

Георгій Конахович

Володимир Чуприн

**МЕРЕЖІ ТРАНСПОРТУВАННЯ ПАКЕТНИХ ДАНИХ:
технології надання послуг;
оцінювання показників якості обслуговування**

Київ - 2006

УДК 681.3.06

У книзі розглядаються сучасні технології надання послуг, вимірювань параметрів та оцінки якості обслуговування в сучасних телекомунікаційних системах передачі даних, де знайшло застосування обладнання мереж з комутацією пакетів. Детально розглянуто всі основні аспекти технології надання послуг із транспортування пакетних даних: види систем надання послуг, параметри та класи якості обслуговування, методи та засоби організаційного та технічного забезпечення надання послуг тощо. Визначено норми на показники функціональності та якості надання послуг із транспортування даних. Розглянуто базові методи та схеми вимірювань параметрів обладнання, що функціонує за специфікаціями IP, Frame Relay, xDSL та Optical Ethernet. Детально висвітлено процедури контролю відповідності та дії у разі виявлення невідповідності.

Книга розрахована на широкий загал фахівців, що займаються технічним та організаційним забезпеченням надання транспортних послуг на основі використання ресурсів мереж передачі даних, а також на студентів та аспірантів відповідних спеціальностей.

ЗМІСТ

| | С. |
|---|-----------|
| Передмова | 7 |
| 1 Позначки та скорочення | 10 |
| Частина перша. Технології надання телекомунікаційних послуг | 12 |
| 2 Загальні положення щодо забезпечення та оцінювання якості надання послуг | 12 |
| 2.1 Послуга як об'єкт споживчого попиту | 12 |
| 2.2 Якість послуги, якість обслуговування, показники та рівні якості, їхній взаємозв'язок | 17 |
| 2.3 Параметри якості обслуговування | 21 |
| 2.4 Класи послуги, класи обслуговування, їхній взаємозв'язок | 25 |
| 3 Види систем надання телекомунікаційних послуг | 29 |
| 3.1 Система обслуговування з максимальними зусиллями | 29 |
| 3.2 Система обслуговування з наданням переваги | 29 |
| 3.3 Система диференційованого обслуговування з гарантованим сервісом | 30 |
| 3.4 Комбіноване застосування систем обслуговування | 31 |
| 4 Методи та засоби організаційного забезпечення надання послуг | 33 |
| 4.1 Характеристика систем надання послуг, що використовуються на практиці | 33 |
| 4.2 Узагальнена бізнес-модель надання послуг | 35 |
| 4.3 Сервісна угода про надання послуг | 38 |
| 4.4 Структура життєвого циклу сервісної угоди | 46 |
| 4.5 Порядок укладання та розривання сервісної угоди | 49 |
| 4.6 Порядок та засоби інформаційної взаємодії при наданні послуг | 51 |
| 5 Методи та засоби технічного забезпечення надання телекомунікаційних послуг | 56 |
| 5.1 Модель служби підтримки якості | 56 |
| 5.2 Засоби служби підтримки якості на телекомунікаційному вузлі | 58 |

| | | |
|------|---|-----|
| 5.3 | Протоколи сигналізації служби підтримки якості | 63 |
| 5.4 | Алгоритми управління чергами | 65 |
| 5.5 | Механізми профілювання та формування трафіка | 77 |
| 5.6 | Планування якості обслуговування | 82 |
| 5.7 | Інженерія потоків даних | 83 |
| 6 | Функції персоналу із технічного забезпечення надання послуг | 100 |
| 6.1 | Основні функціональні обов'язки персоналу із технічного забезпечення надання мережних послуг | 100 |
| 6.2 | Інженерія трафіка додаткових потоків | 101 |
| 6.3 | Початкове конфігурування та інсталяція параметрів обладнання | 102 |
| 6.4 | Контроль відповідності якості обслуговування | |
| 6.5 | Поточне керування параметрами | |
| 6.6 | Реагування на порушення умов сервісних угод | |
| 6.7 | Інформування клієнтів | |
| 6.8 | Переінсталяція параметрів | |
| 6.9 | Інформування адміністрації сервіс-провайдера | |
| 6.10 | Деінсталяція трафіка і послуг | |
| 6.11 | Збереження архівних даних | |
| 7 | Процесні моделі обслуговування | |
| 7.1 | Взаємозв'язок служб та процесів обслуговування | |
| 7.2 | Відображення процесів обслуговування | |
| 7.3 | Модель підтримки процесів створення та розвитку послуг | |
| 7.4 | Модель підтримки продажу послуг | |
| 7.5 | Модель процесів опрацювання замовлень | |
| 7.6 | Модель процесу опрацювання проблем | |
| 7.7 | Модель підтримки узагальнених аналізів та оцінки якості обслуговування | |

| | |
|--|------------|
| Частина друга. Технології оцінювання показників якості транспортування даних в мережах із пакетною комутацією | 140 |
|--|------------|

| | | |
|-----|--|-----|
| 8 | Характеристика транспортних послуг | 140 |
| 8.1 | Види транспортних послуг та послуг некомутованого доступу | |
| 8.2 | Структура середовища транспортування даних | |
| 8.3 | Точки доступу до послуг | |
| 8.4 | Показники функціональності транспортної послуги | |
| 8.5 | Показники якості обслуговування при наданні транспортної послуги ... | |
| 8.6 | Класифікатор параметрів якості обслуговування | |
| 9 | Базові схеми та методи вимірювань | |
| 9.1 | Базові схеми вимірювань та вимірювальні точки | |
| 9.2 | Кореспондовані події та їх характерні наслідки | |
| 9.3 | Базові методи та умови визначення показників якості обслуговування ... | |
| 9.4 | Методи вимірювань параметрів функціональності послуг | |
| 9.5 | Методи вимірювань параметрів QoS | |
| 9.6 | Методи вимірювань параметрів NP | |

Частина третя. Базові процедури та нормативи обслуговування

| | | |
|------|--|------------|
| | при наданні послуг передавання даних | 180 |
| 10 | Контроль параметрів послуги передавання пакетів IP | |
| 10.1 | Послуга із транспортування пакетів магістральними каналами мереж IP | |
| 10.2 | Послуга абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання Frame Relay | |
| 10.3 | Послуга абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання Optical Ethernet | |
| 10.4 | Послуга абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання xDSL | |
| 11 | Контроль параметрів послуги передавання фреймів Frame Relay | |
| 11.1 | Послуга із транспортування фреймів FR каналами транспортної мережі ATM/FR | |
| 11.2 | Послуга абонентського доступу до транспортної мережі ATM/FR | |

| | |
|--|-----|
| з використанням обладнання FR | |
| 11.3 Послуга абонентського доступу до транспортної мережі ATM/FR з використанням обладнання Optical Ethernet | |
| 11.4 Послуга абонентського доступу до транспортної мережі ATM/FR з використанням обладнання FR та xDSL | |
| 12 Контроль параметрів послуги передавання кадрів Optical Ethernet | |
| 13 Контроль параметрів послуг передавання інформації обладнанням xDSL ... | |
| 14 Обробка результатів вимірювань | 258 |
| 15 Нормативні посилання | |
| 16 Терміни та визначення понять | |
| ДОДАТОК Норми на параметри електромагнітного впливу між ланцюгами xDSL на каналах мереж абонентського доступу з урахуванням видів модуляційних кодів (HDB3, 2B1Q та CAP) | 275 |
| БІБЛІОГРАФІЯ | |

Народу України, що піднявся з колін,
присвячуємо

ПЕРЕДМОВА

В Україні, Росії та, можливо, інших пострадянських країнах побудовані розвинуті інфраструктури мереж передачі даних (МПД), котрі перебувають у стані стрімкого розвитку. Послуги із транспортування інформації, що надаються цими мережами, користуються невпинно зростаючим попитом. Тому спеціалізована література, що присвячена широкому спектру питань в галузі телекомунікаційних технологій, сьогодні є актуальною. Функціональні можливості та технічні характеристики МПД, а також інші аспекти, що пов'язані з особливостями їхньої побудови та функціонування, в достатній мірі висвітлені у відповідних публікаціях. Однак певне коло проблем цієї галузі, що становлять суттєвий інтерес для фахівців, поки не знайшло адекватного відображення у доступних джерелах інформації. Перелік публікацій, що присвячені проблемам раціонального використання можливостей сучасного телекомунікаційного обладнання, є досить обмеженим і не відповідає у кількісному і якісному вимірах потребам фахівців, котрі забезпечують надання послуг із транспортування інформації каналами МПД. Зокрема, сфера організації експлуатації сучасних МПД висвітлена, на наш погляд, недостатньо, а бібліографія з проблематики забезпечення якісного обслуговування на основі використання ресурсів МПД взагалі майже відсутня.

Автори цієї книги мали за мету усунути цю прогалину і надати фахівцям, які безпосередньо займаються експлуатацією обладнання мереж з пакетною комутацією та технічним забезпеченням обслуговування споживачів послуг із транспортування інформації, надійний посібник, що у стислій формі надавав вичерпні відповіді на весь комплекс питань щодо якісного надання послуг, котрі виникають в процесі їхньої повсякденної діяльності. Зокрема, в

книзі наведено нормативи якості обслуговування при наданні транспортних послуг на основі використання найбільш поширених сьогодні телекомунікаційних технологій передавання даних. Ці нормативи слід розглядати як продукт узагальнення практичного досвіду провідних сервіс-провайдерів та операторів електрозв'язку України. Вони є гармонізованими із відповідними рекомендаціями МСЕ-Т [1-6].

Книга буде корисною і для «вдумливих» споживачів ресурсів телекомунікаційних мереж, котрі бажають заощадити свої кошти шляхом оптимізації параметрів транспортних послуг, що ними замовляються у рамках сервісних угод з постачальниками цих послуг. Студенти та аспіранти зможуть знайти у цій книзі конкретну інформацію про сучасні методи та процедури вимірювань параметрів телекомунікаційного обладнання та оцінювання якості мережного обслуговування.

Зміст книги побудовано наступним чином. Спочатку надано загальні положення щодо забезпечення та оцінювання рівня якості надання транспортних послуг. Розглянуто основні характеристики транспортних послуг та послуг некомутованого доступу, зокрема структура середовища транспортування даних, існуючі види послуг та точки доступу до них. Наведено класифікацію та визначення усіх основних показників функціональності та якості надання транспортних послуг. Детально пояснено основні методи та базові схеми вимірювань параметрів обслуговування. Надалі у розрізі кожної із основних телекомунікаційних технологій передавання даних (у даному випадку, це технології, що функціонують за специфікаціями IP, Frame Relay, xDSL та Optical Ethernet) фактично викладено основні аспекти сучасної технології вимірювань параметрів та оцінки якості обслуговування: класифікація рівнів якості обслуговування, нормативні значення показників якості обслуговування, контроль параметрів послуг, дії обслуговуючого персоналу у разі виникнення проблем в процесі обслуговування тощо. Останній розділ присвячено процедурам обробки результатів вимірювань.

Положення цієї книги поширюються на сферу організації надання послуг транспортними мережами передачі даних, зокрема:

- магістральними МПД, що побудовані на основі використання телекомунікаційної технології асинхронного режиму переносу (Asynchronous Transfer Mode, ATM) та протоколу Інтернет (Internet Protocol, IP);

- каналами та мережами абонентського доступу, що створені на основі використання телекомунікаційних технологій FRAME RELAY (FR), IP, xDSL та Optical Ethernet;

- мережами та окремими вузлами управління транспортними мережами.

Технологія забезпечення і оцінювання рівня надання послуг із транспортування даних, що висвітлена у даній книзі, широко застосовується провідними сервіс-провайдерами та операторами електрозв'язку на мережах передачі даних України.

Вивчення змісту цієї книги передбачає підготовку читача на рівні вузівських курсів інформатики та телекомунікаційної техніки.

1 ПОЗНАЧКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

У цій книзі використано такі позначки та скорочення:

АЦ – адміністративний центр

ВД – вузол доступу

ДСТУ – державний стандарт України

ЗАКТМ – загальнодержавна телефонна мережа з автоматичною комутацією

ЛОМ – локальна обчислювальна мережа

МПД – мережа передачі даних

МСЕ-Т – міжнародний союз електрозв'язку – телекомунікації

НД – нормативні документи

ПВ – периферійний вузол

ПД – передача даних

ПОД – пристрій обслуговування даних

ПОК - пристрій обслуговування каналів

РВ – регіональний вузол

РТВ – регіонально-транзитний вузол

ТВ - територіальний вузол

ТЕ – технічна експлуатація

ТО – технічне обслуговування

ТОР - технічне обслуговування і ремонт

ЦВ – центральний вузол

ЦК – центр керування

ЦСУ – централізована система управління

DCE – Data Circuit Terminating Equipment (апаратура передавання даних)

DTE – Data Terminal Equipment (прикінцеве обладнання даних)

FR – Frame Relay (Фрейм Рілей)

FRAD – Frame Relay Access Device (пристрій доступу FR)

IP – Internet Protocol (протокол Інтернет)

ISO - International Standardization Organization (Міжнародна організація із стандартизації)

LAN – Local Area Network (локальна обчислювальна мережа, ЛОМ)

NMS – Network Management System (система мережного керування)

OSI – Open System Interconnection (взаємозв'язок відкритих систем)

PDU – Protocol Data Unit (протокольний блок даних)

PVC – Permanent Virtual Circuit (постійний віртуальний канал)

SLA – Service Level Agreement (угода щодо рівня надання послуг або рівня обслуговування)

SMTP – Simple Management Telecommunication Protocol (телекомунікаційний протокол спрощеного керування)

TDM – Time Division Multiplexing (часове мультиплексування)

TMN – Telecommunication Management Network (мережа управління телекомунікаціями)

ЧАСТИНА ПЕРША

ТЕХНОЛОГІЇ НАДАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПОСЛУГ

2 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ НАДАННЯ ПОСЛУГ

2.1 Послуга як об'єкт споживчого попиту

У загальному випадку телекомунікаційна послуга (надалі, послуга) характеризується багатьма властивостями, але в системах надання послуг вона розглядається, в першу чергу, як об'єкт споживчого попиту. Під цим кутом зору інтерес викликає функціональність послуги, споживчі властивості послуги, якість надання та її ціна.

2.1.1 Функціональність послуги (інакше, - функціональний профіль послуги), тобто доступний та потенційно корисний для споживача набір взаємопов'язаних функцій, який здатний під час надання послуги задовольнити його потреби в телекомунікаційних застосуваннях, є однією із її основних характеристик.

Необхідна функціональність послуги безпосередньо визначається тонкою структурою потреб прикладних застосувань користувача. Тому оцінка функціональності здійснюється диференційовано, з урахуванням конкретних умов використання застосувань. Однак безумовно одне: чим більша повнота функціональності послуги (іншими словами, чим більше корисних функцій може виконуватися в процесі надання послуги), тим із більшою ймовірністю і в більшій мірі вона в змозі задовольнити споживчий попит користувачів.

2.1.2 Споживчі властивості послуги – це ті її властивості, котрі враховуються споживачами підчас прийняття ними рішень щодо ступеню корисності цієї послуги у їхніх застосуваннях та (або) доцільності користування цією послугою.

Щодо телекомунікаційних технологій існує рекомендація Міжнародного Союзу Електрозв'язку МСЕ-Т E.800, у якій визначено такі чотири споживчі

властивості послуги: забезпеченість (Service Support Performance), зручність використання (Service Operability Performance), дієвість (Serviceability) та безпечність користування (Service Security Performance). У свою чергу, дієвість – найбільш важлива споживча властивість послуги характеризується такими ознаками як доступність (Service Accessibility Performance), безперервність (Service Retainability Performance) та цілісність (Service Integrity Performance). Визначення цих властивостей надано далі у цій книзі.

Реалізація перелічених властивостей напряду залежить від здатності мережі обробляти трафікове навантаження (Trafficability Performance), тобто від якості функціонування мережі (Network Performance, NP).

2.1.3 Властивості мережної досконалості – це ті властивості мережі, які характеризують ступінь її досконалості. За звичайних умов вони не є об'єктом споживчого інтересу з боку кінцевих користувачів мережних послуг. Але саме ці властивості, в першу чергу, враховуються сервіс-провайдерами в процесі надання послуг. Тому властивості мережної досконалості також визначені у Рекомендації МСЕ-Т E.800, згідно якої слід розрізняти: ресурсні можливості мережі щодо її використання (Resources and Facilities), її надійність (Dependability) та якість передавання (Transmission Performance). Основна характеристика досконалості мережі - надійність, що визначається готовністю її ресурсів до використання (Availability Performance). У свою чергу, готовність характеризується такими трьома складовими: безвідмовність (Reliability Performance), ремонтпридатність (Maintainability Performance) та забезпеченість технічного обслуговування і ремонту (Maintenance Support Performance).

Для кількісного оцінювання кожної із властивостей вводяться відповідні показники. Наприклад, показниками доступності є ймовірність відмови у доступі, середня затримка доступу і т. ін.

2.1.4 Якість надання послуги (якість послуги, Quality of Service, QoS) – інтегральний корисний ефект від надання послуги, що визначається ступенем задоволення потреб користувача цієї послуги.

Оскільки користувач оцінює якість послуг у метриці їхніх властивостей, то і критерії якості надання послуг повинні мати вигляд певних функцій та (або) функціоналів від показників властивостей послуг. Однак на практиці найчастіше в цілях спрощення можливими функціональними взаємозв'язками між показниками властивостей нехтують, а в ролі критерію якості надання певної послуги використовують визначений набір (зокрема, упорядковану послідовність) показників властивостей такої послуги. В цьому випадку показники властивостей звичайно називають показниками або параметрами якості надання послуги, а критерій якості – узагальненим або інтегральним показником якості надання послуги.

Наприклад, інтегральний показник якості надання послуги із транспортування через мережу пакетів у форматі IP, що переносять голосовий трафік, на практиці у більшості випадків визначають наступним чином. Такі властивості послуги як її забезпеченість та безпечність користування (див. Рекомендацію МСЕ-Т E.800) не враховують. Зручність використання враховують шляхом введення такого показника як інтервал звітування (тобто, періодичність представлення покупцю послуг звітів про поточний стан обслуговування). Щодо дієвості враховують усі три її ознаки, тобто уводять показники доступності, безперервності та цілісності. В результаті отримують такі показники якості надання вищезазначеної послуги:

- 1) часовий інтервал забезпечення параметрів обслуговування T_0 ;
- 2) коефіцієнт доступності послуги K_d , тобто співвідношення між сумою проміжків часу, на протязі котрих послуга є доступною для користування, і часовим інтервалом забезпечення параметрів обслуговування T_0 ;
- 3) максимальна величина затримки голосових пакетів τ ;
- 4) максимальна величина варіації затримки голосових пакетів τ_v ;
- 5) ймовірність того, що на визначеному часовому інтервалі буде забезпечена передача пакетів із затримками, котрі не перевищують визначену максимальну величину затримки голосових пакетів P_3 ;

б) ймовірність того, що на визначеному часовому інтервалі буде забезпечено передавання пакетів із варіаціями затримок, котрі не перевищують визначену максимальну величину варіації затримки голосових пакетів $P_{вз}$.

У вищенаведеному прикладі ознака доступності (тобто, властивість послуги бути наданою саме тоді, коли у цьому існує потреба) врахована шляхом введення таких параметрів як K_d і T_o . Параметр T_o характеризує також і таку ознаку дієвості послуги як безперервність її надання, оскільки значення усіх інших вищенаведених показників якості повинні безперервно забезпечуватися на протязі часу T_o . На кінець, останні чотири показника із вищевказаних (тобто, τ , τ_b , P_3 та $P_{вз}$) характеризують цілісність послуги, оскільки саме вони визначають ту припустиму межу у погіршенні якості, що є прийнятною для користувача послуги.

2.1.5 Якість обслуговування (Quality of Services, QoS`) – інтегральний корисний ефект від обслуговування, що визначається ступенем задоволення користувача як від отриманої послуги, так і від самої системи обслуговування.

Згідно з Рекомендацією Міжнародної організації із стандартизації ISO 9004-3, п.02 під контролем необхідно тримати усі технічні, адміністративні і людські ресурси, що впливають на якість обслуговування. Стосовно до умов надання послуг на основі використання мережних ресурсів критерій якості обслуговування (котрий за звичайних умов називають коротко “якість обслуговування”) доцільно представити у вигляді певного інтегрального показника досконалості обслуговування, що враховує не тільки якість надання послуги, але і здатність мережі обробляти навантаження. Тому критерій якості обслуговування у телекомунікаційному бізнесі за звичайних умов визначається набором (зокрема, упорядкованою послідовністю) показників властивостей як телекомунікаційної послуги, що надається, так і мережних ресурсів, що використовуються. Показники якості надання послуги називають параметрами QoS послуги, а показники якості мережних ресурсів - параметрами NP мережі. Конкатенацію параметрів QoS та NP називають параметрами QoS`

обслуговування. У вищенаведених визначеннях слово “параметр” є синонімом слова “показник”.

Стосовно вищенаведеного прикладу щодо якості надання послуги із транспортування через мережу IP пакетів з голосовим трафіком: у разі необхідності визначення якості обслуговування QoS` слід показники якості надання цієї послуги QoS об’єднати із показниками NP, які характеризують властивості мережної досконалості, тобто об’єднати параметри QoS із такими параметрами NP як показники ресурсних можливостей IP-мережі щодо її використання, показники надійності та показники якості передавання (див. Рекомендацію МСЕ-Т E.800).

На практиці під час визначення набору показників мережної досконалості NP також йдуть на певні спрощення, враховуючи тільки найбільш суттєві щодо даних конкретних умов показники. За умов, що відображені у вищенаведеному прикладі, доцільно враховувати лише такі показники безвідмовності:

- 1) відсоток втрачених пакетів по відношенню до загальної кількості транспортованих пакетів, визначених на проміжку часу, що дорівнює 1 с;
- 2) відсоток пакетів із помилковими даними по відношенню до загальної кількості транспортованих пакетів, визначених на проміжку часу, що дорівнює 1 с;
- 3) коефіцієнт навантаження обладнання, розташованого уздовж маршруту потоку пакетів;
- 4) період усереднення швидкостей потоків пакетів під час визначення коефіцієнта навантаження обладнання.

Усі чотири показники характеризують безвідмовність, що є згідно з Рекомендацією МСЕ-Т E.800 складовою надійності, яка, в свою чергу, визначається готовністю ресурсів мережі до використання (Availability Performance). Інші властивості мережної досконалості у наведеному прикладі не враховані.

2.1.6 Ціна послуги має вирішальне значення для її покупця під час прийняття ним рішення щодо доцільності користування цією послугою.

Визначення ціни на послугу залежить від багатьох різнорідних факторів і в цій книзі не розглядається. Не є предметом розгляду у рамках цієї книги і безумовно важливі з точки зору організації надання послуг проблеми, що пов'язані із формуванням тарифної політики та організацією розрахунків з покупцями послуги.

2.2 Якість послуги, якість обслуговування, показники та рівні якості, їхній взаємозв'язок

2.2.1 Якість послуги

Будь-яка телекомунікаційна послуга характеризується тим набором властивостей, що є суттєвими для користувачів. У свою чергу, кожна із властивостей характеризується набором показників цієї властивості. Із всієї множини показників властивостей послуги у площині взаємовідносин між покупцем і продавцем послуги, тобто на інтерфейсі “покупець послуги – провайдер послуги” (Customer – SP Interface), доцільно розглядати підмножину показників властивостей, що дозволяє оцінити на кількісному рівні якість надання послуги. Елементи цієї підмножини називають показниками або визначальними параметрами якості послуги (а також параметрами QoS послуги). Таким чином, узагальнений (інтегральний) показник якості надання послуги (або, коротко, - якість послуги) – це набір функціонально пов'язаних між собою або незалежних один від одного параметрів якості послуги (набір визначальних параметрів якості послуги).

Якість більшості послуг, що можуть надаватися на мережах пакетної комутації, розуміється із статистичної точки зору. Прикладні застосування користувачів здебільшого на практиці генерують в мережу пакети у випадкові моменти часу. Тому і черги у пристроях буферної пам'яті портів комунікаційних пристроїв (надалі, - буфери) являють собою випадкові процеси. Це призводить до того, що миттєва швидкість потоків пакетів та їхні затримки в елементах мережі також мають випадковий характер. Як наслідок, більшість

визначальних параметрів, що використовуються для вимірювань якості послуг на мережах пакетної комутації, розглядаються як статистичні.

Наприклад, у якості показника швидкості потоку пакетів за звичайних умов вибирають середнє значення (математичне чекання) цієї швидкості, у якості показника характеру пульсацій трафіка - варіації (дисперсії) швидкості потоку відносно середнього значення, у якості показника чутливості прикладних застосувань (задач) користувачів до затримок пакетів – варіації затримок відносно середньої затримки (котрі іноді ще називають джитером затримок пакетів) і т. ін. Немає сенсу вимірювати затримку будь-якого одного окремого пакету або швидкість потоку на дуже малих проміжках часу, близьких до часу передавання одного пакету. Більш доцільно вимірювати якість послуг шляхом усереднення відповідних параметрів на протязі певним чином попередньо обумовлених проміжків часу.

2.2.2 Рівні якості послуги

Як правило, послуга може надаватися із різним рівнем якості. Рівень якості послуги узгоджується між сервіс-провайдером та його клієнтом і включається до тексту відповідної сервісної угоди (що називається також Service Level Agreement – SLA).

Рівень якості послуги визначається шляхом надання конкретних кількісних значень показникам якості, що входять до складу узагальненого показника якості надання послуги. Якщо ці показники розглядаються як незалежні один від одного, то рівень якості послуги задається упорядкованим набором (множиною) значень визначальних параметрів якості послуги. У геометричній інтерпретації рівень якості послуги – це вектор, що задається у n - мірному просторі визначальних параметрів, де n – кількість визначальних параметрів якості послуги. Згідно такої інтерпретації рівень якості послуги не може асоціюватися із суб'єктивними уявленнями типу “більш якісна або менш якісна послуга”, а задається конкретним набором значень визначальних параметрів якості послуги.

Бажаний рівень послуги (бажаний рівень QoS) – це той рівень якості послуги, що найбільш точно задовольняє вимогам прикладних застосувань користувача цієї послуги.

Наприклад, якщо потенційний покупець телекомунікаційної послуги в процесі укладання сервісної угоди прагне сформулювати бажаний для нього рівень якості послуги, то він, після визначення набору визначальних параметрів, що впливають на якість функціонування його застосувань, має задатися конкретними значеннями (або діапазонами значень) щодо кожного із визначених параметрів. Тоді бажаний рівень якості послуги буде визначатися набором вибраних значень (або діапазонів значень) визначальних параметрів якості цієї послуги.

Скільки комбінацій із припустимих значень визначальних параметрів є можливим утворити, стільки рівнів якості послуги буде можливим задати. Так що, структуруючи вимоги до бажаної якості послуги у термінах та метриці “рівня якості послуги”, будь-який потенційний покупець послуги має змогу формалізувати тонку структуру своїх потреб до якості надання цієї послуги з урахуванням конкретних умов функціонування його прикладних застосувань.

Гарантований рівень послуги (гарантована якість послуги, гарантована QoS) - розрахований та заявлений провайдером рівень якості послуги, який він в змозі і згодний гарантовано підтримувати на основі сервісної угоди щодо рівнів надаваних послуг, тобто на основі SLA. Гарантована QoS – це сукупність заявлених провайдером значень (або діапазонів значень) технічних параметрів, що характеризують відповідність засобів служби підтримки якості провайдера послуги очікуванням покупця цієї послуги щодо якості обробки його застосувань. Гарантована QoS – пороговий критерій якості, з яким порівнюються досягнуті в процесі надання послуги поточні значення параметрів QoS.

Вимірний рівень послуги (вимірний рівень QoS) – це значення оцінки рівня якості наданої послуги, що отримане на основі оцінок її визначальних параметрів шляхом усереднення вимірних в процесі контролю відповідності

поточних значень цих параметрів. Якщо усереднення здійснюється на **інтервалі поточного збору даних**, то таким чином вимірний рівень послуги називають **поточним рівнем послуги**.

Трафарети сервісної угоди щодо рівня надаваних послуг, темплети SLA (Service Level Agreement Templates) – визначення стандартних ступенів якості послуги (тобто, стандартних рівнів послуги), які можуть бути запропоновані покупцям послуги у рамках SLA. Наприклад, трафарети, що визначають характеристики так званої “золотої послуги” або “срібної послуги” і т. ін.

2.2.3 Якість обслуговування

Поняття “якість обслуговування” відрізняється від поняття “якість послуги” тим, що при визначенні якості обслуговування враховуються не тільки параметри QoS послуги, але і параметри NP мережі, на основі використання ресурсів котрої ця послуга надається.

В залежності від прийнятої системи надання послуг використовують різні підходи до визначення якості обслуговування.

В системах пріоритетного обслуговування, а також в системах диференційованого обслуговування з гарантованим сервісом використовується термін “якість обслуговування”, що позначається аббревіатурою “QoS”. Під якістю обслуговування в цих системах розуміють здатність мережних ресурсів забезпечити потрібний сервіс для визначених класів потоків даних у визначеному мережному середовищі (мережне середовище - це середовище передавання даних, що побудовано на основі використання обладнання ATM, FR, IP, Optical Ethernet тощо). А під класом потоку даних (класом трафіку) розуміють тип даних, що транспортуються каналами мережі: голосові пакети, відео, HTTP, FTP, трафік баз даних і т. ін.

В системі диференційованого обслуговування з гарантованим сервісом, як правило, визначаються гарантовані рівні QoS.

2.2.4 Рівні якості обслуговування

Обслуговування також може надаватися із різним рівнем якості. Рівень якості обслуговування може бути об'єктом узгодження між сервіс-провайдером та його клієнтом і вимоги до цього рівня можуть вводитись до тексту відповідної сервісної угоди.

За аналогією із визначеннями основних різновидів “рівнів якості послуги” вводяться подібні різновиди поняття “рівень якості обслуговування”, а саме:

Бажаний рівень обслуговування (бажаний рівень QoS`) – це той рівень якості обслуговування, що найбільш точно задовольняє вимогам прикладних застосувань суб'єкта обслуговування.

Гарантований рівень обслуговування (гарантована якість обслуговування, гарантована QoS`) - розрахований та заявлений провайдером рівень якості обслуговування, який він в змозі і згодний гарантовано підтримувати на основі сервісної угоди. Гарантована QoS` – це сукупність заявлених провайдером значень (або діапазонів значень) технічних параметрів, що характеризують відповідність засобів служби підтримки якості сервіс-провайдера та задіяних мережних ресурсів очікуванням суб'єкта обслуговування щодо якості обробки його застосувань. Гарантована QoS` – пороговий критерій якості, з яким порівнюються досягнуті в процесі надання послуги поточні значення характеристик QoS`.

Вимірний рівень обслуговування (вимірний рівень QoS`) – це значення оцінки рівня якості обслуговування, що отримане на основі оцінок її визначальних параметрів шляхом усереднення вимірних в процесі контролю відповідності поточних значень цих параметрів. Якщо усереднення здійснюється на **інтервалі поточного збору даних**, то таким чином вимірний рівень обслуговування називають **поточним рівнем обслуговування**.

2.3 Параметри якості обслуговування

Під час вирішення проблем забезпечення якісного надання телекомунікаційних послуг дотримуються наступної класифікації параметрів якості обслуговування.

По-перше, множину параметрів QoS, що визначає рівень якості обслуговування, розбивають на три категорії параметрів:

1) сервіс-орієнтовані параметри, що безпосередньо пов'язані із визначенням якості послуги, тобто параметри QoS ;

2) мережно-орієнтовані параметри, що безпосередньо пов'язані із визначенням мережної досконалості, тобто параметри NP;

3) сервіс/мережно-незалежні параметри, тобто параметри, які не пов'язані із визначенням якості послуги QoS або мережної досконалості NP.

Примітка. Окрім параметрів якості обслуговування покупця послуги, зазвичай, цікавлять також параметри функціональності цієї послуги (наприклад, припустима середня швидкість потоку пакетів, що генерується прикладними застосуваннями, припустимі пульсації цього потоку і т. ін..) та, можливо, параметри функціональності мережного обладнання (наприклад, надана пропускна здатність, ширина смуги тощо).

По-друге, множину видів послуг розподіляють на такі два види послуг:

1) диференційовані послуги, які орієнтовані на обслуговування користувачів із урахуванням конкретної структури їхніх вимог щодо якості обслуговування;

2) стандартні (інакше, - базові, агреговані, масові) послуги, що надаються шляхом використання уніфікованих механізмів і орієнтовані на потреби широкої групи користувачів з приблизно однаковими характеристиками вимог щодо обслуговування.

Як результат, отримують класифікатор параметрів QoS, типові приклади використання котрого наведено у вигляді таблиць 2.1 та 2.2. Прийняті позначення параметрів надано у розділах 8.4 та 8.5.

Таблиця 2.1 – Приклад класифікації параметрів якості обслуговування QoS` при наданні послуги транспортування пакетів IP через канал абонентського DSL-доступу

| Види послуг | Категорії параметрів обслуговування | | |
|-----------------|---|--|--|
| | мережно-орієнтовані | сервіс-орієнтовані | мережно/сервіс-незалежні |
| диференційовані | I _{PER} , I _{PLR} , коефіцієнт готовності обладнання | I _{PTD} , I _{PDV} , коефіцієнт доступності послуги | максимальний час відновлення, максимальний час ремонту |
| стандартні | середні значення I _{PER} , I _{PLR} та коефіцієнту готовності обладнання | розподіл затримок та девіацій затримок між потоками трафіка | MTBF, MTTR, MTRS |

Таблиця 2.2 – Приклад класифікації параметрів якості обслуговування при наданні послуги транспортування АТМ-вічок

| Види послуг | Категорії параметрів обслуговування | | |
|-----------------|--|--------------------|--|
| | мережно-орієнтовані | сервіс-орієнтовані | мережно/сервіс-незалежні |
| диференційовані | максимальні значення параметрів CER, CLR, CTD, CDV | | максимальний час відновлення, максимальний час ремонту |
| стандартні | усереднені значення параметрів CER, CLR, CTD, CDV | | MTTR, MTRS |

Як видно із вищенаведених таблиць, певні параметри деяких послуг вважаються одночасно сервіс- і мережно-орієнтованими. Так що вищенаведена класифікація є в деякій мірі умовною.

Примітка. Класифікатори параметрів якості обслуговування QoS` відрізняються від класифікаторів параметрів якості послуги QoS двома додатковими стовпцями: в один додатковий стовпець вносяться дані щодо параметрів мережної досконалості, а в інший – дані щодо сервіс/мережно-незалежних параметрів обслуговування .

Загальна структуризація об'єктів системи управління якістю обслуговування надана на рисунку 2.1.

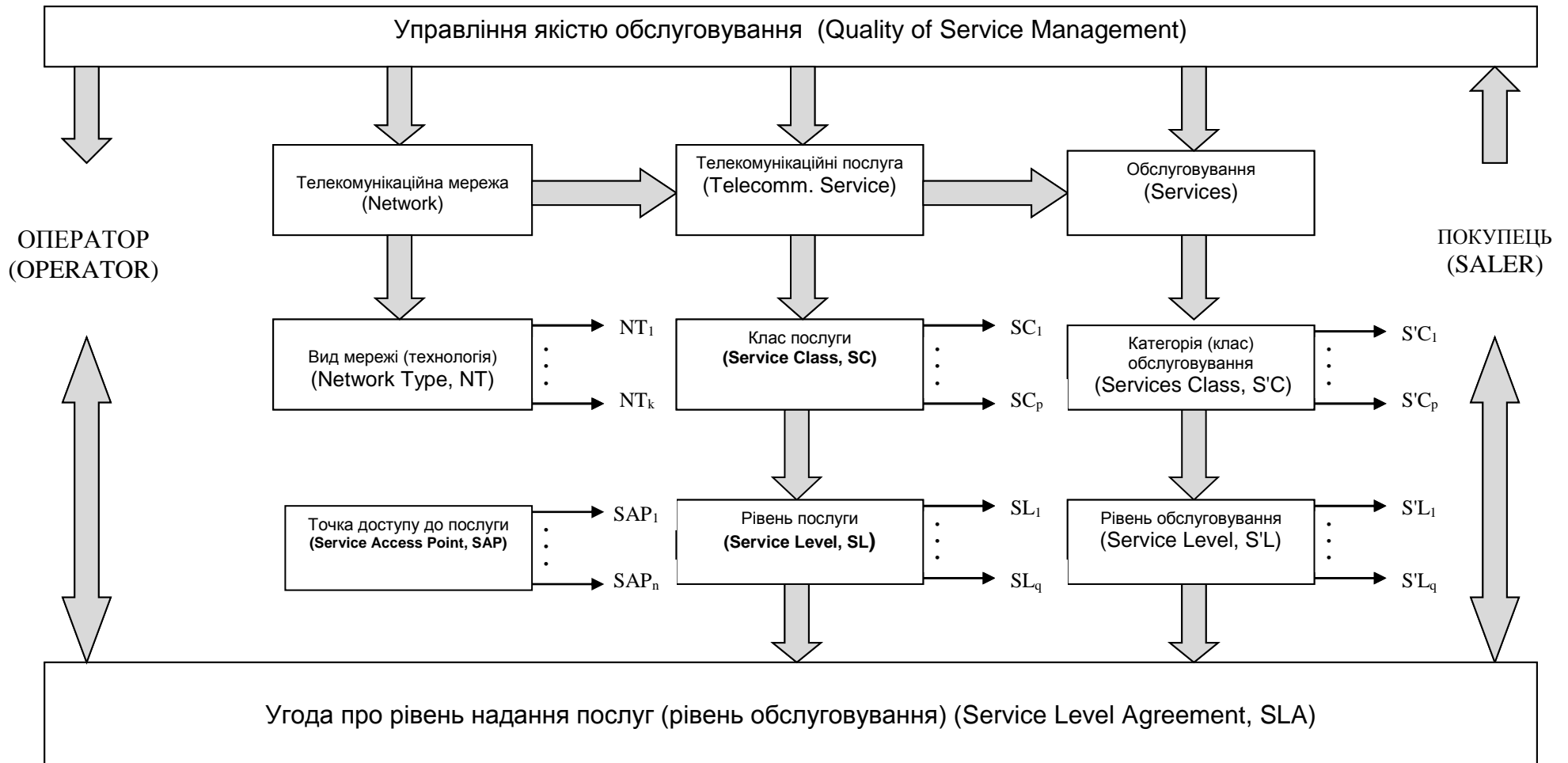


Рисунок 2.1 - Загальна структуризація об'єктів системи управління якістю обслуговування

2.4 Класи послуги, класи обслуговування, їхній взаємозв'язок

2.4.1 Класи послуги

Досвід надання послуг, набутий провідними сервіс-провайдерами в Україні, свідчить, що внаслідок широкої різноманітності прикладних застосувань кількість показників, які цікавлять покупців в різних реальних ситуаціях стосовно більшості мережних послуг, перевищує п'ятдесят найменувань. При цьому, потрібні значення кожного із показників, як правило, вибираються із широких діапазонів припустимих значень. Тому і простори потенційно запитуваних покупцями рівнів будь-якої послуги є великорозмірними. Це, з одного боку, забезпечує широкий діапазон можливостей для покупця послуги в оптимізації заявленого ним рівня послуги відносно його реальних потреб з урахуванням тонкої структури вимог до якості послуги, що висувують його прикладні застосування. Але, з другого боку, надання персоніфікованих послуг із забезпеченням будь-якого бажаного для покупця рівня послуги суттєво підвищує вартість такого обслуговування, що за існуючих умов у неприпустимій мірі звужує платоспроможний попит на нього. Тому на практиці щодо кожної послуги обмежуються лише кількома стандартизованими рівнями та (або) вузькими діапазонами рівнів її надання. Це спрощує обслуговування (зокрема, планування мережі та інженерію її ресурсів), дозволяє більш економно використовувати мережні ресурси і, як наслідок, знизити вартість послуги.

Раціональний вибір стандартизованих рівнів послуги є відповідальною задачею, оскільки намагання щодо зменшення кількості цих рівнів повинні при цьому не призводити до суттєвого зменшення потенційної клієнтської бази. Кожний запропонований рівень послуги повинен мати сталий попит з боку потенційних користувачів.

Множину телекомунікаційних послуг, що надаються із використанням ресурсів мереж передачі даних (МПД), доцільно розподілити (класифікувати) за видами телекомунікаційних технологій транспортування протокольних блоків даних (PDU) каналного та (або) мережного рівнів (за моделлю OSI

ISO). Це, зокрема, такі технології як ATM, FR, IP, xDSL, Optical Ethernet тощо. Вони утворюють мережне середовище надання послуг. З іншого боку, усі найбільш популярні види потоків, що транспортуються каналами МПД завдяки використанню транспортних технологій каналного та (або) мережного рівнів, групуються за загальними для них ознаками в так звані класи трафіків. Розрізняють такі класи трафіків як голосові пакети, відео, HTTP, FTP, трафік баз даних і т. ін. І далі для кожної послуги в рамках кожної телекомунікаційної технології, що має застосування на МПД, визначається кілька стандартизованих рівнів (діапазонів рівнів) її надання з урахуванням характеристик класів трафіків, тобто характеристик найбільш популярних видів потоків PDU, що наразі генеруються основною масою прикладних застосувань реальних і потенційних користувачів. Визначені таким чином рівні (діапазони рівнів) послуги називаються **класами послуги (або класами QoS)**.

2.4.2 Класи обслуговування

Будь-який клас будь-якої послуги характеризується лише сукупністю значень показників якості послуги QoS і не враховує показники мережної досконалості NP. Тому за аналогією із визначенням рівнів обслуговування доцільно увести поняття “класи обслуговування”.

Класи обслуговування (класи QoS`) – це певним чином визначені рівні обслуговування щодо кожної послуги в рамках кожної телекомунікаційної технології з урахуванням характеристик найбільш популярних видів трафіку.

Кожному класу обслуговування відповідає певний клас послуги із доповненням - визначеної для цього класу обслуговування певної множини показників мережної досконалості NP та множини сервіс/мережно-незалежних параметрів обслуговування. Множина показників мережної досконалості характеризує рівні мережної досконалості тієї мережі, на основі використання ресурсів котрої надається послуга. Вищезазначені множини показників визначаються окремо в рамках кожної телекомунікаційної технології, що має застосування на МПД. Отже, клас обслуговування – це конкатенація певного

класу послуги із певним рівнем мережної досконалості з урахуванням значень сервіс/мережно-незалежних параметрів обслуговування.

Кожний клас обслуговування характеризується певним набором стандартизованих значень (або діапазонів значень) визначених показників якості послуги (тобто, сервіс-орієнтованих параметрів), мережної досконалості (тобто, мережно-орієнтованих параметрів) та сервіс/мережно-незалежних параметрів обслуговування (див. таблицю 2.3).

Таблиця 2.3 – Типовий приклад визначення класів обслуговування

| Параметри обслуговування | Характеристика параметра | Клас 0 | Клас 1 | Клас 2 | Клас 3 | Клас 4 | Клас 5 |
|------------------------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|
| Сервіс/мережно-незалежні параметри | | | | | | | |
| 1. MTBF | Середній час між відмовами, годин | 500 | 400 | 400 | 200 | н/в | н/в |
| 2. MTTR | Середній час ремонту | 300 с | 600 с | 3600 с | н/в | н/в | н/в |
| 3. MTRS | Середній час відновлення працездатності | 600 с | 1600 с | 7200 с | н/в | н/в | н/в |
| Сервіс-орієнтовані параметри | | | | | | | |
| 1. mean IPDV | Гарантоване на проміжку 1с середнє значення варіації затримок | 100 мс | 100 мс | н/в | н/в | н/в | н/в |
| 2. mean IPTD | Гарантоване на проміжку 1с середнє значення величини затримки при передачі пакетів | 200 мс | 800 мс | 200 мс | 800 мс | 2 с | н/в |
| 3. mean IPLR | Гарантоване на проміжку 1с середнє значення кількості втрачених пакетів | 5×10^{-4} | 5×10^{-4} | 5×10^{-4} | 5×10^{-4} | 5×10^{-4} | н/в |
| 4. mean IPER | Гарантоване на проміжку 1с середнє значення кількості пакетів із помилками | 3×10^{-6} | 3×10^{-6} | 3×10^{-6} | 3×10^{-6} | 3×10^{-6} | н/в |

| | | | | | | | |
|-------------------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----|
| Мережно-орієнтовані параметри | | | | | | | |
| 1. max IPDV | Межа щодо варіації затримок | 50 мс | 50 мс | н/в | н/в | н/в | н/в |
| 2. max IPTD | Межа щодо величини затримки при передачі пакетів | 100 мс | 400 мс | 100 мс | 400 мс | 1 с | н/в |
| 3. max IPLR | Верхня межа ймовірності втрат пакетів | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | н/в |
| 4. max IPER | Верхня межа щодо кількості пакетів із помилками | 1×10^{-6} | 1×10^{-6} | 1×10^{-6} | 1×10^{-6} | 1×10^{-6} | н/в |

Примітка: позначка “н/в” означає “не визначений”.

Визначення класів транспортних послуг і відповідних ним показників у рамках найбільш поширених телекомунікаційних технологій, що мають застосування на МПД в Україні, наведено у подальших розділах цієї книги.

3 ВИДИ СИСТЕМ НАДАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПОСЛУГ

Системи надання телекомунікаційних послуг в залежності від можливостей сервіс-провайдера, попиту покупців та умов конкуренції можуть враховувати або не враховувати тонку структуру потреб застосувань споживачів щодо параметрів якості запропонованих послуг. З цієї точки зору доцільно розрізняти такі три типи систем:

- 1) система обслуговування з максимальними зусиллями (сервіс типу “максимум можливого” або “best effort”);
- 2) система обслуговування з наданням переваги (пріоритетне обслуговування, “м’який” сервіс QoS);
- 3) система диференційованого обслуговування з гарантованим сервісом (“жорсткий” або “істинний” сервіс QoS).

3.1 Система обслуговування з максимальними зусиллями

Система обслуговування з максимальними зусиллями не передбачає будь-яку оцінку (а, тим більш, використання) механізмів регулювання якості обслуговування в процесі надання послуг. За цією системою обробка та просування протокольних блоків даних (PDU) каналами пакетної мережі здійснюється без надання будь-яких гарантій щодо часових, швидкісних або інших характеристик оброблюваного трафіку. Термін “з максимальними зусиллями” означає лише тільки те, що сервіс-провайдер зобов’язується задіяти для надання послуг усі наявні ресурси, не надавати переваг в обслуговуванні будь-якому покупцю послуг, що обслуговується за цією системою, та намагатися обслуговувати потоки пакетів за принципом FIFO (“перший прийшов – перший отримав обслуговування”).

