

УДК 621.396

*Микола Олександрович Масесов (канд. техн. наук, с.н.с., начальник науково-дослідного відділу)**Олексій Володимирович Станович (провідний науковий співробітник)**Леонід Олександрович Бондаренко (старший науковий співробітник)**Ірина Робертівна Мальцева (старший науковий співробітник)**Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації Державного університету телекомунікацій, Київ*

## АНАЛІЗ РЕКОМЕНДАЦІЙ МСЕ-Т, ЩО НОРМУЮТЬ ЯКІСТЬ ЦИФРОВИХ ТРАКТІВ ЗВ'ЯЗКУ, І ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕРЕЖ ЗВ'ЯЗКУ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

У статті автори спробували систематизувати зміни в рекомендаціях МСЕ-Т, що відносяться до нормування якості передачі інформації в цифрових трактах з постійною швидкістю передачі.

Мета публікації: ініціювати дії з цих вимог при розробці вимог по розгортанню мереж зв'язку спеціальних користувачів. Основним напрямом розвитку інфраструктури телекомунікацій спеціальних користувачів є інтеграція з мережами зв'язку операторів України. Закон України "Про телекомунікації" зобов'язує операторів України створювати свої сегменти телекомунікаційних мереж, які забезпечують взаємодію з телефонною мережею загального користування України і міжнародними мережами зв'язку. Обов'язковою умовою такої інтеграції є нормування і контроль якості передачі в сегментах мереж всіх операторів згідно з рекомендаціям Міжнародного Союзу Електрозв'язку (далі – МСЕ-Т), які діють на теперішній час і встановлюють загальні правила і методики оцінки якості передачі інформації по лініях і трактах.

**Ключові слова:** рекомендації МСЕ-Т, показники готовності, інтерфейс, тремтіння і дрейф фази.

### Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Основним напрямом розвитку інфраструктури телекомунікацій спеціальних користувачів є інтеграція з мережами зв'язку операторів України. Закон України "Про телекомунікації" зобов'язує операторів України створювати свої сегменти телекомунікаційних мереж, які забезпечують взаємодію з телефонною мережею загального користування (далі – ТФМЗК) України і міжнародними мережами зв'язку. Обов'язковою умовою такої інтеграції є нормування і контроль якості передачі в сегментах мереж всіх операторів згідно рекомендацій Міжнародного Союзу Електрозв'язку (далі – МСЕ-Т), які діють в даний час та встановлюють загальні правила і методики оцінки якості передачі інформації по лініях і трактах.

КНД 45-074-97 "Системи передавання цифрові. Норми на параметри основного цифрового каналу і цифрових трактів первинної мережі зв'язку України", що визначають технічні характеристики обладнання, яке діє, охоплюють тільки частину ТФМЗК: магістральну і внутрішньозонові первинні мережі у складі загальнодержавної мережі загального користування.

Зміст цього документа ґрунтується на вже застарілих версіях міжнародних рекомендацій, а правила розподілу встановлених в ньому норм по мережевих елементах – на триступінчатій моделі побудови транспортної мережі (магістральна,

внутрішньозонові і місцеві первинні мережі). За п'ятнадцять років, які пройшли з моменту введення КНД 45-074-97, відбулися значні зміни у сфері телекомунікацій. Швидкий розвиток і вдосконалення цифрових засобів зв'язку призвели до необхідності пошуку економічно виправданих співвідношень між гарантованим забезпеченням вимог до якості доставки інформації споживачам і вартістю засобів, необхідних для контролю цієї якості.

### Формулювання мети статті. Виклад основного матеріалу

Основною метою статті є ініціювання дій щодо врахування останніх версій рекомендацій МСЕ-Т під час розробки вимог до розробки та створення мереж зв'язку спеціальних користувачів.

Останні версії рекомендацій МСЕ-Т ґрунтуються на новій дворівневій моделі побудови мережі зв'язку, показаного на рис. 1.

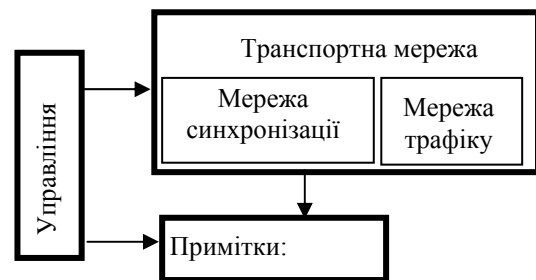


Рис. 1. Дворівнева модель побудови мережі зв'язку

Дана структура є основою формування елементів тракту і визначення вимог до них. Контроль і оцінка якості передачі інформації здійснюється по наступних видах показників:

- показники готовності (надійності);
- показники тремтінгів і дрейфу (джиттер і вондер) фази (ТДФ);
- показники помилок (оперативні і довготривалі).

