношении пересечения этих пороговых значений и информации, системы эксплуатации применяют обработку в реальном масштабе времени, используя процесс наблюдения качественных показателей, описанный в Рекомендации МСЭ-Т М.20.

В рамках общей стратегии контроля MPL цифровых FWS рассматривают три типа значений длительности контроля пороговых значений: T1, T2 и T3.

##### *Длительность контроля пороговых значений T1*

Длительность контроля T1 установлена равной 15 минутам, и значения ES, SES и BBE рассчитываются за этот период. Период T1 применяется при определении перехода к неприемлемому уровню качественных показателей и обратно в период нормальных условий распространения радиоволн.

Сообщение о превышении пороговых значений появляется, когда превышено пороговое значение ES, SES или BBE. Сообщение о прекращении превышения пороговых значений, которое является дополнительной характеристикой, появляется, когда число ES, SES и BBE меньше или равно пороговому значению сброса. Эти принципы поясняются в Рекомендации МСЭ-Т М.2120.

##### *Длительность контроля пороговых значений T2*

Период контроля T2 установлен продолжительностью 24 часа, и значения ES, SES и BBE рассчитываются за этот период.

Период T2 применяется при определении перехода к неприемлемому уровню качественных показателей или обратно. Сообщение о превышении порогового значения появляется, когда какое-либо пороговое значение ES, SES и BBE превышено в течение периода времени T2.

Период T2 должен также использоваться при возвращении тракта или секции в эксплуатацию в течение нормальных условий распространения после события вмешательства технического персонала. Период T2 должен рассматриваться как начальный испытательный период для подтверждения, что тракт или секция удовлетворяют допускам на качественные показатели ( $MPL_{PAR}$ ) для возвращения тракта/секции в эксплуатацию после ремонта. После успешного периода контроля длительностью T2, тракт или секция должны продолжить контролироваться, по крайней мере, в течение семи дней (период T3), чтобы подтвердить, что вмешательство технического персонала прошло успешно (см. Рекомендацию МСЭ-Т М. 2120, § 5).

##### *Длительность контроля пороговых значений T3*

Длительность контроля T3 установлена продолжительностью семь дней, и значения ES, SES и BBE рассчитываются за этот период. Период T3 применяется при определении перехода к ухудшенному уровню качественных показателей. Сообщение о превышении порогового значения появляется, когда пороговое значение ES, SES или BBE превышено в течение периода времени T3.

*Долгосрочный контроль/измерение качества*

Система управления должна хранить статистику контроля качественных показателей в течение, по меньшей мере, одного года (предлагаемый период).

**5 Готовность и неготовность**

Критерии для входа в состояние неготовности и выхода из него определены в Рекомендациях МСЭ-Т М.2100 (§ 8) и М.2101 (§ 12), а критерии для оценки событий неготовности при согласовании допусков на качественные показатели для испытаний при техническом обслуживании приведены в Рекомендации МСЭ-Т М. 2120.

В настоящее время допустимые значения неготовности оставлены для обсуждения и данный вопрос находится в стадии рассмотрения МСЭ-Т.

**6 Оценка параметров качества по ошибкам**

Процедура для оценки параметров качества по ошибкам с перерывом и без перерыва связи для объектов ПЦИ и СЦИ подробно рассмотрена в Рекомендациях МСЭ-Т М.2100 и М.2101.

Оценка параметров качества по ошибкам для технического обслуживания цифровых FWS во время неблагоприятных условий распространения радиоволн должна учитывать влияние условий распространения.

---