3.2 Система обслуговування з наданням переваги

Система обслуговування з наданням переваги (інші назви, - система пріоритетного обслуговування, система диференційованого обслуговування)

надає переваги щодо якості обслуговування певним типам потоків даних. Під перевагами розуміється, наприклад, забезпечення більш швидкісної обробки пакетів або менших втрат даних, надання більшої частки пропускної спроможності каналу транспортування даних тощо. За цією системою будь-які кількісні значення показників якості обслуговування не гарантуються. Більш того, ці показники в процесі надання послуг навіть не контролюються, а надання переваг фактично забезпечується шляхом пріоритезації одних типів потоків над іншими. Зокрема, якщо більш пріоритетний потік пакетів в певний проміжок часу генерується з низькою інтенсивністю, то в цей час менш пріоритетному потоку може бути надана більша частка ресурсів телекомунікаційної мережі. Як наслідок, менш пріоритетний потік отримає високоякісне обслуговування – з малими затримками і втратами пакетів. Але якщо ситуація зміниться так, що більш пріоритетний потік почне нарощувати свою інтенсивність, то через це менш пріоритетний потік може взагалі деякий час не обслуговуватися.

3.3 Система диференційованого обслуговування з гарантованим сервісом

Система диференційованого обслуговування з гарантованим сервісом забезпечує надання гарантій якості обслуговування на кількісному рівні з урахуванням тонкої структури вимог окремо кожного із покупців послуг до параметрів якості обслуговування. За цією системою кожний потік пакетів, що обслуговується на умовах “істинного” сервісу QoS, гарантовано отримує саме ті параметри якості послуг, які визначені для нього у числовому вигляді (за умов, зрозуміло, якщо покупці послуг не порушують узгоджені із сервіс-провайдером умови щодо характеристик цих потоків пакетів і не генерують їх більше, ніж те, що передбачено в сервісних угодах). Гарантується, наприклад, що певне застосування буде користуватися обумовленою часткою пропускної здатності наскрізного з’єднання за будь-яких обставин, навіть за умов, коли всі інші застосування миттєво почнуть генерувати потоки пакетів з максимальною інтенсивністю.

3.4 Комбіноване застосування систем обслуговування

На практиці, зазвичай, здійснюється комбіноване застосування усіх трьох вищенаведених систем обслуговування. Це дозволяє враховувати широкий спектр умов функціонування телекомунікаційних мереж та різноманітні вимоги прикладних застосувань користувачів.

Зокрема, певні застосування, такі, наприклад, як електронна пошта, достатньо обслуговувати з максимальними зусиллями. Для деяких інших застосувань, таких як служби FTP або HTTP, параметри якості обслуговування не є абсолютно важливими, тобто користувачі цих застосувань можуть миритися з певними нетривалими погіршеннями реактивності мережі. В цих випадках може бути доцільним використати систему обслуговування з наданням переваги. На кінець, існують застосування, такі як відеоконференцзв'язок або передача сигналів широкосмужової вимірювальної системи реального часу, котрі можуть бути втілені на пакетних мережах тільки за умов використання системи диференційованого обслуговування з гарантованим сервісом.

Як приклад, схема комбінованого застосування систем обслуговування за умов одночасного функціонування наведених вище типів потоків може бути запропонована така. Для трафіка відеоконференцзв'язку попередньо резервується певна частка пропускної спроможності мережі, щоб мати можливість гарантовано обслужити цей трафік з визначеними на кількісному рівні параметрами якості послуг. Ресурси мережі, що залишилися після резервування, диференційовано розподіляються між такими пріоритетними класами трафіка як служби FTP (з нижчим пріоритетом в обслуговуванні) та HTTP (з вищим пріоритетом). Тоді, якщо службі HTTP на певний проміжок часу знадобиться висока пропускна спроможність, то ця потреба задовольняється за рахунок служби електронної пошти, що обслуговується за системою "best effort". Якщо цього виявиться недостатньо, то збільшення пропускної спроможності для служби HTTP буде здійснюватися за рахунок

служби FTP, що має менший пріоритет. Зрозуміло, що за цією схемою комбінованого обслуговування трафік електронної пошти буде обслуговуватися за залишковим принципом, тобто на рівні “максимум можливого”.

4 МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДАННЯ ПОСЛУГ

4.1 Характеристика систем надання послуг, що використовуються на практиці

Система надання фіксованого набору телекомунікаційних послуг із стандартизованими параметрами, яка не передбачає можливостей їхньої адаптації та (або) оптимізації під конкретні особливості застосувань користувачів, в умовах ведення бізнесу на мережах пакетної комутації має ряд суттєвих вад. Це обумовило доцільність впровадження в експлуатаційну практику провідних сервіс-провайдерів принципово інших систем надання послуг, що базуються на чітко визначеній диференціації послуг за рівнями якості.

Диференціація рівнів якості надання послуг дозволяє організувати диференційоване обслуговування клієнтів за сервісними угодами SLA, в яких фіксуються саме ті набори параметрів якості послуг, що влаштовують покупців. У сервісних угодах фіксуються також цілком конкретні зобов'язання сервіс-провайдера щодо гарантованого надання послуг із заявленими рівнями якості, а також механізми перевірки з боку користувачів реально досягнутих рівнів якості в процесі надання послуг.

Впровадження диференційованої системи гарантованого надання послуг потребує від сервіс-провайдера суттєво вищого ступеню забезпечення усіх аспектів організації і ведення бізнесу на ресурсах приналежних йому мережах передачі даних (МПД). Проте, переваги такого впровадження цілком виправдовують необхідність пов'язаних з цим витрат і полягають у наступному:

1) з'являється можливість за рахунок чіткої структуризації та диференціації потоків пакетів і раціональної інженерії цих потоків, в середньому, майже втричі підвищити коефіцієнт навантаження (Utilization)

обладнання мереж пакетної комутації (у порівнянні із ситуацією, коли оптимізація потоків в процесі надання послуг не здійснюється);

2) з'являється можливість транспортування каналами мереж пакетної комутації практично всіх видів інформації, у тому числі і такої, що є чутливою до затримок в транспортуванні (зокрема, голосу, відео даних, рухомих зображень тощо), і, отже, суттєво розширити клієнтську базу;

3) створюються умови для підвищення конкурентоспроможності бізнесу у сфері надання телекомунікаційних послуг, оскільки диференційоване обслуговування з урахуванням тонкої структури вимог покупців до умов функціонування їхніх прикладних застосувань, гарантування бажаного рівня якості надання послуг сприяє більш повному задоволенню попиту на ці послуги;

4) створюються умови для підвищення динамізму в реагуванні на зміни потреб та очікувань споживачів телекомунікаційних послуг, що сприяє активності клієнтів і, через це, збільшенню кількості наданих послуг;

5) створюються передумови для зменшення часу переговорного процесу під час укладання сервісних угод завдяки кращій структуризації та повноті комерційних пропозицій щодо характеристик послуг та умов їхнього надання;

6) створюються умови для зменшення кількості можливих непорозумінь із користувачами послуг завдяки більш повній і точній формалізації умов надання послуг;

7) забезпечується можливість пріоритетного надання більш вигідних послуг (зокрема, з точки зору умов їхньої оплати), що сприяє підвищенню економічних показників ведення бізнесу;

8) створюються умови для формалізації взаємовідносин між підрозділами сервіс-провайдера та з іншими операторами та провайдерами під час надання наскрізних послуг, що сприяє підвищенню прозорості ведення бізнесу.

4.2 Узагальнена бізнес-модель надання послуг

Бізнесові взаємовідносини між суб'єктами, що визначають основні характеристики процесу надання послуг, у загальному вигляді відображені на рисунку 4.1. Ці взаємовідносини мають бути формалізовані на інтерфейсах між суб'єктами, які названі на рисунку 4.1.

Згідно наданої бізнес-моделі в ролі **сервіс-провайдера (Service Provider, SP)** виступає підприємство, що забезпечує надання послуг на комерційній основі із використанням належних йому ресурсів МПД. Сервіс-провайдер силами своїх спеціалізованих підрозділів забезпечує виконання функцій **провайдерів телекомунікаційних послуг (Telecom Service Provider, TSP)** за різними видами технологій передавання даних, **провайдера послуг мережі Інтернет (Internet Service Provider, ISP)**, а також **провайдера послуг мережних застосувань (Application Service Provider, ASP)**, включаючи надання інформаційних послуг (виконуючи при цьому функції так званого “контент-провайдера”).

Сервіс-провайдер здійснює свою діяльність безпосередньо на належній йому мережі, а також інтегрує (зокрема, комбінує) послуги інших провайдерів, пропонуючи створені таким чином інтегровані послуги кінцевим покупцям. В загальному випадку, з метою забезпечення кінцевого покупця певною необхідною для нього послугою, може бути створений “ланцюг” із сервіс-провайдерів, в котрому кожний попередній провайдер надає певну проміжну послугу кожному наступному провайдеру, аж поки кінцевий провайдер отримує можливість забезпечити надання послуги кінцевому покупцю.

Одним із основних інтерфейсів у бізнес-моделі надання послуг, який у вирішальній мірі впливає на всю структуру взаємовідносин між суб'єктами цієї моделі, є інтерфейс “сервіс-провайдер – кінцевий покупець послуг”. Специфікації цього інтерфейсу визначаються в процесі укладання відповідного контракту на обслуговування та (або) сервісної угоди щодо рівня надання послуг (або рівня обслуговування), яка може бути складовою частиною контракту.

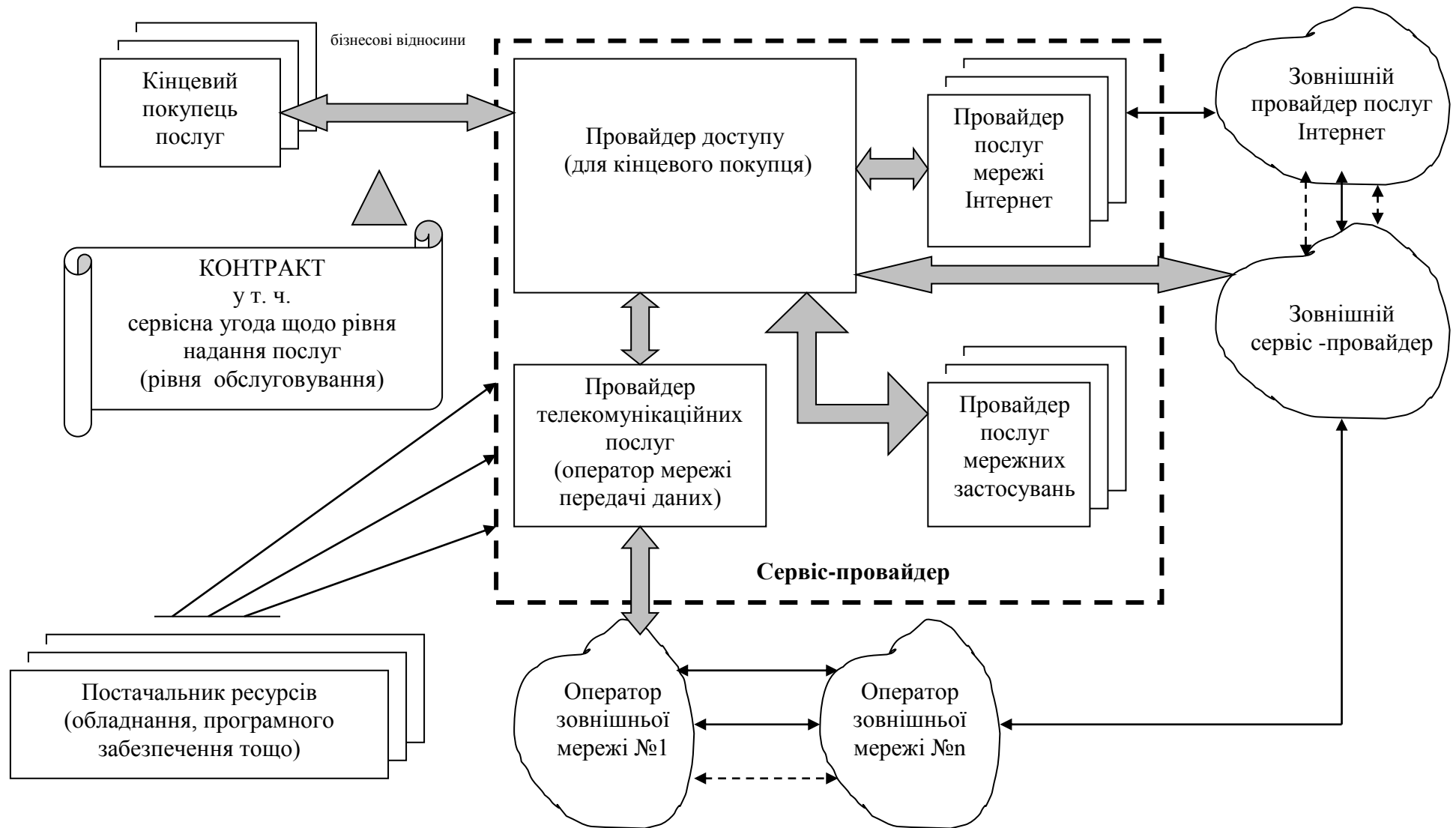


Рисунок 4.1 - Узагальнена бізнес-модель надання послуг

Зважаючи на широку номенклатуру послуг, що надаються сервіс-провайдером на базі використання ресурсів МПД, різноманітність задіяних телекомунікаційних технологій та умов їхнього застосування, виникла необхідність у певній спеціалізації підрозділів сервіс-провайдера, що здійснюють контакт із кінцевими покупцями послуг (а також із безпосередніми користувачами кінцевих послуг, які авторизовані, тобто уповноважені, цими покупцями).

Підрозділ, який організовує і підтримує безпосередні контакти з кінцевим покупцем і користувачами кінцевих послуг, виступаючи при цьому в ролі головного організатора процесу надання кінцевих послуг, називають **провайдером доступу (Access Provider)**.

Організація процесу надання кінцевих послуг передбачає необхідність організації і формалізації бізнесових взаємовідносин провайдера доступу з іншими провайдерами послуг – як у рамках структури самого сервіс-провайдера, так і із зовнішніми сервіс-провайдерами. Ці взаємовідносини в багатьох випадках доцільно формалізувати на основі відповідних сервісних угод.

4.3 Сервісна угода про надання послуг

4.3.1 Формальною основою надання сервіс-провайдером телекомунікаційних послуг з урахуванням їхньої якості є сервісна угода (Service Level Agreement, SLA).

SLA - це документ, що являє собою невід'ємну частину контракту (тобто, формальної комерційної угоди, яка укладається між адміністрацією сервіс-провайдера та покупцем цих послуг) і містить у собі усі аспекти угоди щодо якості надання послуг або якості обслуговування.

У загальному випадку SLA укладається з метою визначення спільного розуміння щодо характеристик якості надаваних послуг, пріоритетів та умов щодо їхнього надання, ступеню досконалості виділених мережних ресурсів,

умов та методів перевірки якості, гарантійних зобов'язань та умов відповідальності у разі недотримання вимог SLA і т. ін.

У SLA відображаються узгоджені позиції обох сторін: покупця телекомунікаційних послуг, що фіксує конкретні бажані для нього характеристики якості та умови надання послуг з метою забезпечення нормальної роботи його застосувань, і адміністрації сервіс-провайдера, що визначає фактичні обсяги своїх ресурсів, які необхідно виділити для виконання умов угоди.

Схематичне відображення основних питань, які мають бути вирішені під час укладання сервісної угоди згідно з рекомендацією МСЕ-Т E.801 (у редакції COM 2-R 58-E 1996 р.), надане на рисунку 4.2.



Рисунок 4.2 - Логічна структура вирішення основних питань, що пов'язані з укладанням сервісної угоди

4.3.2 В процесі роботи над сервісною угодою, якщо за згодою сторін передбачається застосування системи диференційованого обслуговування з гарантованим сервісом, визначаються позиції, які наведено нижче.

1) Ступінь конфіденційності змісту сервісної угоди та інших документів (зокрема, звітів про поточний стан обслуговування), що супроводжуватимуть процес надання послуг (а також, можливо, інші умови щодо конфіденційності взаємовідносин між суб'єктами угоди).

2) Види послуг, що мають надаватися згідно із сервісною угодою.

3) Функціональні характеристики (функціональні профілі) надаваних послуг (не обов'язково).

4) Точки (або групи точок) доступу до послуг.

5) Види та характеристики очікуваного трафіку покупця послуг, а також обмеження, яким цей трафік має відповідати.

6) Параметри сервісної угоди, що визначають гарантовані рівні якості надання послуг (для тих мережних послуг, які мають надаватися за системою диференційованого обслуговування з гарантованим сервісом).

7) Параметри сервісної угоди, що визначають показники кількості та якості виділених мережних ресурсів, що забезпечують надання тих мережних послуг, які мають надаватися за системою диференційованого обслуговування з гарантованим сервісом.

8) Параметри сервісної угоди, що визначають умови надання мережних послуг і, можливо, мережних ресурсів, які мають надаватися за системою обслуговування з перевагами (пріоритетне обслуговування).

9) Параметри сервісної угоди, що визначають умови надання мережних послуг і, можливо, мережних ресурсів, які мають надаватися за системою обслуговування з максимальними зусиллями (best effort).

10) Перелік параметрів, які мають контролюватися постачальником послуг.

11) Перелік параметрів, інформація щодо поточних оцінок котрих має надаватися покупцю послуг.

12) Методи, умови, засоби та процедури визначення параметрів, що зафіксовані у SLA.

13) Порядок та засоби інформування покупця послуг, зокрема повнота та періодичність інформування щодо поточного стану та рівнів обслуговування.

14) Порядок та засоби інформування сервіс-провайдера щодо виниклих проблем в обслуговуванні.

15) Система та умови щодо плати за надані послуги (які можуть бути досить складними, якщо передбачається кілька рівнів якості обслуговування щодо різних видів трафіка покупця, за різними тарифами тощо). (Ця опція може бути визначена в інших документах контракту).

16) Санкції за порушення умов SLA (як постачальником послуг, так і покупцем, наприклад за відхилення параметрів його трафіку від узгоджених значень). Ці санкції можуть накладатися у вигляді грошових штрафів або у будь-якій іншій формі, наприклад у формі надання безкоштовного сервісу або надання послуг за більш низькими тарифами.

17) Умови переходу з однієї системи обслуговування на іншу або до обслуговування з різним рівнем якості в залежності від дня тижню або годин доби. Іншими словами, узгоджена динаміка змін у якості обслуговування.

18) Умови та порядок обробки трафіку, параметри котрого виходять за межі, що обумовлені у SLA. Зокрема, це можуть бути формалізовані правила розпізнавання різних видів потоків пакетів покупця послуг і кондиціювання цього трафіку (наприклад, умови знищення або маркування надлишкових пакетів) або згладжування пульсацій трафіку з метою покращення умов для роботи деяких застосувань (наприклад, тих, що працюють із мовною інформацією) або з метою зменшення затримок у транзитних вузлах мережі, оскільки більш рівномірне надходження пакетів сприяє зменшенню перенавантажень мережного обладнання.

19) Строк дії умов сервісної угоди.

20) Інші додаткові умови і положення, що спрямовані на покращення умов функціонування застосувань покупця послуг або полегшення умов та підвищення надійності надання послуг.

4.3.3 Для покупців, яких влаштовує обслуговування без надання гарантованого сервісу, сервіс-провайдер пропонує обслуговування за типовою сервісною угодою, у якій фіксується перелік підтримуваних параметрів якості надаваних послуг та їхні конкретно визначені числові значення (надалі, типова SLA). Зокрема, пропонуються **трафарети сервісної угоди щодо рівня надаваних послуг (темплети SLA, Service Level Agreement Templates)** – визначення стандартних ступенів якості послуги, які можуть бути запропоновані покупцям послуги у рамках SLA. Наприклад, пропонуються трафарети, що визначають характеристики так званої “золотої послуги” або “срібної послуги” і т. ін.

У типовій SLA гарантії щодо підтримки параметрів якості послуг на кількісному рівні не надаються. Типова SLA містить ті значення параметрів якості послуг, підтримка котрих можлива без використання механізмів гарантування якості обслуговування на протязі строку дії сервісної угоди за умов неперевищення прийнятого рівня запасу пропускну здатності задіяних каналів мережі.

4.3.4 Якщо передбачається обслуговування за системою диференційованого обслуговування з гарантованим сервісом (у тому числу, у складі комбінованої системи обслуговування), необхідно визначити підмножину параметрів у розрізі кожної послуги, підтримка котрих гарантується умовами сервісної угоди. З технічної точки зору така підтримка забезпечується засобами відповідної мережної служби, що має функціонувати у складі організаційної структури експлуатаційного персоналу МПД. Ця служба називається службою підтримки якості надання послуг (службою QoS).

Підмножина параметрів сервісної угоди, що визначає гарантовану якість надання мережної послуги, тобто гарантовану QoS (елементи цієї підмножини

ще називаються параметрами Grade of Service, параметрами GoS), фіксується у сервісній угоді.

У якості параметрів гарантованої QoS використовують:

- взаємо-узгоджений набір значень показників якості послуги, підтримка котрих має бути забезпечена під час надання послуги;

- взаємо-узгоджені значення функцій та (або) функціоналів від вибраних показників якості послуги, що з достатнім для застосування рівнем ймовірності гарантують підтримку вибраного набору значень показників якості послуги (не обов'язково);

- взаємо-узгоджені проміжки часу, на протязі котрих має здійснюватися вимірювання та, можливо, первісне (початкове) усереднення поточних значень параметрів якості послуги (**інтервали вимірювання**);

- взаємо-узгоджені проміжки часу, на протязі котрих має здійснюватися усереднення вимірних поточних значень параметрів якості послуги (**інтервали поточного збору даних**). Ці усереднені значення параметрів якості послуги використовуються для визначення поточних оцінок досягнутих рівнів надання послуги та їх поточного порівняння із встановленими пороговими значеннями параметрів якості в процесі контролю відповідності;

- взаємо-узгоджені проміжки часу, на протязі котрих має здійснюватися подальше усереднення та інтеграція (тобто, агрегація) тих поточних даних про параметри якості послуги, що отримані шляхом усереднення на інтервалі поточного збору даних, у тому числі і усереднення поточних оцінок досягнутих рівнів надання послуги (**інтервали агрегації даних**). Дані, що формуються на інтервалі агрегації, накопичуються в адміністративних файлах для подальшого їхнього використання в задачах мережного керування, планування та розвитку бізнесу. Ці дані у випадках, коли вони використовуються у якості інструмента контролю з боку покупця послуги, можуть накопичуватися у файлах, що є безпосередньо доступними для покупців;

- **інтервали звітування** (Reporting Period), тобто періодичність представлення покупцю послуг звітів про поточний стан обслуговування;

- **інтервали внутрішньо корпоративного звітування** (Reporting for Administration Period), тобто періодичність представлення адміністрації сервіс-провайдера звітів про поточний стан обслуговування та використання ресурсів.

4.3.5 Не обов'язково усі позиції підрозділу 4.3.2 мають бути висвітлені під час укладання сервісних угод. В залежності від конкретних умов діяльності покупця послуг і ресурсних можливостей сервіс-провайдера узгоджуються лише ті із них, що є суттєвими з точки зору кожної із сторін угоди.

4.3.6 Зміст сервісної угоди має відповідати певним вимогам, які доцільно класифікувати за такими групами:

- 1) загальні вимоги (Fulfillment);
- 2) гарантії (Assurance);
- 3) інтерфейс із покупцем (Customer Interface Management).

4.3.7 Загальні вимоги:

1) вимірювальна метрика та визначення параметрів, які гарантуються умовами сервісної угоди, повинні мати однозначне тлумачення і бути зрозумілими покупцю;

2) методи вимірювання якості послуг, період вимірювань та період звітування мають бути визначені з урахуванням характеристик прикладних застосувань покупця послуг;

3) сервіс-провайдер повинен бути у змозі визначати параметри якості послуг та області їх припустимих значень, які він здатний підтримувати за системою диференційованого обслуговування з гарантованим сервісом;

4) сервіс-провайдер повинен тримати в активному стані процедури виявлення порушень умов сервісної угоди, зокрема задіяти механізми тривожної сигналізації, наприклад, шляхом встановлення порогових значень контрольованих параметрів, перетинання котрих має сповіщати про досягнення зон із підвищеною ймовірністю виникнення порушень умов сервісної угоди;

5) сервіс-провайдер повинен у рамках вибраної метрики забезпечувати об'єктивність оцінок рівнів якості послуг, зокрема повторюваність результатів вимірювань;

6) мають бути визначені чіткі границі умов і обмежень, в зоні дії котрих гарантується обслуговування із визначеними рівнями, зокрема визначена динаміка змін рівнів обслуговування за годинами доби, днями тижня і т. ін.;

7) покупець послуг повинен мати можливість самостійно здійснювати оцінку якості отриманих послуг;

8) вибір форми та змісту звітних документів має бути узгоджений із умовами обслуговування;

9) мають бути обумовлені процедури вирішення конфліктних питань;

10) має бути визначена відповідальність сторін за недотримання вимог SLA.

4.3.8 Гарантії:

1) сервіс-провайдер повинен бути у змозі контролювати та вимірювати якість гарантованих послуг та обслуговування, порівнювати досягнуті рівні якості із гарантованими у SLA, використовуючи для цього методи та процедури, що є прийнятними для покупця послуг та регуляторних органів;

2) точність та періодичність надання інформації щодо виконання умов SLA має бути узгодженою із покупцем послуг;

3) задіяні механізми автентифікації та захисту інформації від несанкціонованого доступу повинні бути достатніми, щоб виключити можливість несанкціонованого ознайомлення із персоніфікованими даними, призначеними для покупця послуг;

4) сервіс-провайдер має забезпечувати можливість виявлення деградації обслуговування та механізми сповіщення покупця про такі події;

5) сервіс-провайдер має забезпечувати механізми виявлення порушень умов SLA та механізми вирішення виникаючих проблем в рамках проміжку часу, обумовленого умовами SLA;

6) покупець послуг повинен контролювати процес надання послуг і зберігати інформацію щодо характеристик якості отриманих послуг на протязі проміжків часу, обумовлених умовами SLA.

4.3.9 Інтерфейс із покупцем:

1) покупцю послуг має бути надана можливість інтерактивного зв'язку із сервіс-провайдером для сповіщення про виниклі проблеми із використанням усіх доступних видів зв'язку – телефон, факс, електронна пошта, віддалений запит до сервера тощо;

2) сервіс-провайдер повинен забезпечити швидкий і вичерпний відгук на запит покупця;

3) в контактних точках сервіс-провайдера із покупцями його послуг має накопичуватися та зберігатися достатньо повна і актуальна інформація, щоб у повній мірі задовольняти запити покупців.

4.4 Структура життєвого циклу сервісної угоди

4.4.1 Будь-яка сервісна угода, починаючи від моменту здійснення певних дій підготовчого характеру щодо її створення і до моменту її розривання, проходить кілька стадій свого розвитку, які у сукупності складають життєвий цикл цієї сервісної угоди. Більшість сервіс-провайдерів, маючи на увазі так звану ТОМ-модель управління телекомунікаційними системами, що підтримується МСЕ-Т, відповідно до процесного підходу управління якістю (згідно з вимогами ДСТУ ISO 9000) життєвий цикл сервісних угод розбивають на такі стадії:

- 1) створення або модернізація чи розвиток послуги (Product/Service Development);
- 2) узгодження та укладання сервісної угоди щодо рівня надання послуги (Negotiation and Sales);
- 3) імпліmentaція послуги (тобто, конфігурування, інсталяція параметрів та активізація послуги) (Implementation);
- 4) надання послуги відповідно до умов сервісної угоди (Execution);
- 5) аналіз та оцінювання результатів надання послуги (Assessment).

4.4.2 Необхідність модернізації та розвитку вже існуючих послуг, а також створення нових послуг обумовлюється конкуренцією на ринку надання

телекомунікаційних послуг, змінами в потребах покупців послуг та здобутим сервіс-провайдером практичним досвідом в процесі надання послуг.

На цій підготовчій стадії життєвого циклу SLA здійснюються такі види робіт:

- ідентифікація потреб та динаміки змін у потребах користувачів;
- визначення характеристик послуг, що мають відповідати новим потребам користувачів (зокрема, визначення бажаного набору параметрів послуги, їхніх припустимих значень, бажаних рівнів послуги тощо);
- визначення та оцінка мережних ресурсів, що є необхідними для впровадження нової або модернізованої послуги;
- розробка нових темплетів SLA (кінцевий результат робіт на цій стадії життєвого циклу сервісної угоди).

4.4.3 Стадія узгодження та укладання сервісної угоди передбачає виконання таких робіт:

- відбір величин параметрів SLA, що забезпечують нормальне функціонування прикладних застосувань покупця послуги і, в той же час, не погіршують якість обслуговування вже існуючих користувачів послуг і не завдають неприпустимих перевантажень мережного обладнання;
- узгодження цінових пропозицій;
- узгодження штрафних санкцій щодо невиконання умов SLA;
- узгодження методів, засобів та періодичності звітування щодо поточного стану обслуговування;
- узгодження методів та засобів зворотного зв'язку покупця послуги із сервіс-провайдером.

Кінцевим результатом на цій стадії життєвого циклу SLA є узгоджений та підписаний обома сторонами контракт із відповідною сервісною угодою.

4.4.4 На стадії імпліmentaції послуги здійснюються такі види робіт:

- формуються заявки на усі види додаткових ресурсів, що необхідні для забезпечення надання послуги відповідно до умов SLA;
- активізуються заявлені ресурси;

- конфігуруються, інсталюються, активізуються та тестуються ресурси мережі, на основі якої буде здійснюватися надання послуги за новою сервісною угодою;

- конфігуруються, інсталюються, активізуються та тестуються механізми служби підтримки якості послуги відповідно до умов нової SLA;

- активізується та тестується послуга у цілому в умовах, що максимально наближені до реальних умов її надання.

Кінцевий результат цієї стадії життєвого циклу SLA – повністю придатна для користування послуга відповідно до умов нової SLA.

4.4.5 Процес надання послуги (в частині управління якістю обслуговування) складається із:

- контролю відповідності поточних параметрів обслуговування, що визначені у SLA;

- звітування про реальний стан обслуговування за сервісною угодою;

- обробки запитів та реакції на запити покупця послуги відповідно до умов SLA;

- виявлення подій, що пов'язані із деградацією послуги або відмов у її наданні, та сповіщення спеціалізовані служби про виниклі події.

4.4.6 Аналіз та оцінювання результатів надання послуги виконується з метою забезпечення вирішення таких двох задач:

- 1) аналіз якості надання послуги у розрізі окремої сервісної угоди;

- 2) інтегральна оцінка та аналіз ефективності функціонування служби QoS.

Аналіз якості надання послуги у розрізі окремої сервісної угоди передбачає оцінювання:

- якості наданої послуги;

- ступеню задоволеності покупця наданою послугою;

- потенційних можливостей щодо удосконалення послуги;

- можливих змін у вимогах покупця до змісту послуги та процесу її надання.

Інтегральна оцінка та аналіз ефективності функціонування служби QoS передбачає визначення:

- інтегральних показників якості надання послуг у розрізі груп користувачів і в цілому по всій клієнтській базі;
- проблем у системі надання послуг;
- нових цілей в обслуговуванні;
- нових шляхів щодо удосконалення системи надання послуг.

4.5 Порядок укладання та розривання сервісної угоди

4.5.1 Порядок укладання сервісної угоди

Будь-яка фізична або юридична особа, резидент або нерезидент України, (надалі, особа) має право на отримання телекомунікаційних послуг на основі використання МПД загального користування (надалі коротко, послуг).

Відмова особі в укладанні контракту на обслуговування, у тому числі в укладанні сервісної угоди щодо рівня надання послуг, може обумовлюватися лише однією підставою – відсутністю ресурсних можливостей, потрібних для забезпечення надання послуг у заявлених обсягах та (або) із заявленим рівнем якості.

Надання пріоритетів в укладанні контрактів на обслуговування і сервісних угод щодо рівня надання послуг (або обслуговування), а також інших преференцій, визначається чинними нормативними документами.

Особа, яка має намір отримувати послуги, повинна надати відповідну заявку - замовлення встановленої форми і у встановленому порядку (Order Handling), в котрій вказати бажаний для неї перелік отримуваних послуг, бажані показники щодо кількості та якості цих послуг, а також бажані характеристики щодо динаміки надання заявлених послуг у реальному часі.

Адміністрація сервіс-провайдера повинна розглянути надану заявку (зазвичай, у тижневий термін, не довше) і надіслати відправнику заявки обґрунтовану відповідь щодо можливості або неможливості розпочати процес укладання контракту та відповідної сервісної угоди щодо рівня надання послуг.

Під час початкового опрацювання заявки, якщо мова йде про надання пріоритетного та (або) диференційованого обслуговування із гарантованим сервісом, необхідно оцінити вплив можливого додаткового навантаження на ресурси мережі, яке обумовлюється заявленими параметрами послуг, з оглядом на необхідність збереження якості обслуговування вже існуючих клієнтів. Для цього здійснюють перепланування завантажень елементів мережі та реінженерію потоків даних.

Якщо на етапі початкового опрацювання заявки виявилась суттєва невідповідність ресурсних можливостей МПД заявленим вимогам, то, зрозуміло, заявка не задовольняється.

Якщо ж результати перепланування та реінженерії потоків виявились позитивними (тобто, виявлено достатньо незадіяних мережних ресурсів, які є можливим використати на забезпечення обслуговування відповідно до умов заявки), то заявник інформується про можливість укладання сервісної угоди на його умовах.

Якщо виявилось неможливим задовольнити умови заявки, але існують компромісні варіанти пропозицій, які за певних умов можуть бути корисними покупцю послуг, то за згодою сторін розпочинається процес сумісного опрацювання заявки, на протязі котрого здійснюється спроба узгодити номенклатуру і відповідні параметри кількісних та якісних показників послуг, умови та динаміку надання послуг, диференціацію послуг за системами надання послуг, гарантії надання послуг (у разі необхідності), множину контрольованих з боку клієнта параметрів якості обслуговування, порядок і механізми організації зворотного зв'язку між клієнтом та постачальником послуг тощо. Перелік усіх можливих позицій сервісної угоди, з якого вибираються позиції, що є суттєвими в умовах діяльності суб'єктів угоди і які підлягають узгодженню в процесі укладання угоди, визначений у підрозділі 4.3.2 цієї книги. За результатами опрацювання, якщо компроміс знайдений, то підписується контракт та укладається сервісна угода. У протилежному випадку, заявка не може бути задоволеною.

4.5.2 Порядок розривання (тобто, припинення дії) контракту на обслуговування та сервісної угоди щодо рівня надання послуг (або рівня обслуговування)

Усі умови припинення дії контракту та відповідної сервісної угоди, як правило, визначаються за взаємною згодою сторін і відображаються у текстах названих документів.

4.6 Порядок та засоби інформаційної взаємодії при наданні послуг

4.6.1 Порядок інформування покупця послуг про поточний стан обслуговування

Система диференційованого обслуговування із гарантованим сервісом передбачає необхідність організації та підтримки механізмів інформування покупців послуг щодо поточного стану та рівнів наданого обслуговування. Ці механізми використовуються покупцями послуг у якості інструмента контролю (перевірки) на відповідність поточного стану обслуговування тим умовам та вимогам, що зафіксовані у SLA.

Сервіс-провайдер з певною періодичністю має надсилати на адресу кожного із покупців послуг, які отримують обслуговування із гарантованим сервісом, повідомлення, що мають назву **“Звіт про поточний стан обслуговування”** (“Performance Report”). Ці звіти надсилаються покупцям послуг у зручний для них спосіб з використанням в даних конкретних умовах доступних видів поштового або електрозв’язку, а також будь-яких інших систем транспортування даних. Наприклад, такі звіти можуть представлятися у вигляді роздруківок або надсилатися у електронній формі на регулярній основі або на вимогу покупця. Вони також можуть зберігатися у вигляді записів у базах даних, які, в цьому разі, мають бути доступними для покупців послуг.

Розрізняють три основних види звітів про стан обслуговування, які у сукупності дозволяють покупцям послуг отримати детальне уявлення щодо рівня якості наданого обслуговування: звіт про виконання вимог сервісної

угоди щодо рівнів наданих послуг; звіт про якість наданої послуги; звіт про отримані мережні ресурси.

Звіт про виконання вимог сервісної угоди щодо рівнів наданих послуг (Service Level Agreement Report) – це стислий експрес-звіт сервіс-провайдера з поточними оцінками виконання вимог SLA щодо рівнів наданих послуг без деталізації характеристик стану обслуговування. Надсилається покупцю послуг в процесі обслуговування оперативного у реальному часі з обумовленою відносно короткою періодичністю. Аналіз даних, що містяться у звітах цього виду, здійснюється покупцями послуг, здебільшого, як елемент експрес-контролю якості функціонування їхніх прикладних застосувань, оскільки завдяки оперативності надання цих звітів забезпечується можливість оперативного реагування на можливі порушення вимог сервісних угод.

Як інтервал оцінювання рівнів наданих послуг для експрес-звіту, так і період звітування вибирають виходячи із конкретних умов функціонування прикладних застосувань покупця послуг. Для застосувань із високими динамічними характеристиками інтервал оцінювання може дорівнювати **інтервалу вимірювань (Measurement Interval)**, а період звітування вибиратися таким, щоб мати достатній часовий ресурс для адекватного реагування на порушення вимог сервісної угоди.

Звіт про якість наданої послуги (Quality of Service Report) – звіт, що містить оцінку досягнутих рівнів якості наданої послуги, зокрема поточні оцінки параметрів QoS. Цей звіт надсилається на адресу покупця послуги з метою надання йому можливості порівняти реально досягнутий рівень якості отриманої послуги з гарантованими параметрами GoS, що зафіксовані у SLA. Оцінювання параметрів здійснюється на **інтервалах поточного збору даних (Data Collection Interval)**. Як правило, цей звіт генерується службою підтримки якості надання послуг (тобто, службою QoS) з обумовленою у сервісній угоді періодичністю. **Інтервал звітування (Reporting Period)** вибирається виходячи із конкретних умов функціонування прикладних застосувань покупця послуги і не обов'язково дорівнює інтервалу поточного збору даних.

Звіт про використанні мережні ресурси (Resource Report) – звіт про характеристики реального трафіка застосувань покупця, що утворюється цими застосуваннями на визначених проміжках часу, а також про кількість і якість використаних покупцем мережних ресурсів за обумовлені проміжки часу.

Оцінки параметрів реального трафіка та використаних ресурсів здійснюються на інтервалах поточного збору даних, а інтервал звітування вибирають виходячи із конкретних умов функціонування прикладних застосувань покупця послуг.

Усі вищезазначені звіти представляються окремо щодо кожної точки доступу до послуги (або кожної групи точок доступу до послуги).

4.6.2 Засоби інформування покупця послуг щодо поточного стану та рівнів обслуговування

Сучасні інформаційні технології дозволяють задіяти зручні для користувачів засоби інформування щодо поточного стану та рівнів обслуговування.

Сервіс-провайдер використовує такі способи та засоби інформування своїх клієнтів:

- 1) довідкова служба на основі використання центру телефонних викликів (так званих “Call-центрів”);
- 2) довідкова служба на основі використання мультимедіацентрів (так званих “Контакт-центрів”);
- 3) послуги електронної пошти в Інтернеті;
- 4) послуги спеціалізованого Веб-сервера в Інтернеті.

Задіяні технології інформування клієнтів мають бути оснащені сертифікованими засобами технічного захисту інформації, які із нормованими рівнями ефективності та гарантованості захисту унеможливають порушення конфіденційності і цілісності інформації, що надається клієнтам із використанням вищезазначених засобів. У відповідальних випадках на вимогу клієнта має бути забезпечена можливість використання механізмів

електронного підпису і інших механізмів забезпечення юридичної значущості інформації, що надається у звітах про стан обслуговування.

В залежності від конкретних умов діяльності клієнта у нього існує можливість використання будь-якого із вищезазначених способів отримання інформації щодо поточного стану та рівнів наданого обслуговування.

4.6.3 Порядок та засоби внутрішньо корпоративної інформаційної взаємодії в процесі надання послуг

Комерційне використання ресурсів МПД передбачає необхідність організації та підтримки механізмів внутрішньо корпоративного інформування щодо поточного стану обслуговування та використаних мережних ресурсів. Застосування цих механізмів здійснюється в цілях:

- 1) інформаційного забезпечення процесу надання послуг та експлуатації обладнання;
- 2) прогнозування стану і планування розвитку мережі;
- 3) розширення номенклатури та підвищення якості послуг і обслуговування;
- 4) контролю (перевірки) з боку адміністрації стану обладнання і обслуговування на відповідність вимогам стандартів та інших розпорядчих документів підприємства, які регламентують роботу персоналу.

Служба підтримки якості надання послуг (служба QoS) з певною періодичністю має надсилати на адресу адміністрації свого регіонального вузлу повідомлення, що мають назву **“Агрегований звіт про якість наданих послуг”** (“Agregative Quality of Service Report”) – узагальнений звіт з оцінками виконання вимог SLA щодо рівнів наданих послуг у розрізі видів задіяних телекомунікаційних технологій, видів потоків (класів трафіка), видів та (або) класів послуг. У звіті мають бути відображені усі випадки порушень вимог SLA, причини та наслідки їхнього виникнення, а також заходи, що були проведені з метою ліквідації негативних наслідків та запобігання порушень у майбутньому.

Узагальнення оцінок виконання вимог SLA щодо рівнів наданих послуг виконується на **інтервалах агрегації** (Aggregate Interval). Інтервал звітування - один раз на тиждень.

Експлуатаційні підрозділи з певною періодичністю мають надсилати на адресу адміністрації свого регіонального вузлу повідомлення, що мають назву **“Агрегований звіт про використані мережні ресурси”** (“Agregative Resource Report”) – узагальнений звіт про характеристики реального трафіка, який утворюється застосуваннями покупців послуг на визначених проміжках часу, а також про кількість і якість використаних покупцями послуг мережних ресурсів за обумовлені проміжки часу. У звіті мають бути відображені усі випадки перенавантажень обладнання мережі та порушень вимог SLA з боку користувачів, причини та наслідки їхнього виникнення, а також заходи, що були проведені з метою ліквідації негативних наслідків та запобігання перевантажень та порушень у майбутньому.

Узагальнення оцінок параметрів реального трафіка та використаних ресурсів здійснюється на інтервалах агрегації. Інтервал звітування – один раз на тиждень.

Адміністрації центрального та регіональних вузлів МПД повинні періодично надавати на адресу Дирекції МПД повідомлення, що мають назву **“Агрегований звіт про поточний стан обслуговування”** (“Agregative Performance Report”) – узагальнений звіт про виконання вимог сервісних угод щодо якості обслуговування та використані мережні ресурси. У звіті мають бути відображені усі суттєві події, які були пов’язані із виникненням невідповідностей у наданні послуг та у використанні мережних ресурсів.

Узагальнення оцінок параметрів QoS наданих послуг та мережних ресурсів, оцінок параметрів реального трафіка та використаних ресурсів здійснюється на інтервалах агрегації. Інтервал звітування – один раз на місяць.

5 МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПОСЛУГ

5.1 Модель служби підтримки якості

З метою технічного забезпечення системи диференційованого обслуговування з гарантованим сервісом на МПД загального користування створюється та підтримується в актуальному стані **служба підтримки якості**

обслуговування (служба QoS). Головне призначення цієї служби – забезпечувати пріоритезацію різних видів трафіка, необхідну смугу пропускання для них, керування величинами затримок та варіацій затримок пакетів, а також зменшення відсотку втрат пакетів під час передавання. Важливо також забезпечити пріоритетність обслуговування для одного або декількох потоків з одночасною можливістю передавання інших потоків.

Базова архітектура служби підтримки якості надана на рисунку 5.1, де відображені три основні її складові [7,8]:

1) засоби служби підтримки якості надання послуг на вузлі мережі, що здійснюють обробку потоку пакетів, які надходять до вузлу відповідно до умов сервісної угоди;

2) протоколи сигналізації служби підтримки якості (QoS-сигналізації), за допомогою яких здійснюється координація роботи мережних елементів в процесі підтримки заданих рівнів послуг при обслуговуванні “із кінця в кінець”;

3) засоби реалізації централізованих функцій підтримки прийнятих правил забезпечення якості обслуговування (у тому числі, функцій керування механізмами служби QoS та обліку її ресурсів), що призначені для цілеспрямованого впливу на мережні елементи з метою раціонального розподілу ресурсів мережі між різними видами трафіка відповідно до умов сервісних угод.

Служба підтримки якості має розподілений характер, оскільки її елементи присутні практично на всіх мережних пристроях, що приймають участь в

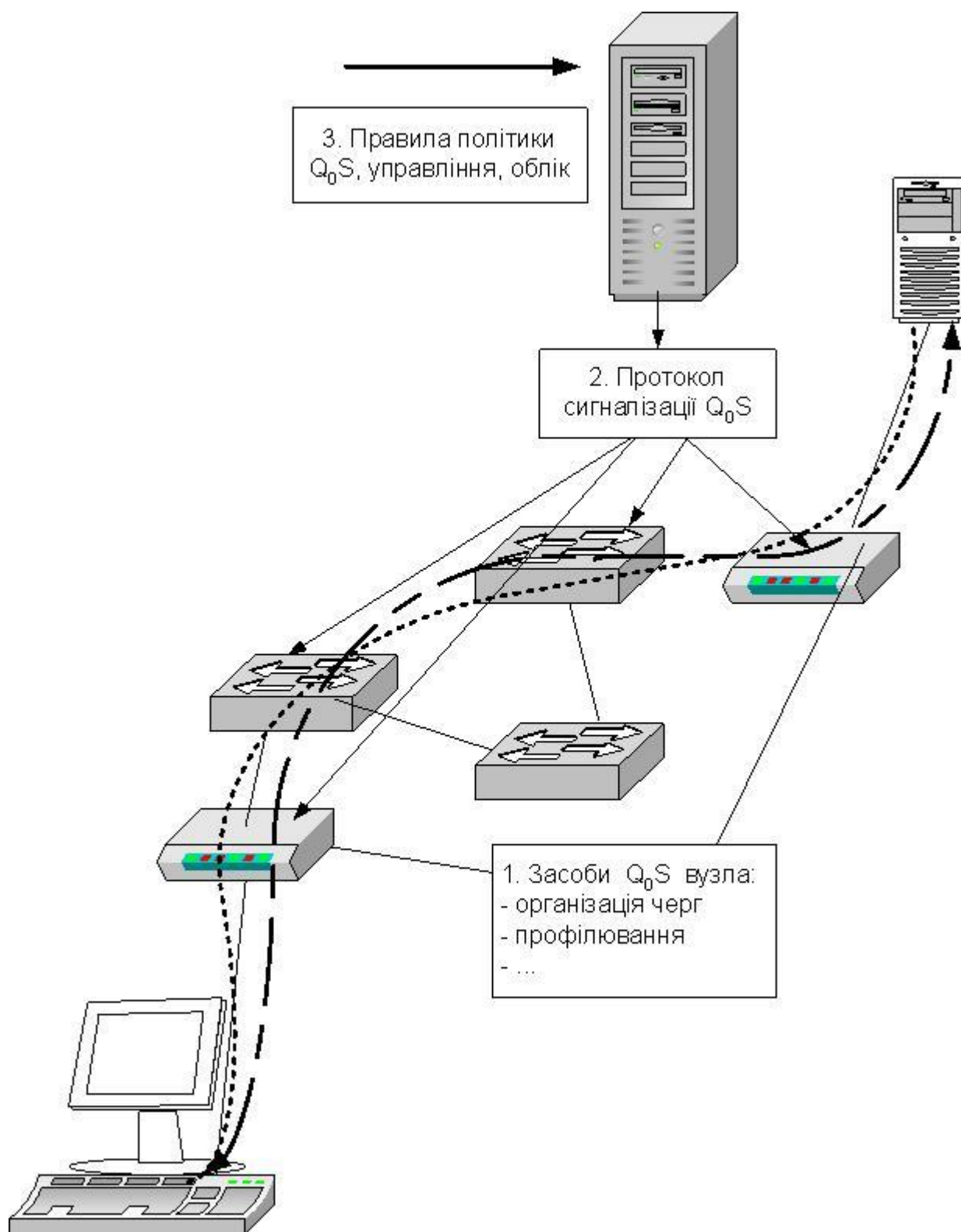


Рисунок 5.1 – Базова архітектура служби підтримки якості надання послуг

просуванні та обробці пакетів. Координація роботи розосереджених елементів цієї служби здійснюється засобами задіяних протоколів QoS-сигналізації. Крім того, до служби підтримки якості включаються засоби централізованого керування, за допомогою яких виконується узгоджене конфігурування механізмів QoS на кожному окремому пристрої мережі.