Протягом 2001-2004 рр. МСЕ-Т провів кардинальну переробку всього комплексу рекомендацій, що відносяться до визначення номенклатури критеріїв якості, розробки вимог наскрізні показники гіпотетичного еталонного тракту (з'єднання) [HRP/HRX] по окремих елементах мережі. Відомості про рекомендації МСЕ-Т за часом дії і сфери застосування приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Застосування рекомендацій МСЕ-Т, нормуючих якість передачі

Показники готовності	Види обладнання мереж		Поняття зазначено в G.82x/M.2xxx, але не нормується				G.827
показники ТДФ	Інтерфейс синхронізації	SDH	G.823				
		PDH	G.823				
	Транспортний інтерфейс	SDH	G.823	G.825			
		PDH	G.823				
Показники похибок	Секції	SDH	—			G.829	
	Тракти на первинній швидкості вище	OTN	—			G.8201	
		SDH	—			G.826	G.828
		PDH	G.821	G.821c прил.	G.826		
	З'єднання на швидкості нижче первинної	D <sup>D</sup> G.821				G.826	
Термін дії роки			1980-1988	1988-1993	1993-2000	2000-2002	2002- н.вр.

**Показники готовності (надійності)**

Готовність (надійність) мережевого обладнання і його показники є невід'ємною складовою частиною показників якості передачі телекомунікаційної транспортної мережі. Всі нормативні вимоги до показників якості трактів і з'єднань, а рівно і до складових їх мережевим елементам, розповсюджуються тільки на періоди готовності. Процеси, пов'язані з настанням стану готовності і виходу з нього, ілюструє рис. 2.

З рис. 2 видно, що стан готовності закінчується на початку інтервалу часу в десять послідовних секунд SES. Новий стан готовності наступає на початку десятисекундного періоду, що не містить

секунд SES; ці десять секунд входять в інтервал стану готовності.

Параметри показників готовності і норм на них для кризного (end-to-end) гіпотетичного еталонного тракту (HRP) з постійною швидкістю передачі і входних в нього елементів тракту (PE) визначені рекомендацією МСЕ-Т G.827 (09/2003) для всіх середовищ передачі, на яких може бути побудований тракт (оптичне волокно, радіорелейна, супутникова лінія і тому подібне).

Як показник, що кількісно характеризує готовність, використовується коефіцієнт готовності AR, який визначений як часткове від ділення інтервалу часу готовності на тривалість періоду спостереження.

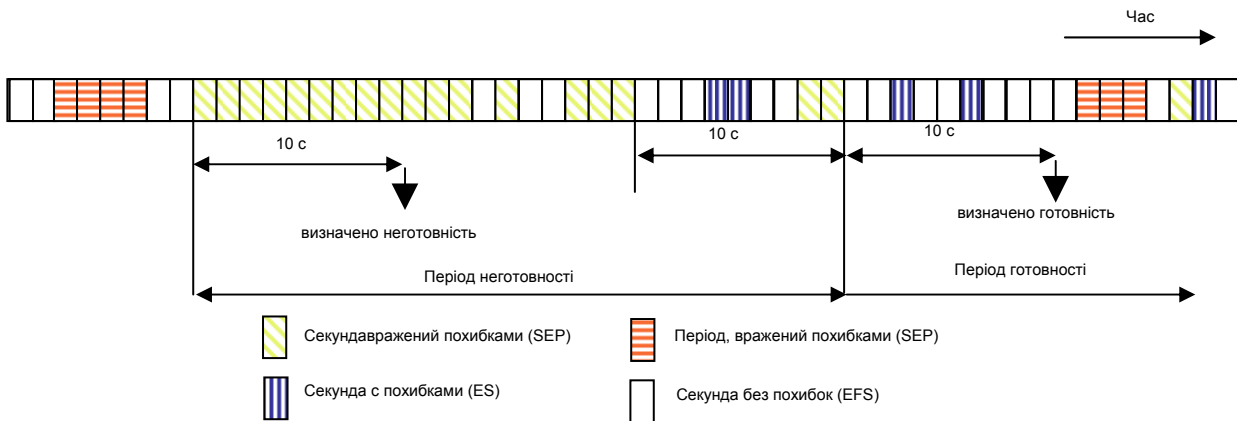


Рис. 2. Процеси настання стану готовності и неготовності системи

Протилежний AR коефіцієнт неготовності UR пропорційний часу, коли кризний тракт знаходиться в стані неготовності, і обчислюється шляхом ділення сумарного часу неготовності за період спостереження на тривалість цього періоду.

По суті, період часу неготовності – це простий тракт. Тому в якості показника неготовності рекомендація G.827 вводить інтенсивність простою OI, що визначається як кількість простоїв в рік при середньому часі відновлення МТТг, рівному чотирьом годинам. G.827 визначає три рівні характеристик готовності для трактів різного

пріоритету:

стандартний пріоритет, коли до характеристик готовності пред'являються мінімальні вимоги; високий пріоритет, коли вимоги до характеристик готовності краще стандартних; пріоритет, що допускає витіснення, коли вимоги встановлюються в міру необхідності при організації захисних трактів за угодою між операторами (постачальниками послуг) (SLA).

Норми на показники готовності для еталонного тракту HRP завдовжки 27500 км. приведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Норми на показник готовності HRP

Швидкість передачі		від 1,5 Мбіт/с до 40 Гбіт/с		Величини OI засновані на інтервалі спостереження один рік і часу відновлення МТТг, рівним 4 години
Вид показника		AR	OI	
Рівень пріоритету	Високий	98%	70	
	Середній	91%	250	
	Допускаючий витіснення	Залишений для вивчення		

Рівень пріоритету “допускає витіснення” не має певного показника готовності, оскільки такий канал може бути звільнений для підтримки якості захисних шляхів. Може обмовлятися рівень готовності для будь-якого шляху “end-to-end” через показники LSA.

Реально тракт, на який розповсюджуються вказані норми, утворений з комбінацій елементів тракту PE, що розрізняються по довжині, положенню в мережі, а також по рівню пріоритету. У рекомендації також приведена методика розподілу норм на еталонний тракт по складових PE залежно від їх довжини і рівня пріоритету.

У доповненні і додатках до рекомендації дані керівні вказівки по побудові топологій трактів і розрахунку показників готовності простого базового тракту, трактів із захисними топологіями 1:1; 1:n і складніших. Особливість даної рекомендації – широкий бібліографічний науково-технічний матеріал, приведений в додатку 1 рекомендації G.827.

#### Тремтіння і дрейф фази (джиттер і вондер)

Тремтіння і дрейф фази в інтерфейсах PE вважаються найскладнішими явищами, з якими стикаються при експлуатації цифрових мереж. Їх причини закладені в структурній побудові і рішеннях схемотехнік, використовуваних в апаратурному комплексі обладнання мультиплексування, кросс-комутації, синхронізації, ліній передачі. Вплив фазових спотворень на якість передачі виявляється у виникненні подій помилок, на перший погляд, ніяк не пов'язаних з фазовими спотвореннями: у появі пакетів бітових помилок, прослизань в цифрових сигналах або паразитній фазовій модуляції при цифроаналогових перетвореннях.

У вітчизняній нормативній документації допустимі величини показників ТДФ в мережевих інтерфейсах встановлені на основі положень рекомендацій МСЕ-Т G.823 і O.171, O.172 у версіях, що діяли в 1995 р. У 2000 р. були

розроблені нові версії G.823 і нова рекомендація G.825, до змісту яких внесено ряд нових положень. У зв'язку з повсюдним впровадженням мереж SDH основна увага була перенесена з нормування тремтіння фази на нормування показників дрейфу фази, що мають сильніший вплив на стійкість роботи мереж SDH. З тексту рекомендації G.823, орієнтованої на мережі PDH, практично виключений розгляд проблем накопичення фазових тремтіння в лінійних трактах цифрової передачі. Рекомендація G.823 (03/2000) має на меті встановлення граничних вимог до величин фазових спотворень в інтерфейсних сигналах ієрархії 2048 кбіт/с незалежно від використовуваного транспортного механізму (PDH, SDH, ATM мережі), в G.825 (03/2000) більш повно враховані особливості, пов'язані з побудовою мереж SDH. Зміст обох рекомендацій значною мірою перекривається. У обох рекомендаціях (G.823 і G.825) приведена ідентична класифікація мережевих інтерфейсів за властивостями:

синхронні інтерфейси (synchronous interface), вихідний сигнал яких зазвичай подається безпосередньо до PRS (первинний задаючий генератор);

асинхронні інтерфейси (asynchronous interface), вихідний сигнал яких має відхилення частоти, що задовольняє вимогам мереж PDH (G.703), але не може подаватися до PRS;

інформаційний інтерфейс (traffic interface), котрий може бути як синхронним, так і асинхронним і служить для передачі сигналів корисної інформації.

Параметри ТДФ для таких стиків визначаються величиною максимальної відносної часової помилки (MRTIE), заданої в G.823. Тут же задається і стійкість до вхідних ТДФ.