Централізовані функції керування служби підтримки якості не є необхідним елементом архітектури цієї служби, що наведена на рисунку 5.1. Але на магістральних мережах вони мають застосування, оскільки дозволяють мережним адміністраторам задавати ті рівні послуг для окремих користувачів або їхніх застосувань, що зафіксовані у сервісних угодах. Зокрема, ці функції дозволяють адміністраторові створювати правила, за якими мережні пристрої у змозі, на підставі набору ознак, розпізнавати окремі типи трафіка і застосовувати до них визначені функції QoS [9].

5.2 Засоби служби підтримки якості на телекомунікаційному вузлі

Засоби QoS вузлу виконують функції основних виконавчих механізмів служби підтримки якості, оскільки саме вони безпосередньо впливають на процес просування пакетів між увідними та вивідними інтерфейсами комутаторів та маршрутизаторів і, отже, визначають внесок кожного мережного пристрою в показники рівня наданих послуг.

Засоби QoS вузлу реалізують такі типи механізмів:

- механізми обслуговування черг;
- механізми кондиціонування трафіку;
- механізми керування буферами;
- механізми керування уводом;
- механізми контролю із зворотнім зв'язком.

Механізми обслуговування черг (Queuing and Scheduling) є необхідним елементом будь-якого пристрою, що працює за принципом комутації пакетів. Вони можуть підтримувати різні алгоритми обробки пакетів, що потрапили в чергу, від найпростішого типу FIFO до досить складного, що в змозі

підтримувати одночасну обробку кількох різних за характеристиками класів потоків (наприклад, алгоритму пріоритетного або зваженого обслуговування).

За звичайних умов у мережних пристроях діє алгоритм обробки черг типу FIFO, але він є достатнім тільки для реалізації обслуговування з “максимумом можливого”. Для підтримки диференційованого обслуговування з гарантованим сервісом використовуються більш складні механізми, що функціонують за алгоритмами пріоритетного або зваженого обслуговування.

Механізми кондиціонування трафіка (Traffic Conditioning) забезпечують “згладжування” пульсуючого потоку пакетів, що транспортується між вузлами мережі, таким чином, щоб швидкість “згладженого” потоку пакетів (тобто, пакетів, які після “згладжування” безпосередньо надходять до вузла на обробку) залишалася трохи меншою, ніж максимальна можлива швидкість обробки цього потоку на вузлі.

Забезпечення потрібної якості обслуговування завжди означає створення таких умов, коли припустима швидкість обробки пакетів на вузлі погоджується зі швидкістю їхнього надходження до цього вузла. Якщо пульсації потоку не призводять до виникнень ситуацій, коли швидкість надходження пакетів до увідного порту вузла стає більше швидкості його просування через вузол, то реалізація механізмів кондиціонування є недоцільною. Але в багатьох інших випадках швидкість надходження пакетів до вузла на певних проміжках часу стає більшою, ніж швидкість їхнього просування через вузол. Як наслідок, виникають черги пакетів, які за певних умов можуть перевищувати розмір пам'яті буферного портового пристрою на вузлі, що призведе до втрат пакетів. Механізми кондиціонування розраховані на роботу саме в ці періоди трафікових перенавантажень. Вони “згладжують” пікові значення пульсацій трафіка, але за рахунок певної затримки пакетів в чергах. Зрозуміло, що затримки від чекання в чергах повинні укладатися в параметри потоку, що зафіксовані у SLA.

Механізм кондиціонування потоку пакетів за звичайних умов реалізується шляхом виконання наведених нижче функцій.

1) **Функція класифікації трафіка**, тобто функція відокремлення із загального потоку різнорідних пакетів, що надходять до вузла, такої послідовності пакетів, до котрих пред'являються однакові вимоги щодо якості обслуговування. Класифікація може виконуватися на основі формальних ознак пакета, таких як адреса відправника та/або призначення, ідентифікатори застосувань, значення пріоритету пакета, значення мітки потоку тощо.

2) **Функція профілювання трафіка на основі визначених правил** - це конкатенація двох функцій: **функції перевірки відповідності** параметрів потоку пакетів, що надходять до вузла, параметрам його профілю, що зафіксований у SLA, та **функції обробки** потоку пакетів (вигляд якої залежить від результату перевірки функції відповідності).

Набір параметрів QoS, що характеризує певний потік пакетів, часто називають профілем цього потоку. Для перевірки відповідності вхідного потоку заданому профілеві механізм кондиціонування здійснює виміри параметрів потоку. У разі порушення параметрів профілю, що виявляється за результатами перевірки відповідності (наприклад, перевищення тривалості пульсації або середньої швидкості), реалізується одна із трьох таких можливих функцій обробки потоку: формування трафіка, відкидання пакетів потоку або маркування пакетів цього потоку.

3) **Функція формування трафіку** (Traffic shaping) – різновид функції профілювання трафіка з метою придання йому потрібної тимчасової «форми». В основному, за допомогою даної функції прагнуть згладити пульсації потоку пакетів, щоб вихід пакетів із пристрою обробки був більш рівномірним, чим вхід. Таке згладжування пульсацій буде зменшувати можливі черги в мережних пристроях, що будуть обробляти потік далі за маршрутом. Його також доцільно використовувати для відновлення часових співвідношень між окремими застосуваннями, що працюють з рівномірними потоками (наприклад, між потоками мовних застосувань).

4) **Функція обмеження трафіка** (відкидання пакетів потоку, Traffic policing). Реалізація цієї функції не потребує буферизації даних за умов, коли

потоки користувачів порушують умови сервісних угод. Відкидання певної частки пакетів знижує інтенсивність потоку і приводить його параметри у відповідність із зазначеними у профілі.

5) **Функція маркування пакетів потоку.** Маркування пакетів без відкидання потрібне для того, щоб не втратити пакети – “порушники”, а обслужити їх (на даному вузлі або у наступному за маршрутом передачі), але з рівнем якості, що, безумовно, буде нижчим за той, що зазначений у профілі потоку (наприклад, буде збільшено значення затримки тощо).

Механізми керування буферами (Buffer Management) розподіляють мережні буферні пристрої між даними користувачів. В залежності від ступеню заповнення пам’яті цих пристроїв, а також від характеристик потоків пакетів з даними різних типів, що надходять через вхідні інтерфейси, ці пакети або знищуються або приймаються до “попередніх” черг на вводах буферів, щоб потім, після чекання у буферах, бути розподіленими за типами черг, які створюються на виводах буферів.

Найбільш відомі механізми керування буферами – механізм випадкового раннього виявлення переповнення (RED) та його модифікація, що враховує пріоритетність трафіка – механізм зваженого випадкового раннього виявлення переповнення (WRED). Принцип їхнього функціонування полягає в наступному: як тільки інформаційний потік перевищує визначений ліміт буферного простору вивідного інтерфейсу, ймовірність знищення його пакетів підвищується. Таким чином здійснюється протидія захопленню смуги пропускання потоками, що не реагують на перенавантаження.

Механізми керування буферами є чутливими до сигналів від протоколів більш високого рівня, зокрема до сигналів, що цими протоколами генеруються в моменти, коли вони виявляють підвищену інтенсивність втрачених пакетів.

Механізми керування уводом (Admission Control) забезпечують можливість безпосереднього контролю характеристик трафіка, його класифікації і активного впливу на трафік увідного інтерфейсу з метою

недопущення перенавантажень елементів мережного обладнання. Механізми обмеження трафіка і керування буферами не дозволяють активно впливати на джерела небажаних потоків пакетів, котрі за певних обставин можуть створювати ситуацію постійних перенавантажень на мережі. Тому в таких випадках доцільно використовувати механізми керування уводом, за допомогою яких паразитні потоки у мережі знищуються.

Основний механізм реалізації керування уводом – фільтрація трафіка. Фільтрація може базуватися на IP-адресах, TCP- або UDP- портах і т. ін. Потоки, котрі виявляються узгодженими із встановленими фільтрами, пропускаються через увідний інтерфейс, а всі інші – знищуються.

Механізми контролю із зворотнім зв'язком (Feedback Control) використовують зворотній зв'язок між вузлами мережі для розповсюдження інформації щодо стану перенавантажень. Зворотній зв'язок може здійснюватися за принципом “із кінця в кінець” або “крок за кроком” і виконуватися на будь-якому протокольному рівні.

На різних ділянках мережної інфраструктури використовуються різні механізми боротьби з перенавантаженнями та підтримки рівнів надання послуг.

На вузлах доступу до магістральної мережі, як правило, здійснюється обмеження трафіка, організація та обробка черг, а також керування буферами. На проміжних вузлах магістральної мережі використання вищезазначених механізмів не є обов'язковим.

На вузлах мереж абонентського доступу, особливо там, де здійснюється надання послуг за диференційованою системою з гарантованим сервісом, використання механізмів кондиціонування трафіку є обов'язковим. Зокрема, на цих вузлах мають бути задіяні механізми керування уводом, класифікації та формування трафіка, організації та обробки черг, керування буферами. На термінальних вузлах в необхідних випадках доцільно здійснювати керування із зворотнім зв'язком “із кінця в кінець”.

5.3 Протоколи сигналізації служби підтримки якості

Протоколи сигналізації служби підтримки якості потрібні для координації роботи механізмів QoS, функціонуючих у вузлах мережі впродовж усього шляху проходження потоку. Наприклад, за допомогою засобів сигналізації забезпечується можливість для окремого застосування зарезервувати необхідну йому середню пропускну здатність уздовж усього маршруту проходження пакетів (для мереж IP цю функцію підтримує протокол RSVP).

Один із найбільш розповсюджених засобів сигналізації — маркування пакета ознакою, що несе інформацію про рівень обслуговування, який є необхідним для його обробки. Звичайно в цих цілях використовується поле пріоритету, що існує у форматах багатьох протоколів. В цьому разі пакет, просуваючись від пристрою до пристрою, переносить уздовж шляху проходження свої вимоги до якості обслуговування, але у досить узагальненій формі — тому що поле пріоритету має усього кілька можливих значень. Це означає, що якість обслуговування за допомогою такого засобу сигналізації може надаватися диференційовано лише кільком агрегованим потокам.

Засоби сигналізації QoS встановлюються як на магістральних мережах, так і на мережах абонентського доступу. Але в багатьох випадках координацію механізмів QoS здійснюють не на всьому шляху проходження потоку, а тільки в межах окремих мереж абонентського доступу. Наприклад, маршрутизатор абонентського доступу на стороні постачальника послуг інсталується на виконання лише класифікації трафіка та здійснення функції резервування певному потокові визначеної величини пропускну здатності транспортного каналу. Це, звичайно, не сприяє диференційованості у підтримці якості обслуговування у розрізі окремих застосувань клієнтів мережі, але спрощує вимоги до реалізації засобів підтримки якості.

На МПД загального користування в залежності від конкретних умов надання послуг використовуються як централізована, так і децентралізована системи керування засобами служби підтримки якості. Централізовані системи

керування засобами QoS іноді називають **службами QoS, базованими на політиці** (policy-based QoS).

У певних випадках на мережах абонентського доступу правила політики підтримки якості конфігуруються і зберігаються окремо в кожному активному мережному пристрої. Однак це вимагає від адміністратора такої мережі значних зусиль щодо координації засобів QoS і, як наслідок, породжує підвищену кількість помилок, що може призвести до неузгодженої роботи мережних пристроїв.

На магістральних МПД використовується виключно централізована система керування засобами служби підтримки якості. В цьому випадку формуються єдині правила політики керування, узгоджені щодо всіх пристроїв мережі, які зберігаються на центральному сервері політики (або в цілях підвищення надійності – на кількох серверах, що реплікують базу даних політики). Адміністратор конфігурує правила політики в одній точці, що знижує витрати його праці і кількість помилок. Потім за допомогою спеціального протоколу QoS-сигналізації ці правила поширюються на всі мережні пристрої, котрі мають підтримувати необхідні рівні послуг. Ці мережні пристрої застосовують визначену політику керування засобами служби QoS, зокрема для кондиціонування трафіка або керування чергами відповідно до умов сервісних угод.

В багатьох випадках правила політики формуються не тільки для керування засобами QoS, але і для координації мережних пристроїв при виконанні інших функцій, наприклад функцій захисту інформації. Тому централізована система керування засобами QoS включається у склад централізованої системи підтримки визначеної політики забезпечення правил функціонування мережі і базується на загальній довідковій службі мережі (Directory Service), що зберігає всі необхідні для її функціонування облікові дані.

У розрізі прийнятої моделі служби підтримки якості надання послуг функції QoS-сигналізації виконує більшість конкретних протоколів

підтримки QoS, таких як RSVP, DiffServ (у мережах TCP/IP) або протоколів служб CBR, VBR і ABR (у мережах ATM).

5.4 Алгоритми управління чергами

5.4.1 Умови виникнення черг

Підтримка якості надання послуг на рівні окремих мережних елементів заснована на використанні певних алгоритмів обробки черг пакетів. Механізми реалізації таких алгоритмів використовуються в будь-якому мережному пристрої, що працює на основі механізму комутації пакетів, — у маршрутизаторі, у комутаторі локальної або глобальної мережі, в обладнанні кінцевого вузлу. Виключення складають тільки повторювачі, які пакетів не розрізняють, а працюють на рівні потоків бітів.

Обробка пакетів у чергах є потрібною під час тимчасових перенавантажень мережних пристроїв, коли вони внаслідок обмеженості пропускної здатності не в змозі просувати через себе пакети у тому темпі, у якому вони надходять до їхніх увідних портів. Якщо причиною перенавантаження є процесорний блок мережного пристрою, то для тимчасового збереження неопрацьованих пакетів використовується вхідна черга, тобто черга, що зв'язана з увідним інтерфейсом. У тім же випадку, коли причина перенавантаження полягає в обмеженій швидкості вивідного інтерфейсу (ця швидкість завжди обмежена теоретично максимальною швидкістю підтримуваного протоколу), то пакети тимчасово зберігаються у вихідній черзі.

Головним за ступенем впливу на виникнення черг фактором є **коефіцієнт навантаження пристрою** (utilization) — відношення середньої сумарної інтенсивності вхідного трафіка пристрою до середньої сумарної інтенсивності вихідного трафіка, що вимірюються на певним чином вибраному інтервалі усереднення.

Якщо на інтервалі усереднення інтенсивність вхідного трафіка буде вищою, ніж інтенсивність просування пакетів через пристрій на вивідний інтерфейс, то коефіцієнт навантаження пристрою буде більшим за одиницю. В

цьому випадку на увідному інтерфейсі пристрою (точніше, у буферній пам'яті увідного порту цього пристрою) виникне черга, і її довжина за таких умов прагнула б до нескінченності, якби не працювали б механізми обробки виникаючих черг.

Якщо коефіцієнт навантаження менше за одиницю і до увідного порту пристрою надходить рівномірний потік пакетів, то в такій ситуації черг не виникне зовсім. Але якщо у межах інтервалів усереднення існує певна варіація в надходженні пакетів у пристрій, то за таких умов можуть виникати черги навіть при коефіцієнті навантаження, меншим за одиницю. Більш того, ці черги можуть мати досить значну середню довжину. Чим більша варіація, тим більша середня довжина черги. Тому варіація інтервалів надходження пакетів є важливим, поряд з коефіцієнтом навантаження, фактором, що впливає на поведінку черг.

Пульсуючий характер багатьох типів трафіка, коли коефіцієнт пульсацій на певних проміжках часу дорівнює 100:1 і більше, обумовлює виникнення суттєвих за розміром черг. Практика експлуатації мереж показує, що навіть при значеннях коефіцієнта навантаження сегмента мережі на рівні 0,5 (наприклад, у локальних мережах Ethernet) затримки доступу до мережі бувають значними, що змушує використовувати ці мережі з коефіцієнтом навантаження сегмента не більш 0,3.

Наслідком виникнення черг є погіршення якості обслуговування трафіка. Зокрема, виникають затримки в процесі транспортування пакетів, що мають, до того ж, непостійний характер, тобто спостерігаються варіації затримок. Під час тривалих пульсацій потоку пакетів черги можуть зростати настільки, що пакети не вміщуються в буферну пам'ять мережних пристроїв і губляться.

Щоб зменшити (а в ідеалі, нейтралізувати) негативний вплив наведених вище факторів на якість надання послуг, служба підтримки якості використовує такі методи:

1) попереднє резервування частки пропускної здатності обладнання для потоків з відомими параметрами QoS (наприклад, з відомими значеннями середньої інтенсивності потоку і його пульсації);

2) примусове профілювання вхідного трафіка, що, в деяких випадках, дозволяє підтримувати коефіцієнт навантаження пристрою на потрібному рівні;

3) використання складних алгоритмів керування чергами.

Найчастіше в маршрутизаторах і комутаторах застосовуються наступні алгоритми обробки черг:

- традиційний алгоритм FIFO;
- пріоритетне обслуговування (Priority Queing);
- зважене обслуговування (Weighted Queing, WQ);
- зважене справедливе обслуговування (Weighted Fair Queuing, WFQ).

Кожен із вищеназваних алгоритмів має свою сферу використання. Можливо і комбіноване застосування цих алгоритмів.

5.4.2 Традиційний алгоритм FIFO

Принцип традиційного алгоритму FIFO полягає в тому, що під час пікових значень інтенсивності пульсуючого трафіка пакети надсилаються до черг у пристроях буферної пам'яті портів, а під час помірних значень інтенсивності трафіка вони передаються на вивідні порти обладнання у тому порядку, в якому вони надходять до увідних портів, тобто за принципом «першим прийшов — першим пішов» (First In — First Out, FIFO). В усіх пристроях з комутацією пакетів FIFO – це вбудований алгоритм обробки черг, що автоматично реалізується без втручання адміністраторів мережі. Його перевага – в простоті реалізації, а також у відсутності потреб щодо відповідного конфігурування обладнання. Більшість маршрутизаторів оптимізовані для

роботи саме з цим типом черги. Коли ресурси мережі збалансовані з характеристиками більш/менш рівномірних потоків пакетів (або існує достатній резерв мережних ресурсів) із короткочасними сплесками трафіка, організація черг необхідна лише для того, щоб запобігти знищенню пакетів під час таких сплесків. За таких умов організація черги FIFO може бути ефективною, оскільки глибина черг буде невеликою за розміром, а середня затримка пакетів в черзі буде незначною у порівнянні з часом передачі пакетів із кінця в кінець. Але коли навантаження у мережі збільшується, навіть короткочасні сплески збільшують розміри черги, і в певний момент після повного наповнення черги пакети почнуть знищуватися, що веде до деградації якості надання послуг. Крім того, алгоритм FIFO з точки зору якості обслуговування має суттєвий недолік — неможливість диференційованої обробки пакетів різних потоків. Усі пакети згідно умов реалізації цього алгоритму обробляються у загальній черзі на рівних підставах — як пакети чутливого до затримок голосового трафіка, так і пакети нечутливого до затримок, але вельми інтенсивного трафіка резервного копіювання. За таких умов “рівноправності”, наприклад, тривалі пульсації трафіка резервного копіювання можуть надовго затримати пакети голосового трафіка, що неприпустимо.

Тим не менш, можливість створення черг за алгоритмом FIFO є необхідною передумовою для нормальної роботи мережних пристроїв, хоч він і не здатний забезпечити підтримку механізмам служб QoS.

5.4.3 Пріоритетне обслуговування

Алгоритми пріоритетної обробки черг (Priority Queuing) використовуються, коли у суміші потоків пакетів, що транспортуються через канал із даними різнорідних прикладних застосувань, необхідно забезпечити перевагу в обробці одних застосувань над іншими. Зокрема, використовуються ці алгоритми для забезпечення переваги в обробці одного класу трафіка в порівнянні з іншими класами.

Механізм пріоритетної обробки трафіка заснований на поділі усього можливого за даних умов мережного трафіка на невелику кількість класів і призначенні кожному класові числової ознаки — пріоритету. Поділ на класи (класифікація) може здійснюватися різноманітними способами. Правила класифікації пакетів на пріоритетні класи являють собою частину політики керування мережею.

Спосіб класифікації, як правило, не пов'язується безпосередньо з роботою алгоритмів обслуговування на основі пріоритетів — головне, щоб усі пакети, що надходять у чергу, мали ознаки пріоритетів. Пакети можуть розбиватися на пріоритетні класи відповідно до типу мережного протоколу — наприклад, IP, IPX або DECnet (зрозуміло, що такий спосіб класифікації підходить тільки для пристроїв, що працюють на каналному рівні згідно семирівневої моделі OSI ISO), або на підставі адрес призначення і відправника, або ідентифікатора застосувань, або будь-яких інших комбінацій ознак, що містяться у полях форматів задіяних мережних протоколів.

Точка класифікації трафіка може розміщатися як у самому пристрої, так і поза ним. Доцільно здійснювати класифікацію трафіка в одному або у кількох пристроях, що розташовані на інтерфейсах “користувач – постачальник послуг”, наприклад у маршрутизаторах абонентського доступу або на стороні покупців послуг (зокрема, у комутаторах корпоративної мережі, до яких підключаються комп'ютери користувачів). Подібний варіант класифікації вимагає наявності у форматі пакетів спеціального поля для ознаки пріоритету, щоб ним могли скористатися інші мережні пристрої, що обробляють трафік після пристрою, що здійснює функцію класифікації. Таке поле існує у специфікаціях заголовків багатьох мережних протоколів. У тих же випадках, коли специфікація протоколу не передбачає існування спеціального поля пріоритету, в цілях класифікації трафіка використовується додатковий протокол, що вводить новий заголовок з таким полем. Так, наприклад, у форматах більшості варіантів протоколу Ethernet поля пріоритету не існує. Тому у випадках їхнього використання в цілях забезпечення можливості класифікації трафіка

застосовують спеціально розроблений протокол за специфікацією IEEE 802.1Q/p, що має додаткове трьохбітне поле пріоритету.

Пріоритети можуть призначатися не тільки комутатором або маршрутизатором, але і прикладним застосуванням у вузлі-відправнику.

Необхідно також враховувати, що в процесі транспортування пакету будь-який мережний пристрій, через який має просуватися цей пакет, може “не погодитися” з призначеним в іншій точці мережі пріоритетом даному пакетові. У цьому випадку такий мережний пристрій переписує значення пріоритету відповідно до своєї локальної політики. Тому, щоб унеможливити виникнення подібних ситуацій, доцільно впроваджувати засоби підтримки централізованої політики служби QoS, що забезпечують скоординовану роботу елементів мережі.

Механізм пріоритетної обробки трафіка функціонує наступним чином. Відповідно до кількості пріоритетних класів на виході буферної пам'яті мережного пристрою створюється кілька черг. Пакет, що надійшов під час перенавантажень, спрямовується до черги, що відповідає його пріоритетному класові. На рисунку 5.2 наведено приклад використання чотирьох пріоритетних черг: з високим, середнім, нормальним і низьким пріоритетом. Пріоритети черг визначають абсолютний характер переваги під час обробки пакетів, тобто, поки з більш пріоритетної черги не будуть оброблені всі наявні пакети, пристрій не повинен переходити до обробки наступної, менш пріоритетної черги. Тому пакети, що мають середній пріоритет, завжди обробляються тільки тоді, коли черга пакетів з високим пріоритетом - порожня. Відповідно, пакети з низьким пріоритетом обробляються тільки тоді, коли порожні усі більш пріоритетні черги: з високим, середнім і нормальним пріоритетами. Фізично пакети, що очікують обслуговування в чергах, розміщуються у буферній пам'яті портів мережного пристрою. Ця буферна пам'ять має кінцевий розмір. Максимальна довжина буфера визначає максимальну кількість пакетів, що можуть зберігатися в черзі даного пріоритету.

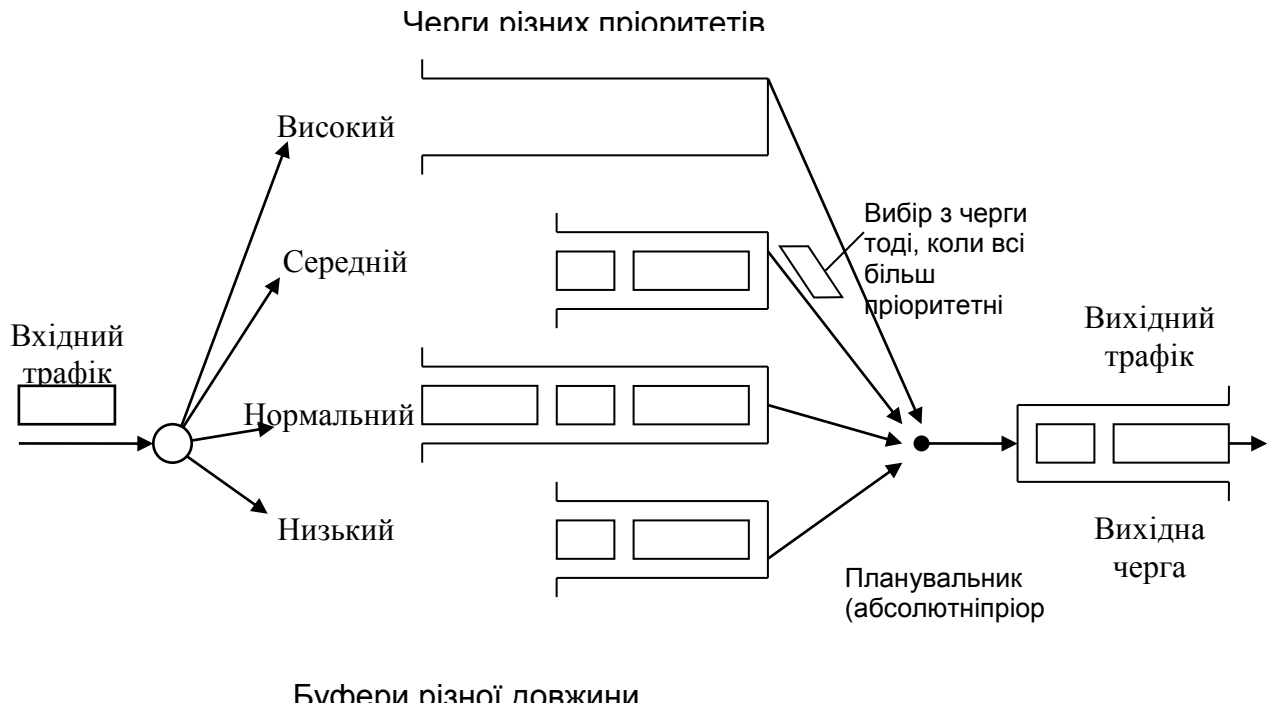


Рисунок 5.2 - Пріоритетне обслуговування черг в мережах пакетної комутації

Тому під час мережного адміністрування необхідно враховувати можливість переповнення черг і приймати відповідні дії.

На практиці “за замовчуванням” усім пріоритетним чергам приділяються однакові за розміром буфери. Але диференційоване обслуговування передбачає використання механізму створення буферів з індивідуальним для кожної черги розміром пам’яті.

Оптимальний розмір буфера визначається в ідеальному випадку таким чином, щоб його вистачало з деяким запасом для збереження черги середньостатистичної довжини. Однак визначити цей розмір, хоча б приблизно, в реальних умовах досить складно, оскільки характеристики пульсацій трафіка обумовлюються багатьма, складно передбачуваними, факторами. Тому потрібно постійне і тривале спостереження за роботою мережі. У загальному випадку, розмір буферної пам’яті вибирають, виходячи із таких суб’єктивних міркувань: чим вище цінність трафіка у застосуваннях

користувачів, а також чим більше його інтенсивність і пульсації, тим більший розмір буфера потрібно виділити для цього трафіка. У прикладі, наведеному на рисунку 5.2, для трафіка вищого і нормального пріоритетів обрані великі розміри буферної пам'яті, а для інших двох класів — менші розміри. Мотиви прийнятого рішення щодо вищого пріоритету – очевидні. Щодо трафіка нормального пріоритету, то висунуто припущення, що він має високу інтенсивність і значний коефіцієнт пульсації.

Пріоритетне обслуговування черг забезпечує високу якість обслуговування для пакетів із черги з найвищим пріоритетом. Якщо середня інтенсивність їхнього надходження у пристрій не перевершує пропускної здатності вихідного інтерфейсу (і продуктивності внутрішніх блоків самого пристрою, що просувають пакети), то пакети вищого пріоритету завжди одержують ту пропускну здатність, яка їм потрібна. Рівень затримок високо пріоритетних пакетів також мінімальний. Однак він не нульовий і залежить, в основному, від характеристик потоку цих пакетів — чим вище пульсації потоку і його інтенсивність, тим вище рівень затримок. Трафік всіх інших пріоритетних класів майже прозорий для пакетів вищого пріоритету. Слово «майже» відноситься до ситуації, коли високо пріоритетний пакет повинен чекати завершення обслуговування низько пріоритетного пакета, тому що його прихід збігся за часом з початком просування низько пріоритетного пакета на вихідний інтерфейс.

Якість обслуговування пакетів інших класів за схемою пріоритетного обслуговування завжди буде нижчою порівняно з якістю обслуговування пакетів найвищого пріоритету. Рівень зниження якості заздалегідь передбачити досить важко. Це зниження може бути істотним, якщо, наприклад, високо пріоритетний трафік починає передавати дані з високою інтенсивністю. Зокрема, треба мати на увазі, якщо коефіцієнт навантаження пристрою обумовлюється трафіком вищого пріоритетного класу і наближається в якийсь період часу до одиниці, то трафік інших класів на цей час практично буде заморожений. Тобто виникає проблема монополізації ресурсів обслуговування

високо пріоритетним трафіком. Саме через це пріоритетне обслуговування на практиці застосовується, в основному, тоді, коли в мережі існує лише один високо пріоритетний клас трафіка, хай і чутливий до затримок, але з невеликою інтенсивністю. За таких умов пріоритетне обслуговування цього класу буде у припустимій мірі впливати на погіршення якості обслуговування трафіка інших класів. Наприклад, за найвищим пріоритетом є можливим обслуговувати голосовий трафік. Він, хоч і чутливий до затримок, але не є інтенсивним - його інтенсивність звичайно не перевищує 8 - 64 кбіт/с.

На жаль, сфера використання пріоритетного обслуговування у чистому вигляді є досить вузькою, оскільки не охоплює багато інших ситуацій, що мають місце на практиці. Наприклад, відеотрафік також потребує пріоритетного обслуговування, але має більш високу інтенсивність, що не дозволяє його пріоритезувати без надання деяких гарантій сумісним з ним низько пріоритетним трафікам.

5.4.4 Зважене обслуговування

Алгоритм зважених черг (Weighted Queuing) розроблений для того, щоб усунути проблему монополізації обслуговування високо пріоритетним трафіком, тобто щоб можна було надавати всім класам трафіка попередньо визначений мінімум пропускної здатності мережних ресурсів або гарантувати виконання певних вимог щодо затримок. Згідно цього алгоритму кожному класу трафіка приписується певна вага, а під вагою класу розуміється відсоток пропускної здатності, що надається цьому класу, відносно повної пропускної здатності вихідного інтерфейсу. Вага класам трафіка може призначатися адміністратором мережі.

Зважене обслуговування також передбачає поділ трафіка на кілька класів, і для кожного класу також створюється окрема черга пакетів. Але в цьому випадку з кожною чергою зв'язується не її пріоритет, а відсоток пропускної здатності вихідного інтерфейсу, надання котрого гарантується даному класові трафіка у разі перенавантаження цього інтерфейсу.

У прикладі, наведеному на рисунку 5.3, пристрій підтримує 5 окремих черг для кожного із п'яти класів трафіка. Цим чергам на випадок перенавантажень виділяється відповідно 10%, 10%, 30%, 20% і 30% пропускної здатності вихідного інтерфейсу.

При цьому реалізується наступний механізм надання необхідної ваги утвореним чергам. Реалізується процедура послідовного і циклічного обслуговування черг, а в кожному циклі обслуговування з кожної черги на вихідний інтерфейс спрямовується така кількість пакетів (у пропорції до кількості пакетів з інших черг), що відповідає вазі даної черги. Наприклад, якщо цикл перегляду черг дорівнює одній секунді, а швидкість вихідного інтерфейсу дорівнює 100 Мбіт/с, то у кожному циклі з першої черги вибирається 10 Мбіт даних, із другої — теж 10 Мбіт, із третьої — 30 Мбіт, з четвертої — 20 Мбіт, а з п'ятої — 30 Мбіт.

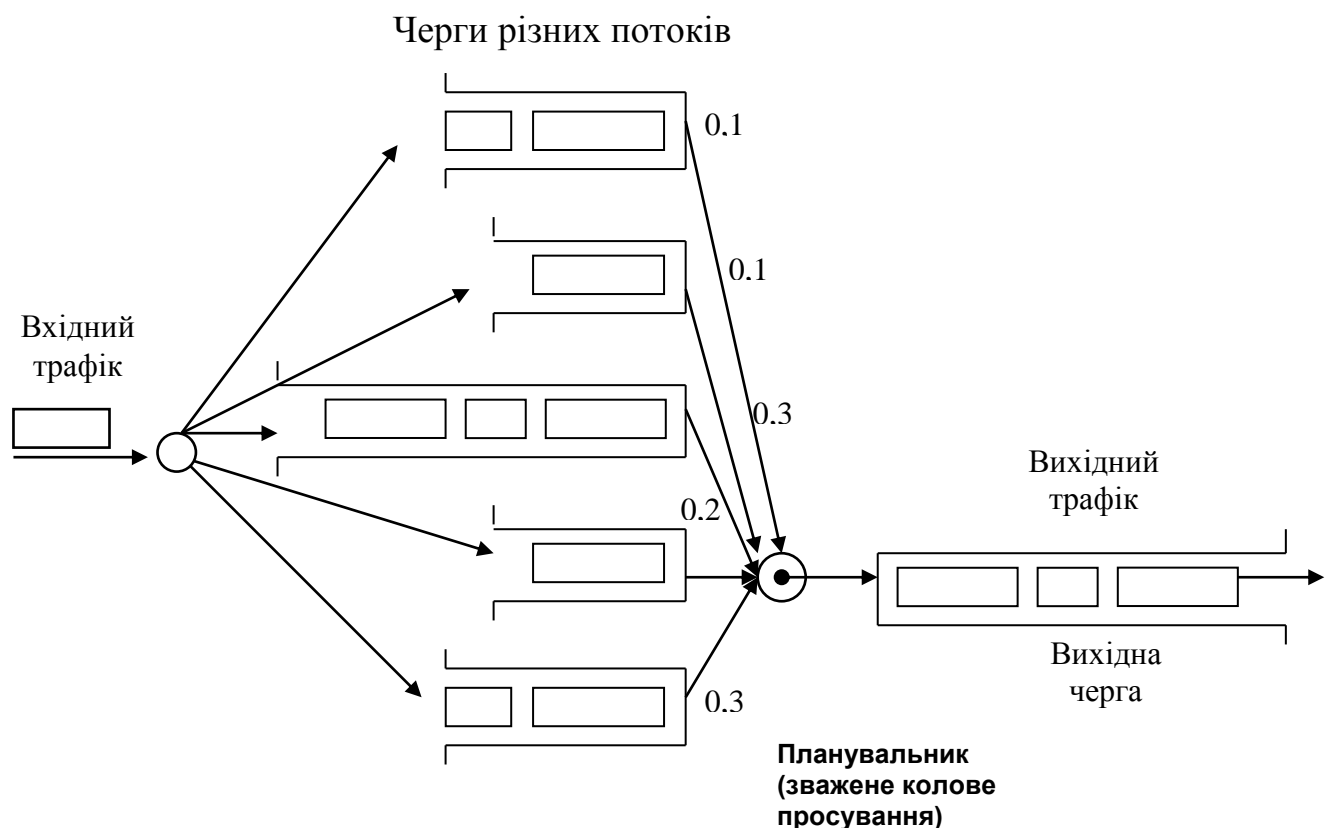


Рисунок 5.3 – Зважене обслуговування черг у пакетній мережі

Як результат, кожному класові трафіка дістається гарантований мінімум пропускної здатності, що в багатьох випадках є більш бажаним результатом, ніж неконтрольоване придушення низько пріоритетних класів трафіка з боку трафіка з високим пріоритетом.

У загальному випадку, зважене обслуговування призводить до більш високих значень затримок пакетів і їх варіацій у порівнянні з пріоритетним обслуговуванням трафіка найбільш пріоритетного класу. Але для створення більш сприятливих умов обслуговування всіх класів трафіка зважене обслуговування часто буває більш прийнятним.

Якщо розглядати окремо будь-який клас трафіка при зваженому обслуговуванні, то виявляється, що на рівень затримок і варіації затримок в значній мірі впливає коефіцієнт навантаження трафіка даного класу. У цьому випадку коефіцієнт навантаження підраховується як відношення середньої інтенсивності вхідного трафіка даного класу до частки пропускної здатності вихідного інтерфейсу, яка виділена цьому класові відповідно до його ваги. Характер утворення черги цього класу і, відповідно, затримок тут виглядає приблизно так само, як і у випадку черги FIFO — чим менший коефіцієнт навантаження, тим менша середня довжина черги і тим менші затримки.

Зважене обслуговування передбачає можливість адміністраторам мережі призначати для різних класів черг різні розміри буферної пам'яті. Зменшення розмірів буферів для черг призведе до росту числа втрат пакетів під час перенавантажень, але через це зменшується час чекання для тих пакетів, що не були відкинуті і потрапили в чергу.

5.4.5 Зважене справедливе обслуговування

Зважене справедливе обслуговування (Weighted Fair Queuing, WFQ) — це комбінований алгоритм, що об'єднує пріоритетне обслуговування черг зі зваженим. Існує велика кількість різних реалізацій WFQ, котрі відрізняються способом призначення ваг і підтримкою різних режимів роботи.

Найбільш розповсюджена схема передбачає існування однієї особливої черги, що обслуговується за пріоритетною схемою. Ця черга призначена для системних та сигнальних повідомлень, а також, іноді, для передачі пакетів найбільш критичних або вимогливих застосувань. Передбачається, що її трафік має невисоку інтенсивність, так що значна частина пропускної здатності вихідного інтерфейсу залишається іншим класам трафіка. Черги інших класів трафіка за цією схемою оброблюються послідовно згідно з алгоритмом зваженого обслуговування (див. рисунок 5.4). Адміністратор може задати вагу кожного класу трафіка, тобто кількість пакетів з кожної черги, що мають спрямовуватися на вихідний інтерфейс на кожному циклі обробки черг.

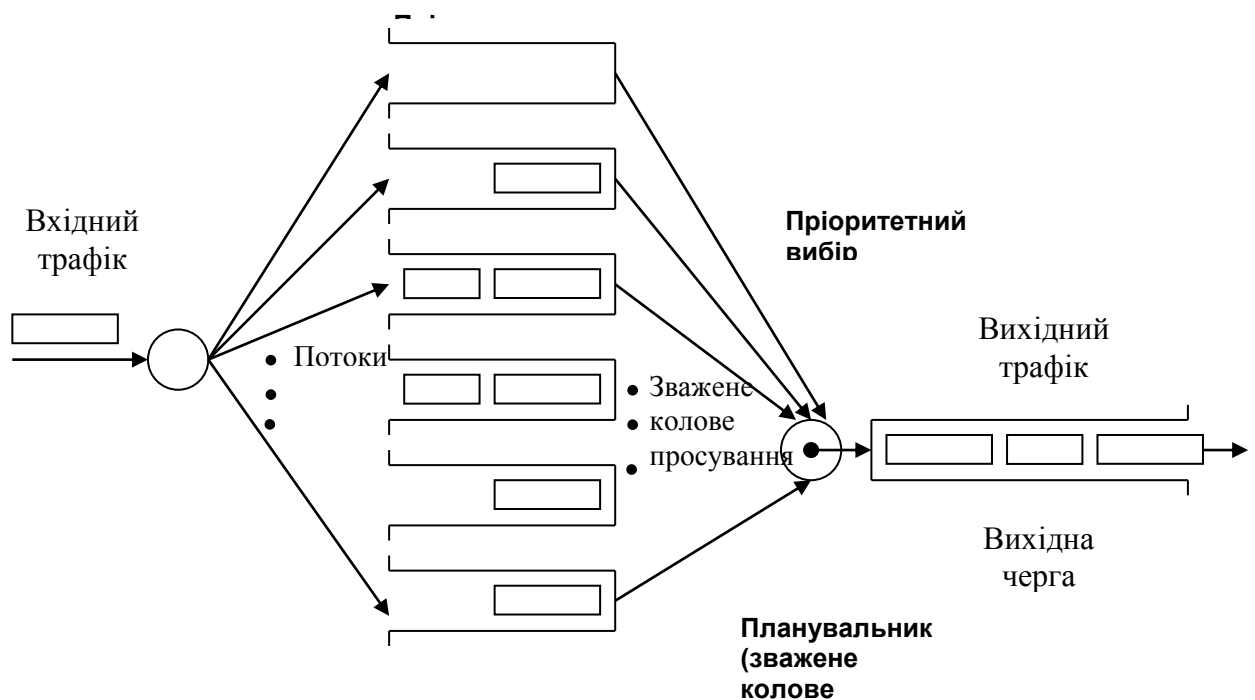


Рисунок 5.4 - Зважене справедливе обслуговування черг у пакетній мережі

Наведена вище схема обробки черг пакетів пропонується для використання багатьма виробниками комунікаційного устаткування, якщо необхідно об'єднати пріоритетне і зважене обслуговування. Наприклад, за умов, коли існує один клас пріоритетного трафіка, пакети якого мають обслуговуватися в першу чергу. Обслуговування пакетів всіх інших класів

повинно починатися тільки тоді, коли пріоритетна черга стає порожньою. При цьому пропонується здійснювати зважене обслуговування всіх інших з урахуванням заданого відсоткового відношення.

5.5 Механізми профілювання та формування трафіка

Служба QoS для профілювання і формування трафіка використовує нижченаведені алгоритми.

5.5.1 Алгоритм «дірявого цеберка»

Алгоритм “дірявого цеберка” (leaky bucket, рос. – “дырявого ведра”) розроблений для профілювання пульсуючого трафіка. Алгоритм дозволяє перевірити дотримання породжувачами трафіка узгоджених значень середньої швидкості і пульсації.

Алгоритм моделює цеберко, знизу котрого зроблена дірка. Якщо дані втікають у цеберко швидше, ніж витікають, то цеберко в кінці кінців переповниться, і виникне ситуація, коли дані, що надходять, будуть відкидатися до тих пір, поки не з’явиться вільне місце для їхнього розміщення у цеберку. Для керування потоком даних використовується два параметри: середня швидкість V_c , тобто середня кількість пакетів у секунду, що “витікають” через дірку у цеберку і передаються в мережу; глибина цеберка S , тобто кількість пакетів, котрим дозволено накопичуватися у цеберку. Крім того, використовуються дві змінних стану: поточний реальний час t_p ; віртуальний час t_v (у секундах), що визначається через співвідношення середньої швидкості надходження пакетів та кількості вже накопичених у цеберку пакетів. Наприклад, якщо середня швидкість складає 100 пакетів у секунду, а у цеберку накопичено 1000 пакетів, то віртуальний час буде на 10 секунд перевищувати реальний час.

Згідно з алгоритмом “дірявого цеберка” кожний пакет, що надходить до увідного інтерфейсу, оброблюється за такими правилами (при цьому приймемо такі позначення: R – розмір пакета у байтах; V_n – поточна швидкість надходження пакетів) :

За умов, коли $t_b + R (V_n / V_c) > t_p + S / V_c$, то пакет має бути знищений, а $t_b = \max (t_b, t_p)$;

у протилежному випадку пакет слід помістити у цеберко, а $t_b = t_b + R (V_n / V_c)$.

Існує кілька варіантів реалізації цього алгоритму. Розглянемо варіант, що застосовується для контролю трафіка в мережах frame relay.

Процедура реалізації алгоритму передбачає можливість настроювання за такими параметрами:

T — інтервал усереднення оцінок швидкості потоку пакетів;

CIR (Committed Information Rate) — узгоджена середня швидкість, яка повинна не перевищуватися трафіком на періоді усереднення ;

V_c — припустимий (фактично узгоджений) для передачі обсяг даних користувача, що відповідає узгодженій середній швидкості CIR і узгодженому інтервалові усереднення T , тобто $V_c = CIR \times T$;

V_e — дозволений для передавання додатковий обсяг даних, який відповідно до умов сервісної угоди може перевищувати V_c , але цей обсяг даних буде оброблюватися за іншими правилами (як правило, з більш нижчим рівнем обслуговування).

Робота за алгоритмом полягає в наступному. Кожні T секунд здійснюється контроль трафіка. Виміряна середня швидкість трафіка на цьому проміжку часу, якщо користувач хоче мати пріоритетне обслуговування, повинна бути не більше за узгоджену швидкість CIR. Швидкість контролюється на основі підрахунку обсягу даних, що надійшли за період T . Якщо цей обсяг менше або дорівнює V_c , то це свідчить про те, що фактична швидкість трафіка була менше V_c/T , тобто менше CIR. На практиці трафік користувача може перевищувати узгоджену швидкість CIR. Перевищення трафіком узгодженого значення V_c на величину, що не є більшою за V_e , за звичайних умов допускається. Кадри, що входять до складу V_e , позначаються певною ознакою, але не відкидаються. Але якщо трафік, що

надходить до комутатора, перевищує величину $V_c + V_e$, то обладнання постачальника послуг може бути інстальоване таким чином, щоб відкидати такі кадри.