Ця категорія інтерфейсів ділиться на наступні підкатегорії:

інтерфейс не забезпечує синхронізацію і не вимагає її. Наприклад, PDH-інтерфейси

34 368 кбіт/с або 139 264 кбіт/с по рекомендації G.703;

інтерфейс не забезпечує синхронізацію із заданою якістю, але все таки використовується для синхронізації інших мережевих елементів, таких як крайове обладнання, видалені концентратори та ін. Приклади включають PDH-сигнали 2048, 34368 і 139 264 кбіт/с, що передаються по тракту SDH, який може використовуватися для уточнення синхросигналу. У рекомендації G.803 не радять використовувати ці інтерфейси для синхронізації;

інтерфейс забезпечує синхронізацію із заданою якістю, в цьому випадку він задається як інтерфейс синхронізації, що наприклад працює на швидкості 2048 кбіт/с. Ця підкатегорія може також включати інтерфейси з використанням загальних циклових структур PDH, як це визначено в рекомендації 832;

інтерфейс синхронізації (synchronization interface), який є синхронним і має мережеві межі дрейфу фази, встановлені в термінах максимальної часової помилки (МТІЕ) і часового відхилення

(TDEV), заданих в G.823.

Стійкість стиків генераторного обладнання до вхідних ТДФ задається в інших рекомендаціях. Вимога до рівнів ТДФ (максимальні межі і допуски) сформульовані в комплексі рекомендацій G.823, G.825 для обох типів інтерфейсів, при цьому слід звернути увагу на велику жорсткість вимог до сигналів інтерфейсу синхронізації. Рекомендація G.823 встановлює нормативні вимоги до показників ТДФ для інтерфейсів плезіохронної мережі, заснованої на 2048 кбіт/с ієрархії, які детально розглянуті в колишніх версіях. Основна відмінність полягає в повнішому описі допусків на фазові спотворення в області наднизьких частот. У G.825 аналогічні вимоги приведені для потоків, циркулюючих в мережах SDH.

Норми на тремтіння, що допускаються, і дрейф фази на входах інтерфейсів PDH і SDH для різних швидкостей передачі приведені в таблиці 3.

Таблиця 3

**Зведення норм на допустимі тремтіння і дрейф фази на входах інтерфейсів PDH і SDH**

Цифрова швидкість, кбіт/с	Повний розмах Upp				Частота, Гц								ПСП сигн.
	max		EU		f <sub>0</sub>	f <sub>10</sub>	f <sub>9</sub>	f <sub>8</sub>	f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>	f <sub>3</sub>	f <sub>4</sub>	
	A <sub>0</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>									
64	18	18	0,25	0,05	1,2×10 <sup>-5</sup>	-	-	4,3	20	6	3к	20к	2 <sup>11</sup> -1
2048	18	8,8	1,5	0,2	1,2×10 <sup>-5</sup>	4,8×10 <sup>-3</sup>	1×10 <sup>-2</sup>	1,67	20	2,4к	18к	100к	2 <sup>15</sup> -1
8448	-	-	1,5	0,2	-	-	-	-	20	40	3к	400к	2 <sup>15</sup> -1
34368	4	1	1,5	0,15	1×10 <sup>-2</sup>	3,2×10 <sup>-2</sup>	1,3×10 <sup>-1</sup>	4,4	100	1к	10к	800к	2 <sup>23</sup> -1
139764	4	1	1,5	0,075	1×10 <sup>-2</sup>	3,2×10 <sup>-2</sup>	1,3×10 <sup>-1</sup>	2,2	200	500	10к	3,5м	2 <sup>23</sup> -1
STM-1	-	0,25	1,5	0,15	-	-	10	14,3	3,3к	6,5к	65к	1,3м	-
STM-4	-	-	1,5	0,15	-	-	-	9,65	6,5к	25к	250к	5,0м	-
STM-16	-	-	1,5	0,15	-	-	10	12,1	10к	10к	1м	20м	-
STM-64	-	0,25	1,5	0,15	-	-	10	12,1	400к	400к	4м	50м	-

Допустимі тремтіння і дрейф фази на входах інформаційних інтерфейсів показані на рис. 3. У перепрацьованих версіях рекомендації G.823 і G.825 велика увага приділена технічному обґрунтуванню методів отримання встановлених меж і допусків, чого практично не було в колишніх текстах. У доповненнях і додатках приводяться описи мережевої моделі накопичення дрейфу фази в мережах передачі даних і синхронізації, еталонній моделі для оцінки дрейфу фази на інформаційних інтерфейсах, а також обширний теоретичний матеріал по процесах накопичення ТДФ в транспортних мережах SDH.

Крім того, в нових версіях мережевих вимог до фазових тремтінь розглядаються допуски на рівень фазових тремтінь на вхідних інтерфейсах мережевих елементів. Обидві рекомендації містять керівні вказівки за методологією проведення вимірювань вхідних ТДФ в обладнанні передачі і вихідного дрейфу фази на інтерфейсі синхронізації. Цей матеріал є істотним доповненням рекомендацій серії O.17x, які ще не піддалися змінам.

**Показники помилок**

Показники помилок на фізичному рівні обладнання цифрової передачі визнані основним чинником у визначенні можливості введення в експлуатацію нових фрагментів цифрових мереж. Еволюція рекомендацій МСЕ-Т, що відносяться до цього питання, досить детально розглянута в [2], тому слід акцентувати увагу на ті проблеми, які не відбиті в даній публікації. Зведення норм на показники помилок показані в таблиці 4.

Як відомо, вимоги до показників помилок в цифрових трактах сформульовані для гіпотетичного еталонного тракту (з'єднання) HRP/HPX, протяжністю 27 500 км, проте структури цього еталону в різних рекомендаціях мають достатньо істотні відмінності. Модель HPX з G.821 (08/1996), показана на рис. 4а, має розбиття по ступенях якості на місцевий (local), середній (medium) і високий (high) ступені з вказівкою протяжності цих ділянок і конкретним розподілом загальних норм на кожен з них. Відповідно до цих положень проведений розподіл показників помилок в нормах, що діють, на

електричні параметри каналів і трактів первинної мережі.

У моделі HRP/HPX по G.828 (08/2001) і G.826 (12/2002), показаною на рис. 4б, еталонний тракт поділений на національну і міжнародні частини без вказівки довжин кожній з частин, але для розподілу сумарних показників спотворень по склад ним частинам в рекомендаціях встановлені свої правила, що враховують приналежність (розташування в складі) їх до тієї або іншої частини тракту і їх довжину.

У рекомендаціях G.8201 (08/2001) і M.2001(12/2003) для гіпотетичного еталонного оптичного тракту запропонована своя модель (рис. 4 в), в якій тракт підрозділений на чотири

типи областей (місцевого оператора, регіонального оператора, базового оператора і міжоператорську), для кожної з яких відводиться блок допусків з нормованих на кризне з'єднання.

Таким чином, міжнародні рекомендації не мають загального підходу до питання про розподіл кризних нормативів, які встановлені єдиними для всіх методів цифрової передачі, по складових елементах міжнародної мережі.

У останніх версіях рекомендації МСЕ-Т вже не згадується про подію помилок "період з серйозними порушеннями SDP", визначеному як період тривалістю в чотири суміжні блоки, в яких коефіцієнт помилок перевищує  $10^{-2}$  або спостерігається втрата сигнальної інформації.

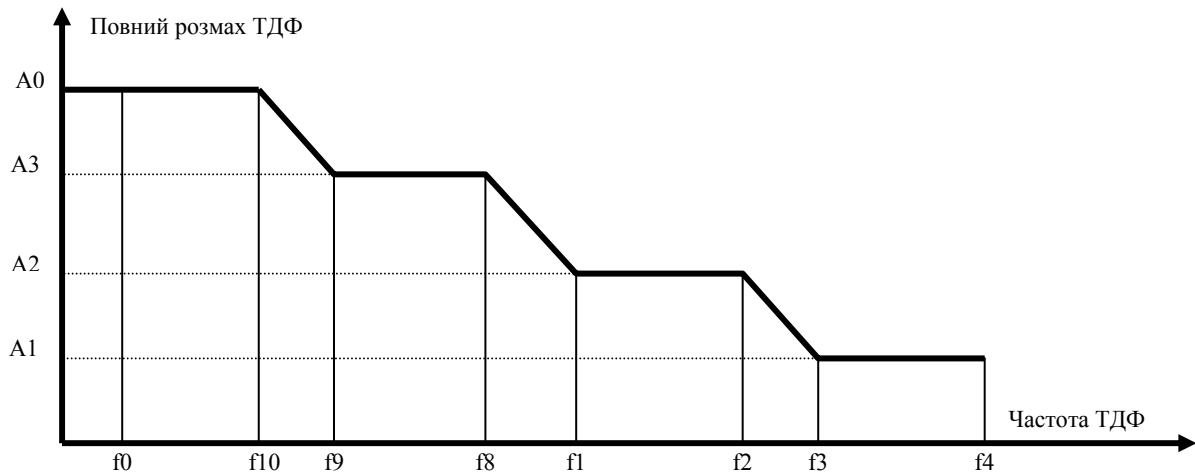
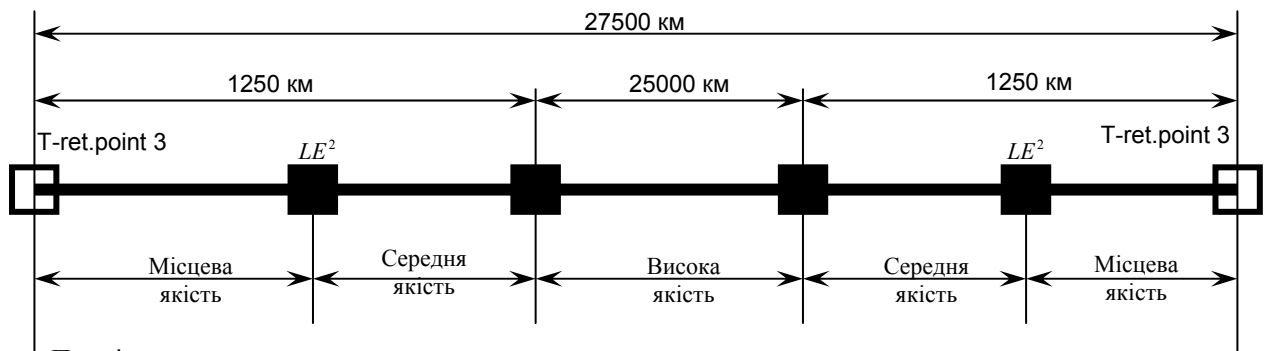