Механізм профілювання трафіка, що реалізується алгоритмом, заснований на використанні лічильника даних, котрі надходять на увідний інтерфейс комутатора від користувачів. Відлік здійснюється у байтах. Через кожні T секунд показник відліку лічильника або зменшується на величину V_c , або ж “обнулюється”, якщо показник відліку лічильника в момент коригування показника виявляється меншим, ніж V_c .

Механізм функціонування за цим алгоритмом часто ілюструють у вигляді уявного «цеберка», з якої дискретно, кожні T секунд, “виливаються” дані в обсязі, що дорівнює мінімальному з чисел: V_c або поточне значення лічильника C (див. рисунок 5.5).

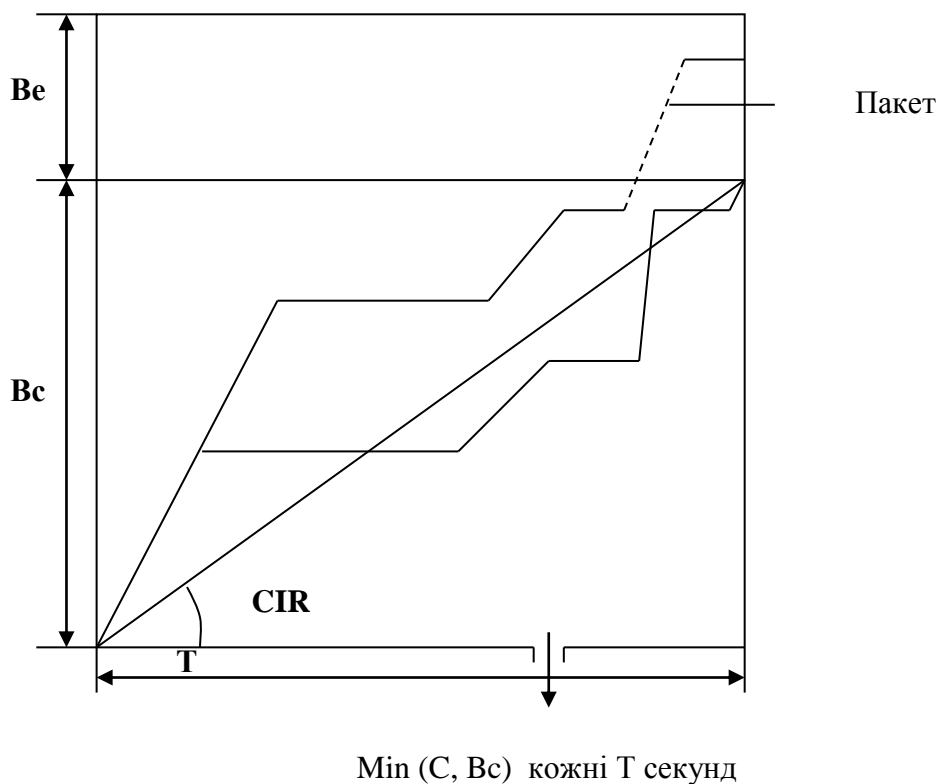


Рисунок 5.5 – Профілювання трафіку за алгоритмом «дірв'яної цеберки»

Усі кадри, дані яких не збільшили значення лічильника понад поріг V_c , пропускаються на вихідний інтерфейс комутатора з ознакою поля у форматі кадру $DE = 0$. Кадри з такою ознакою оброблюються з найвищим пріоритетом. Кадри, дані яких привели до значення відліку лічильника, більшому за V_c , але меншому за $V_c + V_e$, також пропускаються на вихідний інтерфейс комутатора, але з ознакою $DE = 1$. Такі кадри обслуговуються з меншим рівнем якості. І, нарешті, кадри, що привели до значення відліку лічильника, більшому за $V_c + V_e$, обслуговуються з найменшим пріоритетом або навіть відкидаються комутатором.

Одна з модифікацій алгоритму «дірявого цеберка» за назвою **Generic Cell Rate Algorithm** (GCRA) застосовується в мережах АТМ для контролю таких параметрів: пікової швидкості, середньої швидкості, варіації інтервалу прибуття чарунок і обсягу пульсації.

5.5.2 Алгоритм «цеберка жетонів»

Алгоритм «цеберка жетонів» (Token Bucket) застосовується як для профілювання, так і для формування трафіка.

Використовується цей алгоритм в цілях:

- забезпечення можливості пропуску пульсуючого трафіка без згладжування (але з обмеженням його інтенсивності зверху) за умов, коли відсутня конкуренція потоків за мережні ресурси (це сприяє більш ефективному використанню ресурсів мережі в таких умовах);
- зменшення нерівномірності просування пакетів, коли через значну пульсацію вони збиваються в щільні групи.

Робота алгоритму ілюструється на рисунку 5.6, де відображений сервер, який, поряд з іншим, здійснює функцію обмеження інтенсивності увідного трафіка за алгоритмом «цеберка жетонів».

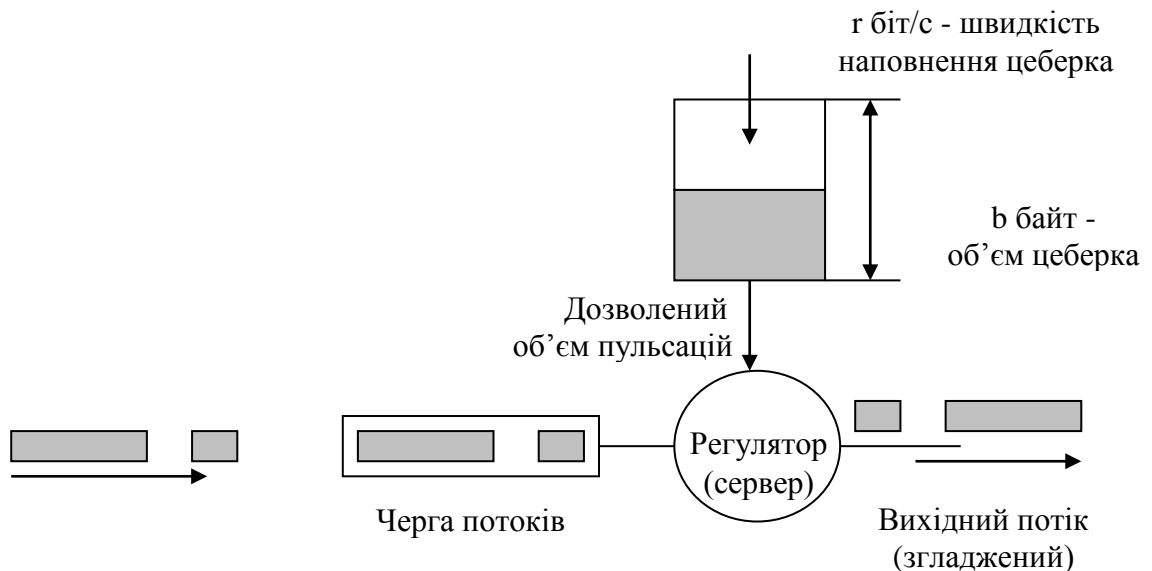


Рисунок 5.6 – Формування трафіка за алгоритмом «цеберка жетонів»

На увідному порту сервера створюється черга пакетів, а його внутрішні механізми моделюють так зване «цеберко» і генерують послідовність так званих жетонів, що спрямовуються в «цеберко».

Під жетоном у даному випадку розуміється певний абстрактний об'єкт - носій «порції» інформації, що використовується для побудови моделі обслуговування трафіка. «Цеберка» має граничну місткість розміром у b байт, а довжина жетона складає m байт. Генератор жетонів заповнює «цеберко» із швидкістю r байт за секунду. Параметр r регулюється адміністратором мережі і встановлюється таким, щоб швидкість надходження жетонів у «цеберко» дорівнювала узгодженій середній швидкості для трафіка, що формується. Тобто потік жетонів являє собою той ідеально усереднений трафік, до форми якого намагаються привести вхідний трафік.

Алгоритм функціонує таким чином. Пакети надходять у систему і стають у чергу довжиною K байт. З виходу черги пакет забирається і просувається далі сервером тільки в той момент, коли «цеберко» заповнюється жетонами до рівня, не нижче за M байт, де M — довжина пакета. Якщо ця умова виконується і пакет просувається на вихід, то в момент початку такого

просування із «цеберка» викидається така кількість жетонів, яка за сумарною довжиною дорівнює M байтам (з точністю до m байт). Якщо ж цеберка заповнена недостатньо, то пакети з черги не вибираються, очікуючи надходження потрібного числа жетонів.

У такий спосіб досягається «поліпшення» трафіка: якщо в результаті пульсації в систему прийшла велика пачка пакетів, то навіть за цих умов із черги пакети виходять рівномірно - у темпі, що задається генератором жетонів.

5.6 Планування якості обслуговування

Для того щоб потоки трафіка обслуговувалися мережею з максимально можливою ефективністю, необхідно виконувати певну попередню роботу щодо вибору та інсталяції параметрів обладнання мережі з урахуванням умов, що містяться в сервісних угодах - як тих, що вже набули чинність, так і тих, що плануються до реалізації. Таку роботу називають “планування роботи мережі”.

Планування роботи мережі починають з аналізу сервісних угод. Під час такого аналізу слід визначити:

- 1) усі користувальницькі потоки даних та їхні можливі маршрути;
- 2) статистичні характеристики цих потоків (середня інтенсивність, затримки, коефіцієнт пульсацій тощо);
- 3) вимоги породжувачів потоків до якості обслуговування (показники швидкості, рівні затримок, імовірності втрат тощо).

Під час планування роботи мережі необхідно, перш за все, конкретизувати поняття “максимально можлива ефективність”.

За звичайних обставин необхідно прагнути до найбільш повного завантаження мережних ресурсів — у першу чергу, маршрутизаторів і каналів зв'язку, — щоб передавати як можна більш великі обсяги даних. Але пульсації трафіка, що завжди існують в пакетних мережах, не дозволяють домогтися якісного обслуговування за умов навантажень, що наближені до максимально можливого рівня. Робота пакетної мережі може вважатися ефективною, коли кожен її ресурс завантажений, але не перенавантажений. Усвідомлений вибір

величини коефіцієнта завантаження ресурсу з урахуванням тонкої структури умов його використання, включаючи умови сервісних угод, має визначальне значення. Величина цього коефіцієнту безпосередньо впливає на розміри черг пакетів до ресурсу і на час затримки внаслідок перебування пакетів в чергах. Тому в процесі планування роботи мережі слід намагатися знайти розумний компроміс у досягненні двох протилежних цілей. З одного боку, необхідно прагнути до поліпшення якості обслуговування переданого трафіка, тобто намагатися знизити затримки в просуванні пакетів, зменшити втрати пакетів і збільшити інтенсивності потоків трафіка. Таке на практиці досягається, головним чином, за рахунок резервування ресурсів, а для цього потрібно мати додаткові незадіяні на даний момент ресурси мережі. З другого боку, необхідно намагатися максимально збільшити завантаження всіх ресурсів мережі з метою підвищення економічних показників її експлуатації. Компроміс в досягненні вищезазначених цілей, як показує практика, слід шукати на шляху використання засобів і механізмів боротьби із заторами (congestion) у мережі, а саме:

- 1) здійснювати раціональне настроювання параметрів обладнання з метою обмеження неконтрольного збільшення інтенсивності вхідних потоків;
- 2) реалізовувати алгоритми керування чергами;
- 3) оптимізувати шляхи проходження трафіка через мережу.

5.7 Інженерія потоків даних

5.7.1 Недоліки традиційних протоколів маршрутизації

Від шляхів проходження трафіка (за умов його фіксованої інтенсивності на узгодженому рівні) залежить завантаження маршрутизаторів і каналів, що, за кінцевим рахунком, безпосередньо впливає на ефективність використання мережі [10].

Відомо, що більшість протоколів маршрутизації, у тому числі дистанційно-векторні (такі, як RIP) або стану зв'язків (наприклад, OSPF чи IS-IS),

вибирають *найкоротший маршрут* відповідно до вибраної метрики. В простих випадках під час вибору маршруту згідно із специфікаціями цих протоколів враховується лише кількість проміжних маршрутизаторів (точніше, проміжних зв'язків, які називають “хопами”), що розташовані на шляху транспортування пакетів. В інших випадках з метою більш раціонального вибору маршруту враховується також номінальна пропускна здатність каналів зв'язку, а також рівні затримок, що цими каналами вносяться. Однак у будь-якому випадку вибирається єдиний маршрут, якщо не виявлено іншого абсолютно рівнозначного з точки зору вибраної метрики маршруту. На практиці абсолютно рівнозначних маршрутів майже не буває, але досить часто виникає ситуація, коли для вибраного маршруту існують альтернативні шляхи з трохи гіршими характеристиками. На жаль, традиційні протоколи маршрутизації на таку альтернативу не реагують.

Відомим прикладом неефективності традиційних протоколів маршрутизації є так звана «риба» — мережа з топологією, що відображена на рисунку 5.7. Незважаючи на те, що між маршрутизаторами А та Е існує два шляхи — перший, через маршрутизатор В, і другий — через маршрутизатори С і D, — тим не менш, у відповідності з принципами традиційних протоколів весь трафік від маршрутизатора А до маршрутизатора Е буде спрямований через маршрутизатор В. Тільки тому, що другий шлях трохи довший (лише на один “хоп”), традиційний протокол його ігнорує, хоча він міг би працювати «паралельно» з першим шляхом.

Ще один недолік традиційних методів маршрутизації - шляхи вибираються без урахування ступеню поточного завантаження ресурсів мережі. Тобто, навіть якщо найкоротший шлях уже перенавантажений, пакети все рівно посилаються цим шляхом.

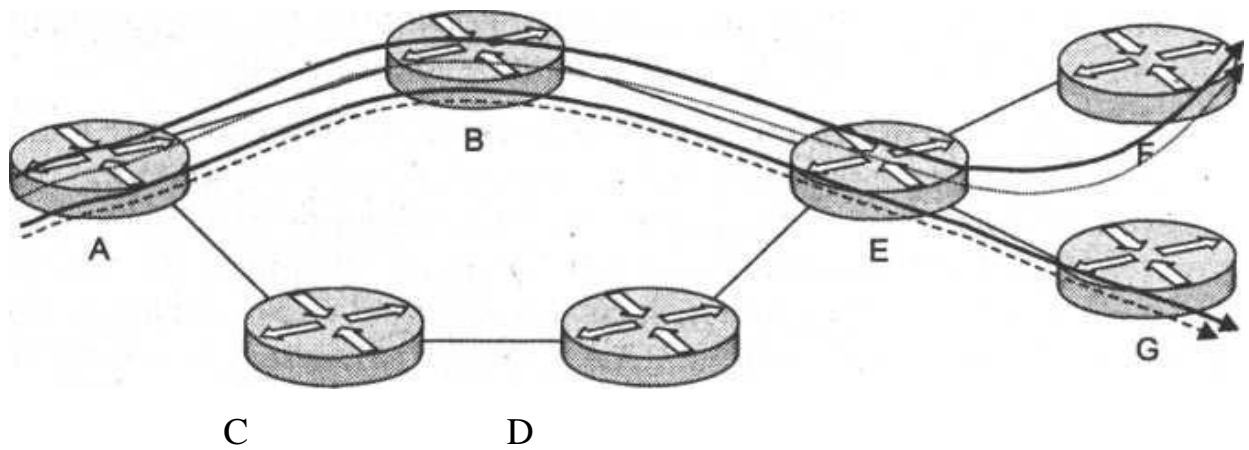


Рисунок 5.7 – Ілюстрація неефективності маршрутизації за принципом вибору найкоротших шляхів

Щоб позбавитися розглянутих вище недоліків і забезпечити можливість більш ефективного використання мережних ресурсів застосовується технологія **інженерії трафіка** (Traffic Engineering, TE).

5.7.2 Загальна характеристика інженерії трафіка

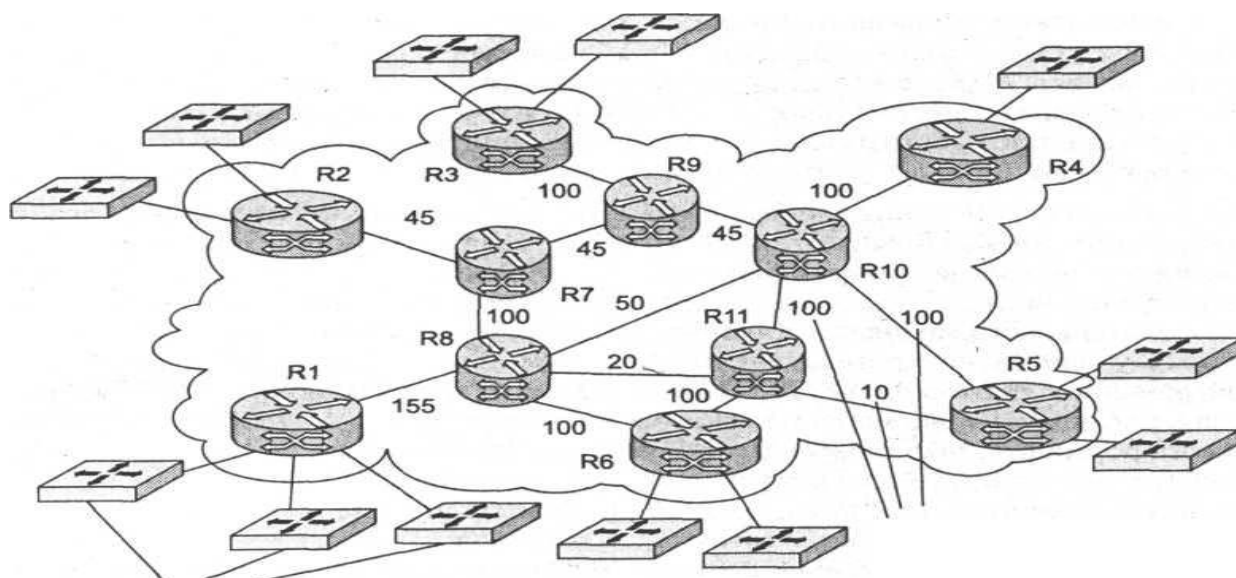
Інженерія трафіка – це процес вибору раціональних шляхів проходження трафіка через мережу, де раціональність розуміється як досягнення збалансованого завантаження всіх ресурсів мережі.

Існують спеціалізовані методи і механізми здійснення інженерії, які спрямовані саме на збалансоване завантаження ресурсів.

Інженерію починають з аналізу таких двох типів характеристик:

1) характеристики транспортної мережі — її топологія, а також продуктивність (тобто, пропускна здатність) маршрутизаторів і каналів зв'язку, що функціонують у складі цієї мережі (приклад - див. рисунок 5.8);

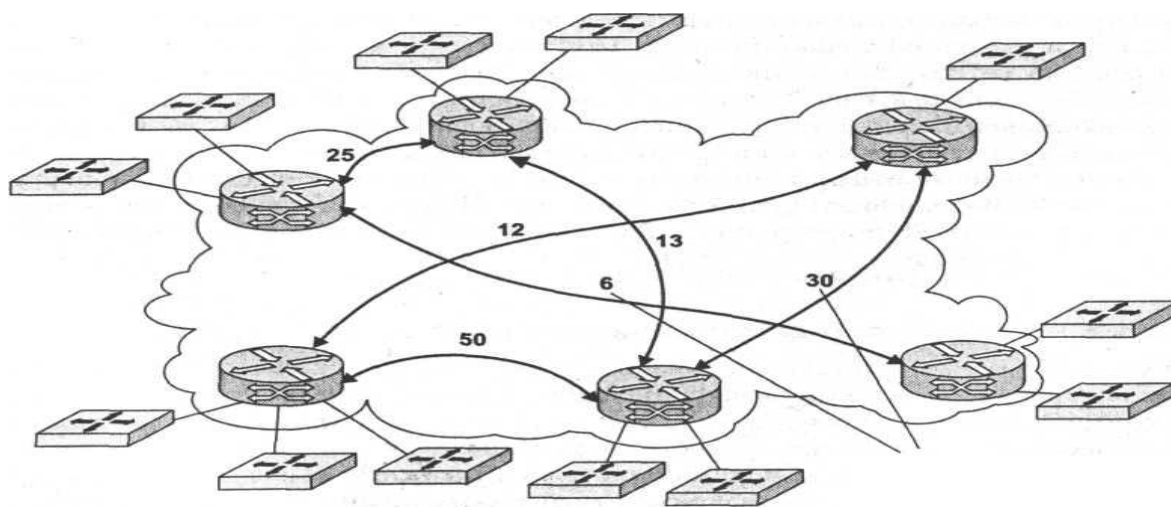
2) запропоноване (бажане) навантаження на мережу, тобто дані про бажані значення величин щодо швидкостей потоків трафіка між кожною парою маршрутизаторів абонентського доступу, які розташовані на границях магістральної мережі (приклад - див. рисунок 5.9).



Обладнання абонентського доступу

Позначення пропускної
здатності каналів

Рисунок 5.8 – Інженерія потоків даних. Приклад відображення даних щодо топології мережі і продуктивності її ресурсів



Позначення швидкостей потоків

Рисунок 5.9 – Інженерія потоків даних. Приклад відображення запропонованого навантаження на мережу

Задача інженерії полягає у визначенні шляхів проходження запропонованих потоків трафіка через мережу із визначеними характеристиками за умови, що усі ресурси мережі будуть навантажені якомога більш збалансовано.

Вирішити наведену задачу – це означає знайти для кожного заданого потоку точну послідовність проміжних маршрутизаторів і їхніх інтерфейсів, що знаходяться на шляху між вхідною і вихідною точками цього потоку. При цьому маршрути потоків мають бути такі, щоб навантаження елементів мережі було якомога більш рівномірним.

Формалізацію умови збалансованості ресурсів здійснюють різними способами. Наприклад, якщо за мету поставити мінімізацію нерівномірності у завантаженні мережних ресурсів при звісній структурі трафіку мережі, то доцільно мінімізувати максимальний коефіцієнт використання того ресурсу, для якого цей коефіцієнт має максимальне значення у розрізі всіх ресурсів мережі. Саме так формулюється задача інженерії в американському стандарті RFC 2702 «Requirements for Traffic Engineering Over MPLS». У цьому документі, що містить загальні рекомендації форуму IETF щодо вирішення задач інженерії, цільова функція оптимізації маршрутів має такий вигляд:

$$\min (\max K_t), \quad \text{де } K_t \text{ — коефіцієнт використання } t\text{-го ресурсу.}$$

Іншим варіантом постановки задачі інженерії є пошук такого набору маршрутів, за яким значення коефіцієнтів використання усіх елементів мережі не перевищать заданий поріг K_{max} . Такий підхід простіше в реалізації за попередній, оскільки потребує перебору меншої кількості варіантів.

5.7.3 Агрегація потоків

Один із основних прийомів, що використовується під час інженерії трафіка, є **агрегація потоків**, тобто об'єднання потоків окремих користувачів в один загальний потік. При цьому одним агрегованим потоком вважається трафік пакетів, що має загальні вхідну і вихідну точки.

За умов індивідуального розгляду кожного породжуваного користувачами потоку проміжні маршрутизатори повинні зберігати занадто великі обсяги інформації, оскільки індивідуальних потоків може бути дуже багато. Крім того, в цілях маршрутизації доводиться запам'ятовувати адреси кінцевих вузлів (а не проміжних маршрутизаторів) і програмних портів UDP/TCP застосувань, що ще більш ускладнює задачу. Тому агреговане завдання потоків дозволяє спростити задачу вибору маршрутів.

Необхідно, однак, мати на увазі, що агрегування потоків можливе лише тоді, коли всі складові потоки пред'являють однакові вимоги до якості обслуговування (тобто, однакові вимоги до параметрів QoS). На практиці в задачах інженерії здебільшого розглядають кілька потоків, серед котрих частина або навіть всі є агрегованими.

5.7.4 Точність результатів інженерії

Процес інженерії здійснюють з різним ступенем деталізації щодо опису характеристик потоків для яких визначаються маршрути. Чим вища ступінь деталізації, тим точніші результати оптимізації маршрутів.

Наприклад, для більш тонкої оптимізації мережі під час опису характеристик потоків бажано враховувати величину можливої пульсації трафіка або вимоги до якості обслуговування, зокрема, до припустимої величини затримок, варіації затримок та (або) припустимого відсотка втрат пакетів. Однак за цих умов задача інженерії ускладнюється настільки, що не завжди вдається її вирішити навіть наближеними методами. Тому в багатьох випадках задовольняються субоптимальними рішеннями, коли в процесі розподілу шляхів проходження потоків через мережу, як правило, враховуються тільки їхні середні інтенсивності за умов, коли навантаження кожного ресурсу не перевищує попередньо визначеного значення, наприклад 0,65. Крім того, з метою спрощення усі потоки пакетів вважаються рівнозначними, тобто такими, що висувають однакові вимоги до якості обслуговування.

5.7.4 Субоптимальні методи інженерії

Використовуються, в основному, такі два субоптимальні підходи до вирішення задачі інженерії трафіка:

- завчасний пошук раціональних маршрутів у фоновому режимі;
- автоматизований пошук раціональних маршрутів в оперативному режимі з використанням розширень протоколів маршрутизації, що працюють на основі алгоритму стану зв'язків.

Завчасний пошук раціональних маршрутів у фоновому режимі. В цьому випадку потрібно знати такі вихідні дані: топологія і продуктивність мережі, вхідна і вихідна точки кожного потоку трафіка, середня інтенсивність кожного потоку. Необхідно задати також певний припустимий рівень максимального значення коефіцієнта використання ресурсу, неперевищення котрого має бути забезпечено.

За цих вихідних даних реалізується процедура спрямованого перебору варіантів (що краще зробити за допомогою спеціально створеної для цієї цілі комп'ютерної програми). Результатом такого перебору будуть точно визначені за вищевказаним критерієм маршрути для кожного потоку з вказівкою на місця розташування всіх проміжних маршрутизаторів у мережі.

Процес завчасного вирішення задачі інженерії у фоновому режимі доцільно продемонструвати на прикладі. Для цього візьмемо дані, що відображені на рисунках 5.8 та 5.9.

На рисунку 5.10 показано одне з можливих рішень поставленої задачі, яке гарантує, що максимальний коефіцієнт використання ресурсів не перевищить 0,6.

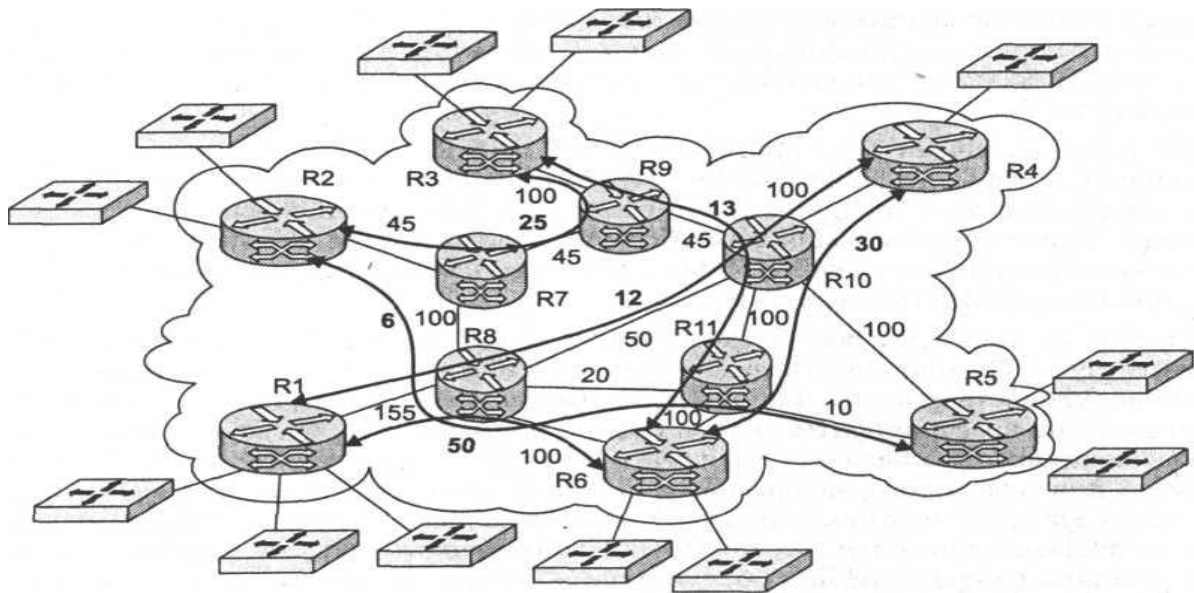


Рисунок 5.10 – Інженерія потоків даних. Приклад розподілу навантаження на елементи мережі, за яким коефіцієнт використання кожного елемента не перевищує 0,6

Автоматизований пошук раціональних маршрутів в оперативному режимі з використанням розширень протоколів маршрутизації, що працюють на основі алгоритму стану зв'язків. Згідно з цим способом задача інженерії вирішується засобами мережної маршрутизації в оперативному режимі їхнього функціонування. Для цього використовуються розширення протоколів маршрутизації, що працюють на основі алгоритму стану зв'язків. Наразі такі розширення стандартизовані для протоколів OSPF і IS-IS.

Причина застосування протоколів маршрутизації саме цього класу полягає в тому, що ці протоколи, на відміну від дистанційно-векторних протоколів, до яких відноситься, наприклад, RIP, дають маршрутизаторові повну топологічну інформацію щодо мережі. Оголошення цих протоколів містять дані як про внутрішні маршрутизатори досліджуваної мережі, так і про інші зовнішні мережі, а також про всі фізичні зв'язки між ними. Кожний зв'язок характеризується поточним станом щодо працездатності і метрикою, яка є величиною, пропорційною його вартості використання. У традиційному варіанті граф мережі, ребра якого навантажені значеннями метрик,

використовується маршрутизатором для вибору найкоротшого (з мінімальною сумарною метрикою) маршруту до кожної із зовнішніх мереж. При цьому із знайденого маршруту в таблиці маршрутизації запам'ятовується тільки наступний “хоп” (тобто, запам'ятовується IP-адреса лише найближчого маршрутизатора), а дані щодо інших проміжних “хопів” відкидаються. Таке здійснюється відповідно до прийнятого у IP-мережах принципу просування пакетів - кожен маршрутизатор приймає рішення тільки про один крок маршруту.

В протоколи OSPF і IS-IS, щоб надати можливість за їх допомогою вирішувати задачі інжинірингу трафіка, включені нові типи оголошень, що поширюють каналами мережі додаткову інформацію про номінальну і незарезервовану пропускну спроможність кожного зв'язку. Таким чином, ребра результуючого графа мережі, що створюється в топологічній базі кожного маршрутизатора, ідентифікуються цими двома додатковими параметрами. Побудувавши такий граф, а також отримавши інформацію про параметри потоків, для яких потрібно знайти раціональні маршрути, маршрутизатор одержує можливість знайти субоптимальне рішення, що задовольняє, наприклад, одному із сформульованих вище обмежень на коефіцієнти використання ресурсів мережі, забезпечивши тим самим збалансоване завантаження мережі.

Для спрощення задачі оптимізації вибір шляхів щодо визначеного набору потоків може здійснюватися поступово по черзі за кілька етапів – спочатку у рамках однієї послідовності каналів визначеного набору, потім іншої послідовності цього набору і т.д. При цьому у якості обмеження виступає сумарне завантаження кожного ресурсу мережі. Зрозуміло, що у будь-якому випадку пропускну здатність маршрутизатора має бути (у середньому) достатньою для обслуговування будь-якого трафіка, який у змозі прийняти інтерфейси цього маршрутизатора. Тому обмеженнями є тільки максимально припустимі значення коефіцієнтів завантаження каналів зв'язку,

котрі встановлюються індивідуально для кожного каналу окремо або ж мають однакові значення.

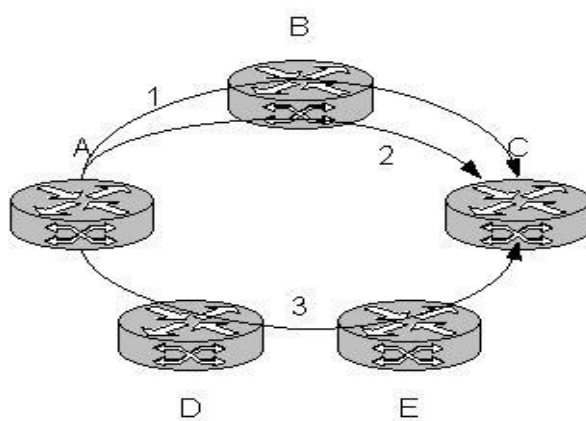
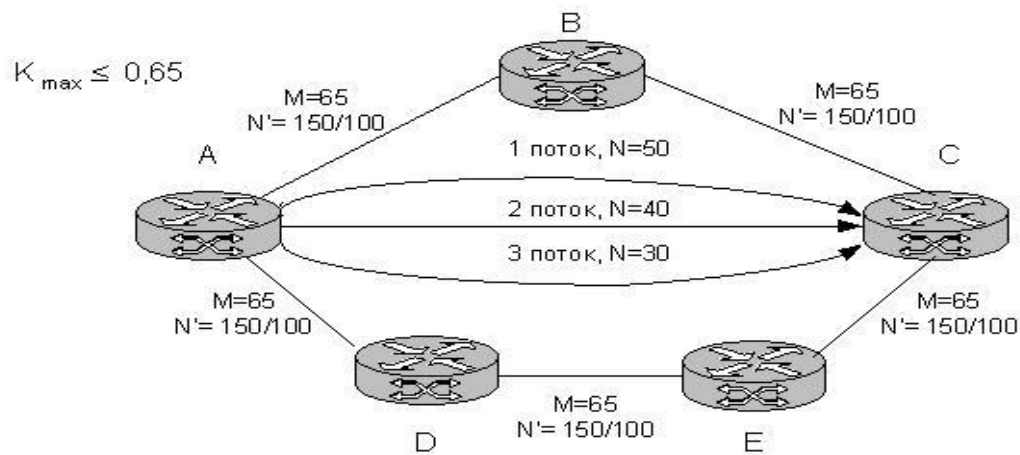
Процедура знаходження маршруту з урахуванням обмежень одержало назву Constrained-based Routing, а протокол OSPF з відповідними розширеннями — Constrained SPF або CSPF.

Зрозуміло, що пошук раціональних маршрутів по черзі з послідовним розглядом варіантів агрегації потоків знижує якість рішення, оскільки при одночасному розгляді всіх потоків можна знайти більш раціональний варіант завантаження ресурсів.

Проаналізуємо приклад, що наведений на рисунку 5.11. Задано обмеження на максимально припустиме значення коефіцієнта використання ресурсів, яке прийнято рівним 0,65. Заданий також результуючий граф досліджуваної мережі, який відображений у верхній частині цього рисунку. Як бачимо, на п'яти вузлах A,B,C,D,E задано три потоки, що починаються на вузлі A і закінчуються на вузлі C. Середні інтенсивності цих потоків N відповідно визначені як 50, 40, 30. Відношення між номінальною та незарезервованою пропускною спроможністю N' для кожного із вузлів - однакове і дорівнює 155/100. Метрика (тобто, вартість) M кожного зв'язку (кожного "хопу") дорівнює 65.

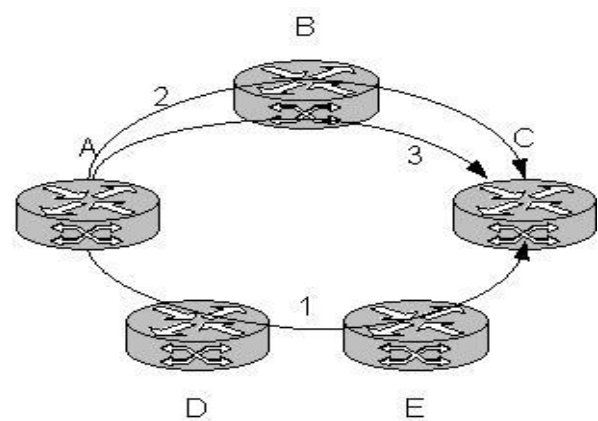
Розглянемо два варіанти вирішення задачі.

У варіанті 1 рішення шукається при черговості розгляду потоків за таким порядком номерів потоків: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$. Для першого потоку був обраний маршрут A-B-C, тому що, з одного боку, він задовольняє заданому обмеженню на максимальний коефіцієнт використання ресурсів (в даному випадку, усі маршрутизатори уздовж маршруту виявляються завантаженими на $50/155 = 0,32$, тобто меншими, ніж 0,65), а з іншого боку, він має мінімальну метрику: $65 + 65 = 130$.



Рішення за варіантом 1: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$

$$K_{\max} = 0,58$$



Рішення за варіантом 2: $2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$

$$K_{\max} = 0,5$$



- мережний маршрутизатор

Рисунок 5.11 – Приклад субоптимальної інженерії трафіка

з послідовним розглядом варіантів агрегації потоків

Для другого потоку також був обраний шлях А-В-С, тому що у цьому випадку висунуте обмеження також задовольняється, тобто результуючий коефіцієнт використання виявляється рівним $(50 + 40)/155 = 0,58$. Третій потік направляєтся в напрямку А-Д-Е-С і завантажує ресурси каналів А-Д, Д-Е і Е-С на 0,3.

Рішення за варіантом 1 можна назвати задовільним, тому що в цьому випадку коефіцієнт використання будь-якого маршрутизатора у досліджуваній мережі не перевищує 0,58, тобто менший, ніж 0,65.

Однак існує краще рішення, представлене варіантом 2, згідно з котрим за маршрутом А-В-С спрямовуються потоки 2 і 3, а потік 1 — за маршрутом А-Д-Е-С. У цьому випадку ресурси першого маршруту виявляються завантаженими на 0,45, а другого — на 0,5, тобто в наявності більш рівномірне завантаження ресурсів, а максимальний коефіцієнт використання будь-якого елементу мережі не перевищує 0,5.

5.7.5 Переваги інженерії трафіка у порівнянні із стандартними протоколами маршрутизації

Особливість задач інженерії трафіка – це те, що у них інформація про знайдений раціональний шлях використовується цілком — запам'ятовується не тільки перший “хоп” маршруту (як це робиться в основному режимі ІР-маршрутизації), але також інформація про всі проміжні вузли мережі (разом з початковим і кінцевим), тобто має місце маршрутизація від джерела. Тому безпосередньо маршрутизацією займаються тільки граничні маршрутизатори мережі, а внутрішні — лише надсилають до них необхідну інформацію про поточний стан мережі. Такий підхід має кілька переваг у порівнянні з розподіленою моделлю пошуку шляхів, що лежить в основі стандартних протоколів маршрутизації ІР. По-перше, він дозволяє використовувати так звані «зовнішні» рішення, коли маршрути знаходяться якою-небудь зовнішньою системою оптимізації мережі в автономному режимі, а потім встановлюються в мережі. По-друге, кожний із граничних маршрутизаторів має можливість працювати за власною версією алгоритму пошуку, що спрощує роботу на устаткуванні різних виробників. По-третє, такий підхід розвантажує внутрішні LSR-маршрутизатори від роботи з пошуку шляхів.

5.7.6 Механізми реалізації визначених маршрутів

Після того як задача інженерії трафіка знайшла вирішення і маршрути визначені, необхідно задіяти механізм, який дозволяв би спрямовувати пакети, що відносяться до визначеного маршруту, саме через ті проміжні маршрутизатори, що були обрані.

Ця задача для IP-мереж ускладнюється тим, що основний режим маршрутизації пропонує лише єдиний «найкоротший» маршрут. В принципі, за цих умов, в IP-мережах існує можливість використати режим маршрутизації від джерела (Source Routing), оскільки він дозволяє джерелу пакетів задавати точну послідовність проміжних вузлів уздовж шляху їхнього проходження. Але цьому режимові притаманні суттєві обмеження, через які в експлуатаційній практиці він не отримав розповсюдження. По-перше, наразі він підтримується не усіма виробниками устаткування (зокрема, в поточній версії 4 протоколів IP). По-друге, маршрутизація від джерела пов'язана з необхідністю транспортування небажано великої кількості службової інформації (оскільки кожен пакет додатково має переносити дані щодо всіх адрес проміжних маршрутизаторів, через які пролягає маршрут). По-третє, цей режим надзвичайно уразливий з погляду інформаційної безпеки: саме тому адміністратори під час конфігурування маршрутизаторів, як правило, його відключають.

Отже, для реалізації в мережі маршрутів, знайдених в результаті інженерії трафіка, використовують спеціальний службовий протокол, що, за звичайних умов, називають протоколом сигналізації. У якості такого найчастіше в IP-мережах використовується протокол резервування ресурсів RSVP (Resource reSerVation Protocol). У повідомленнях цього протоколу для визначеного потоку прописується точний маршрут, що встановлюється у вигляді послідовності IP-адрес інтерфейсів проміжних маршрутизаторів, через які протікає потік. Маршрутизатори запам'ятовують встановлені маршрути у спеціальних таблицях, які мають назву “таблиці комутації” (не плутати з таблицею маршрутизації).. А для того щоб пакети просувалися не за допомогою таблиць маршрутизації, а за допомогою таблиць комутації,

використовується спеціальна технологія просування — MPLS (Multiprotocol Label Switching).

Істотним з позицій інженерії трафіка є той факт, що ця технологія дозволяє передавати пакети (які належать визначеному потокові) уздовж заздалегідь обраного і встановленого в мережі шляху. При цьому специфіка інженерії полягає в тім, що шляхи вибираються з метою дотримання балансу завантаження ресурсів мережі.

Дотримання верхньої межі завантаження після впровадження результатів інженерії гарантує, що середня довжина і варіація черги до кожного ресурсу буде знаходитися у визначених межах, так що затримки пакетів і втрати через недостачу місця у буферній пам'яті також із визначеною імовірністю не будуть перевищувати звісних граничних значень. Правда, точні значення величин затримок і втрат пакетів тільки на основі додержання обмежень щодо коефіцієнтів використання ресурсів в реальних умовах експлуатації визначити практично неможливо, хоча цей коефіцієнт і найбільш істотно впливає на якісні показники роботи мережі. Уточнені оцінки значень затримок або відсотків втрат пакетів визначаються в мережі, як правило, шляхом натурних вимірювань. Результати таких вимірювань пропонуються клієнтам мережі відповідно до умов сервісних угод про рівень обслуговування (тобто, у SLA).

5.7.7 Інженерія трафіка різних класів

В експлуатаційній практиці часто виникає ситуація, коли діяльність покупця послуг мережі пов'язана з генерацією кількох класів трафіка, і ці класи відрізняються вимогами до якості обслуговування. Типовим прикладом є необхідність розподілу трафіка, принаймні, на два класи — чутливого і не чутливого до затримок пакетів. До одного класу відносять, наприклад, трафік IP-телефонії й інших мультимедійних інтерактивних застосувань, а також трафік застосувань, які здійснюють функції керування технологічними об'єктами у реальному часі. Інші види трафіка, що не є чутливими до затримок пакетів, відносять до другого класу.

За умов спрощеного варіанту надання послуг, коли ці два класи трафіка не відокремлюються, для того щоб гарантувати користувачам неперевищення узгоджених рівнів затримок та варіацій затримок, оператор змушений тримати ресурси своєї мережі недовантаженими, так щоб коефіцієнт використання кожного ресурсу не перевищував 0,2-0,3. Тоді для пакетів обох класів будуть створені умови для якісної у відношенні затримок передачі, але такий підхід важко назвати раціональним. Якщо ж за цим варіантом надання послуг оператор мережі поставить за мету більш ефективно завантажувати свої ресурси, наприклад, до рівня 0,6-0,7 (певну частину пропускну здатності необхідно залишити для службового трафіка), тоді він зможе обслуговувати тільки тих користувачів, трафік котрих є нечутливим до затримок. В будь-яких інших випадках необхідно розрізняти класи трафіка і вирішувати задачу інженерії з урахуванням їх існування.

Якщо здійснюється інженерія трафіка різних класів, то в розширеннях протоколів маршрутизації необхідно забезпечити окреме урахування завантажень кожного ресурсу мережі у розрізі кожного класу трафіка. При цьому, як показує практика, коефіцієнт завантаження будь-якого мережного ресурсу чутливим до затримок трафіком має не перевищувати 0,2 - 0,3, а щодо іншого класу трафіка – цей коефіцієнт має вибиратися в межах 0,6 - 0,7. Якщо за цих умов чутливий до затримок трафік буде обслуговуватися в єдиній пріоритетній черзі, а інший трафік — за схемою кругового обслуговування типу “з максимальними зусиллями”, то трафік кожного класу з високою ймовірністю отримає необхідний для нього рівень обслуговування. Вищенаведене ілюструється графіком залежності середніх затримок пакетів τ від вибраного коефіцієнта використання мережного ресурсу K , що відображений на рисунку 5.11.

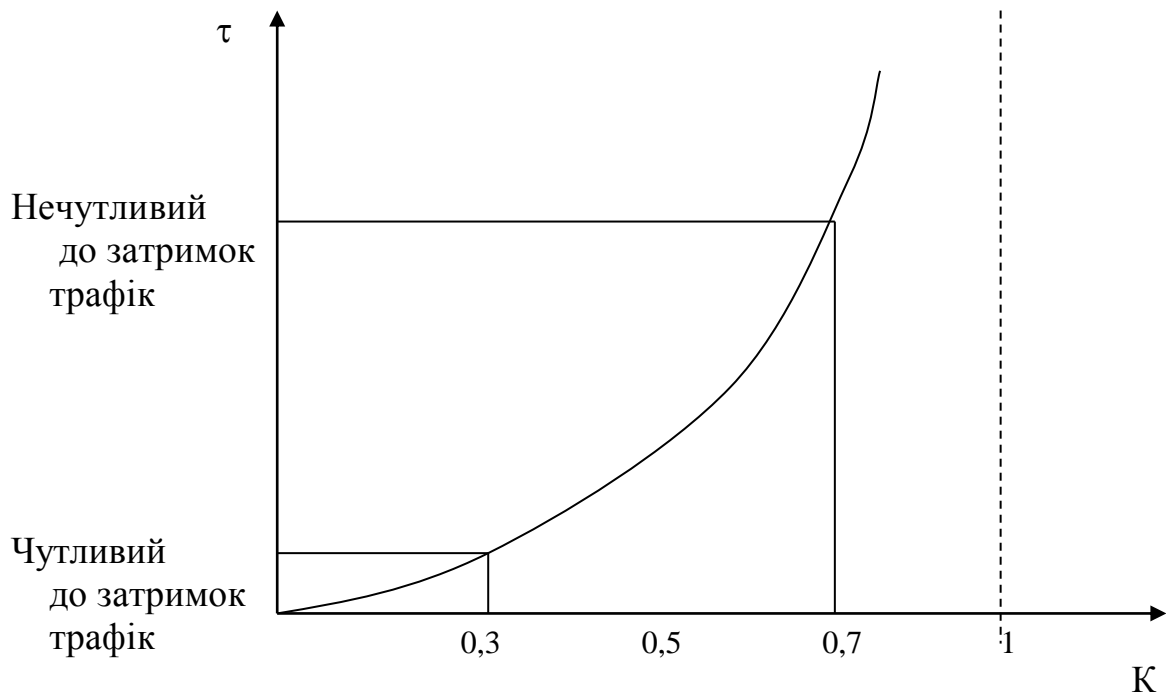


Рисунок 5.12 – Залежність середніх затримок пакетів τ
від рівнів завантаження мережного ресурсу K

Механізм реалізації гарантованого обслуговування двох класів трафіка з наведеними вище характеристиками має функціонувати наступним чином. З кожним ресурсом повинне бути зв'язано два лічильники завантаження — один для пріоритетного трафіка, а другий для іншого (фонового) трафіка. Якщо необхідно додати до вже існуючого в мережі трафіка додатковий потік пріоритетного класу i , отже, визначити для цього потоку маршрут, то під час перевірки можливості проходження шляху через конкретний ресурс середня інтенсивність нового потоку повинна порівнюватися з вільною часткою пропускної здатності ресурсу саме щодо пріоритетного трафіка. Якщо вільна частка ресурсу виявиться достатньо і цей новий потік буде проходити через даний інтерфейс, то значення інтенсивності нового потоку необхідно відняти як з лічильника завантаження пріоритетного трафіка, так і з лічильника завантаження фонового трафіка (тому що пріоритетний трафік завжди буде обслуговуватися раніше фонового і тому він створить додаткове завантаження і для фонового трафіка). Якщо ж необхідно додати до вже існуючого трафіка

додатковий фоновий потік, то його інтенсивність порівнюється з вільною інтенсивністю лічильника фонового трафіка, а значення цієї інтенсивності віднімається тільки з лічильника фонового трафіка, тому що для пріоритетного трафіка фоновий трафік є прозорим.