Рис. 3. Допустимі тремтіння і дрейф фази на входах інформаційних інтерфейсів

Таблиця 4

Норми на показники помилок з рекомендацій МСЕ-Т серії G.82x

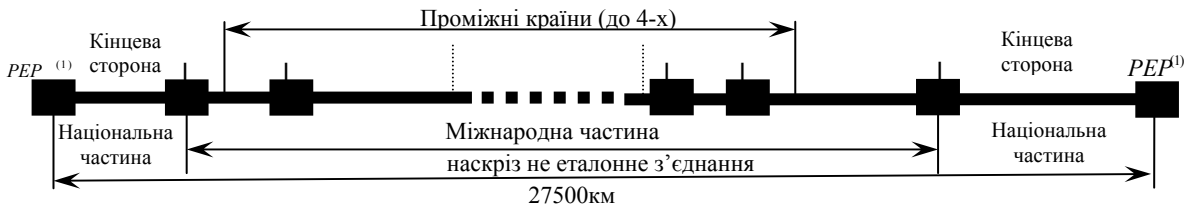
Швидкість передачі, Мбіт/с	від 64 Кбіт/с до первинної швидкості	від 1,5 до 5	від 5 до 15	від 15 до 55	від 55 до 160	від 160 до 3500
Біт/блок	Не використовується	від 800 до 3500	2000 - 8000	4000 - 20000	6000 - 20000	15000 - 30000
ESR	0,04	0,04	0,05	0,075	0,16	Не встан.
SESR	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
BBER	Не використовується	$2 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4}$	$10^{-4}$



Примітки:

1. Кордон між середньою та високою якістю не задається, а розраховується як кратне 280 км
2. Мережевий вузол, інформаційно-телекомунікаційний вузол або інший еквівалентний пункт.
3. Точка поділу мережевих закінчень NT1/NT2.

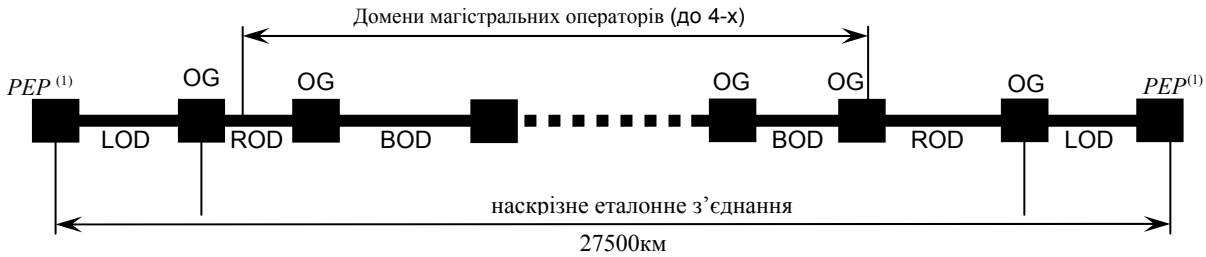
Рис. 4а. Розподіл частин тракту по якості відповідно G.821



Примітки:

1. Кінцева точка з'єднання, якщо покладається, що з'єднання закінчується на IG, то використовується тільки міжнародна частина з'єднання.
2. Міжнародний комутатор може тільки один або два IG (вхідний и вихідний) на одну проміжну країну.

Рис. 4б. Гіпотетичний еталонний тракт HRP/HPX відповідно G.826 и G.826



OG – комутатор оператора;  
 BOD – домен магістрального оператора;  
 LOD – регіонального оператора;  
 ROD – домен місцевого оператора.