Протоколи маршрутизації з розширеннями в цих умовах повинні поширювати по мережі інформацію про два параметри вільної пропускної здатності — для кожного класу трафіка окремо.

Якщо ж задача узагальнюється для випадку передачі через мережу трафіка кількох класів, то, відповідно, з кожним ресурсом повинне бути зв'язане стільки лічильників, скільки класів трафіка існує в мережі, а протоколи маршрутизації повинні поширювати вектор вільних інтенсивностей відповідної розмірності.

6 ФУНКЦІЇ ПЕРСОНАЛУ ІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДАННЯ ПОСЛУГ

6.1 Основні функціональні обов'язки персоналу із технічного забезпечення надання мережних послуг

Ці обов'язки полягають у наступному.

В період підготовки сервісної угоди:

1) інженерія трафіка додаткових (до вже існуючих) потоків з метою визначення ресурсних можливостей укладання сервісної угоди (SLA) на пріоритетне обслуговування та (або) з гарантованим сервісом щодо додаткових потоків із заданими характеристиками.

Після укладання сервісної угоди перед початком надання послуг:

2) первісне (початкове) конфігурування та інсталяція параметрів мережного обладнання відповідно до визначених рівнів надання послуг, що зафіксовані у SLA;

В процесі надання послуг:

3) контроль відповідності поточних рівнів надання мережних послуг тим рівням, що зафіксовані в укладених SLA;

4) поточне керування параметрами послуг та мережного обладнання на основі поточних результатів контролю відповідності з метою забезпечення виконання вимог укладених сервісних угод і запобігання перенавантажень обладнання;

5) реагування на порушення умов сервісних угод;

6) технічне забезпечення механізмів інформування клієнтів щодо кількості та якості наданих послуг згідно з умовами сервісних угод;

7) переінсталяція параметрів мережного обладнання відповідно до ухвалених змін у сервісних угодах;

8) технічне забезпечення механізмів інформування адміністрації сервіс-провайдера щодо визначених характеристик процесу надання послуг;

9) підготовка даних для інформування адміністрації щодо визначених характеристик процесу надання послуг;

Після втрати чинності сервісної угоди:

- 10) деінсталяція відповідних потоків трафіка та мережних послуг;
- 11) збереження архівних даних щодо виконаних сервісних угод.

6.2 Інженерія трафіка додаткових потоків

На момент укладання будь-якої нової сервісної угоди через канали МПД вже функціонує певний трафік потоків користувачів, котрі уклали відповідні угоди із сервіс-провайдером раніше. Тому укладання нових угод завжди пов'язано з необхідністю додавання нових потоків до вже існуючих в мережі. Нові потоки будуть підвищувати завантаження ресурсів мережі, і, якщо цей процес відповідним чином не контролювати, то існує небезпека виникнення ситуації, коли застосування нових клієнтів у неприпустимій мірі погіршать якість обслуговування застосувань інших клієнтів або призведуть до виникнення неприпустимих перенавантажень мережного обладнання. Через це на стадії укладання сервісної угоди необхідно визначитися з новим планом роботи мережі з урахуванням характеристик нових потоків, здійснити інженерію трафіка додаткових потоків і за результатами проведених розрахунків отримати відповідь, чи існує можливість з точки зору забезпеченості мережними ресурсами гарантувати рівень послуг, що є бажаним для клієнта. Результати інженерії трафіка додаткових потоків можуть бути корисними ще й тому, що вони, в багатьох випадках, є основою для пошуку компромісних рішень в процесі укладання сервісних угод.

Методи, механізми і умови застосування інженерії трафіка та планування якості обслуговування використовуються ті, що викладені у підрозділах 5.6 та 5.7 цієї книги.

6.3 Початкове конфігурування та інсталяція параметрів обладнання

Після того як задача інженерії додаткового трафіка, який має бути утворений у разі укладання нової сервісної угоди, знайшла вирішення і необхідні маршрути додаткових потоків визначились, необхідно задіяти механізм, який дозволяв би спрямовувати пакети, що відносяться до визначених маршрутів, саме через ті проміжні вузли мережі, що були обрані.

Конкретні процедури переконфігурування та переінсталяції параметрів обладнання, що мають бути виконані під час активізації послуг відповідно до умов укладеної сервісної угоди, залежать, головним чином, від обраної телекомунікаційної технології, типу задіяного обладнання, що встановлене у вузлах мережі, та виду і класу послуг, які мають надаватися користувачам у рамках прийнятих сервіс-провайдером зобов'язань. Тим не менш, існує певна загальна послідовність дій, що виконуються під час початкового конфігурування та інсталяції мережного обладнання. Вона полягає у наступному.

6.3.1 Перш за все, слід вирішити комплекс питань, пов'язаних із безпосереднім фізичним підключенням обладнання користувачів послуг (яке має бути визначено у відповідних контрактних документах) до обладнання найближчих вузлів мереж доступу, що належать сервіс-провайдеру. На цьому етапі розробляється схема організації зв'язку і відповідний техно-робочий проект підключення обладнання користувачів, зокрема обирається фізичне середовище передачі даних, технологія і обладнання доступу (у т.ч., у разі необхідності, відповідне обладнання DCE). Зокрема, може знадобитись доукомплектування мережного обладнання (наприклад, встановлення додаткових модулів, інтерфейсних плат, адаптерів тощо) як на боці користувача послуг, так і на вузлах абонентського доступу. У деяких випадках необхідно також виконати прокладку кабельних систем.

Приклад підключення обладнання покупця послуг (у даному прикладі, - це локальна обчислювальна мережа) до магістральної транспортної мережі за умов використання технології Frame Relay (FR) наведено на рисунку 6.1.



Рисунок 6.1 – Підключення локальної мережі до магістральної транспортної мережі

6.3.2 Після виконання фізичного підключення обладнання здійснюють ідентифікацію задіяних у з'єднанні фізичних портів на відповідних інтерфейсних платах. Далі перевіряють коректність виконання монтажу та ідентифікації задіяних портів обладнання. Для цього використовують, головним чином, засоби вбудованих систем діагностики.

Якщо монтаж обладнання та його фізичне з'єднання виконані коректно, то переходять до конфігурування параметрів цього обладнання засобами штатного програмного забезпечення.

6.3.3 Конфігурування починають із ініціалізації портів обладнання (фізичних або логічних). Портам, що задіяні у з'єднанні, необхідно призначити адресну інформацію у відповідності із обраною телекомунікаційною технологією. Наприклад, у випадку використання технології IP цим портам необхідно призначити IP-адресу, маску підмережі та інші адресні дані, а у

випадку використання технології Frame Relay - призначити ідентифікатор DLCI і т. ін.

6.3.4 Після призначення адресної інформації слід активізувати механізми маршрутизації потоків трафіку користувачів беручи до уваги узгоджені у SLA рівні якості послуги. Порядок активізації цих механізмів залежить від виду узгодженої системи надання послуг.

У випадку використання системи обслуговування з максимальними зусиллями достатньо внести адресну інформацію портів обладнання, які задіяні у з'єднанні, до статичних таблиць маршрутизації проміжних вузлів мережі, або відповідним чином здійснити конфігурування традиційних засобів динамічної маршрутизації.

У випадку використання системи диференційованого обслуговування з гарантованим сервісом слід забезпечити просування протокольних блоків даних користувача за заздалегідь розрахованим маршрутом. Наприклад, якщо необхідно гарантувати надання потрібних мережних ресурсів визначеним потокам у IP-мережі, що були маршрутизовані на етапі інженерії трафіка, доцільно застосувати протокол резервування ресурсів RSVP. У повідомленнях цього протоколу для визначеного потоку прописується точний маршрут у вигляді послідовності IP-адрес інтерфейсів проміжних маршрутизаторів, через які протікає потік. Маршрутизатори запам'ятовують встановлені маршрути у таблицях комутації. А для того щоб пакети просувалися не за допомогою таблиць маршрутизації, а за допомогою таблиць комутації, інсталується спеціальна технологія просування – MPLS. Механізми спрямування пакетів за визначеними маршрутами слід використовувати ті, що викладені у підрозділах 5.6 та 5.7 цієї книги.

Для підтримки узгодженого у SLA рівня якості послуги, може бути необхідним виконати резервування ресурсів каналів передачі та (або) ресурсів мережного обладнання на всьому шляху від відправника пакетів до їх отримувача. Може також виникнути необхідність в активізації штатних механізмів у засобах QoS кожного із задіяних вузлів мережі.

Типовий фрагмент процедури конфігурування маршрутизатора серії Cisco 3600 у рамках технології FR за допомогою штатних засобів операційної системи Cisco IOS для гарантованої передачі голосового потоку, у якості приклада, наведено нижче.

```
router# config t
Enter configuration commands, one per line. End with CTRL/Z.
router(config)#interface serial0
router(config-if)#encapsulation frame-relay
router(config-if)#frame-relay traffic-shaping
router(config-if)#interface s0.200 point-to-point
router(config-subif)#frame-relay interface-dlci 200
router(config-fr-dlci)#class vofr
router(config-fr-dlci)#vofr cisco
router(config-fr-dlci)#map-class frame-relay vofr
router(config-map-class)#frame-relay cir 64000
router(config-map-class)#frame-relay bc 640
router(config-map-class)#frame-relay be 0
router(config-map-class)#frame-relay fragment 80
router(config-map-class)#frame-relay fair-queue
router(config-map-class)#frame-relay voice bandwidth 24000
router(config-map-class)#exit
router#
```

У прикладі вказана конфігурація, яка забезпечує для визначеного голосового потоку узгоджену швидкість передачі (CIR) на рівні 64 Кбіт/с, узгоджений сплеск (BC) – 640 біт, розмір фрейму – 80 байт. Для усіх віртуальних каналів PVC інтерфейсу Frame Relay встановлено режим обмеження потоку за допомогою механізмів формування трафіка (traffic shaping), а для визначеного голосового потоку на підінтерфейсі s0.200 (PVC з

DLCI 200) зарезервована смуга пропускання 24 Кбіт/с та активізований механізм зваженого справедливого обслуговування черги фреймів (WFQ). Для інкапсуляції голосових фреймів та фреймів даних в рамках одного віртуального каналу інстальовано дозвіл на використання фірмової технології компанії Cisco.

6.3.5 Після завершення конфігурування механізмів підтримки маршрутизації потоків трафіка користувачів та механізмів засобів QoS згідно з умовами SLA слід виконати перевірку коректності інстальованих параметрів обладнання. Така перевірка здійснюється за допомогою засобів вбудованих систем діагностики.

6.4 Контроль відповідності поточного рівня надання мережної послуги

Контроль відповідності поточного рівня надання мережної послуги складається із:

- 1) оцінювання поточних значень визначальних параметрів послуги;
- 2) визначення поточних оцінок рівня надання послуги у реальному часі;
- 3) визначення відповідності поточного рівня надання послуги положенням сервісної угоди.

Конкретні процедури контролю відповідності стосовно параметрів транспортних послуг та послуг некомутованого доступу розглянуті у подальших розділах цієї книги.

6.5 Поточне керування параметрами послуг та мережного обладнання

Поточне керування параметрами обладнання та інстальованих послуг здійснюється з метою досягнення двох взаємовиключних цілей: з одного боку, слід забезпечувати гарантії якості послуг, що мають надаватися користувачам мережі відповідно до умов укладених сервісних угод; з іншого боку, необхідно намагатися збільшувати ефективність використання мережних ресурсів (пропускну здатність каналів, буферну пам'ять, процесорний час обробки тощо) шляхом раціоналізації (оптимізації) їхнього розподілу між застосуваннями користувачів. Поточне керування параметрами являє собою динамічну проблему і, отже, статичними методами (наприклад, шляхом

збільшення пропускної здатності каналів, розмірів оперативної пам'яті, продуктивності процесору і т. ін.) в умовах обслуговування значної кількості клієнтів вирішити її неможливо. Зокрема, одна із основних задач керування – задача контролю та запобігання перенавантаженням трафіком у мережі. Перенавантаження у мережі або у конкретному вузлі виникають, коли застосування потребують ресурси в обсягах, що є більшими, ніж ресурсні можливості мережі. Звичайно це призводить до переповнення буферів комутуючих пристроїв і, як наслідок, до втрати пакетів. Хоч втрачені пакети можуть бути переповторені засобами протоколів більш високого рівня, але у випадках відсутності спеціальних механізмів це призведе до подальшого підсилення перенавантаження. Тому необхідно застосовувати механізми організації і обробки черг, а також ефективного керування наданням послуг та пропускною здатністю каналів з метою забезпечення динамічних рішень щодо підтримки визначених рівнів послуг і запобігання перенавантаженням.

6.6 Реагування на порушення умов сервісних угод

Необхідно здійснювати поточний контроль відповідності параметрів функціональності, параметрів QoS та NP з тим, щоб своєчасно відстежувати виникнення порушень умов SLA.

Якщо порушення спричинено виявленими проблемами у працездатності обладнання або помилками персоналу, то слід діяти відповідно до регламентів з експлуатації обладнання, що використовується, та корпоративними організаційно-розпорядчими документами.

Якщо виявлена некоректність дій споживача, то слід його негайно про це повідомити через обумовлені у SLA канали зв'язку.

6.7 Інформування клієнтів

Система диференційованого обслуговування з гарантованим сервісом передбачає необхідність оперативного інформування клієнтів у реальному часі щодо поточного стану обслуговування та використаних мережних ресурсів.

Порядок та засоби інформаційної взаємодії сервіс-провайдера із споживачами послуг розглянуті у розділі 4.6.

6.8 Переінсталяція параметрів

У випадку узгоджених змін в умовах SLA має здійснюватися відповідна переінсталяція параметрів функціональності, а також параметрів QoS та NP.

6.9 Інформування адміністрації сервіс-провайдера

З метою забезпечення контролю (перевірки) з боку адміністрації сервіс-провайдера стану обладнання і обслуговування на відповідність вимогам стандартів та інших розпорядчих документів підприємства, які регламентують роботу персоналу, а також прогнозування стану і планування розвитку мережі передбачається створення та підтримка відповідних механізмів внутрішньо корпоративного інформування. Зокрема, механізм створення звітів допомагає аналізувати результати контролю відповідності, надаючи базову статистику із середніми значеннями, відхиленнями та довірчими інтервалами, детальні звіти та відображення “картини якості” на мапі і т. ін.

Порядок та засоби внутрішньо корпоративної інформаційної взаємодії розглянуті у розділі 4.6.

6.10 Деінсталяція трафіка і послуг

У разі закінчення терміну дії SLA або виникнення подій, що відповідним чином зафіксовані у SLA, необхідно деінсталювати трафік та послуги, які надавались згідно з умовами такого SLA.

6.11 Збереження архівних даних

Архівні дані щодо кожного SLA мають зберігатися протягом одного року після закінчення обслуговування.

7 ПРОЦЕСНІ МОДЕЛІ ОБСЛУГОВУВАННЯ

7.1 Взаємозв'язок служб та процесів обслуговування

Технологічні процеси надання послуг на основі використання ресурсів МПД мають бути узгоджені між собою і оптимізовані за критерієм мінімуму експлуатаційних витрат. Запропоновані у цій книзі моделі обслуговування базуються на процесному підході (див. ДСТУ ISO 9000) і концепції так званої ТОМ-моделі структури управління телекомунікаційними мережами, яка підтримується МСЕ-Т [9,11,12]. З урахуванням вищезазначеного, а також прийнятого розподілу життєвого циклу підтримуваних сервісних угод за стадіями, що визначені у підрозділі 4.4, структура процесних моделей обслуговування має відтворювати взаємозв'язок служб та процесів обслуговування, що відображений на рисунку 7.1.

Як видно із рисунка 7.1, уся множина технологічних процесів, які у сукупності визначають прийняту технологію надання послуг на базі МПД, за функціональною ознакою розподілена на три підмножини груп процесів:

- 1) підмножина груп процесів, що пов'язані із організаційною підтримкою надання послуг;
- 2) підмножина груп процесів, що пов'язані із технічною підтримкою надання послуг;
- 3) підмножина груп процесів, що пов'язані із технічною підтримкою мережі та управлінням ресурсами мережі.

У свою чергу, упорядкованість окремих процесів в рамках кожної із груп процесів відповідає структурі ТОМ-моделі, яка відображена на рисунку 7.1 у вигляді сукупності білих та темних прямокутників на білому фоні. (Два темних прямокутника на білому фоні відображають білінгові процеси - фінансовий супровід обслуговування та визначення вартості послуги, котрі хоч і входять до складу ТОМ-моделі, але у цій книзі у повній мірі не розглядаються).

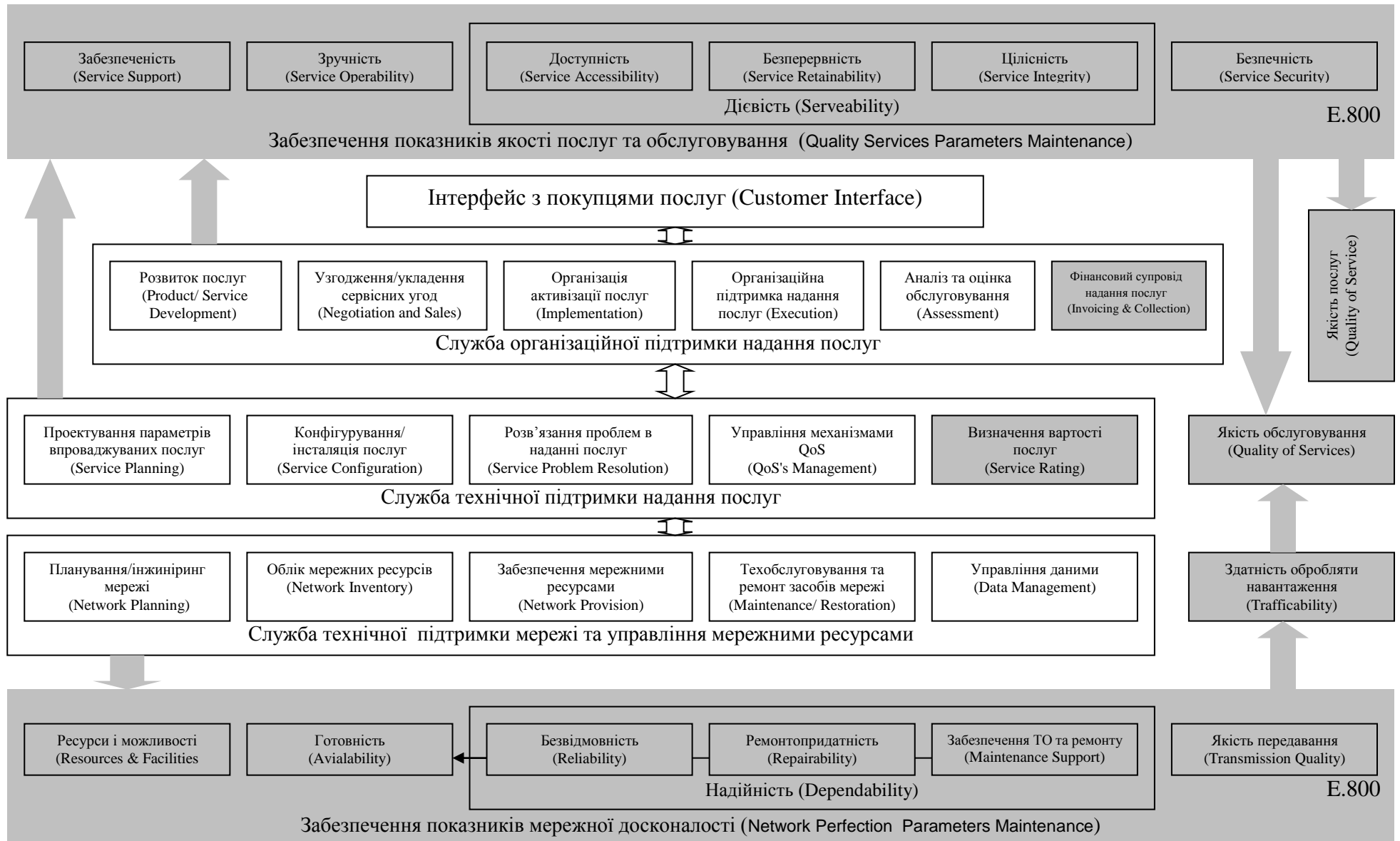


Рисунок 7.1 – Взаємозв'язок служб та процесів обслуговування

На кінець, структура розподілу процесів організаційної підтримки надання послуг повністю відображає стадії життєвого циклу сервісних угод, відповідно до умов котрих здійснюється обслуговування.

Кожна група процесів підтримується відповідною спеціалізованою службою. Зокрема, організаційну підтримку надання послуг, у т.ч. взаємодію із користувачами та покупцями послуг, здійснюють шість служб: функціональні обов'язки між п'ятьома із них розподілені відповідно до стадій життєвого циклу сервісних угод, а шоста служба забезпечує фінансовий супровід надання послуг і має враховуватися у процесних моделях обслуговування згідно із архітектурою ТОМ-моделі. Розподіл груп процесів технічної підтримки надання послуг, мережі та мережних ресурсів між спеціалізованими службами, які повинні реалізовувати ці процеси на практиці, здійснений відповідно до ТОМ-моделі, тобто п'ять служб на рівні управління наданням послуг і п'ять служб на рівні управління мережними ресурсами. Така структуризація груп процесів є гармонізованою із функціональною структурою характеристик властивостей якості послуг та мережної досконалості (властивостей QoS/NP), що надана у рекомендації МСЕ-Т E.800. Ці властивості послуг та ресурсів мережі, а також їхній зв'язок із групами процесів та службами, які ці властивості забезпечують відображені на рисунку 7.1 у вигляді прямокутників на темному фоні.

Прийнята структура взаємозв'язків між службами підтримки обслуговування покупців послуг та групами процесів, які ці служби реалізують, використовується для побудови так званих процесних моделей обслуговування. Такі моделі розроблюються з метою уніфікації та формалізації технології надання телекомунікаційних послуг і, таким чином, спрямовані на покращення якості обслуговування клієнтів та підвищення ефективності використання мережних ресурсів.

7.2 Відображення процесів обслуговування

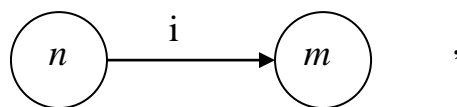
7.2.1 Процесні моделі обслуговування відображають функціонально самодостатні технологічні ланцюги, що реалізують прийняту технологію обслуговування. Уся множина процесів обслуговування охоплюється такими видами процесних моделей [13]:

- 1) модель підтримки створення та розвитку послуг;
- 2) модель підтримки продажу послуг;
- 3) модель опрацювання замовлень;
- 4) модель опрацювання проблем;
- 5) модель підтримки розрахунків за обслуговування;
- 6) модель підтримки аналізу та оцінки якості обслуговування.

7.2.2 У якості основного складового елемента процесної моделі обслуговування прийнято відображення одиничного вектору інформаційного потоку, який генерується певною однією службою і використовується іншою службою підтримки обслуговування. Іншими словами, кожен одиничний вектор має початок і кінець. Початок вектору пов'язується з групою процесів, що підтримуються якоюсь одною службою, а кінець – з групою процесів, що підтримуються будь-якою іншою службою.

Упорядкована послідовність одиничних векторів у вигляді ланцюго-подібного графа, яка відображає один із процесів обслуговування, у цій книзі називається процесною моделлю обслуговування.

Якщо за цих умов здійснити нумерацію служб, які входять до складу ТОМ-моделі, що відображена на рисунку 7.1, і нумерацію можливих інформаційних потоків за їхніми видами, то позначка одиничного вектору буде мати такий вигляд:



де n - порядковий номер служби – джерела даних інформаційного потоку;

m – порядковий номер служби – отримувача даних інформаційного потоку;

i - номер виду інформаційного потоку.

Нумерація служб згідно із їхніми порядковими номерами надана у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Дані щодо порядкових номерів, які присвоєні службам підтримки обслуговування (див. рисунок 7.1)

| Назва функцій служби | Порядковий номер служби | Назва функцій служби (подовження) | Порядковий номер служби |
|--|-------------------------|--|-------------------------|
| Розвиток послуг | 1 | Розв'язання проблем в наданні послуг | 9 |
| Узгодження/укладення сервісних угод | 2 | Управління механізмами QoS | 10 |
| Організація активізації послуг | 3 | Визначення вартості послуг | 11 |
| Організація підтримки надання послуг | 4 | Планування / інжиніринг мережі | 12 |
| Аналіз та оцінка обслуговування | 5 | Облік мережних ресурсів | 13 |
| Фінансовий супровід надання послуг | 6 | Забезпечення мережними ресурсами | 14 |
| Проектування параметрів впроваджуваних послуг | 7 | Техобслуговування та ремонт засобів мережі | 15 |
| Конфігурування та інсталяція послуг згідно SLA | 8 | Управління даними | 16 |

Нумерація видів інформаційних потоків буде надана в подальших підрозділах під час опису процесних моделей обслуговування. При цьому прийняті такі позначення:

ІП _{x} , де x – порядковий номер виду інформаційного потоку (ІП);

Су – служба підтримки надання послуг (С) із порядковим номером у.

7.3 Модель підтримки процесів створення та розвитку послуг

Організаційно-технологічна схема відображення процесів, що виконуються технологічними підрозділами сервіс-провайдера на стадії створення нової або розвитку вже існуючої послуги (тобто, технологічний ланцюг потоків і процесів створення/модернізації послуги), показана у вигляді графа на рисунку 7.2.

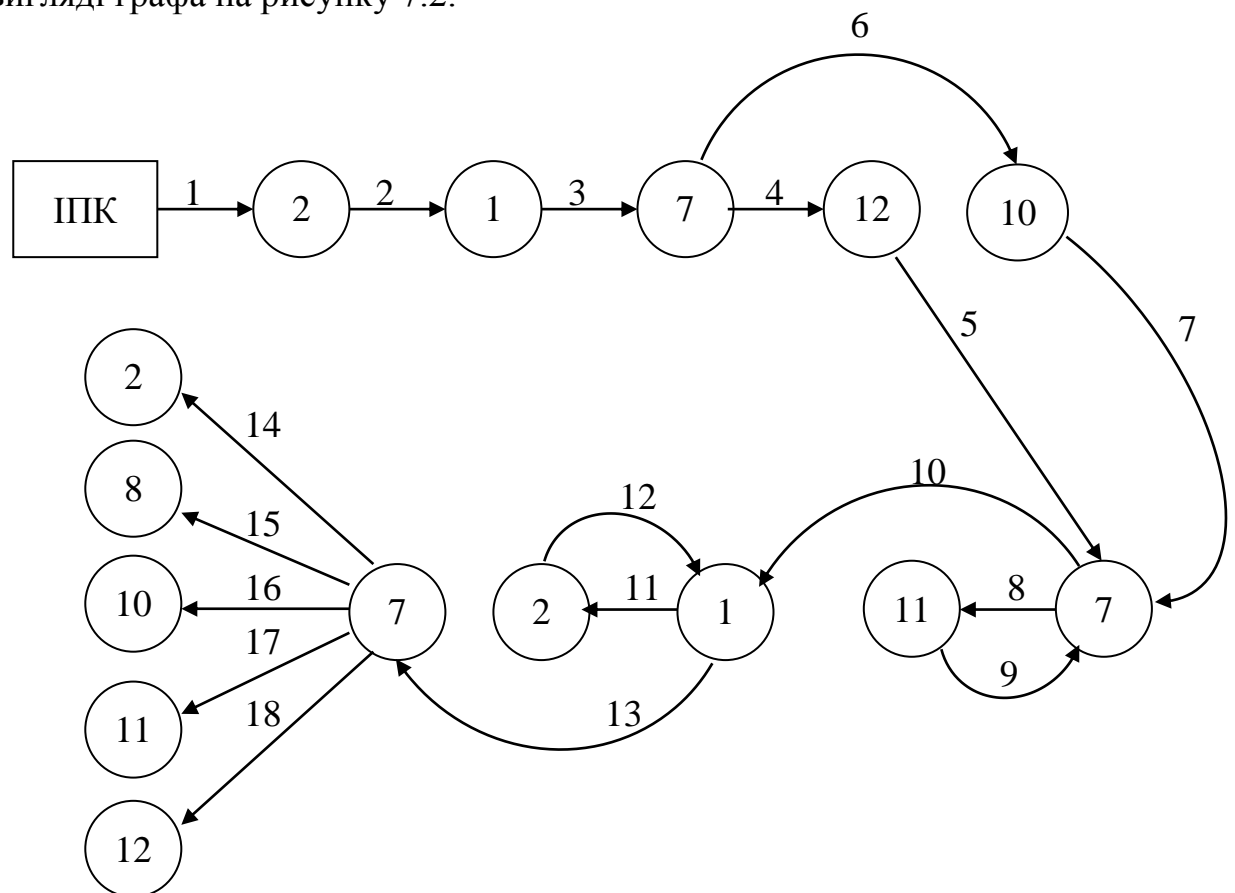


Рисунок 7.2 – Процесна модель підтримки створення та розвитку послуги

1. Джерело ІП 1 - **інтерфейс покупців послуг (ІПК)**.
2. **ІП 1** – це інформаційний потік із побажаннями та вимогами покупців щодо характеристик вже існуючих послуг та розробки нових послуг: функціональні характеристики послуг, параметри продуктивності, параметри QoS, точки доступу до послуг (SAP), технології доступу тощо.

3. Отримувач даних ІІ 1 – **служба узгодження /укладання сервісних угод (С2)**. Ця служба збирає та здійснює попередню агрегацію даних ІІ 1.

4. **ІІ 2** – інформаційний потік із агрегованими даними щодо характеристик вже існуючих або нових послуг, що є бажаними для потенційних користувачів.

5. Отримувач даних ІІ 2 – **служба розвитку послуг (С1)**. Ця служба виконує оцінку даних ІІ 2 під кутом зору економічної доцільності модернізації існуючих або розробки нових послуг: бізнес-потенціал нової послуги, можливі додаткові прибутки від модернізації послуги і т. ін.

6. **ІІЗ** – інформаційний потік із результатами оцінки бізнес-потенціалу нових послуг та додатковими зисками від модернізації вже існуючих послуг, часу життя послуг та інших характеристик бізнес-плану впровадження послуг.

7. Отримувач даних ІІЗ – **служба проектування параметрів впроваджуваних послуг (С7)**. Ця служба на основі даних ІІЗ здійснює проектування параметрів послуг: нових або тих, що мають бути модернізованими. В процесі проектування, як правило, досліджується кілька варіантів архітектури послуги, їхній вплив на рівень якості послуги. При цьому намагаються узгодити (оптимізувати) між собою вимоги до сервіс- та мережно-орієнтованих параметрів, а також до сервіс/мережно-незалежних параметрів (див. підрозділ 2.3), тобто знайти компромісне рішення щодо вибору параметрів послуги. Компромис полягає в тому, щоб, з одного боку, забезпечити високий рівень надання нової/модернізованої послуги, а з другого боку, при цьому суттєво не знизити коефіцієнт використання мережних ресурсів та (або) не підвищити ймовірність виникнення перенавантажень.

В процесі проектування параметрів послуги служба С7, як правило, взаємодіє із службою С10 і С12, надсилаючи відповідні запити (ІІ4 і ІІ5) на адресу цих служб. Служба С12 отримує запити щодо можливостей мережної інфраструктури підтримати запроєктовані параметри нової/модернізованої

послуги, а служба С10 - щодо можливостей механізмів QoS забезпечити необхідну якість надання нової/модернізованої послуги. Опрацювавши такі запити, служби С10 та С12 надсилають необхідні відповіді на адресу служби С7 (Ш5 та Ш7). Процес інформаційного взаємо-обміну між службами С7 – С10 та С7 – С12 триває в ітеративному режимі доти, поки служба С7 отримає кінцеві результати проектування параметрів нової/модернізованої послуги.

8. Ш 4 – потік запитів служби С7 на адресу служби С12 із попередніми (проміжними) оцінками параметрів впроваджуваної послуги щодо можливості мережної інфраструктури підтримати ці варіанти параметрів. Цей потік містить дані щодо усіх технічних параметрів послуги (як сервіс-орієнтованих, так і мережно-орієнтованих), необхідних для її надання, включаючи QoS-параметри, географічні та часові обмеження тощо. В запитах може міститися інформація про можливі варіанти рішень під час проектування послуги із визначеними пріоритетами або преференціями в альтернативних рішеннях.

9. Отримувач даних Ш 4 – **служба планування/інженерії мережі (С12).**

Ця служба, взявши до уваги дані Ш 4, намагається розробити детальні вимоги щодо кількості та якості мережних ресурсів, які є необхідними для впровадження послуги із визначеними в Ш 4 характеристиками. Аналізуються вимоги, які пред'являються новою послугою до параметрів мережної досконалості, у порівнянні із існуючою структурою мережних ресурсів та навантажень мережних елементів. Проводиться інженерія додаткових потоків. Оцінюється вартість необхідних додаткових мережних ресурсів, вартість їхньої інсталяції, проміжок часу, потрібний для впровадження нової або модернізованої послуги на МПД і т. ін. Визначається також порядок дій персоналу під час впровадження послуги. Якщо в процесі дослідження можливостей мережі щодо впровадження/модернізації послуги виявиться, що існуючі технології не дозволяють із достатньою ефективністю здійснити таке впровадження, то служба С12 має надати рекомендації щодо

доцільності і шляхів здійснення модернізації мережної інфраструктури з відповідними оцінками вартості модернізації та її терміну.

10. **ІІІ 5** – потік відповідей служби С12 на запити служби С7 із результатами планування та інженерії мережі, що здійснювались у зв'язку із впровадженням нової послуги або модернізацією вже існуючої послуги за наданими у запитах специфікаціями послуги. Цей інформаційний потік містить дані з оцінками ресурсних та часових витрат на модифікацію мережної інфраструктури, які доведеться нести, якщо буде прийнято рішення про впровадження або модернізацію досліджуваної послуги за наданими специфікаціями.

11. **ІІІ 6** – потік запитів служби С7 на адресу служби С10 із попередніми (проміжними) оцінками параметрів впроваджуваної послуги щодо можливості підтримки наданих варіантів параметрів послуги механізмами QoS. Цей потік містить дані щодо усіх технічних параметрів послуги (як сервіс-орієнтованих, так і мережно-орієнтованих), необхідних для її надання, включаючи параметри мережної досконалості, географічні та часові обмеження тощо. В запитах може міститися інформація про можливі варіанти рішень під час проектування послуги із визначеними пріоритетами або преференціями в альтернативних рішеннях.

12. Отримувач даних **ІІІ6** – **служба управління механізмами QoS (С10)**.

Ця служба, взявши до уваги дані **ІІІ6**, намагається розробити процедури управління якістю надання нової/модернізованої послуги, які є необхідними для впровадження послуги із визначеними в **ІІІ6** характеристиками. Аналізуються вимоги, які пред'являються новою послугою до служби QoS, у порівнянні із існуючою архітектурою механізмів цієї служби. Оцінюються можливості щодо рівнів надання досліджуваної послуги, проміжок часу, потрібний для інсталяції нових процедур керування механізмами QoS і т.ін.

13. **ІІІ 7** – потік відповідей служби С10 на запити служби С7 із результатами розробки процедур управління механізмами QoS та оцінки

можливих рівнів надання нової/модернізованої послуги за наданими у запитах специфікаціями цієї послуги.

14. Отримувач даних ПП5 та ПП 7 - **служба проектування параметрів впроваджуваних послуг (С7)**. Ця служба, взявши до уваги дані потоків ПП5 та ПП7, оцінює здійснюваність нової/модернізованої послуги за досліджуваними варіантами специфікацій цієї послуги. Якщо результат оцінки – позитивний, то ця служба здійснює техно-робоче проектування послуги, включаючи створення її трафаретів. Розроблюється також бізнес-план впровадження нової/модернізованої послуги в експлуатаційну практику сервіс-провайдера, включаючи розробку моделі ризиків, пов'язаних із цим впровадженням. В процесі проектування служба С7 взаємодіє в ітеративному режимі із службою С11 щодо визначення вартості послуги та розробки тарифної політики (потіки ПП8 та ПП9), а також через службу С2 взаємодіє із службою С3 щодо визначення потоків матеріальних ресурсів, які необхідно акумулювати для забезпечення впровадження нової/модернізованої послуги (потіки ПП10, ПП11, ПП12 та ПП13).

15. **ПП8** – потік запитів служби С7 на адресу служби С11 із характеристиками нової/модернізованої послуги, що є необхідними для визначення вартості послуги та тарифної політики, пов'язаної із її продажем.

16. Отримувач даних ПП8 – **служба визначення вартості послуг (С11)**. Ця служба на основі даних ПП8 надає рекомендації проектувальникам послуги з проблем ціноутворення та розробки тарифної політики.

17. **ПП 9** – потік відповідей служби С11 на запити служби С7 із рекомендаціями щодо визначення ціни нової/модернізованої послуги та відповідної тарифної політики.

18. **ПП 10** - потік запитів служби С7 на адресу служби С1 щодо обсягів та динаміки забезпечення матеріальними ресурсами процесу надання нової/модернізованої послуги.

19. Отримувач даних ПП 10 – **служба розвитку послуг (С1)**. Ця служба, консультуючись із **службою узгодження/укладання сервісних угод (С2)**

шляхом організації потоків **ІІ 11 та ІІ 12**, і на основі даних потоку ІІ 10 розроблює варіанти постачання матеріальними ресурсами, необхідними для впровадження нової/модернізованої послуги.

20. **ІІ 13** – потік відповідей служби С1 на адресу служби С7 із розробленими варіантами забезпечення впровадження нової/модернізованої послуги матеріальними ресурсами.

21. Отримувач даних ІІ9 та ІІ13 – **служба проектування параметрів впроваджуваних послуг (С7)**. В результаті проектування на основі даних ІІ5, ІІ7, ІІ9 та ІІ13 служба С7 визначає усі параметри (точніше, - області припустимих значень усіх параметрів) нової/модернізованої послуги, які дозволяється використовувати у якості параметрів SLA під час укладання сервісних угод. Дані щодо функціональності нової/модернізованої послуги, областей припустимих значень параметрів SLA, цін та тарифної політики, усієї множини умов та обмежень, які мають супроводжувати процес її надання (зокрема, зони географічного покриття обслуговуванням, часові обмеження і т.ін.), за допомогою потоків ІІ14, ІІ15, ІІ16, ІІ17 та ІІ18 надсилаються на адресу служб С2, С8, С10, С11, С12 з метою, щоб перелічені служби мали змогу підготуватися до надання нової/модернізованої послуги.

22. **ІІ 14, ІІ 15, ІІ 16, ІІ 17, ІІ 18** – потоки із кінцевими результатами проектування нової/модернізованої послуги, що надсилаються службою С7 на адресу служб, які мають безпосереднє відношення до процесу впровадження послуг. Це – служби С2, С8, С10, С11, С12.

7.4 Модель підтримки продажу послуг

Організаційно-технологічна схема відображення процесів, що виконуються технологічними підрозділами сервіс-провайдера на стадії підтримки продажу послуги (тобто, технологічний ланцюг потоків і процесів підтримки продажу послуги), показана у вигляді графа на рисунку 7.3. Кінцевим результатом робіт за цією стадією життєвого циклу SLA являється узгоджена за усіма параметрами та підписана з обох сторін сервісна угода,

яка точно визначає обов'язки сторін, характеристики послуги, ціну, термін та умови її надання.

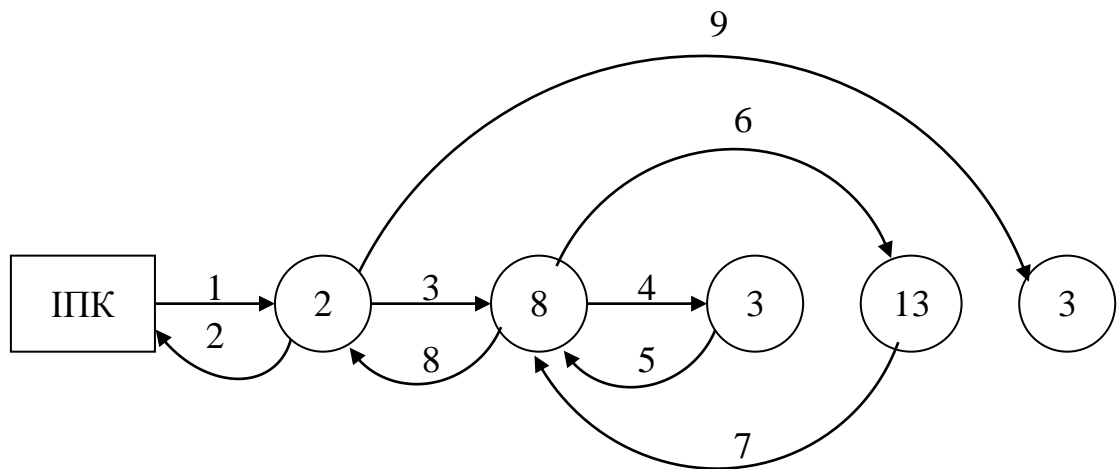


Рисунок 7.3 – Процесна модель підтримки продажу послуги

Джерело ІІ 1 - **інтерфейс покупців послуг (ШПК)**.

ІІ 1 – потік запитів щодо можливостей та умов отримання послуги із попередньо визначеними характеристиками.

Отримувач даних ІІ1 – **служба узгодження/укладання сервісних угод (С2)**. Ця служба здійснює процедуру узгодження потреб покупця послуги із ресурсними можливостями сервіс-провайдера щодо надання послуг на базі приналежній йому МПД. Уяснивши суть потреб покупця, зокрема потреб його прикладних застосувань в отриманні телекомунікаційних послуг, і знаючи ресурсні можливості МПД, служба С2 в ітеративній взаємодії із покупцем намагається знайти компромісні пропозиції, які б задовольняли покупця за усіма аспектами обслуговування – функціональність послуги, QoS-параметри, ціна послуги, географічне покриття обслуговуванням, режими змін в умовах обслуговування, методи та точки доступу до послуги, механізми та періоди звітування, взаємні зобов'язання, штрафні санкції, інші умови SLA, перелік яких надано в підрозділі 4.3.

ІІ 2 – потік відповідей служби С2 на запити потенційного покупця послуги в процесі узгодження умов сервісної угоди.

ІІ 3 – потік із даними параметрів SLA, які служба С2 узгодила із покупцем послуги.

Отримувач даних ІІ3 – **служба конфігурування/інсталяції послуг (С8)**. Взявши до уваги дані ІІ3, служба С8 здійснює оцінку можливостей реалізації послуг з узгодженими параметрами. В процесі такої оцінки служба С8 організує інформаційну взаємодію із службами С3 та С13, надсилаючи відповідні запити на їхню адресу.

ІІ 4 – потік із запитами служби С8 на адресу служби С3 щодо можливих термінів акумуляції матеріальних ресурсів, необхідних для активізації послуги згідно із заданими параметрами SLA.

Отримувач даних ІІ 4 – **служба організації активізації послуг (С3)**. Взявши у якості вихідних дані ІІ 4, служба С3 здійснює оцінку терміну, необхідного для акумуляції матеріальних ресурсів згідно із заданими параметрами SLA.

ІІ 5 – потік із відповідями служби С3 на запити служби С8 щодо термінів акумуляції матеріальних ресурсів, необхідних для активізації послуг.

10. **ІІ 6** – потік із запитами служби С8 на адресу служби С13 щодо можливих термінів підготовки мережних ресурсів до опрацювання замовлень, які відповідають наданим параметрам SLA.

11. Отримувач даних ІІ6 – **служба обліку мережних ресурсів (С13)**. Ця служба у відповідь на запити ІІ6 визначає терміни підготовки мережних ресурсів до опрацювання замовлення згідно із наданими параметрами SLA.

12. **ІІ 7** – потік із відповідями служби С13 на запити служби С8 щодо термінів підготовки мережних ресурсів.

13. Отримувач даних ІІ5 та ІІ7 – **служба конфігурування/інсталяції послуг (С8)**. На основі аналізу власних ресурсів, а також даних потоків ІІ5 та ІІ7, ця служба визначає необхідний проміжок часу між моментом

підписання контракту (та відповідної сервісної угоди) та моментом закінчення робіт із активізації послуги, що має надаватися відповідно до умов SLA.

14. **ІІІ 8** – потік із відповідями служби С8 на запити служби С2, що містять визначення часових проміжків, які потрібні для конфігурування та інсталяції параметрів послуг відповідно до наданих умов SLA з урахуванням часу, необхідного для акумуляції усіх матеріальних ресурсів, що забезпечують активізацію цих послуг.

15. Отримувач даних ІІІ 8 – **служба узгодження/укладання сервісних угод (С2)**. Маючи дані параметрів SLA, які служба С2 узгодила із покупцем послуги, а також дані потоку ІІІ8, служба С2 здійснює процедуру підписання контракту та відповідної сервісної угоди. Після підписання контракту та сервісної угоди з боку обох сторін інформація щодо усіх параметрів SLA, які містяться в тексті підписаної сервісної угоди, передається службі С3 на опрацювання.

16. **ІІІ 9** – потік із параметрами SLA підписаних сервісних угод, що ініціюється службою С2.

17. Отримувач даних ІІІ 9 – **служба організації активізації послуг (С3)**.

7.5 Модель процесів опрацювання замовлень

Організаційно-технологічна схема відображення процесів, що виконуються технологічними підрозділами сервіс-провайдера на стадії опрацювання замовлень (тобто, технологічний ланцюг потоків і процесів опрацювання замовлень відповідно до умов SLA), показана у вигляді графа на рисунку 7.4.

Після того, як сервісна угода набула чинності, на протязі відведеного проміжку часу здійснюється підготовка ресурсів мережі та інших ресурсів до набуття стану, коли забезпечується можливість надання послуг у відповідності із умовами сервісної угоди. Здійснюється побудова каналу доступу клієнта до мережної інфраструктури сервіс-провайдера (у разі

потреби), виконується конфігурація послуги та мережних ресурсів відповідно до умов SLA, інсталиуються відповідні параметри QoS та показників мережної досконалості, створюються канали обміну інформацією між кінцевим сервіс-провайдером та представниками покупця послуги, тестується обладнання, вмикаються механізми обліку ресурсів, що надаються згідно умов SLA, переводяться в активний стан усі ресурси, що пов'язані із забезпеченням надання послуг

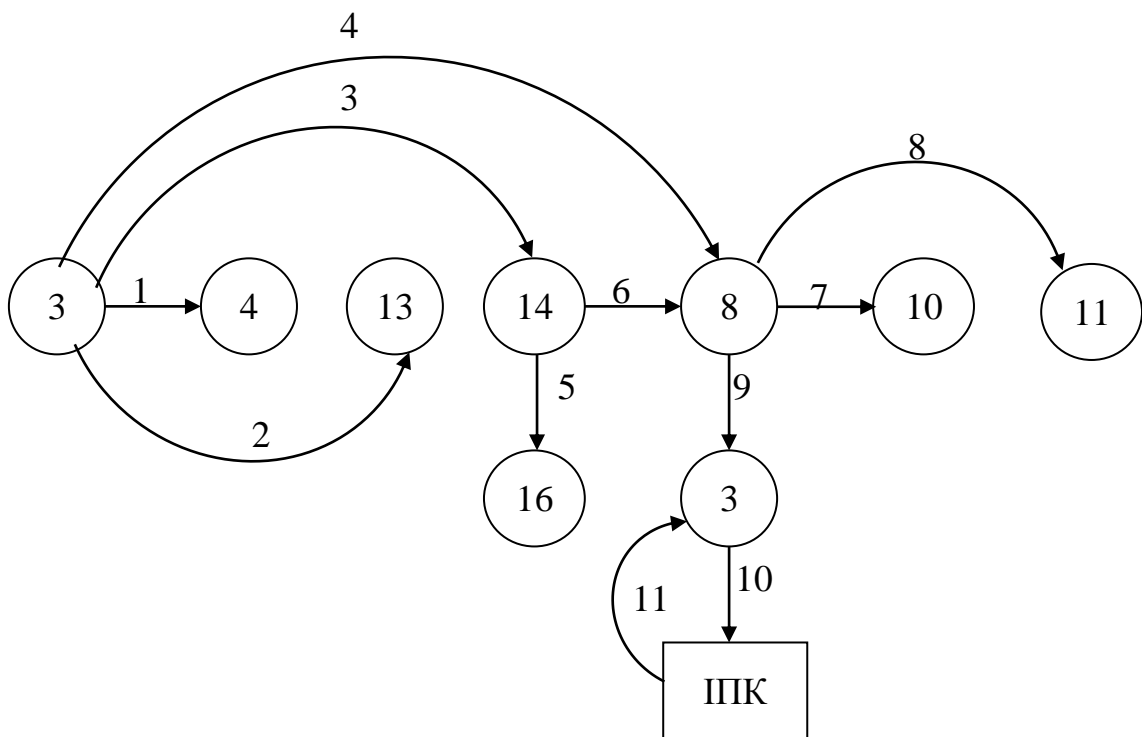


Рисунок 7.4 – Процесна модель опрацювання замовлень

відповідно до умов сервісної угоди. Про досягнення активного стану обладнання інформується покупець, разом з котрим виконується заключний етап тестування обладнання на прикладах, максимально наближених до умов використання послуги прикладними застосуваннями покупця.

1. **Служба організації активізації послуг (С3)** інсталює потоки ІП 1, ІП 2 та ІП3 на адресу служб С4, С8, С13 та С14 із заявками на активізацію відповідних ресурсів цих служб.

2. **ІІ 1** – потік заявок служби С3 на адресу служби С4 із параметрами SLA, що є необхідними для організації каналу звітування покупця про стан обслуговування.

3. **ІІ 2** – потік заявок служби С3 на адресу служби С13 із параметрами SLA, що є необхідними для постановки на облік ресурсів, які будуть використовуватися згідно умов SLA.

4. **ІІ 3** – потік заявок служби С3 на адресу служби С14 із параметрами SLA, що є необхідними для забезпечення надання послуг відповідними мережними ресурсами.

5. **ІІ 4** – потік заявок служби С3 на адресу служби С8 із параметрами SLA, що є необхідними для конфігурування та інсталяції послуг.

6. Отримувач даних ІІ1 – **служба організаційної підтримки надання послуг (С4)**. На основі даних потоку ІІ1 ця служба створює канал звітування покупця про стан обслуговування.

7. Отримувач даних ІІ2 – **служба обліку мережних ресурсів (С13)**. На основі даних потоку ІІ2 ця служба інсталує параметри та активізує механізми обліку ресурсів згідно умов SLA.

8. Отримувач даних ІІ3 – **служба забезпечення мережними ресурсами (С14)**. На основі даних потоку ІІ3 ця служба здійснює конфігурування елементів мережі та інсталяцію параметрів мережної досконалості, щоб забезпечити можливість раціонального конфігурування параметрів послуг відповідно до умов SLA. Дані щодо виконаних змін у структурі мережних ресурсів заносяться у базу даних **служби управління даними (С16)** потоком **ІІ5**.

9. **ІІ 6** – потік даних, ініційований службою С14 на адресу служби С8, із інстальованими параметрами мережної досконалості відповідно до умов SLA. Ці дані використовуються службою С8 під час конфігурування та інсталяції параметрів послуг.

10. Отримувач даних ІІ4 та ІІ6 – **служба конфігурування/інсталяції послуг (С8)**. На основі даних ІІ4 та ІІ6 ця служба здійснює конфігурування

та інсталяцію параметрів послуг відповідно до умов SLA. Дані щодо конфігурації послуг та інстальованих параметрів цих послуг і параметрів показників мережної досконалості надсилаються на адресу служб C10 та C11 потоками ПП7 та ПП8 відповідно. Зконфігуровані послуги активізуються. Про це повідомляється служба C3 потоком ПП9.

11. **П 7** – потік, ініційований службою C8, на адресу **служби управління механізмами QoS (C10)** із конфігураційними даними інстальованих послуг. Ці дані використовуються службою C10 для настроювання механізмів QoS.

12. **П 8** – потік, ініційований службою C8, на адресу **служби визначення вартості послуг QoS (C11)** із конфігураційними даними інстальованих послуг. Ці дані використовуються службою C11 для настроювання механізмів визначення вартості послуг (зокрема, параметрів білінгових систем) на диференційоване обслуговування з урахуванням умов SLA (одержаних преференцій, наданих пріоритетів тощо).

13. **П 9** – повідомлення, ініційовані службою C8, на адресу служби C3 про активний стан системи обслуговування щодо надання послуг за сервісними угодами, параметри котрих заявлялись службою C3 через потік ПП4.

14. Отримувач даних ПП9 – **служба організації активізації послуг (C3)**. Отримавши дані через потік ПП9 про досягнення активного стану обладнання згідно умов сервісної угоди, ця служба інформує покупця про готовність розпочати процес обслуговування і, в разі необхідності, організує разом із представниками покупця заключний етап тестування обладнання (потоки **П 10** та **П 11**) на відповідність вимогам SLA на прикладах, максимально наближених до умов використання послуги прикладними застосуваннями покупця.

7.6 Модель процесів опрацювання проблем

Організаційно-технологічна схема відображення процесів, що виконуються технологічними підрозділами сервіс-провайдера на стадії опрацювання проблем (тобто, технологічний ланцюг потоків і процесів опрацювання проблем, що виникають під час надання послуг), показана у вигляді графів на рисунках 7.5 та 7.6.

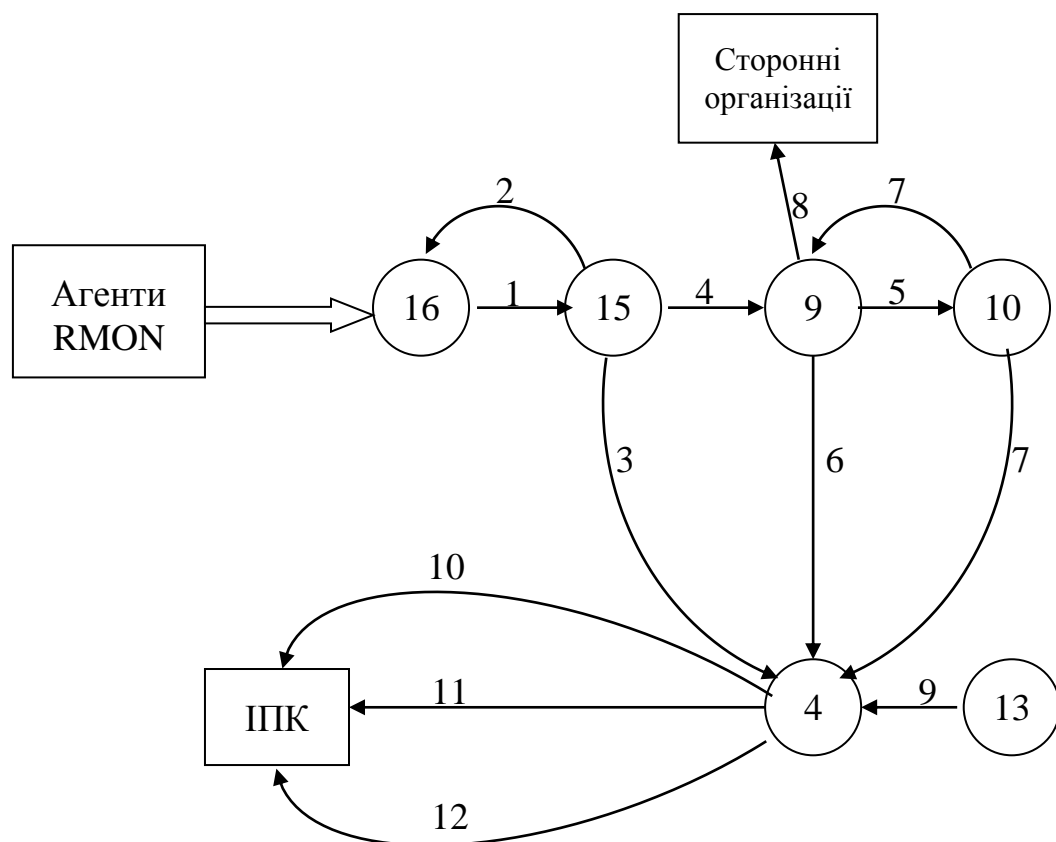


Рисунок 7.5 – Процесна модель опрацювання проблем у випадку, коли не виникло порушень умов SLA

7.6.1 Рисунок 7.5 відображає ситуацію опрацювання проблем в процесі надання послуг, коли:

- виникло **ушкодження (Impairment)**, тобто аномалія або дефект в роботі обладнання, але не його відмова, за умов відсутності переривань в наданні послуг;

- виникло переривання в наданні послуги, але не у більшій мірі, чим це визначено умовами сервісної угоди, тобто виникла ситуація, коли **параметр деградації послуги (Service Degradation Factor, SDF)** ще не перевищив можливого ступеню деградації послуги відносно параметрів GoS, що зафіксовані у SLA.

У цьому випадку у якості джерел **необроблених даних щодо функціонування (Raw Performance Data)** (тобто, необроблених первісних даних щодо стану обладнання та поточного рівня обслуговування), а також сигналів тривоги та повідомлень про перетин порогів виступають **агенти RMON** системи управління МПД.

Процесна модель обслуговування для такого випадку відображається у вигляді нижченаведеної послідовності одиничних векторів.

1. Отримувач необроблених даних щодо функціонування - **служба управління даними (С16)**. В процесі надання послуг необроблені первісні дані щодо функціонування телекомунікаційної мережі та служби QoS, як правило, в автоматичному режимі збираються від усіх задіяних на мережі джерел генерації даних - на рівні систем управління елементами мережі, мережних серверів, серверів застосувань тощо. Ці дані, у т.ч. дані щодо поточного стану обслуговування, піддаються первісній обробці і накопичуються в базі даних служби С16.

2. **ІІ 1** – потік інформації із бази даних служби С16, яка є необхідною для контролю відповідності обладнання.

3. Отримувач даних ІІ 1 - **служба техобслуговування та ремонту засобів мережі (С15)**.

Служба С15 – це служба, яка безпосередньо у реальному часі здійснює нагляд за поточним станом обслуговування – як за станом мережних ресурсів, так і за станом надання послуг (оскільки контрольовані параметри

мережної досконалості і якості надання послуг являють собою взаємопов'язану сукупність). Дані потоку Ш 1 використовуються службою С15 в процесі контролю стану ресурсів мережі та ресурсів служби QoS. Служба С15 у реальному часі відслідковує події, що пов'язані із контролем відповідності усього телекомунікаційного обладнання. Зокрема, відслідковуються:

- **індикація тривоги (Alarm)** – попереджувальна індикація про виниклу подію, яка може привести або вже привела до деградації параметрів послуги або до відмови в наданні послуги (наприклад, відмова мережного елемента, уповільнення роботи прикладного застосування, зменшення функціональності підсистеми керування тощо);

- **повідомлення про перетин порогу (Threshold Crossing Alert)** – повідомлення про виникнення події, коли контрольований параметр досягає або перетинає встановлений поріг гранично припустимого значення цього параметру. Пороги припустимих значень контрольованих параметрів визначаються умовами сервісних угод. Перетин порогу за межі припустимих значень параметру, як правило, означає підвищену ймовірність виникнення перевантажень трафіком або зменшення здатності обладнання у повній мірі виконувати штатні функції.

4. Якщо в процесі надання послуг відповідність оцінок контрольованих параметрів знаходиться в припустимих межах відносно заявлених значень параметрів у розрізі усіх діючих сервісних угод, то служба С15 потоком Ш 2 вносить відповідні дані у базу даних служби С16 і потоком Ш 3 надсилає повідомлення службі С4 про нормальний стан обслуговування.

5. У разі виявлення невідповідності (зокрема, появи сигналу тривоги) служба С15 реалізує процедури локалізації та усунення виниклої проблеми. На початку цієї процедури вирішуються дві групи питань:

- 1) з яким видом ресурсів слід пов'язати виниклу проблему? Чи її виникнення обумовлюється некоректною роботою мережних ресурсів, чи її

слід пов'язати із роботою механізмів служби QoS, чи вона має комплексний характер?

2) наслідком проблеми буде порушення умов діючих сервісних угод, чи стануться погіршення в обслуговуванні у припустимій мірі?

В залежності від отриманої відповіді на поставлені вище питання, вибираються процедури вирішення проблеми.

Якщо виявиться, що виникнення проблеми обумовлюється некоректною роботою мережних ресурсів і не призвело до порушень умов діючих сервісних угод, то служба С15 самостійно за рахунок власних сил вирішує цю проблему.

Якщо виявиться, що виникнення проблеми обумовлюється некоректною роботою мережних ресурсів і призвело до порушень умов діючих сервісних угод, то служба С15 діє згідно із процедурою, яка викладена у підрозділі 7.6.2.

Якщо виявиться, що проблема має комплексний характер або пов'язана з роботою механізмів надання послуг, то про це повідомляється служба розв'язання проблем в наданні послуг С9. Такі повідомлення передаються потоком ІІІ 4.

6. **ІІІ 4** – потік із даними щодо виявленої проблеми в наданні послуг: час появи проблеми, її характер, стан обладнання на той момент, зроблені кроки та пропозиції щодо вирішення проблеми тощо.

7. Отримувач даних ІІІ 4 - **служба розв'язання проблем в наданні послуг (С9)**.

На основі даних ІІІ 4 служба С9 вирішує проблеми в наданні послуг. Перш за все, вирішується питання щодо можливості порушень умов діючих сервісних угод.

Якщо ці умови порушуються, то реалізується процедура вирішення проблем згідно із положеннями підрозділу 7.6.2.

Якщо в процесі розв'язання проблем виявляться несправності або похибки у настроюванні параметрів обладнання служби QoS, які не призвели

до порушень умов діючих сервісних угод, то рекомендації щодо усунення цих проблем надаються службі управління механізмами QoS (потокom III 5). Крім того, після усунення проблеми (або під час усунення проблеми, якщо цей процес затягнувся) служба C9 потокom III 6 надає службі C4 усю інформацію, що є необхідною для аналізу наслідків виникнення проблеми у розрізі виконання умов SLA, приймання відповідних заходів та інформування покупця послуги – час виникнення та термін існування проблеми, її характеристика, наслідки виникнення проблеми, зокрема її вплив на якість надання послуг у розрізі кожної сервісної угоди і т. ін.

8. **III 5** – потік із рекомендаціями щодо усунення проблем в наданні послуг або змін в управлінні механізмами QoS, що надаються службою C9 для служби C10.

9. **III 6** – потік із описом виявлених проблем та їхнього впливу на якість надання послуг, що надаються службою C9 для служби C4.

10. Отримувач даних III5 – **служба управління механізмами QoS (C10)**.

Керуючись інформацією, що надходить потокom III 5, служба C10, у разі необхідності, вносить необхідні зміни в управління механізмами QoS, після чого здійснює оцінку досягнутого в результаті цих змін рівня надання послуг. Інформація щодо отриманих оцінок параметрів QoS та виміряного рівня послуг надається потокom III7 службі C9 для прийняття рішень щодо успішності розв'язання виявленої проблеми в наданні послуг і службі C4 для підготовки звітів згідно умов діючих SLA.

11. **III 7** – потік із оцінками параметрів QoS та рівнів послуг, що надсилається службою C10 на адресу служб C9 та C4.

12. Отримувач даних III 7 – **служба розв'язання проблем в наданні послуг (C9)**. На основі даних потоку III 7 служба C9 приймає рішення щодо успішності її спроб розв'язати виявлену проблему в наданні послуг.

Якщо спроби виявились невдалими, то служба C9 разом із службами C15 і C10 в діалоговому режимі продовжує намагання вирішити проблему.

Якщо на протязі тривалого часу (який визначається у відповідній регламентуючій документації) і ці спроби виявились невдалими, то служба С9 сповіщає про це Дирекцію МПД і звертається за допомогою до сторонніх спеціалізованих організацій – автосорсінгових компаній або компаній – виробників обладнання (**потік заявок про допомогу сторонніх організацій – Ш 8**).

У будь-якому випадку (успішного або неуспішного вирішення проблем із погіршенням якості надання послуг) служба С9 потоком Ш6 інформує службу С4 про виявлені факти погіршення якості надання послуг (хоч і в припустимих умовами SLA межах) і надає їй усю інформацію, яка є необхідною для звітування перед покупцями послуг про поточний стан обслуговування.

13. **Ш 9** – потік із даними щодо використаних мережних ресурсів, що надсилаються **службою обліку мережних ресурсів (С13)** на адресу служби С4 в процесі надання послуг для підготовки відповідних звітів.

14. Отримувач даних Ш3, Ш6, Ш7 та Ш9 – **служба організаційної підтримки надання послуг (С4)**.

Дані потоків Ш3, Ш6, Ш7 та Ш9 у повній мірі відображають хід обслуговування за умов, коли порушень умов діючих сервісних угод не виявлено. На основі аналізу цих даних згідно з умовами діючих сервісних угод служба С4 виготовляє **звіти про поточний стан обслуговування (Performance Report)**.

Розрізняють три основних види звітів про стан обслуговування, які у сукупності дозволяють покупцям послуг отримати детальне уявлення щодо рівня якості наданого обслуговування:

- 1) експрес-звіт про виконання вимог сервісної угоди щодо рівнів наданих послуг;
- 2) звіт про якість наданої послуги;
- 3) звіт про отримані мережні ресурси.

Звіти представляються окремо щодо кожної точки доступу до послуги або кожної групи точок доступу до послуги. Періодичність звітування обумовлюється окремо для кожного виду звіту в рамках кожної сервісної угоди.

15. **ІІІ 10** – потік із звітами про виконання вимог сервісної угоди щодо рівнів наданих послуг (**Service Level Agreement Report**). Це – стислі експрес-звіти про виконання вимог SLA щодо рівнів наданих послуг без деталізації характеристик стану обслуговування. Надсилаються покупцям послуг з метою їхнього оперативного інформування.

16. **ІІІ 11** - потік із звітами про якість наданої послуги (**Quality of Service Report**). Це – звіти з оцінками досягнутих в процесі обслуговування рівнів якості наданої послуги, зокрема з поточними оцінками параметрів QoS. Ціль цього звітування - надати можливість покупцю послуги порівняти реально досягнуті значення показників якості отриманої послуги з гарантованими параметрами GoS, що зафіксовані у SLA.

17. **ІІІ 12** – потік із звітами про використанні мережні ресурси (**Resource Report**). Це – звіти про характеристики реального трафіка застосувань покупця мережних ресурсів, що утворюється цими застосуваннями на визначених проміжках часу, а також про кількість і якість використаних покупцем мережних ресурсів за обумовлені проміжки часу.

7.6.2 Рисунок 7.6 відображає ситуацію опрацювання проблем в процесі надання послуг, коли:

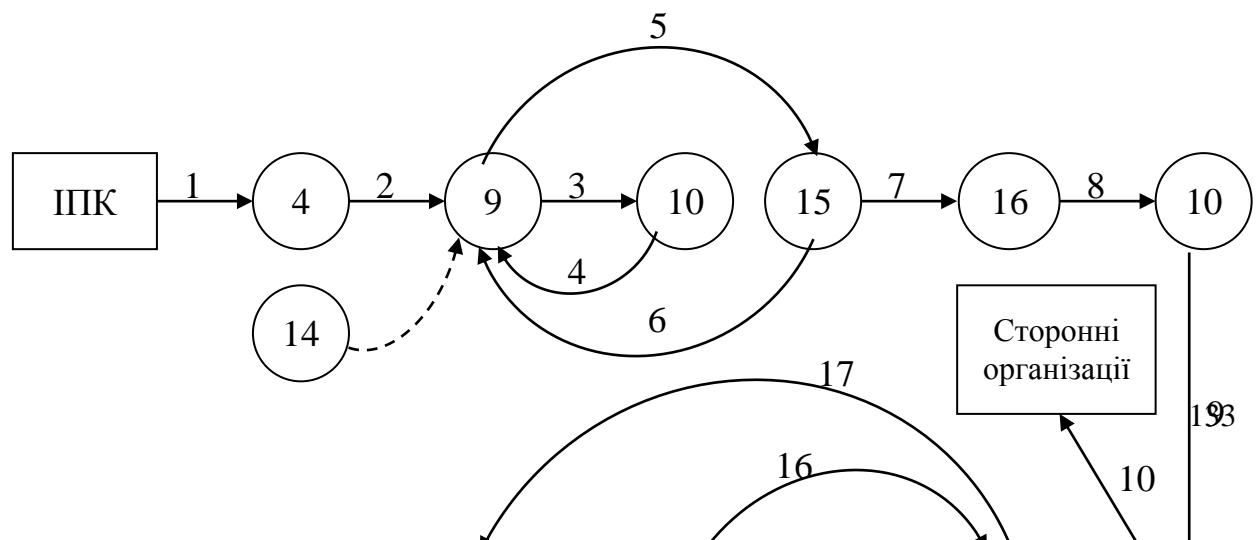


Рисунок 7.6 – Процесна модель опрацювання проблем у випадку, коли виникло порушення умов SLA

- виявлено переривання в наданні послуг через відмови в роботі обладнання у більшій мірі, чим це визначено умовами сервісної угоди;
- виявлена неприпустима деградація послуги, тобто виявлена ситуація, коли **параметр деградації послуги (Service Degradation Factor, SDF)** перевищив припустиму ступень деградації послуги відносно параметрів GoS, що зафіксовані у SLA.

У цьому випадку процедура обслуговування відрізняється від наданої вище у підрозділі 7.6.1 процедури опрацювання виявленої проблеми, починаючи з моменту, коли служба розв'язання проблем в наданні послуг (служба C9) виявила існування порушень умов будь-якої із діючих сервісних угод. Крім того, такі порушення можуть бути виявлені безпосередньо користувачами послуг.

Процесна модель обслуговування для такого випадку відображається у вигляді нижченаведеної послідовності одиничних векторів.

1. Користувач послуги у разі виявлення ознак порушення умов сервісної угоди надсилає через інтерфейс із покупцями послуг відповідне повідомлення, в якому він у доступній для нього формі характеризує виявлені ним ознаки порушення.

2. **III 1** – потік від користувачів послуг з виявленими ними ознаками порушень діючих сервісних угод.

3. Отримувач даних ІІ1 – **служба організаційної підтримки надання послуг (С4)**. Ці дані фіксуються службою С4, оброблюються на предмет їхньої легітимності і спрямовуються потоком ІІ2 на адресу служби С9.

4. **ІІ2** – потік із виявленими ознаками порушень діючих сервісних угод, що надсилаються службою С4 на адресу служби С9.

5. Отримувач даних потоку ІІ2 – **служба розв'язання проблем в наданні послуг (С9)**.

Отримавши дані ІІ2, а також, можливо, самостійно виявивши порушення сервісної угоди на основі повідомлень від служби С14 (див. підрозділ 7.6.1), служба С9 намагається власними силами вирішити проблему і відновити надання послуг відповідно до умов порушеної сервісної угоди.

В процесі вирішення проблеми служба С9 взаємодіє із службою С10, якщо проблема пов'язана із некоректною роботою механізмів QoS. Потоки **ІІ3** та **ІІ4** таку взаємодію відображають.

В процесі вирішення проблеми служба С9 взаємодіє із службою С15, якщо проблема має комплексний характер. Потоки ІІ5 та ІІ6 таку взаємодію відображають.

6. **ІІ 5** - потік із специфікаціями змін, які необхідно здійснити у мережній інфраструктурі, щоб відновити надання послуг у рамках умов порушеної сервісної угоди.

7. Отримувач даних ІІ 5 – **служба техобслуговування та ремонту засобів мережі (С15)**. Ця служба здійснює зміни в мережній інфраструктурі відповідно до отриманих через потік ІІ5 специфікацій служби С9.

8. **ІІ 6** – потік із повідомленнями про виконані зміни у мережній інфраструктурі, які служба С15 надсилає на адресу служби С9.

9. **ІІ 7** – потік із інформацією щодо виконаних змін у мережній інфраструктурі, яку служба С15 надсилає на адресу служби С16.

10. Отримувач даних ІІ7 – **служба управління даними (С16)**. Дані потоку ІІ7 щодо виконаних змін у мережній інфраструктурі (зокрема, дата проведених змін, значення усіх параметрів SLA, що зазнали змін, і т.ін.)

оброблюються службою С16 і заносяться до відповідної бази даних. Оброблені дані щодо змін мережної інфраструктури, які виконані в результаті опрацювання виявленої проблеми, надсилаються також потоком ІП8 на адресу служби С10 з тим, щоб ця служба здійснила відповідні зміни у настроюванні параметрів служби QoS.

11. **ІП 8** – потік із бази даних служби С16, які містять оброблені дані щодо виконаних змін у мережній інфраструктурі під час опрацювання виявлених проблем обслуговування.

12. Отримувач даних ІП8 – **служба управління механізмами QoS (С10)**. Ця служба на основі даних потоку ІП8 здійснює необхідне коригування параметрів настроювання механізмів QoS, оцінює поточні рівні надання послуг після коригувань і надсилає потоком ІП9 на адресу служби С9 інформацію про результати своїх дій, зокрема останній варіант набору значень параметрів QoS та досягнуті рівні надання послуг після виконаних коригувань.

13. **ІП 9** – потік із повідомленнями про результати коригування параметрів QoS під час опрацювання проблем обслуговування, що надсилаються службою С10 на адресу служби С9.

14. Отримувач даних потоків ІП4 та ІП9 – **служба розв'язання проблем в наданні послуг (С9)**. Дані потоків ІП2, ІП4 та ІП9 мають бути достатніми для вирішення службою С9 будь-яких проблем із порушенням виконання умов діючих сервісних угод.

Якщо після тривалих намагань (термін котрих визначено у відповідних регламентуючих документах) не вдається успішно розв'язати виявлену проблему, то служба С9 інформує про це Дирекцію МПД і звертається за допомогою до спеціалізованих автосорсінгових організацій або до постачальників задіяного обладнання. **ІП 10** – відповідний потік заявок на адресу сторонніх організацій щодо допомоги у вирішенні виявлених проблем із підтримкою діючих сервісних угод.

Якщо факти порушень умов діючих сервісних угод виявлено, то у будь-якому випадку (успішного або неуспішного вирішення проблем із відновленням якості надання послуг) служба С9 потоком ІІ11 інформує службу С4 про виявлені факти порушень умов або якості надання послуг, що зафіксовані у діючих SLA, і надає їй усю інформацію, яка є необхідною для звітування перед покупцями послуг про поточний стан обслуговування.

Якщо факти порушень умов діючих SLA за ознаками, які містилися у повідомленнях користувачів (потік ІІ1), не підтвердилися, то служба С9 потоком ІІ12 інформує про це службу С4 із наданням відповідної інформації, що обґрунтовує зроблений висновок про відсутність фактів порушень.

15. **ІІ 13** – потік із даними, що містять результати опрацювання виявлених проблем, які призвели до порушень умов діючих сервісних угод: підтвердження фактів виникнення порушень, тривалість порушень, якісні та кількісні показники, що характеризують порушення – взагалі усе, що має відношення до визначення компенсацій покупцям послуг згідно з умовами порушених сервісних угод.

16. Отримувач даних ІІ 13 – **служба визначення вартості послуг (С11)**. Ця служба на основі аналізу даних потоку ІІ13 визначає характер і розмір преференцій та (або) компенсацій, на які має право розраховувати покупець послуг у зв'язку із порушенням сервісної угоди, яку цей покупець уклав із Дирекцією МПД. Відповідні результати такого визначення служба С11 потоком ІІ14 направляє до служби фінансового супроводу надання послуг С6.

17. **ІІ 14** – потік із даними, що містять визначення характеру та розміри преференцій та (або) компенсацій за порушення умов сервісних угод.

18. Отримувач даних ІІ14 – **служба фінансового супроводу надання послуг (С6)**. Ця служба на основі аналізу умов порушених сервісних угод і даних потоку ІІ14 визначає конкретні розміри преференцій та (або) компенсацій у розрізі кожної порушеної сервісної угоди. І з урахуванням

зроблених преференцій та (або) компенсацій служба С6 здійснює відповідні взаєморозрахунки із покупцями послуг, що відображається в моделі обслуговування у вигляді потоку **ІІІ 15**. Крім того, служба С6 потоком ІІ 16 інформує службу С4 щодо наданих преференцій та (або) компенсацій для подальшого сповіщення покупців послуг.

19. **ІІІ 16** – потік із даними, що містять інформацію про надані преференції та (або) компенсації покупцям послуг, умови сервісних угод котрих було порушено з вини сервіс-провайдера.

20. Отримувач даних потоків ІІІ11, ІІІ12 та ІІІ16 – **служба організаційної підтримки надання послуг (С4)**. Дані потоків ІІІ11, ІІІ12 та ІІІ16 містять вичерпну інформацію про стан обслуговування під час опрацювання проблем, що пов'язані із порушеннями умов діючих сервісних угод. Ця інформація оброблюється службою С4 згідно з умовами діючих сервісних угод. Зокрема, виготовляються усі види звітів про поточний стан обслуговування, які потоком **ІІІ 17** надаються покупцям послуг із визначеними термінами звітування (див. підрозділ 7.6.1).

7.7 Модель підтримки узагальнених аналізів та оцінки якості обслуговування

Організаційно-технологічна схема відображення процесів, що виконуються технологічними підрозділами сервіс-провайдера на стадії узагальнених аналізів та оцінки якості обслуговування (тобто, технологічний ланцюг потоків і процесів узагальнених аналізів та оцінки якості обслуговування), показана у вигляді графа на рисунку 7.7.

Узагальнені аналізи та оцінки якості обслуговування виконуються в цілях планування розвитку МПД та системи надання послуг із використанням ресурсів цієї мережі. Цю аналітичну роботу забезпечує **служба аналізу та оцінки обслуговування (С5)**. Вихідні дані для здійснення узагальнених аналізів та оцінок якості обслуговування надають служби С2, С4 та С10 потоками ІІ1, ІІ2 та ІІ3 відповідно.

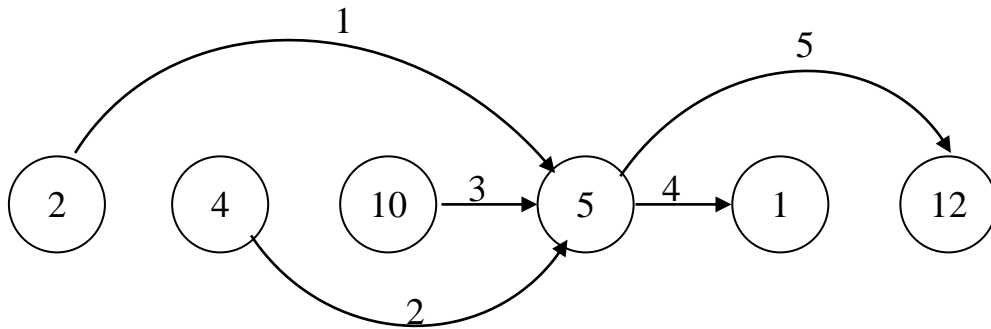


Рисунок 7.7 – Процесна модель підтримки узагальнених аналізів та оцінки якості обслуговування

1. **ІІІ 1** – потік із узагальненими звітами **служби узгодження/укладання сервісних угод (С2)** щодо потреб та пропозицій кінцевих користувачів послуг відносно надання нових послуг або модернізації властивостей вже існуючих послуг.

2. **ІІІ 2** – потік із узагальненими рекомендаціями **служби організаційної підтримки надання послуг (С4)** щодо бажаних змін параметрів надаваних послуг або розробки нових послуг на основі аналізу втрат від надання преференцій та (або) компенсацій під час обслуговування.

3. **ІІІ 3** – потік із узагальненими рекомендаціями **служби управління механізмами QoS (С10)** щодо бажаних змін параметрів надаваних послуг або розробки нових послуг на основі аналізу вад в управлінні механізмами QoS (наприклад, необгрунтованого надання пріоритетів одних класів трафіку перед іншими).

4. Отримувач даних потоків ІІІ1, ІІІ2 та ІІІ3 - **служба аналізу та оцінки обслуговування (С5)**. Ця служба безпосередньо здійснює узагальнені аналізи та оцінки якості обслуговування. Результати цих аналізів та оцінок направляються у **службу розвитку послуг (С1)** і у **службу планування та інжинірингу мережі (С12)** потоками **ІІІ4** та **ІІІ5** відповідно.

ЧАСТИНА ДРУГА
ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ
ТРАНСПОРТУВАННЯ ДАНИХ
В МЕРЕЖАХ ІЗ ПАКЕТНОЮ КОМУТАЦІЄЮ

8 ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ

8.1 Види транспортних послуг та послуг некомутованого доступу

8.1.1 Послуги із транспортування даних (надалі – транспортні послуги, Bearer Services) спрямовані на забезпечення попиту з транспортування протокольних блоків даних (PDU) каналами МПД. Різновидом транспортної послуги є послуга некомутованого абонентського доступу, що забезпечує можливість шляхом утворення монопольного абонентського каналу до крайового (граничного) вузлу транспортної мережі отримувати транспортні послуги із бажаними параметрами функціональності, QoS та NP.

8.1.2 Сервіс-провайдери та оператори електрозв’язку в Україні надають транспортні послуги та послуги некомутованого доступу на основі використання обладнання IP, Frame Relay (далі – FR), Optical Ethernet (далі – OE) та xDSL, що забезпечує можливість пропонувати такі види послуг:

- транспортування даних у форматі пакетів IP;
- транспортування даних у форматі фреймів FR;
- транспортування даних у форматі кадрів OE;
- транспортування даних у форматах PDU обладнання xDSL.

Примітка. Послуги комутованого доступу в цій книзі не розглядаються.

8.1.3 Послуга із транспортування пакетів IP надається у таких різновидах:

а) транспортування пакетів IP каналами транспортної IP-мережі при з’єднаннях типу “точка – точка” (тобто, коли обладнання каналів абонентського доступу не входить до зони відповідальності сервіс-провайдера);

б) транспортування пакетів IP каналами транспортної IP-мережі при з'єднаннях типу “споживач - споживач” (тобто, коли обладнання каналів абонентського доступу входить до зони відповідальності сервіс-провайдера);

в) послуга абонентського доступу до транспортної IP-мережі з використанням обладнання IP;

г) послуга абонентського доступу до транспортної IP-мережі з використанням обладнання FR (IP over FR);

д) послуга абонентського доступу до транспортної IP-мережі з використанням обладнання OE (IP over OE);

е) послуга абонентського доступу до транспортної IP-мережі з використанням обладнання xDSL (IP over xDSL).

8.1.4 Послуга із транспортування фреймів FR зазвичай надається у таких різновидах:

а) транспортування фреймів FR каналами транспортної ATM/FR-мережі при наскрізному з'єднанні типу “точка – точка” (тобто, коли обладнання каналів абонентського FR-доступу не входить до зони відповідальності сервіс-провайдера);

б) транспортування фреймів FR каналами транспортної ATM/FR-мережі при наскрізному з'єднанні типу “споживач – споживач” (тобто, коли обладнання каналів абонентського FR-доступу входить до зони відповідальності сервіс-провайдера);

в) послуга абонентського доступу до транспортної ATM/FR-мережі з використанням обладнання FR;

г) послуга абонентського доступу до транспортної ATM/FR-мережі через крайовий FR-комутатор з використанням обладнання OE (FR over OE);

д) послуга абонентського доступу до транспортної ATM/FR-мережі через крайовий FR-комутатор з використанням обладнання xDSL (FR over xDSL).

8.1.5 Послуги із транспортування даних у форматі кадрів OE та у форматах PDU обладнання xDSL можуть надаватися для транспортування PDU будь-яких інших протоколів за розсудом споживачів.

8.2 Структура середовища транспортування даних

На рисунку 8.1 відображена в узагальненому виді структура середовища транспортування даних каналами МПД.

Домени відправників та отримувачів PDU являють собою кінцеві (термінальні) вузли транспортної мережі, у складі обладнання котрих зазвичай містяться локальні комп'ютерні мережі, сервери, шлюзи, окремі хости, а також термінальне обладнання (TE) абонентського доступу до крайових вузлів транспортної мережі.

Для споживачів поряд з послугами абонентського доступу інтерес представляють послуги наскрізного міжвузлового з'єднання типу "споживач – споживач" ("user-to-user" connection) та типу "точка – точка" ("end-to-end" network connection).

У разі надання послуги типу "споживач – споживач" сервіс-провайдер бере на себе зобов'язання щодо забезпечення узгодженого із споживачем рівня якості обслуговування впродовж усієї ділянки транспортної мережі між термінальними вузлами споживача (тобто, зона відповідальності сервіс-провайдера охоплює також канали абонентського доступу, включаючи термінальне обладнання на обох кінцях з'єднання).

У разі надання послуги типу "точка - точка" сервіс-провайдер має забезпечувати узгоджену якість обслуговування тільки на ділянці, що розташована між крайовими вузлами транспортної мережі, а обладнання доступу до цих крайових вузлів знаходиться у зоні відповідальності споживача.

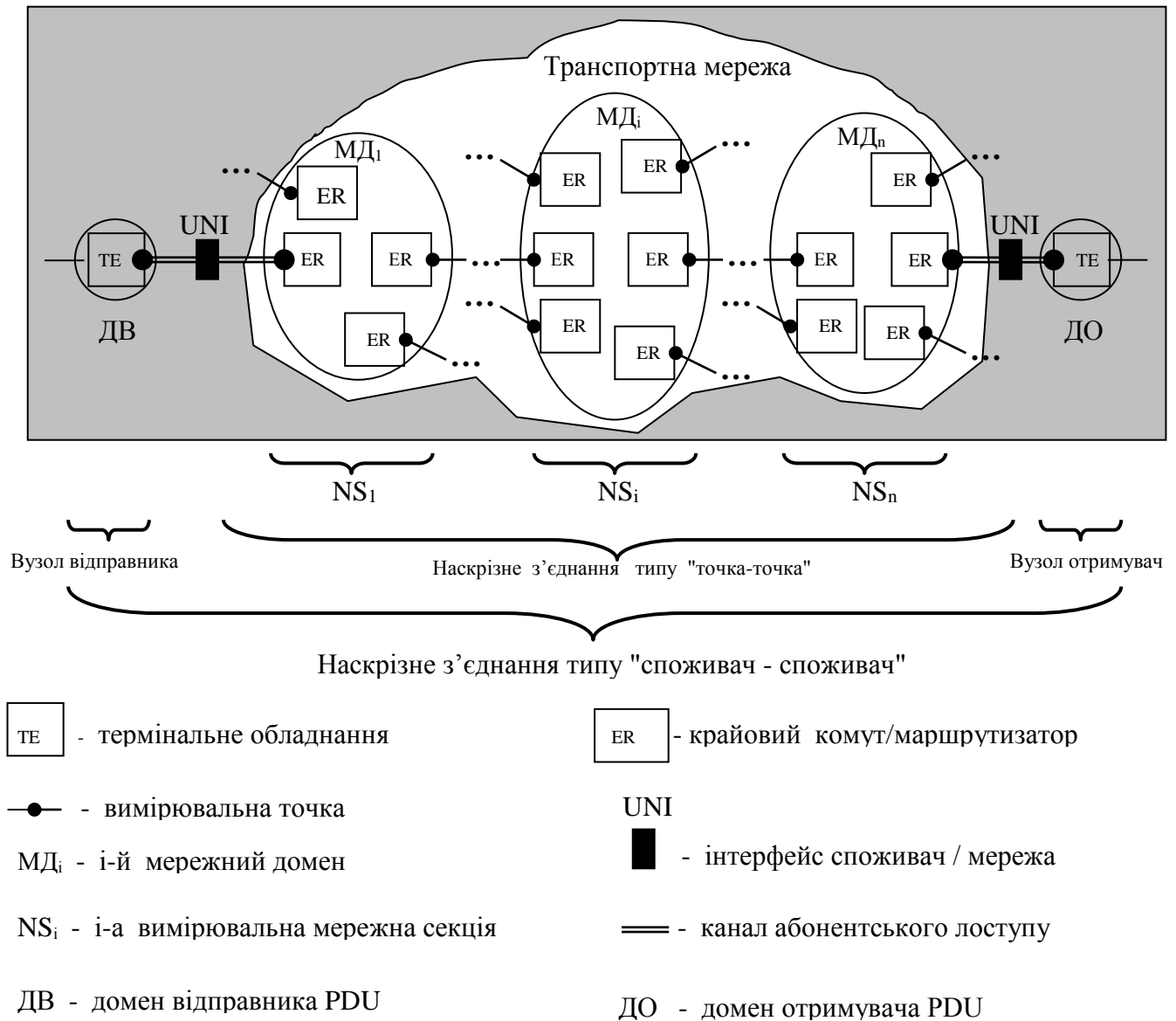


Рисунок 8.1 – Структура середовища транспортування даних каналами МПД

8.3 Точки доступу до послуг

Точка доступу до транспортної послуги (у т.ч., до послуги некомутованого доступу) (Service Access Point, SAP) – це фізична та (або) логічна точка на структурній схемі організації інформаційної взаємодії елементів транспортної мережі (зокрема, на структурній схемі з'єднань відповідного телекомунікаційного обладнання, що забезпечує надання цієї

транспортної послуги), стосовно котрої діють норми на показники параметрів транспортного обслуговування.

На фізичному (та іноді на канальному) рівні взаємодії (згідно семирівневої моделі OSI) SAP розглядається як фізична точка, доступ до котрої забезпечується за допомогою апаратних засобів. На більш високих рівнях взаємодії (канальному, мережному, сеансовому і вище) SAP, здебільшого, розглядається як логічна точка, доступ до котрої забезпечується за допомогою програмних засобів хоста та (або) крайового комутатору/маршрутизатору.

8.4 Показники функціональності транспортної послуги

8.4.1 Показники швидкості передавання PDU (PDUTS)

PDUTS (PDU transfer speed) – параметр, що характеризує швидкість передавання PDU через вимірювальну точку. Визначається як кількість подій проходження PDU через вибрану точку вимірювань (measurement point, MP), що зафіксовані на протязі вибраного проміжку часу. Враховуються усі PDU, що пройшли через MP: як коректно транспортовані, так і з помилками. В залежності від вибору величини інтервалу вимірювань розрізняють миттєву та середню швидкість передавання PDU. В залежності від рівня зобов'язань, що бере на себе сервіс-провайдер щодо надання транспортної послуги, розрізняють гарантовану (узгоджену) швидкість та швидкість, яка забезпечується при сервісі “з максимальними зусиллями”.

PDUTS^ˆ – миттєва швидкість передавання PDU через вимірювальну точку. Визначається як кількість подій проходження PDU через вибрану MP, що зафіксовані на протязі мінімально припустимого для даної транспортної технології інтервалу вимірювань T_{min} . В багатьох випадках T_{min} вибирають на рівні 1с.

PDUTS^ˆ_{max} - верхня припустима межа (тобто, припустиме максимальне значення) PDUTS^ˆ. Цей показник для окремих транспортних технологій нормується.

PDUTS⁰ - усереднене на інтервалі сеансу вимірювань значення PDUTS[`]. Тривалість сеансу вимірювань T_0 обумовлюється окремо у SLA або вибирається, як правило, на рівні 1 години.

PDUTS⁰_{max} - верхня припустима межа (тобто, припустиме максимальне значення) PDUTS⁰. Цей показник у більшості випадків нормується.

Примітка. Швидкість транспортування вимірюється також у байтах або у бітах за 1с.

8.4.2 Показники обсягу транспортованого трафіка на визначеному проміжку часу

B_c (Committed Burst Size) – узгоджений обсяг пульсації, тобто максимальна кількість бітів або байтів, яка буде гарантовано транспортуватися впродовж визначеного проміжку часу T.

B_e (Excess Burst Size) – додатковий обсяг пульсації, тобто максимальна кількість бітів або байтів, яка буде “з максимальними зусиллями” транспортуватися впродовж визначеного проміжку часу T.

8.5 Показники якості обслуговування при наданні транспортної послуги

8.5.1 Показники затримки передачі PDU (PDUTD)

PDUTD (PDU transfer delay) – параметр, що характеризує затримку PDU під час його передавання через вимірювальну секцію між увідною та вивідною точками вимірювань.

Примітка. При організації вимірювань за шлейфовим методом увідна та вивідна МР розташовані на одному термінальному вузлі.