Рис. 4в. Гіпотетичний еталонний оптичний тракт HROP відповідно G.8201 та M.2401

У нормативній документації, що діє, подія SDP є одним з критеріїв реєстрації SES. У G.828 вводиться, поки факультативно, нова подія помилок – період, уражений помилками (Severely Errored Period – SEP), що визначається як послідовність від трьох до дев'яти суміжних секунд SES, що закінчуються секундою не SES. На основі цієї події визначений новий показник помилок інтенсивність періодів, уражених помилками SEPI (SEPIntensity); число подій SEP за час готовності, поділене на загальний час готовності в секунду.

Нормативні вимоги до цього показника залишені для подальшого вивчення. Рекомендації M.2100 (04/2003), M.2100 (07/2002) реформували процедури випробувань при введенні в експлуатацію і технічному обслуговуванні PDH трактів, секцій і систем передачі, скоротивши їх об'єм і тривалість проведення в порівнянні зі встановленими у вітчизняному КНД 45-074-97.

Нова процедура простіша і використовує інші критерії допуску в експлуатацію систем, що знов вводяться, і виводу з експлуатації працюючих систем, якщо якість передачі в них досягла неприйнятної рівня UPL. Доповнення D до M.2100 встановлює порогові для переходу з неприйнятної рівня передачі UPL до прийнятної APL і назад при п'ятнадцяти хвилинному інтервалі спостереження залежно від рівня цифрового тракту і відсотка розподілу даного показника по довжині. У таблиці 5 дано зведення характеристик помилок для різного виду трактів.

Слід зазначити, що і в нових версіях рекомендацій залишилися деякі неузгодженості. Рекомендації серії G.82x в основному орієнтовані на користувача, якого мало цікавить, якими засобами досягається потрібна йому якість каналів і трактів, що надаються.

Рекомендації серії M.xxx, призначені для оператора, що має справу з введенням обладнання в експлуатацію і його технічним обслуговуванням. Події помилок для секцій, на яких виконані SDH тракти, визначені рекомендацією G.829 (12/2002). Ця рекомендація є загальною в тому сенсі, що в ній визначається подія помилок незалежно від фізичного транспортного середовища, в яке входить ця секція. Для мультиплексних секцій середовищем передачі можуть бути оптичне волокно, радіорелейна лінія, металевий кабель і супутникові системи; для регенераторних секцій тільки мікрохвильові радіолінії і супутникові системи.

На відміну від інших рекомендацій тут не визначаються норми, а приведені уточнені визначення по інтерфейсах, вживаних на субшвидкостях SDH.

У G.829 прийняте нове, відмінне від використаного в інших рекомендаціях, узагальнене визначення події SES: односекундний інтервал, який містить більш X% помилкових блоків або, принаймні, один дефект. Порогова величина X помилкових блоків встановлена так, щоб створити відповідність між числом SES, що декларується в секції, і їх числом в шарі трактів. Оскільки ця відповідність залежить від багатьох

чинників (розподіли помилок, характеристик вимірювального устаткування і тому подібне), не слід чекати повної відповідності SES секції і тракту. В цілях обслуговування можливе встановлення такої відповідності шляхом варіювання порогів залежно від середовища

передачі. Встановлені G.829 пороги SES для мультіплексної і регенераторних секцій приводяться для sstm і STM трактів. Пороги для STM трактів мультіплексорної і регенераторною секцій приведені в таблиці 6.

Таблиця 5

**Зведення характеристик помилок в неприйнятному і прийнятному станах обладнання**

Вид стану	% розподілу від загальної норми	Цифрові тракти, канали, секції																	
		E1, E2, VC1, VC2			E3, VC3,			E4, VC4,			STM-0			STM-1			STM-4		
		ES	SES	BBE	ES	SES	BBE	ES	SES	BBE	ES	SES	BBE	ES	SES	BBE	ES	SES	BBE
URL	0,2-34	80	10	200	100	10	700	120	10	700	34	6	5000	67	6	10000	-	6	64000
	35-63	120	15	300	150	15	1100	180	15	1100	57	10	3000	114	10	27000	-	10	110000
ARL	0,2 -63	1	0	6	1	0	25	1	0	25	1	0	200	2	0	600	-	-	2500
	35-63	2	0	12	3	0	50	4	0	50	2	0	400	4	0	100	-	0	4500

Таблиця 6

**Пороги SES в секціях SDH**

Швидкість передачі		STM-0	STM-1	STM-4	STM-16	STM-64
Поріг SES	Мультіплексна секція	15% EB	15% EB	25% EB	30% EB	30% EB
	Регенераторна секція	10% EB	30% EB	30% EB	30% EB	-

**Висновок**

З аналізу вищезазначених матеріалів слід визначити, що діюча вітчизняна нормативна база стала певною перепорою для створення сприятливих умов розвитку телекомунікаційної інфраструктури операторів телекомунікацій України і забезпечення її інтеграції з мережами спеціальних користувачів.