PDUTD₀ - усереднене на інтервалі сеансу вимірювань значення PDUTD. Визначається як середнє арифметичне усіх виміряних значень PDUTD за виключенням 10% мінімальних та 10% максимальних значень цього показника в інтервалі даного сеансу вимірювань. Затримка визначається для всіх PDU, що пройшли через вимірювальну секцію: як коректно транспортованих, так і з помилками.

PDUTD_{max} - верхня припустима межа (тобто, припустиме максимальне значення) PDUTD₀. Цей показник у більшості випадків нормується.

P (**PDUTD_{max}**) – ймовірність (частість) перевищення PDUTD_{max}. Визначається як відношення кількості подій перевищення значення PDUTD_{max} до загальної кількості сеансів вимірювань величини PDUTD₀ на протязі однієї години.

P_{max} (**PDUTD_{max}**) - припустиме максимальне значення ймовірності перевищення PDUTD_{max}. Цей показник в багатьох випадках нормується.

8.5.2 Показники варіації затримки PDU (**PDUDV**)

PDUDV (PDU delay variation) – параметр, що характеризує відхилення у затримці PDU відносно PDUTD₀ під час його передавання через вимірювальну секцію між увідною та вивідною точками вимірювань. Так, якщо затримку k-го PDU в потоці позначити як PDUTD_k, то

$$PDUDV_k = | PDUTD_k - PDUTD_0 | .$$

PDUDV₀ - усереднене на інтервалі сеансу вимірювань значення PDUDV (варіація затримки або джитер). Визначається як середнє арифметичне усіх вимірюваних значень PDUDV_k за виключенням 10% мінімальних та 10% максимальних значень цього показника в інтервалі даного сеансу вимірювань. Варіація затримки визначається для всіх PDU, що пройшли через вимірювальну секцію: як коректно транспортованих, так і з помилками.

PDUDV_{max} - верхня припустима межа PDUDV₀ (тобто, припустимий максимальний діапазон відхилення PDUTD від PDUTD₀). Цей показник у більшості випадків нормується.

P (**PDUDV_{max}**) – ймовірність (частість) неперевищення PDUDV_{max}. Визначається як відсоток PDU від загальної кількості PDU, що пройшли через вимірювальну секцію у даному сеансі вимірювань, затримки котрих не перевищили PDUDV_{max}.

P_{min} (**PDUDV_{max}**) - припустиме мінімальне значення P (PDUDV_{max}). Цей показник в багатьох випадках нормується.

8.5.3 Показники втрат PDU під час їхнього транспортування (PDULR)

PDULR (PDU loss ratio) – коефіцієнт втрат PDU. Параметр, що характеризує втрати PDU під час їхнього передавання через вимірювальну секцію між увідною та вивідною точками вимірювань. Визначається як відношення загальної кількості втрачених (у т.ч., відкинутих) PDU до загальної кількості переданих PDU на протязі одного сеансу вимірювань.

PDULR₀ - усереднене на сумарному інтервалі визначеної серії сеансів вимірювань значення PDULR .

Примітка. Кількість сеансів вимірювань, що складає визначену серію, має бути обгрунтована.

PDULR_{max} - верхня припустима межа усередненого на сумарному інтервалі визначеної серії сеансів вимірювань значення PDULR₀ (тобто, припустиме максимальне значення PDULR₀ на сумарному інтервалі визначеної серії сеансів вимірювань). Цей показник в багатьох випадках нормується.

8.5.4 Показники втрат блоків PDU під час їхнього транспортування (PDUSLBR)

PDUSLBR (PDU severe loss block ratio) - коефіцієнт втрат блоків PDU. Параметр, що характеризує втрати блоків PDU під час їхнього передавання через вимірювальну секцію між увідною та вивідною точками вимірювань. Визначається як відношення загальної кількості втрачених (у т.ч., відкинутих) блоків PDU до загальної кількості переданих блоків PDU на протязі однієї серії сеансів вимірювань.

Примітка. Серія сеансів вимірювань складається із сеансів тривалістю T_s . І якщо кількість втрачених PDU на проміжку T_s перевищить поріг s_1 , то всі PDU на цьому проміжку відкидаються, а цей блок PDU вважається втраченим.

PDUSLBR_{max} - верхня припустима межа (максимально припустиме значення) PDUSLBR (для визначених T_s та $s1$). Цей показник іноді нормується.

8.5.5 Показники некоректного транспортування PDU (PDU ER)

PDUER (PDU error ratio) - коефіцієнт некоректно транспортованих PDU. Параметр, що характеризує кількість PDU, що були ушкоджені під час їхнього передавання через вимірювальну секцію між увідною та вивідною точками вимірювань. Під ушкодженням розуміється будь-яка невідповідність вмісту інформаційних полів PDU або результату підрахунку контрольних сум (який, як правило, фіксується у заголовках PDU). Визначається як відношення загальної кількості некоректно транспортованих PDU до загальної кількості переданих PDU на протязі одного сеансу вимірювань.

PDUER₀ - усереднене на сумарному інтервалі визначеної серії сеансів вимірювань значення PDUER .

PDUER_{max} - верхня припустима межа PDUER₀ (тобто, максимально припустиме значення PDUER₀ на сумарному інтервалі визначеної серії сеансів вимірювань). Цей показник в багатьох випадках нормується.

8.5.6 Показники швидкості утворення зайвих PDU (PDUSR)

PDUSR (PDU spurious rate) – швидкість утворення зайвих PDU. Параметр, що характеризує інтенсивність утворення зайвих (фальшивих) PDU. Визначається як відношення кількості зайвих PDU, що утворились на протязі одного сеансу вимірювань, до його тривалості.

PDUSR₀ - усереднене на сумарному інтервалі визначеної серії сеансів вимірювань значення PDUSR .

PDUSR_{max} - верхня межа (максимально припустиме значення) PDUSR₀ .

8.5.7 Показники доступності мережної послуги

PDUAF (PDU availability function) – функція доступності послуги із транспортування PDU. Характеризує співвідношення між проміжками часу, коли послуга є доступною для споживачів, і проміжками часу, коли ця послуга є недоступною. Визначається наступним чином. Узгоджений між постачальником та споживачем графік надання транспортної послуги (за звичайних умов, такий графік охоплює проміжок часу в одну добу і передбачає режим цілодобового безперервного обслуговування) розбивається на часові проміжки T_{av} .

Примітка. Кількість таких часових проміжків в рамках графіка надання послуги має бути обґрунтована.

Визначається критерій доступності послуги на проміжку T_{av} . В якості такого критерію вибирається показник $PDULR_0$ або $PDUER_0$ (або обидва разом). Визначається поріг доступності послуги в метриці вибраного показника – c_1 або c_2 . Якщо на проміжку T_{av} $PDULR_0 > c_1$ або (та) $PDUER_0 > c_2$, то послуга на цьому проміжку вважається недоступною. В протилежному випадку (тобто, коли $PDULR_0 \leq c_1$ або (та) $PDUER_0 \leq c_2$) послуга на проміжку T_{av} вважається доступною.

Примітка. Вибір набору критеріїв доступності послуги та значення порогів c_1 або (та) c_2 мають бути обґрунтовані.

Таким чином, в процесі обслуговування може бути k_1 часових інтервалів тривалістю T_{av} , коли послуга є доступною, та k_2 часових інтервалів, коли послуга – недоступна (при загальній кількості можливих інтервалів у графіку обслуговування $k = k_1 + k_2$).

$P_{PDU}SA$ (percent PDU service availability) – відсоток (коефіцієнт) доступності послуги із транспортування PDU. Характеризує відсоток часу відносно загального часу обслуговування (який, як правило, узгоджується у SLA), коли існує можливість користуватися послугою. Визначається як відсоток часових інтервалів тривалістю T_{av} , коли послуга є доступною, до

загальної кількості часових інтервалів, що визначені у графіку обслуговування.

Примітка. Відсоток недоступності послуги **P_{PDU}SU (percent PDU service unavailability)** визначається як $P_{PDU}SU = 100 - P_{PDU}SA$.

P_{PDU}S_{Amin} - припустиме мінімальне значення коефіцієнта доступності **P_{PDU}SA**.

T_{PDU}U (Time PDU service unavailability) – сумарна кількість годин на протязі року, коли відсутня можливість користуватися послугою із транспортування PDU.

T_{PDU}U_{max} – припустиме максимальне значення **T_{PDU}U**.

8.5.8 Показники доступності мережного обладнання

K_{зав} – коефіцієнт завантаження обладнання (зокрема, каналу транспортування даних, комутатора, порту або будь-якого іншого мережного обладнання). Характеризує ступінь завантаження обладнання трафіком, який циркулює через це обладнання. Визначається як відношення швидкості передавання PDU через обладнання, завантаження котрого розглядається, до його пропускної здатності. В залежності від вибору величини інтервалу вимірювань PDUTS розрізняють миттєвий та середній коефіцієнт завантаження. Завантажене обладнання може функціонувати одночасно на кількох рівнях телекомунікаційних протоколів, тобто одночасно оброблювати PDU різних форматів. Тому коефіцієнт завантаження може визначатися на рівні фізичних сигналів, кадрів канального рівня або мережних пакетів.

Примітка. Під час обчислювань **K_{зав}** необхідно слідкувати за однаковістю визначення даних щодо швидкості та пропускної здатності (у бітах або у байтах або у кількості PDU за секунду, з урахуванням або тільки даних споживачів або усіх полів визначеного формату PDU).

K'_{зав} – миттєвий коефіцієнт завантаження обладнання. Визначається як відношення миттєвої швидкості передавання PDU (тобто, PDUTS') через вимірювальну точку (логічну або фізичну, яка вибирається, як правило, на

уводі або на виводі досліджуваного обладнання) до пропускну́ї здатності цього обладнання.

$K'_{зав\max}$ – верхня припустима межа (тобто, припустиме максимальне значення) $K'_{зав}$. Цей показник для окремих транспортних технологій нормується.

$K'_{зав0}$ – усереднене на інтервалі сеансу вимірювань значення $K'_{зав}$. Тривалість сеансу вимірювань T_0 обумовлюється окремо у SLA або вибирається окремо для кожної телекомунікаційної технології відповідно до нижче наданих нормованих значень.

$K'_{зав0\max}$ – верхня припустима межа (тобто, припустиме максимальне значення) $K'_{зав0}$. Цей показник у більшості випадків нормується.

8.5.9 Показники експлуатаційної надійності мережного обладнання

$P(T_N)$ - ймовірність безвідмовної роботи мережного обладнання на проміжку часу T_N . Визначається згідно з ДСТУ 2860-94 як ймовірність того, що в межах заданого наробітку T_N відмови мережного обладнання не настануть. Цей показник щодо телекомунікаційного обладнання не нормується, але може обчислюватись з метою отримання даних щодо надійності виробів окремих постачальників обладнання.

MTBF (Mean Time Between Failures) – середній час між відмовами. Характеризує рівень надійності обладнання без урахування впливу на надійність цього обладнання процесів технічного обслуговування та ремонту. Визначається згідно з ДСТУ 2860-94. Цей показник щодо телекомунікаційного обладнання не нормується. Використовується для визначення коефіцієнту готовності.

MTTR (Mean Time To Repair) – середній час відновлення (ремонт) після відмови обладнання. Характеризує рівень досконалості служб технічного обслуговування та ремонту. Визначається згідно з ДСТУ 2860-94. Використовується для визначення коефіцієнту готовності.

MTTR_{max} – максимально припустиме значення MTTR. Цей показник, як правило, нормується.

K_г - коефіцієнт готовності обладнання. Комплексний показник експлуатаційної надійності мережного обладнання, який характеризує співвідношення між MTTR та MTBF згідно з формулою:

$$K_g = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR}).$$

Визначається згідно з ДСТУ 2860-94.

K_г^{min} - мінімально припустиме значення коефіцієнту готовності. Цей показник, як правило, нормується.

8.5.10 Показники зручності використання мережної послуги

RP (Reporting Period) - інтервал звітування, тобто періодичність представлення покупцю звітів про поточний стан обслуговування.

RP_{max} - максимально припустиме значення RP.

8.6 Класифікатор параметрів якості обслуговування

У таблиці 8.1 надано перелік параметрів якості обслуговування при наданні транспортних послуг та послуг некомутованого доступу, технічна та організаційна підтримка котрих зазвичай забезпечується сервіс-провайдером. Зазначені у таблиці 8.1 параметри можуть бути об'єктами розгляду на стадії узгодження умов SLA.

Таблиця 8.1 – Класифікатор параметрів якості обслуговування QoS` при наданні транспортних послуг та послуг некомутованого доступу

| Параметри якості обслуговування | | |
|--|--|--|
| мережно-орієнтовані (параметри NP) | сервіс-орієнтовані (параметри QoS) | мережно/сервіс незалежні |
| 1. PDULR _{max} ; 2. PDUSLBR _{max} ; | 1. PDUTD _{max} ; 2. PDUDV _{max} ; | 1. RP _{max} ; 2. MTTR _{max} |

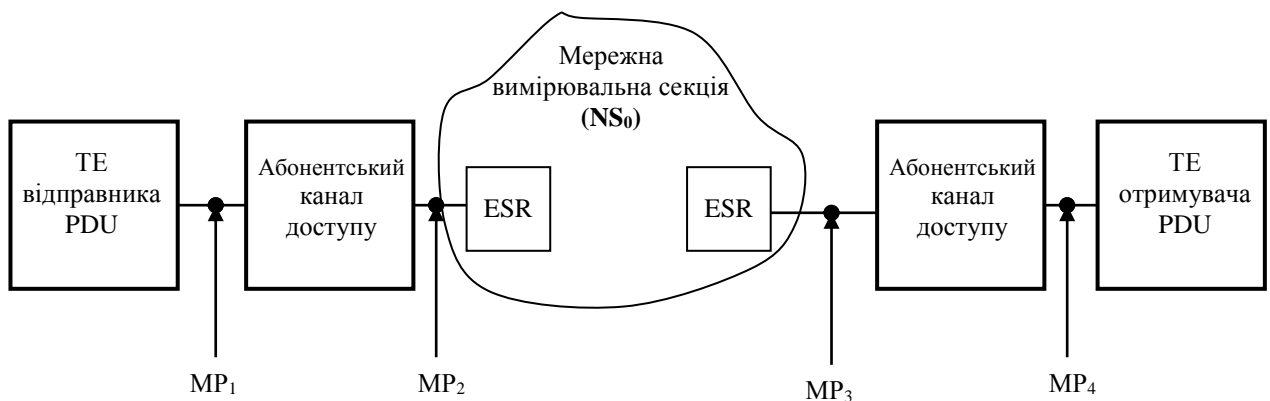
| | | |
|---|---|--|
| 3. $P_{DUER_{max}}$; 4. $P_{DUSR_{max}}$; 5. $K'_{зав_{max}}$; 6. $K'_{зав0_{max}}$; 7. K_T^{min} | 3. $P_{max} (P_{DUTD_{max}})$; 4. $P_{min} (P_{DUDV_{max}})$; 5. $P_{PDU_{SA_{min}}}$; 6. $T_{PDU_{U_{max}}}$ | |
|---|---|--|

9 БАЗОВІ СХЕМИ ТА МЕТОДИ ВИМІРЮВАНЬ

9.1 Базові схеми вимірювань та вимірювальні точки

9.1.1 Базова схема вимірювань, що придатна для оцінювання параметрів QoS та NP між будь-якими двома кінцевими вузлами транспортної мережі, відображена на рисунку 9.1, де уся можлива сукупність проміжних мережних доменів та міждоменних каналів передачі (network section ensemble, NSE) на шляху просування PDU між цими вузлами моделюється однією вимірювальною мережною секцією (NS₀).

Примітка. У загальному випадку PDU між кожною парою кінцевих вузлів можуть транспортуватися в режимі без встановлення фізичних або логічних з'єднань. Шляхи проходження PDU в цьому випадку можуть бути різними.



Позначки:

MP_i - і-та пара точок вимірювань;

ESR - крайовий комутатор/маршрутизатор (або маршрутизатор доступу);

TE - термінальне обладнання.

Рисунок 9.1 - Базова вимірювальна схема для оцінювання параметрів наскрізного з'єднання між двома кінцевими вузлами транспортної мережі

На рис. 9.1 відображено чотири пари точок вимірювань (measurement point, MP): MP₁ – MP₄. Кожна пара MP_i (індекс *i* ідентифікує місце

розташування точок на вимірювальній схемі) відображає i -ту точку вимірювань параметрів увідного трафіку ($MP_{in\ i}$) та i -ту точку вимірювань параметрів вивідного трафіку ($MP_{egr\ i}$), тобто MP_i – це пара точок $MP_{in\ i}$ та $MP_{egr\ i}$. Точки MP_{in} зазвичай називають увідними вимірювальними точками (ingress measurement point, ingress MP), а точки MP_{egr} – вивідними вимірювальними точками (egress measurement point, egress MP).

Під час здійснення вимірювань на фізичному (та іноді на каналному) рівні (згідно моделі OSI) вимірювальні точки являють собою фізичні точки, що утворюються за допомогою апаратних інструментальних засобів. Під час здійснення вимірювань на каналному, мережному або більш високому рівні інформаційної взаємодії вимірювальні точки являють собою логічні точки, що утворюються за допомогою програмних інструментальних засобів.

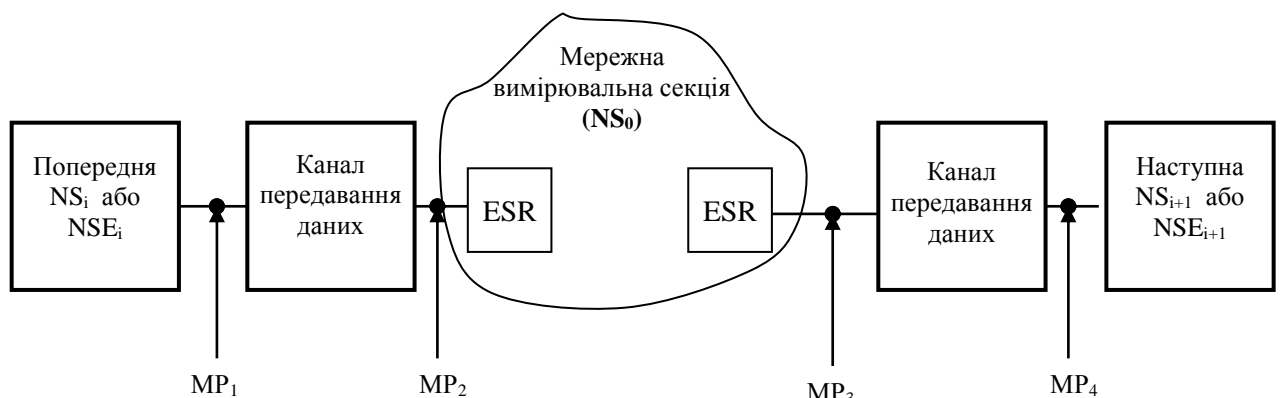
9.1.2 В процесі оцінювання параметрів транспортної послуги розглядається потік PDU, що проходить через визначену пару вимірювальних точок – увідну та вивідну, які вибираються на границях NS та каналів передавання даних.

В експлуатаційній практиці з метою спрощення процедур вимірювань використовують шлейфовий метод, згідно з яким шлях проходження потоку PDU утворюється таким, щоб увідна та вивідна точки вимірювань були сумісними та могли оброблятися одним інструментальним засобом. Це дозволяє позбавитись проблеми синхронізації точок вимірювань. Зокрема, на практиці часто використовується шлейфова схема вимірювань, згідно якої здійснюється замикання точок $MP_{in\ i}$ та $MP_{egr\ i}$ на віддаленому кінці вимірювальної схеми. Як правило, таке замикання під час вимірювань на каналному, мережному та (або) сеансовому рівнях моделі OSI виконується штатними програмними засобами відповідного телекомунікаційного обладнання. Пояснення щодо шлейфового методу вимірювань надано в розділі 9.5.2.

9.1.3 У точках вимірювань (measurement point, MP) здійснюються спостереження за подіями і вимірюються певні характеристики цих подій, що

пов'язані із проходженням PDU через ці точки (див. п.9.2). Згідно з рисунком 9.1 знайшли використання чотири пари точок вимірювань. Оцінювання параметрів QoS та NP наскрізного з'єднання типу “споживач – споживач” (тобто, коли обладнання абонентського доступу знаходиться у зоні відповідальності сервіс-провайдера) здійснюється шляхом синхронного зіставлення певних характеристик подій, що спостережуються у точках MP_1 , за умов здійснення замикання пари точок MP_4 . Оцінювання параметрів QoS та NP наскрізного з'єднання типу “точка - точка” (тобто, коли обладнання абонентського доступу знаходиться у зоні відповідальності споживачів) здійснюється шляхом синхронного зіставлення певних характеристик подій, що спостережуються у точках MP_2 , за умов здійснення замикання пари точок MP_3 . Оцінювання якості транспортування PDU через канал абонентського доступу здійснюється аналогічним методом. Наприклад, під час оцінювання параметрів абонентського каналу доступу відправника PDU (див. рис. 8.1) вимірюються характеристики подій у парі точок вимірювань MP_1 за умов замикання точок MP_2 . Або вимірюються характеристики подій у парі точок MP_2 за умов замикання точок MP_1 .

9.1.3 Базова схема вимірювань для оцінювання параметрів окремої проміжної NS (або NSE) транспортної мережі показана на рисунку 9.2.



Позначки:

NS_i, NSE_i - i -та мережна секція (мережний домен або ансамбль мережних доменів);

MP_i - i -та пара точок вимірювань;

ESR - крайовий комутатор/маршрутизатор

Рисунок 9.2 - Базова вимірювальна схема для оцінювання параметрів проміжної мережної вимірювальної секції

Примітка. Такі вимірювання здійснюють з метою локалізації місць виникнення невідповідностей в роботі мережного обладнання, зокрема місць перенавантажень трафіком або місць виникнення завад в каналах зв'язку.

Із рис. 9.2 видно, що базова схема вимірювань параметрів проміжної секції між будь-якими двома парами точок вимірювань принципово не відрізняється від схеми вимірювань параметрів наскрізних з'єднань.

9.1.4 Базова схема вимірювань для оцінювання параметрів послуги абонентського доступу показана на рисунку 9.3.

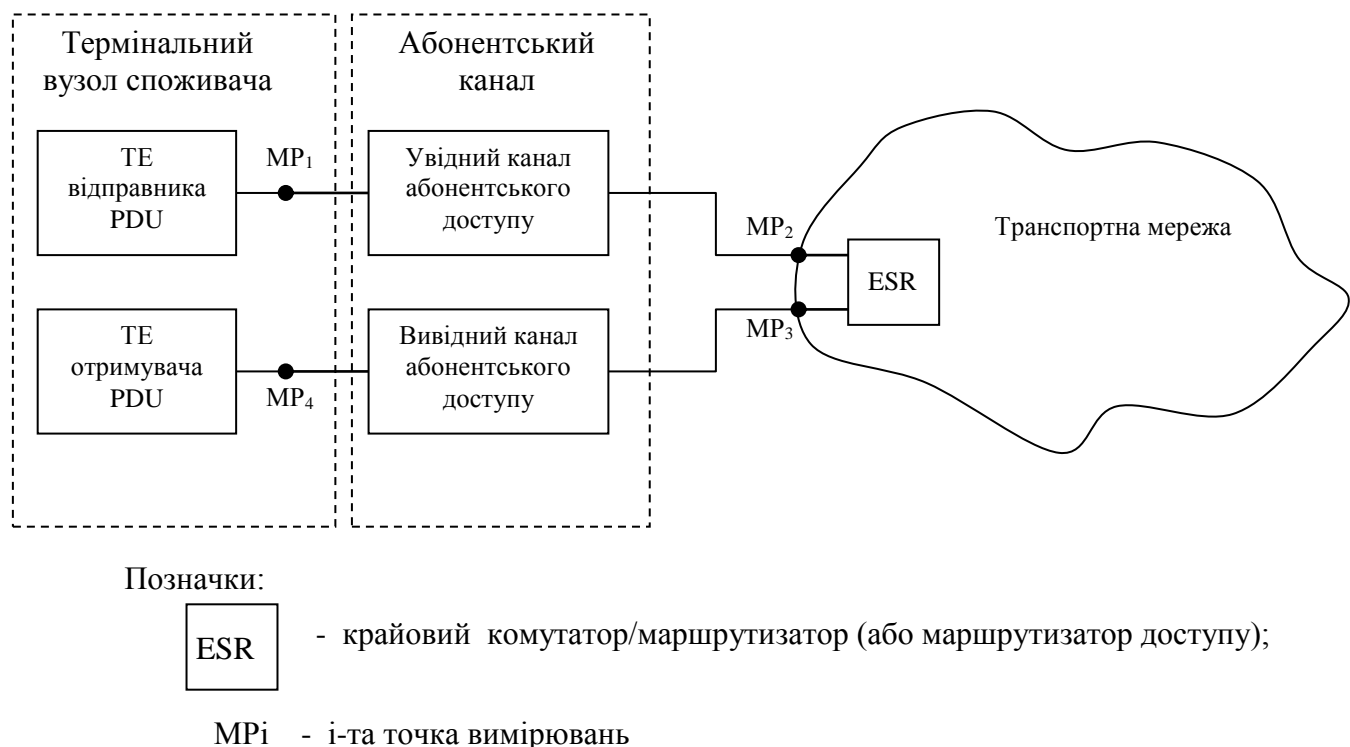


Рисунок 9.3 - Базова схема вимірювань для оцінювання параметрів абонентського доступу

Із рис. 9.3 видно, що базова схема вимірювань параметрів цієї послуги передбачає здійснення замикання між собою точок MP_2 та MP_3 , розташованих на вузлі доступу до ресурсів транспортної мережі, та організації вимірювань характеристик подій, що спостерігаються у синхронізованих між собою точках MP_1 та MP_4 на термінальному вузлі споживача. Існує також можливість організації вимірювань на стороні сервіс-

провайдера: в цьому випадку замикаються точки MP_1 та MP_4 , а події спостерігаються у точках MP_2 та MP_3 .

9.2 Кореспондовані події та їх характерні наслідки

9.2.1 Кореспондовані події

Під час оцінювання характеристик процесу транспортування PDU за базовими вимірювальними схемами, що надані вище, використовується поняття **“визначальна подія щодо транспортування PDU ”** (надалі - визначальна подія). Така подія має місце, якщо виникає конкатенація (тобто, одночасна поява) наступних подій:

- 1) PDU перетинає MP , щодо якої організовано спостереження;
- 2) стандартна процедура верифікації контрольної суми у заголовку PDU (якщо це передбачено протоколом) функціонує коректно;
- 3) поля адрес відправника і отримувача у заголовку PDU є дійсними.

Зазвичай розрізняють чотири види визначальних подій:

1) подія виводу певним чином згенерованого тестового PDU із місцевого i -го вузла (за ініціативою котрого здійснюються вимірювання), коли цей PDU, рухаючись в напрямку віддаленого $i+1$ -го вузла – отримувача тестової послідовності даних, вибраного у даному сеансі вимірювань, перетинає точку $MP_{egr\ i}$, що асоціюється із місцем з'єднання цього місцевого ініціюючого вузла із середовищем транспортування даних;

2) подія уводу тестового PDU у вибраний віддалений $i+1$ -й вузол транспортної мережі, коли цей PDU, рухаючись від місцевого i -го вузла через середовище транспортування даних, перетинає точку $MP_{in\ i+1}$, що асоціюється із місцем з'єднання віддаленого $i+1$ -го вузла із середовищем транспортування даних;

3) подія виводу ретрансльованого тестового PDU із віддаленого $i+1$ -го вузла, коли цей PDU, рухаючись в напрямку місцевого i -го вузла – відправника тестових даних, перетинає точку $MP_{egr\ i+1}$, що розташована у

місці з'єднання цього віддаленого $i+1$ -го вузла із середовищем транспортування даних;

4) подія уводу тестового PDU у місцевий i -й вузол транспортної мережі, коли цей PDU, рухаючись від $i+1$ -го віддаленого вузла через середовище транспортування даних, перетинає точку $MP_{in\ i}$, що асоціюється із місцем з'єднання місцевого ініціюючого вузла із середовищем транспортування даних.

Аналогічних чотири види визначальних подій слід розглядати і під час оцінювання параметрів будь-яких проміжних мережних секцій або ансамблів мережних секцій, параметрів наскрізних з'єднань та параметрів послуг некомутованого доступу.

В процесі оцінювання якості надання транспортної послуги, як правило, розглядають так звані **кореспондовані (пов'язані) визначальні події (corresponding events)**.

Будь-яку подію виводу PDU, що спостерігається у певним чином вибраній одній вимірювальній точці, називають кореспондованою з подією уводу PDU, що спостерігається в іншій вимірювальній точці, якщо обидві ці події "створив" один і той же протокольний блок даних під час проходження через визначену вимірювальну секцію. Цей PDU також називається кореспондованим.

Кореспондовані визначальні події (надалі - кореспондовані події) є наслідком синхронного розгляду процесу проходження PDU через дві різні вимірювальні точки. При цьому є важливим визначення проміжку часу T_{max} , впродовж котрого процес проходження PDU повинен розглядатися в рамках кожної спроби визначення факту кореспондованості очікуваних подій. За звичайних умов T_{max} – це максимально припустима затримка PDU на визначеній ділянці мережі. Якщо реальний час затримки PDU τ перевищує T_{max} , то такий PDU вважається втраченим (загубленим). Інтервал вимірювань в процесі поточного контролю відповідності $T_{вим}$ має бути більшим за інтервал визначення кореспондованості між парою визначальних

подій T_{\max} , оскільки потрібен певний час на аналіз наслідків такого визначення.

9.2.2 Характерні наслідки вияву визначальних подій

В процесі оцінювання якості обслуговування важливо не тільки виявити усі визначальні події, що відображають процес транспортування PDU через визначені вимірювальні точки на певних проміжках часу, і не тільки факти їхньої можливої кореспондованості. Необхідно також в кінці кожного елементарного тесту на виявлення кореспондованих подій, який запускається на виконання кожний раз в момент, коли черговий PDU перетинає увідну MP, на вивідній MP після виявлення кореспондованої події (якщо такий факт мав місце) виміряти певні характеристики (або виявити певні ознаки) прояву цієї події. І, потім, на основі отриманих значень вимірних характеристик (або виявлених ознак) визначити один із нижченаведених можливих наслідків просування PDU на шляху між двома вимірювальними точками. PDU, який перетинає контрольовану вивідну MP, може бути або успішно транспортований, або спотворений помилками, або втрачений (загублений), або фальшивий (зайвий).

З урахуванням вищезазначеного та пояснювальних схем, які відображені на рисунку 9.4, характерні наслідки проходження кожного PDU через вимірювальну схему фіксуються наступним чином.

1) PDU вважається успішно переданим у разі вияву конкатенації наступних умов:

а) усі вивідні MP, на котрих виявлені кореспондовані визначальні події на протязі заданого проміжку часу $t \leq T_{\max}$, є дозволеними;

б) усі поля формату PDU, який перетнув дозволена увідну MP, включені у відповідні поля кореспондованого PDU (або кореспондованих фрагментів PDU), що перетнув (перетнули) вивідну MP;

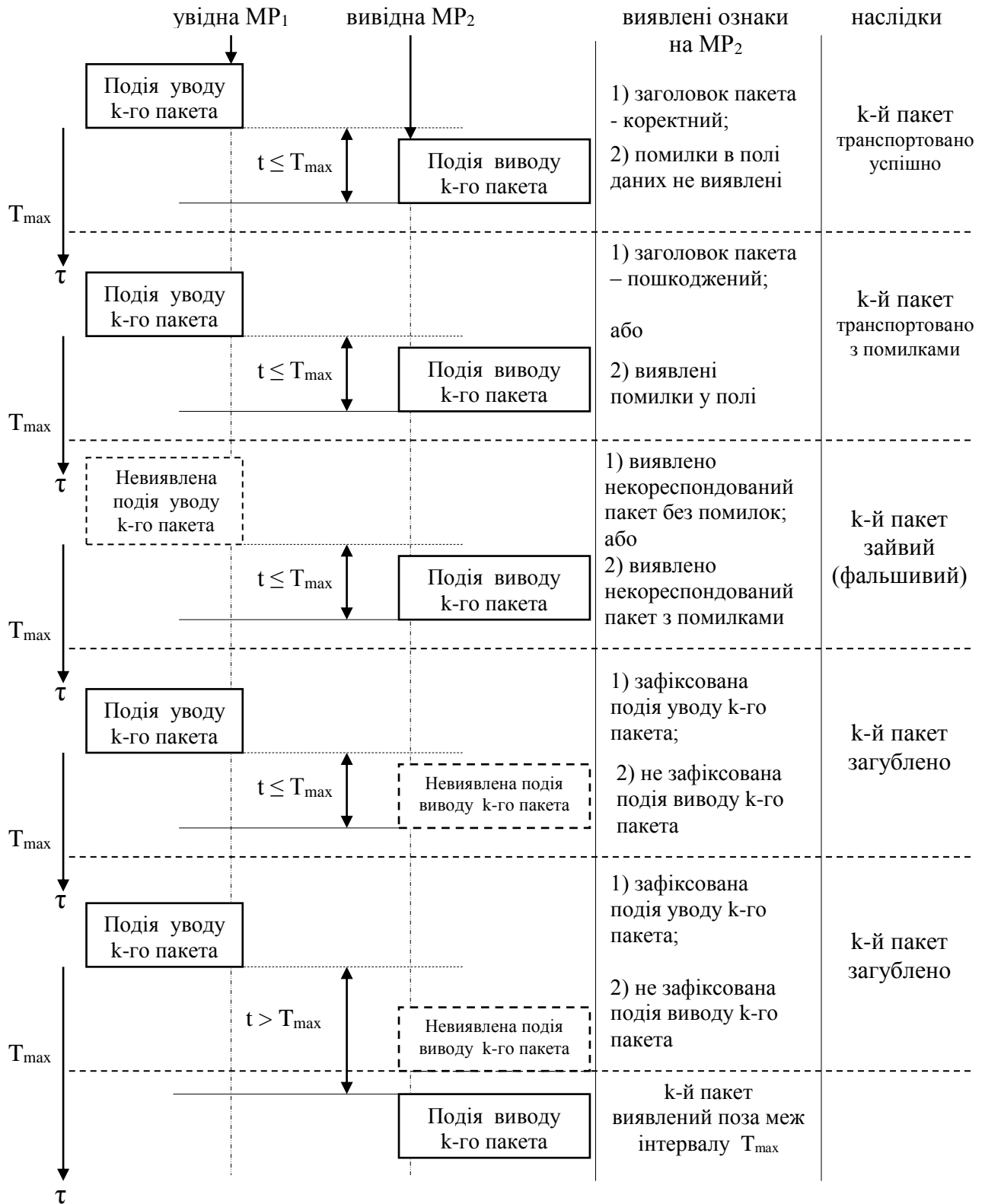


Рисунок 9.4 - Характерні наслідки вияву визначальної події під час оцінювання параметрів якості обслуговування

в) вміст поля даних отриманого PDU (або сукупності отриманих фрагментів) співпадає із вмістом цього поля, що входить до складу кореспондованого переданого PDU;

г) дані у заголовку отриманого PDU (або заголовках отриманих фрагментів PDU) є коректними.

2) PDU вважається спотворений помилками (тобто, прийнятим з помилками) у разі вияву конкатенації наступних умов:

а) усі вивідні MP, на котрих виявлені кореспондовані визначальні події на протязі заданого проміжку часу $t \leq T_{\max}$, є дозволеними;

б) усі поля формату PDU, який перетнув дозволону увідну MP, включені у відповідні поля кореспондованого PDU (або кореспондованих фрагментів PDU), що перетнув (перетнули) вивідну MP;

в) вміст поля даних отриманого PDU (або сукупності отриманих фрагментів PDU) не співпадає із вмістом цього поля, що входить до складу кореспондованого з ним переданого PDU та (або) дані у заголовку отриманого PDU пакета (або заголовках отриманих фрагментів PDU) не є коректними.

Примітка. Певна частина PDU з помилками у заголовках, що не виявлені механізмом підрахунку контрольної суми, далі в процесі обробки будуть знищені або переспрямовані за допомогою інших процедур. В таких ситуаціях події уводу PDU у вимірювальну секцію з помилковими заголовками не будуть створювати кореспондовані з ними події виводу PDU із цієї секції, тобто такі PDU будуть вважатися втраченими. Інша частина PDU з помилками у заголовках, що не була знищена або переспрямована, буде вважатися прийнятою з помилками.

3) PDU вважається втраченим у разі вияву диз'юнкції наступних умов:

а) усі поля формату PDU, який перетнув дозволону увідну MP, включені у відповідні поля кореспондованого з ним PDU (або кореспондованих фрагментів PDU), що перетнув (перетнули) вивідну MP, але мали місце

кореспондовані події у недозволених вивідних МР, тобто відбулася некоректна маршрутизація PDU;

б) одне або кілька полів формату PDU, який перетнув дозволена увідна МР, відсутні у кореспондованого з ним PDU (або кореспондованих фрагментів PDU), що перетнув (перетнули) вивідну МР, тобто відбулося знищення PDU або його частини на шляху між двома МР.

4) PDU вважається фальшивим, якщо виявлена подія виводу цього PDU, для котрої на протязі заданого проміжку часу $t \leq T_{\max}$ не знайшлося кореспондованої з нею події уводу PDU.

У зв'язку з наданими вище визначеннями характерних наслідків проходження PDU через вимірювальну секцію слід підкреслити, що ці визначення базуються на спостереженнях визначальних подій у певним чином вибраних вимірювальних точках. Шляхом відповідного вибору цих точок досягається можливість оцінювання параметрів якості обслуговування щодо будь-якого каналу абонентського доступу, будь-якого наскрізного з'єднання або будь-якої ділянки такого з'єднання, зокрема каналу передачі даних, NS або NSE.

У наданих визначеннях враховується можливість фрагментації PDU, коли наслідком події уводу PDU у вимірювальну секцію є не одна, а кілька подій виводу фрагментів цього PDU. При цьому, якщо будь-який фрагмент виявиться втраченим, то вважається втраченим весь PDU. Якщо втрат фрагментів не виявлено, але виявлені помилки хоча б в одному фрагменті, то весь PDU вважається помилковим. Тільки тоді PDU вважається успішно переданим, коли усі фрагменти цього PDU були успішно просунуті через дозволені точки виводу.

Примітка. Характерним наслідком вияву певної сукупності визначальних подій є втрата блоку PDU (PDU severe loss block outcome). Фіксується втрата блоку PDU у тому випадку, коли на протязі інтервалу спостереження T_s відношення кількості подій виводу кореспондованих PDU у дозволених точках виводу до загальної кількості подій уводу PDU через дозволена точку уводу перевищує порогове значення $s1$.

9.3 Базові методи та умови визначення показників якості обслуговування

9.3.1 Оцінку поточних значень контрольованих параметрів якості послуг або якості обслуговування здійснюють, як правило, шляхом вимірювання. Для визначення кожного із параметрів QoS розробляють відповідні методики проведення вимірювань. За звичайних умов використовують методики оцінювання параметрів, що засновані на:

- прямих вимірюваннях значень параметрів із використанням тестового трафіку. Приклад: вимірювання часу передачі IP-пакетів від відправника цих пакетів до їх одержувача та у зворотному напрямку (Round-Trip Time, RTT) для IP-пакетів заданого розміру, що передаються визначеним маршрутом у заданий період часу;

- оцінці значення параметру шляхом обробки результатів вимірювань інших параметрів, що пов'язані із оцінюваним параметром певною функціональною залежністю. Приклад: визначення затримки у передаванні пакетів заданого розміру на шляху від відправника до одержувача через вимірювання затримок передачі пакетів на кожній із ділянок шляху передачі;

- статистичному визначенні значення параметра в певний момент часу за умов, коли відомий статистичний закон розподілу значень цього параметру і набір його значень, що отримані у інші проміжки часу. Приклад: оцінювання значення пропускної здатності каналу у заданий час, якщо відомі значення пропускної здатності у попередні проміжки часу, попередні та поточні значення затримок передачі пакетів, а також модель потоку таких пакетів.

9.3.2 Для того, щоб результати оціночних робіт були коректними, необхідно виконувати ряд вимог, що пов'язані із методиками оцінки параметрів і процесом вимірювань. Зокрема, оцінювання параметрів має здійснюватися у відповідності із науково обґрунтованими та всебічно апробованими методиками. Вимірювання повинні за ідентичних умов проведення вимірювань давати однакові результати, тобто забезпечувати відтворюваність результатів вимірювань. Також повинен дотримуватись

принцип неперервності, який полягає у наступному: для незначних змін умов проведення вимірювань повинні спостерігатись незначні відхилення результатів вимірювань.

9.3.3 Під час розробки методик оцінювання показників QoS необхідно на кількісному рівні оцінити можливі похибки вимірювань, що виникають у разі використання таких методик. На основі аналізу похибок мають бути сформульовані вимоги до інструментальних засобів та умов проведення вимірювань, дотримання яких дозволить знизити похибки або тримати їх у припустимих межах.

9.3.4 Значна кількість методик визначення параметрів якості послуг ґрунтується на вимірюванні часу. З огляду на цей факт необхідно враховувати недостовірності та похибки, які можуть бути пов'язані з пристроями для вимірювання часу.

У RFC 1305 визначені характеристики таймерів, які можуть бути використані для оцінювання якості їхнього функціонування. Зокрема похибка таймера (offset) у певний момент часу визначається як різниця між зареєстрованим часом та «дійсним» (true) часом (загальним скоординованим часом, Universal Coordinated Time, UTC). Тобто, якщо зареєстрований час у відповідності із інструментальним таймером дорівнює T_c , а «дійсний» час дорівнює T_t , то похибка таймера буде визначатись як $T_c - T_t$. Точність (ассигасу) таймера у даний момент часу визначається тим, на скільки абсолютне значення його похибки буде відмінним від нуля.

Розфазування (skew) таймера (перша похідна абсолютної похибки) – це різниця між частотами досліджуваного та еталонного таймерів. Величина розфазування може змінюватись у часі. Тобто, у загальному випадку друга похідна від похибки показань таймера по відношенню до «дійсного» часу не дорівнює нулю. Цей процес, відповідно до RFC 1305, має назву дрейфу (drift) таймера.

Роздільна здатність таймера (resolution) – це найменша одиниця часу, на яку змінюються показання таймера. Роздільною здатністю встановлюється нижня межа невизначеності показань таймера. Слід мати на увазі, що таймер може мати високу роздільну здатність та водночас низьку точність.

Існують випадки, коли методики вимірювань включають порівняння показань двох таймерів. Прикладом є вимірювання затримки у передаванні протокольних блоків даних на шляху від їх відправника до одержувача (one-way delay). У цьому випадку значення затримки отримують шляхом порівняння показань таймера на одному з кінців шляху передачі з показаннями таймера на іншому кінці. У даному випадку на точність вимірювань впливають, головним чином, не абсолютні значення похибки, розфазування та дрейфу таймерів, а відносні значення цих показників. Відносна похибка таймера А у деякий момент часу визначається як різниця між показаннями таймера А та показаннями таймера В. Тобто, якщо зареєстрований час у відповідності із таймером А дорівнює T_a , а час за таймером В дорівнює T_b , то відносна похибка таймера А буде визначатись як $T_a - T_b$. Відносне розфазування та дрейф таймерів визначають аналогічно.

Якщо таймер є точним щодо іншого (тобто, відносна похибка таймера дорівнює нулю), то такий таймер вважається синхронізованим (synchronized). Слід мати на увазі, що таймери можуть бути синхронізованими та водночас мати низьку точність. Під час вимірювання багатьох параметрів якості послуг або якості обслуговування синхронність таймерів має більший вплив на точність вимірювань ніж абсолютні похибки таймерів. Те саме стосується і розфазування: доки абсолютне значення розфазування не є надто великим, відсутність відносного розфазування двох таймерів є більш важливим фактором.

Зважаючи на вищезазначене, можна зробити висновок про доцільність включення до методик визначення параметрів QoS вимог до якості пристроїв вимірювання часу.

9.3.5 Апаратні засоби та програмне забезпечення (ПЗ) вузлів телекомунікаційної мережі, які задіяні у процесі вимірювань, також можуть впливати на результати вимірювань. Особливо це стосується випадків, коли реєстрація часу настання мережних подій здійснюється засобами прикладного ПЗ вузла мережі, а не засобами операційної системи. Тому у випадку, коли необхідно вимірювати параметри затримок пакетів у каналах зв'язку між вузлами мережі, доцільно розглянути можливість використання замість штатних засобів вузла мережі в якості вимірювального обладнання спеціалізованих інструментальних засобів, наприклад, аналізатора протоколів.

9.3.6 Часто оцінки параметрів QoS залежать від типу і розмірів протокольних блоків даних (PDU), які були використані в процесі вимірювань. Наприклад, пов'язність транспортного каналу між двома вузлами мережі може бути різною для IP-пакетів різної довжини, для IP-пакетів, що транспортують PDU різних протоколів вищих рівнів (TCP, UDP), IP-пакетів з невірними контрольними сумами заголовків або різними значеннями TTL і т. ін. У випадку наявності між вузлами мережі міжмережних екранів або використання протоколу RSVP врахування типу PDU є особливо важливим для коректного функціонування мережного обладнання. Тому, визначаючи певний параметр QoS або вказуючи його конкретне значення, завжди слід зазначати, PDU якого типу використовувались у процесі вимірювань.

9.3.7 Параметри якості послуг або якості обслуговування за способом визначення можуть бути розділеними на три групи:

- 1) параметри, для визначення яких необхідно виконати одиничне вимірювання. Наприклад, для визначення пропускної здатності каналу зв'язку між відправником протокольних блоків даних та їх одержувачем необхідно виконати однократну процедуру вимірювання кількості PDU, що були одержані на протязі часу спостереження;

2) параметри, для визначення яких необхідно виконати багатократні вимірювання. Наприклад, для визначення затримки в передачі IP-пакетів може знадобитись реалізація послідовності вимірювань, виконаних на протязі 1 години з середнім інтервалом між кожним вимірюванням, що дорівнює 1 с;

3) параметри, для визначення яких необхідно виконати статистичну обробку результатів послідовності вимірювань. Наприклад, середню затримку в передачі пакетів визначають шляхом статистичної обробки результатів зазначеної вище послідовності вимірювань.

Основною метою виконання серії вимірювань під час оцінки параметрів QoS є прагнення урахувати зміни, яких може зазнавати вимірювана величина в залежності від вузла мережі, від дня тижня, години доби і т. п. Визначення необхідної кількості актів вимірювань в серії є важливою задачею, оскільки крім довготривалих флуктуацій вимірювані величини зазнають також короткочасних змін, які пов'язані із пульсуючим характером трафіку мереж із комутацією пакетів.

9.3.8 Загальним способом оцінювання поточних значень параметрів QoS є проведення їх періодичних вимірювань через фіксовані інтервали часу. Перевагою цього способу є його простота. Водночас, якщо період змін вимірюваного параметра QoS дорівнює періодові проведення вимірювань або кратний йому, то використання фіксованих інтервалів часу може стати причиною похибок у результатах вимірювань. Причинами похибок можуть бути і деякі інші фактори, природа яких відображена у нижченаведеному прикладі.