КНД 45-074-97 розроблений на основі застарілих версій рекомендацій МСЕ-Т відрізняється від норм, що зазначені в більш пізніх версіях цих рекомендацій, які служать базою застосування нового покоління обладнання зв'язку.

Нормативна база, що характеризує якість інтеграції в мережах зв'язку і визначає методику введення в стрій нового покоління обладнання зв'язку, підлягає оперативному переопрацюванню, за інших обставин створення цифрових телекомунікаційних мереж спеціальних користувачів може затягнутись на необмежений термін.

Зазначені обставини, спонукають використовувати рекомендації МСЕ-Т під час планування створення та експлуатації цифрових мереж спеціальних користувачів, зважаючи на те, що своя нормативна база відсутня.

**Література**

1. Закон України "Про телекомунікації". Режим доступу <http://zakon.rada.gov.ua/go/1280-15>  
 2. Мельникова Н.Ф. Еволюція рекомендацій МСЕ-Т

по показателям ошибок цифровых каналов и трактов // Метрология и измерительная техника в связи. 2004. № 5.  
 3. Рекомендации МСЕ-Т 1995 – 2012 гг.

**АНАЛИЗ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЕ-Т, НОРМИРУЮЩИХ КАЧЕСТВО ЦИФРОВЫХ ТРАКТОВ СВЯЗИ, И ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕТЕЙ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

*Николай Александрович Масесов (канд. техн. наук, с.н.с., начальник научно-исследовательского отдела)*

*Алексей Владимирович Станович (ведущий научный сотрудник)*

*Леонид Александрович Бондаренко (старший научный сотрудник)*

*Ирина Робертовна Мальцева (старший научный сотрудник)*

**Военный институт телекоммуникаций и информатизации Государственного университета телекоммуникаций, Киев**

*В статье авторы попытались систематизировать изменения в рекомендациях МСЭ-Т, относящихся к нормированию качества передачи информации в цифровых трактах с постоянной скоростью передачи.*

*Цель публикации: инициировать действия по учету этих требований при разработке требований по развертывания и сетей связи Специальных пользователей. Основным направлением развития инфраструктуры телекоммуникаций специальных пользователей является интеграция с сетями связи операторов Украины. Закон Украины "О телекоммуникациях" обязывает операторов Украины создавать свои сегменты телекоммуникационных сетей, которые обеспечивают взаимодействие с телефонной сетью общего пользования Украины и международными сетями связи. Обязательным условием такой интеграции является нормирование и контроль качества передачи в сегментах сетей всех операторов согласно рекомендациям Международного Союза Электросвязи (далее – МСЭ-Т), которые действуют в настоящее время и устанавливают общие правила и методики оценки качества передачи информации по линиям и трактам.*

*Ключевые слова: Рекомендации МСЭ-Т, показатели готовности, интерфейс, дрожание и дрейф фазы.*

**RECOMMENDATIONS ANALYSIS OF ITU-T RATIONING THE QUALITY OF DIGITAL CONNECTION HIGHWAYS, AND ESTIMATION OF POSSIBILITY OF THEIR USE FOR EXPLOITATION OF SPECIAL SETTING COMMUNICATION NETWORKS**

*Mykola Masesov (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow, Chief of a Research Section)*

*Oleksii Stanovych (Leading Research Fellow of a Research Section)*

*Leonid Bondarenko (Senior Research Fellow of a Research Section)*

*Irina Malceva (Senior Research Fellow of a Research Section)*

**Military Institute of Telecommunications and Informatization of State University of Telecommunications, Kyiv**

*The authors attempted to systematize the changes in ITU-T related to the transfer of information standardization in digital paths at a constant rate.*

*The purpose of the publication: initiate action to incorporate these requirements in the development and deployment requirements for special networks users. The main direction of development of telecommunications infrastructure is the integration of special users to communications networks operators in Ukraine. Law of Ukraine "On Telecommunications" obliges operators of Ukraine to create their segments of telecommunications networks that provide interaction with the public switched telephone network of Ukraine and international communication networks. Prerequisite for such integration is the regulation and control of the transmission quality in all segments of the network operators in accordance with the recommendations of the International Telecommunication Union (hereinafter - ITU-T ), which are currently in force and establish common rules and methodology for assessing the quality of information transmission lines and paths.*

*Key words: recommendation ITU-T performance readiness, interface jitter and drift phase.*