У якості приклада розглянемо розповсюджений спосіб вимірювання величини затримки передачі IP-пакетів від відправника цих пакетів до їх одержувача та у зворотному напрямку (Round-Trip Time, RTT). Як видно із рисунка 9.5, процес вимірювань RTT полягає у надсиланні K тестових пакетів (групи тестових пакетів) із інтервалом τ одиниць часу між кожним пакетом. Через перевантаження елементів мережі або непередбачених змін

маршруту транспортування IP-пакетів на шляху між відправником та одержувачем оцінка значення RTT, що отримується на одній групі тестових пакетів, може суттєво змінюватись. Тому оцінювання виконується не на одній групі пакетів, а на певній множині груп пакетів за умов, коли групи тестових пакетів надсилаються кожні T одиниць часу.

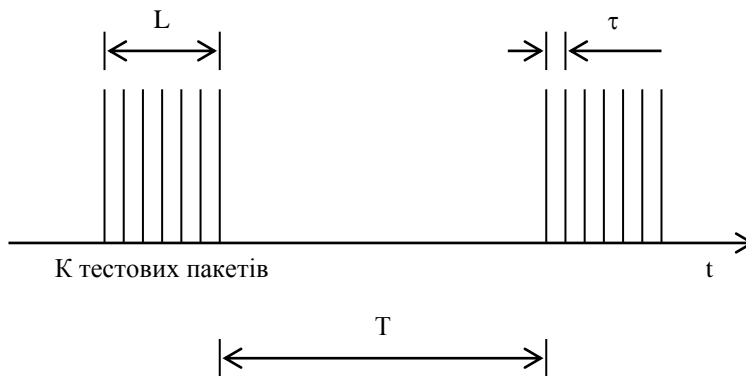


Рисунок 9.5 – Ілюстрація структури тестового потоку пакетів для вимірювання величини RTT

З метою зменшення часу обробки тестових IP-пакетів у елементах мережі та часу їхнього передавання через канали зв'язку розмір цих пакетів повинен бути якнайменшим. Тому у якості тестових пакетів доцільно обрати протокольні блоки даних протоколу ICMP.

Якщо інтервал τ між тестовими пакетами занадто малий, то вони будуть надсилатись у мережу занадто швидко, що може викликати їхню буферизацію у вихідних чергах портів мережного обладнання. У цьому випадку виміряна величина RTT буде відрізнатись від реальної на час знаходження тестових пакетів у чергах. Для уникнення буферизації необхідно визначити мінімальне значення часу τ , при якому пакети не впливають один на одного.

Час $L = K \cdot \tau$ передачі групи тестових пакетів повинен бути таким, щоб імовірність зміни маршруту пакетів між відправником та одержувачем під час передачі групи тестових пакетів була достатньо малою.

Для найбільш повного визначення характеру змін у часі значення RTT інтервал T надсилання груп тестових пакетів повинен бути достатньо малим (як мінімум, у двічі меншим від періоду зміни величини RTT). З іншого боку, з метою зменшення похибок вимірювання RTT через вплив тестового трафіку на поточну завантаженість мережних ресурсів, значення інтервалу T доцільно збільшувати. Тому оптимальне значення T слід визначати емпіричним шляхом з урахуванням конкретних цілей та умов проведення вимірювань.

9.3.9 Як уже зазначалось, проведення періодичних вимірювань значень параметрів QoS через фіксовані інтервали часу має ряд недоліків. Більш раціональним підходом до визначення параметрів якості обслуговування або якості послуг є виконання вимірювань через випадкові інтервали часу T , які розподілені у відповідності із законом розподілу $G(t)$. Зокрема, час надсилання наступної у послідовності групи тестових пакетів не може бути передбаченим, якщо $G(t)$ є експоненціальним розподілом (розподілом Пуассона) з коефіцієнтом λ , тобто

$$G(t) = 1 - e^{-\lambda t}. \quad (9.1)$$

Документом RFC 2330 рекомендоване використання саме розподілу Пуассона для проведення вимірювань, які пов'язані із визначенням показників якості обслуговування або якості послуг мереж IP. Однак у деяких випадках використання такого розподілу не є виправданим. Так, проміжок часу між сусідніми вимірюваннями у випадку використання закону Пуассона теоретично не обмежений. Однак може бути корисним обмежити максимальний час між вимірюваннями деякою величиною dT . У цьому випадку слід використовувати рівномірний закон розподілу, а саме

$$G(t) = \text{Unif}(0, dT). \quad (9.2)$$

Крім того, в експлуатаційній практиці знайшов застосування спосіб визначення показників QoS, згідно з яким вимірювання проводяться з фіксованою імовірністю p . Наприклад, під час вимірювань із застосуванням аналізатора протоколів цим пристроєм реєструються всі PDU у каналі зв'язку, але до траси протоколів записується інформація щодо PDU лише у випадку, якщо деяке випадкове число із рівномірним законом розподілу на інтервалі від 0 до 1 є більшим, ніж p . Такий спосіб вимірювань має усі переваги способу вимірювань із використанням закону Пуассона.

Оскільки спосіб організації послідовності вимірювань із використанням закону Пуассона є рекомендованим і найбільш поширеним, далі розглядаються різні варіанти реалізації такого способу вимірювань.

Перш за все, слід визначити коефіцієнт λ (наприклад, якщо середній інтервал між одиничними вимірюваннями дорівнює $T = 30$ с, то $\lambda = 1/30$). Потім слід згенерувати набір експоненційно розподілених (псевдо) випадкових чисел E_1, E_2, \dots, E_n . Перше вимірювання проводиться через інтервал часу E_1 , друге – через інтервал $E_1 + E_2$ і т. д. Більшість комп'ютерних систем мають штатні засоби генерації (псевдо) випадкових чисел U_1, U_2, \dots, U_n , які рівномірно розподілені на інтервалі від 0 до 1. Випадкові числа E_i отримують за формулою

$$E_i = -\frac{\log(U_i)}{\lambda}, \quad (9.3)$$

де $\log(U_i)$ – натуральний логарифм U_i .

Існують, як мінімум, три способи виконання послідовності вимірювань із використанням закону Пуассона.

Перший спосіб є найпростішим у реалізації. Він полягає у наступному:

- 1) Згенерувати випадкове число E_1 і чекати на протязі E_1 с.
- 2) Виконати процедуру вимірювання.
- 3) Згенерувати випадкове число E_2 і чекати на протязі E_2 с.
- 4) Виконати процедуру вимірювання.

5) Згенерувати випадкове число E_3 і чекати на протязі E_3 с.

6) Виконати процедуру вимірювання...

Однак процедура вимірювання триває деякий час M_i . Тому вимірювання відбуваються не у моменти часу E_1, E_1+E_2, \dots , а у інтервали $E_1, E_1+M_1+E_2, \dots$. Якщо час M_i малий у порівнянні з $1/\lambda$, то похибка, яка пов'язана із даним способом, є також відносно малою. У іншому випадку методичною похибкою нехтувати не можна.

У другому способі виконання послідовності вимірювань час M_i враховано. Цей спосіб полягає у наступному:

1) Згенерувати випадкове число E_1 і чекати на протязі E_1 с.

2) Виконати процедуру вимірювання та визначити її тривалість M_1 .

3) Згенерувати випадкове число E_2 і чекати на протязі E_2-M_1 с.

4) Виконати процедуру вимірювання...

Але цей спосіб також має недолік – його реалізація можлива лише за умови, що $E_{i+1} \geq M_i$. У іншому випадку виникає необхідність виконувати кілька вимірювань одночасно.

Третій спосіб полягає у наступному:

1) Згенерувати випадкові числа E_1, E_2, \dots, E_n .

2) Визначити моменти виконання вимірювань T_1, T_2, \dots, T_n , де $T_i = E_1 + \dots + E_i$.

3) Виконати необхідні вимірювання.

У випадку припустимості одночасного виконання кількох процедур вимірювання третій спосіб вільний від недоліків, які властиві першим двом способам. Якщо виконання i -тої процедури вимірювання суттєво впливає на результати інших процедур, то третій спосіб не має переваг і може виявитись навіть гіршим за два попередні.

На практиці, якщо $M_i \ll 1/\lambda$, то можливе використання будь-якого із способів виконання послідовності вимірювань із використанням закону Пуассона. Якщо $M_i \leq 1/\lambda$, слід використовувати другий спосіб. У випадку

припустимості одночасного виконання кількох процедур вимірювання використовують третій спосіб виконання вимірювань.

9.4 Методи вимірювань параметрів функціональності послуг

Оскільки множину параметрів функціональності транспортних послуг складають параметри швидкості передавання PDU та параметри обсягу трафіка, що транспортується впродовж визначеного проміжку часу, то основний метод оцінювання цих параметрів базується на підрахунку кількості PDU, що перетинають вибрану MP на протязі визначеного проміжку часу. Точка та інтервал вимірювання, а також ознаки сукупності PDU, що мають бути враховані, вибираються виходячи із цілей вимірювань і визначаються далі стосовно кожної транспортної технології, яка використовується сервіс-провайдером.

9.5 Методи вимірювань параметрів QoS

9.5.1 Загальним способом оцінювання поточних значень параметрів QoS є проведення їх періодичних вимірювань через фіксовані інтервали часу. Як правило, здійснюються прямі вимірювання характеристик тестового трафіку. Елементарний акт вимірювання виконується відносно PDU, що перетинає увідну вимірювальну точку (ingress measurement point, ingress MP), і полягає у виявленні можливої кореспондованої події у вивідній вимірювальній точці (egress measurement point, egress MP) та фіксації наслідків цієї події (наприклад, втрата PDU, затримка та величина затримки, помилка в полі даних і т. ін.). Процес вимірювань полягає у здійсненні серії послідовних елементарних актів вимірювання. В результаті отримують дані, що використовуються як похідні в процедурах оцінювання параметрів QoS.

9.5.2 У більшості випадків використовується шлейфова схема організації вимірювань (як через локальний, так і через віддалений шлейф), тобто вивідні порти вимірювальної секції одного напрямку передавання PDU фізично або логічно замикаються на увідні порти цієї секції із зворотного

напрямку передавання так, щоби забезпечувалась можливість обробки подій, що виникають на увідній та вивідній вимірювальних точках, єдиним локально розташованим інструментальним засобом вимірювань.

9.5.3 Вимірювання виконуються в режимі тестування. Структура тестового потоку PDU відображена на рисунку 9.5.

Як видно із рисунка 9.5, процес вимірювань полягає у надсиланні на вивідну МР певним чином визначеної сукупності (групи) тестових PDU, котрі, проходячи через вимірювальну секцію в одному напрямку, вибрані точки перемикання напрямків на віддаленому кінці вимірювальної секції і далі через вимірювальну секцію у зворотному напрямку, мають спостерігатися на увідній МР, що має бути розташована на тому ж вузлі мережі, де розташована вивідна МР. Увідні та вивідні PDU генеруються і оброблюються єдиним вимірювальним засобом. Одна група складається із N тестових PDU, котрі передаються із інтервалом τ . Генерація однієї групи тестових PDU триває L одиниць часу, де $L = N \times \tau$. Групи PDU генеруються з періодом T . Більшість показників параметрів транспортних послуг вимірюється на інтервалі T . Тому цей інтервал називають сеансом вимірювань. Деякі показники не можуть бути оцінені на протязі одного сеансу вимірювань. Для оцінювання таких показників здійснюється серія сеансів вимірювань. Тривалість однієї серії сеансів вимірювань позначається як T_0 . Розмір (довжина) будь-якого тестового PDU в процесі одного сеансу вимірювань не змінюється і дорівнює v байт. У цьому разі кількість груп PDU, що враховується на протязі однієї серії сеансів вимірювань N_0 , обчислюється за формулою: $N_0 = T_0 \setminus T$.

9.5.4 Значення v , τ , N , T та T_0 нормуються у розрізі кожної телекомунікаційної технології, що мають застосування на МПД. Нормовані значення вищевказаних величин надані у подальших розділах документу.

9.5.5 Такі параметри QoS як $PDUER_0$ та $PDUSR_0$ не потребують для їхнього визначення використання шлейфових схем вимірювань. Для

більшості телекомунікаційних технологій дані, що є необхідними для обчислення цих параметрів, накопичуються у базах МІВ контрольованого обладнання за допомогою механізмів протоколу SNMP.

9.5.6 В процесі оцінювання параметрів QoS необхідно дотримуватись таких вимог:

1) Вимірювання повинні за ідентичних умов проведення вимірювань давати однакові результати, тобто забезпечувати відтворюваність результатів вимірювань.

2) Для незначних змін умов проведення вимірювань повинні спостерігатись незначні відхилення результатів вимірювань.

3) Необхідно на кількісному рівні оцінювати можливі похибки вимірювань. На основі аналізу похибок мають бути сформульовані вимоги до інструментальних засобів та умов проведення вимірювань, дотримання яких дозволить знизити похибки або тримати їх у припустимих межах.

4) Якщо розмір \mathbf{v} тестових PDU не регламентується, то з метою зменшення часу їхньої обробки величина \mathbf{v} має бути якнайменшою.

5) Інтервал $\mathbf{L} = \mathbf{N} \cdot \tau$, що визначає час передавання будь-якої однієї групи тестових PDU через вимірювальну секцію, повинен бути таким, щоб імовірність зміни маршруту їхнього проходження між вимірювальними точками була достатньо малою.

6) Якщо інтервал τ між тестовими PDU у групі вибрано занадто малим, то PDU будуть надсилатись у мережу занадто швидко, що може викликати їхню буферизацію у вихідних чергах портів мережного обладнання. Для уникнення буферизації тестових PDU під час вимірювань необхідно визначити мінімально припустиме значення часу τ , при якому тестові PDU не впливають один на одного.

7) Для найбільш повного визначення характеру змін параметрів QoS у реальному часі інтервал \mathbf{T} між сусідніми групами тестових PDU, що просуваються через вивідну МР, повинен бути достатньо малим. З іншого

боку, з метою зменшення похибок вимірювання через вплив тестового трафіку на поточну завантаженість мережних ресурсів значення інтервалу T доцільно збільшувати. Тому оптимальне значення T на практиці визначається емпіричним шляхом з урахуванням конкретних цілей та умов проведення вимірювань.

8) Часто оцінки параметрів QoS залежать не тільки від розмірів, але і від типу PDU, які були використані в процесі вимірювань. Тому, визначаючи певний параметр QoS або вказуючи його конкретне значення, завжди слід зазначати, PDU якого типу використовувались у процесі вимірювань.

9) Характеристики апаратних засобів та програмного забезпечення (ПЗ) вузлів мережі, які задіяні у процесі вимірювань, можуть впливати на результати вимірювань. Особливо це стосується випадків, коли реєстрація часу настання мережних подій здійснюється засобами прикладного ПЗ вузла мережі, а не засобами операційної системи. Тому у випадку, коли необхідно вимірювати параметри затримок PDU у каналах зв'язку між вузлами мережі, доцільно розглянути можливість використання замість штатних засобів вузла мережі в якості вимірювального обладнання спеціалізованих інструментальних засобів, наприклад, аналізатора протоколів.

9.6 Методи вимірювань параметрів NP

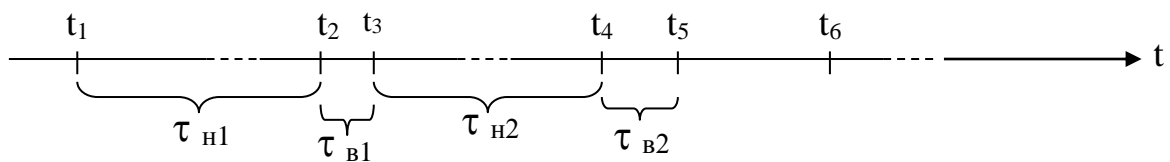
9.6.1 Метод, умови, точки та порядок вимірювань коефіцієнтів завантаження обладнання $K'_{зав}$ та $K'_{зав0}$ відповідають визначенням для випадку вимірювань показників швидкості передавання PDU.

Примітка. Для більшості телекомунікаційних технологій дані, що є необхідними для обчислення коефіцієнтів завантаження, накопичуються у базах МІВ контрольованого обладнання за допомогою механізмів протоколу SNMP.

9.6.2 Умови та порядок контролю показників надійності

Контроль надійності мережного обладнання проводять шляхом організації експлуатаційних спостережень – збиранням та обробленням

статистичних даних про надійність обладнання в умовах його експлуатації за основним призначенням. Щодо мережного обладнання застосовується послідовний план контролю показників надійності. В процесі експлуатації контрольованого обладнання послідовно у часі реєструються моменти вияву відмов та моменти закінчення відновлювальних робіт (див. рисунок 9.6). І далі після кожного акту усунення відмов здійснюється поточна (точкова, рос. - точечная) оцінка вибраних показників надійності і порівняння їх з нормованими значеннями цих показників. Для визначення моментів вияву відмов організується контроль відповідності параметрів, які характеризують працездатність цього обладнання. Контроль здійснюється у фоновому режимі, коли до потоків PDU споживачів додається потік тестових PDU, вимірювання параметрів та (або) аналіз вмісту полів формату котрих дозволяє зробити висновок щодо працездатності контрольованого обладнання.



Позначення:

τ_{H_i} - i -й інтервал напрацювання між відмовами;

τ_{B_i} - i -й інтервал відновлення працездатності

Рисунок 9.6 - Послідовний план контролю показників надійності

Однією із основних процедур визначення стану обладнання під час контролю працездатності є процедура контролю пов'язаності каналу транспортування даних. Згідно з цією процедурою періодично з наперед

визначеним інтервалом на увід одного із напрямків передачі через контрольований канал надсилається PDU із запитом щодо підтвердження певних характеристик утвореного каналу (наприклад, надсилається сигнальне повідомлення “STATUS ENQUIRY”). Обладнання, що знаходиться на вивідному кінці каналу цього напрямку, у відповідь на отриманий запит має надіслати у зворотному напрямку PDU із підтвердженням факту отримання запиту та запитаними характеристиками (наприклад, відправити сигнальне повідомлення “STATUS”). І якщо підтвердження у визначений проміжок часу не надійшло або воно надійшло, але запитані характеристики вказують на певну невідповідність в роботі обладнання, то в цей момент фіксується факт порушення пов’язаності каналу, що рахується як вияв відмови (тобто, переходу обладнання у непрацездатний стан). Після закінчення відновлювальних робіт перевіряється коректність функціонування процедури контролю пов’язаності. І якщо порушення пов’язаності не спостерігаються, робиться висновок про відновлення стану працездатності контрольованого обладнання.

Математичну обробку отриманих даних про поточні значення інтервалів τ_{ni} та τ_{vi} під час оцінювання проводять згідно з ГОСТ 27.410.

Примітка. Статистичні дані щодо відмов мережного обладнання збирають за допомогою так званих карток обліку відмов, у яких вказують, поміж інших даних, серійний номер мережного обладнання, напрацювання з початку експлуатації, дату виявлення відмови, адресу відмови (плата, блок і т. ін.), тривалість відновлення працездатного стану мережного обладнання. До карток обліку відмов вносять інформацію лише щодо тих відмов мережного обладнання, для усунення яких виконувалась заміна апаратних засобів (плат, блоків і т. ін.) або переінсталяція програмного забезпечення контрольованого мережного обладнання.

9.6.3 Контроль ймовірності безвідмовної роботи

Вихідними даними для оцінювання $P(T_N)$ є задане напрацювання T_N та припустиме значення $P^0(T_N)$. Вибір параметрів плану контролю здійснюють за таблицями 36-38 додатку 7 ГОСТ 27.410.

9.6.4 Контроль коефіцієнта готовності

Вихідними даними для контролю K_r є мінімально припустиме значення цього коефіцієнта K_r^{\min} та ризик споживача β .

Оцінку K_r проводять після кожного r -того відновлення. А саме, на кожному r -тому кроці експлуатаційних спостережень обчислюють локальну (рос. – точечную) оцінку коефіцієнта готовності \hat{K}_{er} за наступними формулами:

$$\hat{K}_{er} = \frac{\hat{T}}{\hat{T}_g + \hat{T}}, \text{ де } \hat{T} = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r \tau_{ni}; \hat{T}_g = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r \tau_{ei};$$

τ_{ni} ; τ_{ei} – i -ті інтервали безвідмовної роботи та відновлення відповідно.

Лінія прийняття рішення щодо відповідності коефіцієнту готовності для $\beta = 0,05$ та $K_r^{\min} = 0,96$ (згідно з рисунком 4-11 додатку 7 ГОСТ 27.410) відображена на рисунку 9.7.

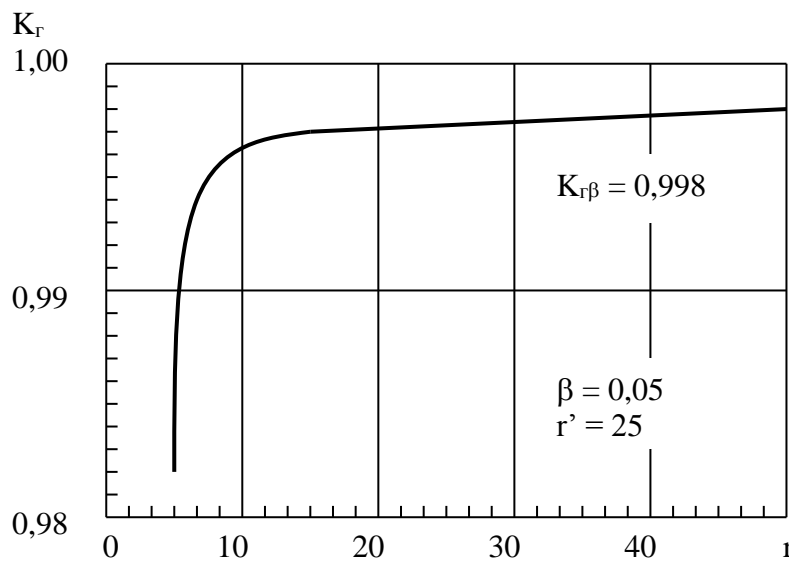


Рисунок 9.7 – Лінія прийняття рішення щодо відповідності коефіцієнту готовності

ЧАСТИНА ТРЕТЯ
БАЗОВІ ПРОЦЕДУРИ ТА НОРМАТИВИ ОБСЛУГОВУВАННЯ
ПРИ НАДАННІ ПОСЛУГ ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ

10 КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ ПОСЛУГИ ПЕРЕДАВАННЯ
ПАКЕТІВ ІР

10.1 Послуга із транспортування пакетів каналами транспортної ІР-мережі (при з'єднанні типу “споживач - споживач” або “точка – точка”)

10.1.1 Параметри функціональності

$IPTS_{max}$ - припустиме максимальне значення миттєвої швидкості передавання пакетів ІР через вимірювальну точку $IPTS$. Інтервал вимірювання – 1с.

$IPTS_{max}^0$ - припустиме максимальне значення усередненого на інтервалі сеансу вимірювань значення $IPTS$. Інтервал сеансу вимірювання – 1година.

B_c – максимальна кількість байтів, яка буде гарантовано транспортуватися впродовж визначеного проміжку часу T (узгоджений або обов'язковий обсяг пульсації).

B_e – максимальна кількість байтів, яка буде “з максимальними зусиллями” транспортуватися впродовж визначеного проміжку часу T (додатковий обсяг пульсації).

Примітка. Значення T визначається умовами SLA.

10.1.2 Параметри QoS та NP

У таблиці 10.1 надано класифікатор параметрів якості транспортування ІР-пакетів з використанням мереж пакетної комутації, технічна та організаційна підтримка котрих забезпечується сервіс-провайдерами.

Таблиця 10.1 – Класифікатор параметрів якості обслуговування при наданні послуг із транспортування пакетів каналами транспортної ІР-мережі

| Параметри якості обслуговування | | |
|--|--|------------------------------------|
| мережно-орієнтовані (параметри NP) | сервіс-орієнтовані (параметри QoS) | мережно/сервіс незалежні |
| 1. $IPLR_{max}$; 2. $IPSLBR_{max}$; 3. $IPEP_{max}$; 4. $K_{\Gamma min}$ | 1. $IPTD_{max}$; 2. $IPDV_{max}$; 3. P_{max} ($IPTD_{max}$); 4. $P_{IPSA_{min}}$ (PIA); 5. $T_{IPU_{max}}$ (TIU) | 1. RP_{max} ; 2. $MTTR_{max}$ |

Примітка 1. Мнемонічні позначення параметрів, що надані у таблиці 10.1, отримані шляхом заміни у позначеннях параметрів із таблиці 8.1 буквосполучення “PDU” на “IP”, оскільки у даному випадку в якості PDU використовуються пакети IP.

Примітка 2. Набір параметрів послуги із транспортування пакетів IP вибрано однаковим: для з’єднань типу “точка – точка”; для з’єднань типу “споживач – споживач”; для абонентського доступу до магістральної IP-мережі.

Примітка 3. Параметр P_{IPSA} в літературі часто позначають як PIA, а параметр T_{IPU} – як TIU.

10.1.3 Нормативи якості у розрізі класів обслуговування

З метою забезпечення можливості якісного транспортування потоків пакетів IP, що наразі генеруються основною масою прикладних застосувань реальних і потенційних споживачів, усі найбільш популярні види потоків, що транспортуються каналами мереж IP, згруповані на основі визначених для них загальних ознак за п’ятьма класами трафіка IP. З урахуванням характеристик цих класів визначено п’ять стандартизованих рівнів надання транспортної послуги, тобто п’ять класів обслуговування (див. табл.10.2).

Кожний клас обслуговування характеризується певним набором нормованих значень (або діапазонів значень) показників якості послуги (тобто, сервіс-орієнтованих параметрів), мережної досконалості (тобто, мережно-орієнтованих параметрів) та сервіс/мережно-незалежних параметрів обслуговування.

Для наскрізних з'єднань типу “споживач – споживач” нормовані значення показників якості транспортування ІР-пакетів, що класифіковані за визначеними п'ятьма класами обслуговування, надані у таблиці 10.2.

Таблиця 10.2 – Норми на показники якості обслуговування при наданні послуги із транспортування пакетів каналами транспортної ІР-мережі для наскрізних з'єднань типу “споживач – споживач”

| Параметри обслуговування | Характеристика параметра | Клас 0 | Клас 1 | Клас 2 | Клас 3 | Клас 4 | Клас 5 |
|-------------------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|
| Сервіс-орієнтовані параметри | | | | | | | |
| $IPTD_{max}$ | Верхня межа щодо затримки пакетів, мс | 100 | 400 | 480 | 480 | 1000 | Н/В |
| $IPDV_{max}$ | Верхня межа щодо варіації затримки, мс | 50 | 50 | 150 | Н/В | Н/В | Н/В |
| $P_{max} (IPTD_{max})$ | Поріг ймовірності перевищення $IPTD_{max}$, безрозмірний | 1×10^{-2} | 1×10^{-2} | 1×10^{-2} | 5×10^{-2} | Н/В | Н/В |
| $P_{min} (IPDV_{max})$ | Поріг відсотка неперевищення $IPDV_{max}$, % (у відсотках) | 1,0 | 1,0 | Н/В | Н/В | Н/В | Н/В |
| $P_{IPSA_{min}} (PIA)$ | Нижня межа щодо відсотка часу доступності послуги, % (у відсотках) | 99 | 99 | 99 | 99 | Н/В | Н/В |
| $T_{IPU_{max}} (TIU)$ | Верхня межа щодо годин недоступності послуги, годин на рік | 88 | 88 | 88 | 88 | Н/В | Н/В |
| Мережно-орієнтовані параметри | | | | | | | |
| $IPLR_{max}$ | Верхня межа втрат пакетів, безрозмірна | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | Н/В |
| $IPER_{max}$ | Верхня межа помилкових пакетів, | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-3} | Н/В |

| | | | | | | | |
|------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| | безрозмірна | | | | | | |
| $K_{\Gamma_{\min}}$ | Нижня межа коефіцієнту готовності | 0,996 | 0,996 | 0,996 | 0,996 | 0,996 | н/в |
| Сервіс/мережно-незалежні параметри | | | | | | | |
| $MTTR_{\max}$ | Верхня межа середнього часу відновлення працездатності, хвилин | 300 | 300 | 300 | 300 | 500 | н/в |

Примітка 1. Рівень якості транспортної послуги не може асоціюватися із суб'єктивними уявленнями типу “більш якісна або менш якісна послуга”, а задається конкретними значеннями параметрів цієї послуги.

Примітка 2. Позначка “н/в” означає “не визначено”.

Примітка 3. Нормативні визначення параметрів $IPTD_{\max}$, $IPDV_{\max}$, $IPLR_{\max}$ та $IPEP_{\max}$ відповідають ITU-T Recommendation Y.1541 для наскрізного з'єднання типу “споживач – споживач”.

Примітка 4. Оцінювання параметрів $K'_{\text{зав}0}$ та $IPEP_0$ в процесі поточного контролю відповідності не здійснюється. Однак в процесі пошуку вирішення проблем невідповідності необхідно упевнитися, що поточні значення цих параметрів не перевищують норми (відповідно $K'_{\text{зав}\max}$ та $IPEP_{\max}$) на усіх вузлах (проміжних та крайових) впродовж можливих шляхів просування IP-пакетів. Дані, що є необхідними для обчислення поточних значень цих параметрів, накопичуються на вузлах у базах МІВ контрольованого обладнання за допомогою механізмів протоколу SNMP.

Примітка 5. Значення параметру $P_{IPSA_{\min}}$ (тобто, значення параметру PIA) визначається відповідно до ITU-T Recommendation Y.1541 за таких умов: інтервал вимірювань параметра – 1 доба; доступність оцінюється за параметром $IPLR_0$; поріг визначення доступності s_1 береться на рівні 0,01 для класів 0 та 2 і на рівні 0,005 для класів 1 та 3; проміжок часу T_{av} , що відведений для визначення $IPLR_0$ та порівняння з порогом s_1 , дорівнює тривалості однієї серії сеансів вимірювань параметра $IPLR_0$. Пояснення щодо обчислення цього параметру надано у п.п.8.5.7.

Примітка 6. Пояснення щодо обчислення параметру $T_{IP\ U}$ (тобто, TIU) надано у п.8.5.7.

Примітка 7. Значення параметру RP_{\max} визначається умовами SLA.

Для наскрізних з'єднань типу “точка – точка” норми на показники за класами обслуговування не класифікуються, оскільки рівень якості транспортування пакетів між будь-якими двома вузлами магістральної транспортної мережі має бути однаковим. Рекомендовані норми на

показники якості обслуговування магістральною транспортною IP-мережею надані у таблиці 10.3 .

Таблиця 10.3 – Норми на показники якості обслуговування при наданні послуги із транспортування пакетів каналами магістральної транспортної IP-мережі для наскрізних з'єднань типу “точка – точка”

| Параметри обслуговування | Характеристика параметра | Нормативне значення |
|---|--|---------------------|
| Сервіс-орієнтовані параметри | | |
| $IPTD_{max}$ | Верхня межа щодо затримки пакетів, мс | 80 |
| $IPDV_{max}$ | Верхня межа щодо варіації затримки, мс | 30 |
| $P_{max}(IPTD_{max})$ | Поріг ймовірності перевищення $IPTD_{max}$, безрозмірний | 1×10^{-2} |
| $P_{min}(IPDV_{max})$ | Поріг відсотка неперевіщення $IPDV_{max}$, % (у відсотках) | 1,0 |
| $P_{IPSA_{min}}(PIA)$ | Нижня межа щодо відсотка часу доступності послуги, % (у відсотках) | 99 |
| $T_{IPU_{max}}(TIU)$ | Верхня межа щодо годин недоступності послуги, годин на рік | 12 |
| Мережно-орієнтовані параметри | | |
| $IPLR_{max}$ | Верхня межа втрат пакетів, безрозмірна | 1×10^{-3} |
| $IPER_{max}$ | Верхня межа помилкових пакетів, безрозмірна | 1×10^{-4} |
| $K_{\Gamma_{min}}$ | Нижня межа коефіцієнту готовності | 0,996 |
| Сервіс/мережно-незалежні параметри | | |
| $MTTR_{max}$ | Верхня межа середнього часу відновлення працездатності, хвилин | 300 |

10.1.4 Умови, точки та порядок вимірювань

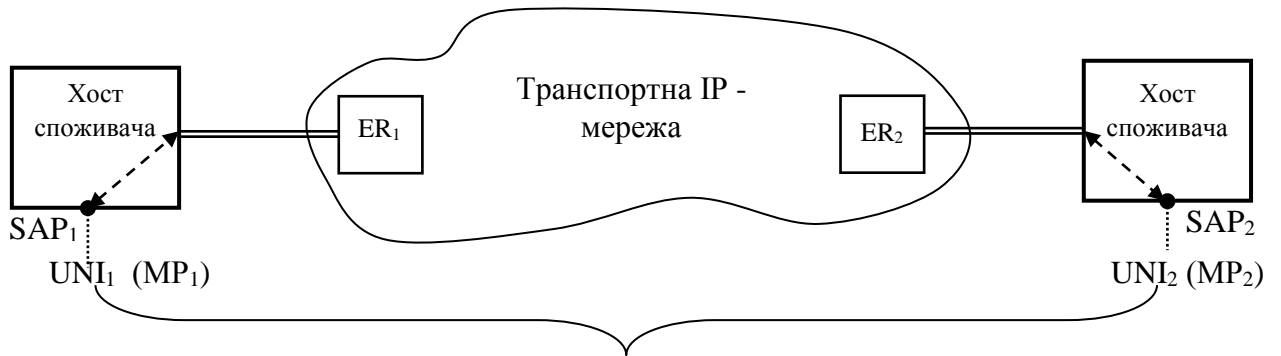
В процесі оцінювання параметрів QoS необхідно дотримуватись вимог п. 9.3.2. Крім того, під час вимірювань пікове навантаження будь-якого із міжвузлових КПД та маршрутизаторів мережі повинно не перевищувати 90%. При піковому навантаженні будь-якого з міжвузлових каналів зв'язку та маршрутизаторів, що перевищує 90%, транспортна мережа вважається перенавантаженою і такою, що не задовольняє вимогам до якості послуг передавання інформації.

Поточні значення параметру $I\text{PER}_0$ на всіх вузлах уздовж можливих шляхів просування IP-пакетів повинно не перевищувати норму $I\text{PER}_{\text{max}}$.

Вимірювання здійснюються активним способом в режимі періодичного тестування через фіксовані інтервали часу методом “пінгування” тестових ICMP-пакетів. Використовується шлейфова схема організації вимірювань за схемами, що відображена на рисунку 10.1 (при з'єднаннях типу “споживач – споживач”) або на рисунку 10.2 (при з'єднаннях типу “точка – точка”). На цих рисунках відображені відповідні точки доступу до послуги та відповідні пари вимірювальних точок.

Зокрема, підчас вимірювань при наскрізному з'єднанні типу “точка – точка” необхідно замкнути між собою (на логічному рівні) пару вимірювальних точок MP_2 (див. рис.10.2) та здійснювати “пінгування” тестовими ICMP-пакетами через точку $MP_{\text{egr } 1}$, що розташована на SAP_1 . При цьому спостереження за кореспондованими тестовими ICMP-пакетами, що просуваються каналами транспортної мережі у зворотному напрямку від SAP_2 до SAP_1 , здійснюється у точці $MP_{\text{in } 1}$, що розташована на SAP_1 . Пінгування, вимірювання та обробка результатів вимірювань здійснюється штатними програмними засоби крайового маршрутизатора ER_1 , а логічне замикання точок MP_2 – штатними програмними засобами крайового маршрутизатора ER_2 .

Примітка. Конкретні назви штатних інструментальних програмних засобів, що застосовуються під час вимірювань, та методика їхнього використання вказуються у регламентах експлуатації телекомунікаційного обладнання, що інстальовано у вузлах транспортної мережі.

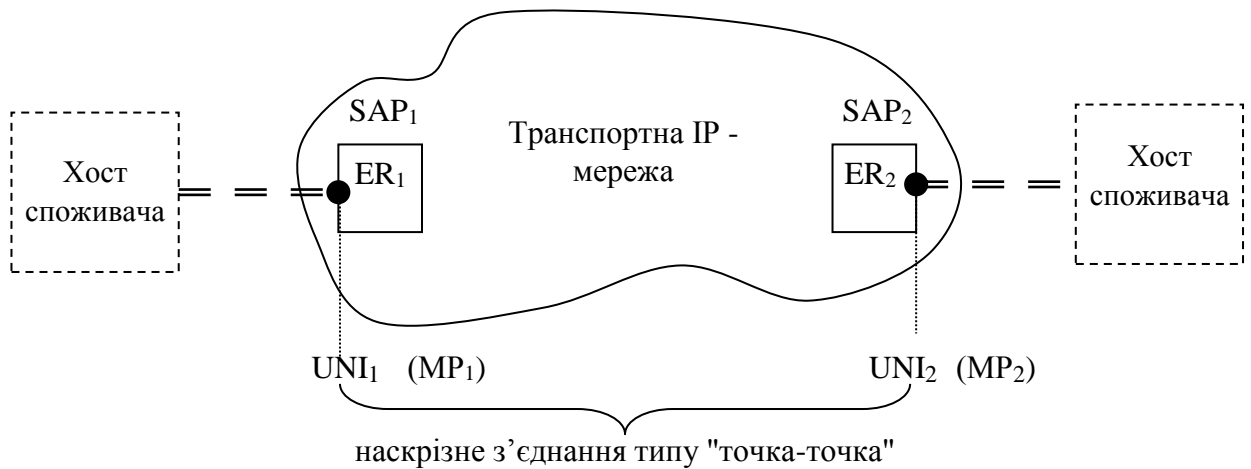


наскрізне з'єднання типу "споживач - споживач"

Позначки:

- == - канал абонентського доступу (належить провайдеру);
- - точка доступу до послуги;
- UNI - інтерфейс "споживач - мережа" на з'єднанні типу "споживач - споживач";
- MP_i - і-та пара точок вимірювань;
- ER - крайовий маршрутизатор.

Рисунок 10.1 – Схема організації вимірювань поточних значень параметрів послуги із транспортування пакетів IP каналами транспортної IP-мережі при наскрізному з'єднанні типу "споживач - споживач"



наскрізне з'єднання типу "точка-точка"

Позначки:

- == - канал абонентського доступу (належить споживачу);
- - точка доступу до послуги;
- UNI - інтерфейс "споживач - мережа" при з'єднанні типу "точка-точка";
- MP_i - і-та пара точок вимірювань;
- ER - крайовий маршрутизатор.

Рисунок 10.2 – Схема організації вимірювань поточних значень параметрів послуги

Вимірювання при наскрізному з'єднанні типу “споживач – споживач” виконуються аналогічним чином, але при цьому SAP_1 та SAP_2 (і відповідні вимірювальні точки) знаходяться на термінальних вузлах споживачів.

Зазвичай у цьому випадку для вимірювань використовуються штатні програмні засоби хостів користувачів.

Структура тестового потоку пакетів IP повинна відповідати структурі, що надана на рисунку 9.1, і мати наступні характеристики:

- 1) довжина поля даних тестових пакетів ν - не більша за 64 байта;
- 2) кількість пакетів в одній групі N (тобто, в одному сеансі вимірювань) – 100;
- 3) періодичність генерації груп тестових пакетів T – один раз кожні 6 хвилин;
- 4) мінімальний міжпакетний інтервал τ в рамках однієї групи пакетів – 100 мс;
- 5) тривалість одного сеансу вимірювань T - 6 хвилин;
- 6) тривалість однієї серії сеансів вимірювань T_0 - 1 година.

Розрахунок звітних значень параметрів IPD_{0} , $IPDV_{0}$, $P(IPDV_{max})$, $K'_{зав0}$ здійснюється за результатами кожного сеансу вимірювань, тобто звітний проміжок часу щодо цих параметрів дорівнює 6 хвилинам. Розрахунок звітних значень параметрів $IPLR_{0}$ та $P(IPD_{max})$ - за результатами кожної серії сеансів вимірювань, тобто звітний проміжок часу для цих параметрів дорівнює 1 годині. Для параметра P_{IPSA} звітний проміжок – 1 доба. Параметр T_{IPU} розраховується на звітному проміжку, що дорівнює одному року. Параметри $K_{г}$ та $MTTR$ розраховуються після кожної події відновлення обладнання.

10.1.5 Дії у разі виявлення невідповідності

Поточний контроль якості наскрізного з'єднання виконується шляхом відслідковування поточних оцінок параметра втрат пакетів $IPLR_0$. У процесі поточного контролю цього параметру може виявитись перевищення його нормованого значення $IPLR_{max}$. У цьому випадку необхідно переконатися в коректності роботи обладнання мережного (і, можливо, більш високого) рівня у кінцевих вузлах контрольованого наскрізного з'єднання, наприклад шляхом відключення від нього обладнання сусідніх вузлів і "пінгування" тестовими пакетами по локальному шлейфу, що створюється як на ближньому, так і на віддаленому кінцях контрольованого з'єднання. Якщо проблем на рівні протоколу IP (і вище) на локальних шлейфах не виявлено, необхідно розпочати пошук проблем в роботі транспортної мережі.

Плановий періодичний контроль якості наскрізного з'єднання виконується шляхом відслідковування поточних оцінок усіх параметрів мережного рівня (не тільки $IPLR_0$), нормовані значення котрих надано у табл. 10.2. У процесі планового контролю можуть виявитися невідповідності щодо нормованих значень будь-якого із параметрів. У цьому випадку необхідно розпочати пошук проблем в роботі транспортної мережі.

У разі виявлення невідповідності щодо нормованих значень сервіс-орієнтованих параметрів необхідно розпочати пошук проблем, пов'язаних із можливими перенавантаженнями IP-трафіком каналів транспортної IP-мережі.

Пошук шляхів вирішення проблеми невідповідності на мережному рівні здійснюють шляхом порівняльного аналізу вимірних поточних значень параметрів мережного рівня з відповідними нормативними значеннями цих параметрів. При цьому використовується шлейфова схема організації вимірювань згідно з п.п. 10.1.4.1 -10.1.4.3.

Під час пошуку проблемної ділянки на шляху просування пакетів утворюють наскрізне TCP/IP-з'єднання. В цьому випадку значення параметрів аналізуються щодо всіх IP-маршрутизаторів, розташованих на шляху просування пакетів. Локалізація проблеми полягає у виявленні міжвузлової ділянки, де зафіксоване суттєве відхилення від норм щодо будь-якого параметра.

У разі виявлення невідповідності щодо нормативних значень мережно-орієнтованих параметрів необхідно розпочати пошук проблем, пов'язаних із відмовами в роботі мережного обладнання згідно з положеннями регламентуючої експлуатаційної документації на мережне обладнання, що використовується.

Якщо проблем на рівні протоколів TCP та IP не виявлено, необхідно розпочати пошук проблем в роботі обладнання канального, а потім фізичного рівнів, що забезпечує транспортування пакетів IP.

Для пошуку проблем в роботі обладнання первинної транспортної мережі необхідно звернутися до відповідних служб власника цієї мережі.

10.2 Послуга абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання IP

10.2.1 Параметри функціональності щодо трафіка IP – згідно п. 10.1.1.

10.2.2 Параметри QoS та NP надані у таблиці 10.1.

10.2.3 Нормативи якості

Нормативи якості обслуговування при наданні послуги абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання IP, за аналогією з п. 10.1.3, надаються у розрізі п'яти класів обслуговування. З урахуванням характеристик цих класів у таблиці 10.4 для вищезазначеної

послуги надані рекомендовані нормативні визначення відповідних показників.

Таблиця 10.4 – Норми на показники якості обслуговування при наданні послуги абонентського доступу до транспортної мережі ІР з використанням обладнання ІР

| Параметри обслуговування | Характеристика параметра | Клас 0 | Клас 1 | Клас 2 | Клас 3 | Клас 4 | Клас 5 |
|-------------------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|
| Сервіс-орієнтовані параметри | | | | | | | |
| $IPTD_{max}$ | Верхня межа щодо затримки пакетів, мс | 10 | 160 | 200 | 200 | 400 | Н/В |
| $IPDV_{max}$ | Верхня межа щодо варіації затримки, мс | 10 | 10 | 60 | Н/В | Н/В | Н/В |
| $P_{max} (IPTD_{max})$ | Поріг ймовірності перевищення $IPTD_{max}$, безрозмірний | 1×10^{-2} | 1×10^{-2} | 1×10^{-2} | 5×10^{-2} | Н/В | Н/В |
| $P_{min} (IPDV_{max})$ | Поріг відсотка неперевищення $IPDV_{max}$, % (у відсотках) | 1,0 | 1,0 | Н/В | Н/В | Н/В | Н/В |
| $P_{IPSA_{min}} (PIA)$ | Нижня межа щодо відсотка часу доступності послуги, % (у відсотках) | 99 | 99 | 99 | 99 | Н/В | Н/В |
| $T_{IPU_{max}} (TIU)$ | Верхня межа щодо годин недоступності послуги, годин на рік | 38 | 38 | 38 | 38 | Н/В | Н/В |
| Мережно-орієнтовані параметри | | | | | | | |
| $IPLR_{max}$ | Верхня межа втрат пакетів, безрозмірна | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | Н/В |
| $IPER_{max}$ | Верхня межа | | | | | | |

| | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----|
| | помилкових пакетів, безрозмірна | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | Н/В |
| $K_{\Gamma \min}$ | Нижня межа коефіцієнту готовності | 0,996 | 0,996 | 0,996 | 0,996 | 0,996 | Н/В |
| Сервіс/мережно-незалежні параметри | | | | | | | |
| $MTTR_{\max}$ | Верхня межа середнього часу відновлення працездатності, хвилин | 150 | 150 | 150 | 150 | 300 | Н/В |

10.2.4 Умови, точки та порядок вимірювань

В процесі оцінювання параметрів QoS необхідно дотримуватись вимог п. 9.3.2. Крім того, під час вимірювань пікове навантаження на крайовий маршрутизатор (маршрутизатор доступу AR), до якого під'єднано контрольований абонентський канал, повинно не перевищувати 90%. При піковому навантаженні цього маршрутизатору, що перевищує 90%, транспортна мережа вважається перенавантаженою і такою, що не задовольняє вимогам до якості послуг передавання інформації.

Поточні значення параметру $IPER_0$ на крайовому маршрутизаторі повинно не перевищувати норму $IPER_{\max}$, тобто 1×10^{-4} .

Вимірювання параметрів послуги абонентського IP-доступу виконуються за шлейфовою схемою, що відображена на рисунку 8.3, аналогічно положенням п.10.1.4. Зокрема, під час вимірювань необхідно замкнути між собою (на логічному рівні) пару вимірювальних точок MP_2 та MP_3 (див. рис. 8.3) та здійснювати "пінгування" тестовими ICMP-пакетами через точку $MP_{\text{егр } 1}$, що розташована на SAP_1 . При цьому спостереження за кореспондованими тестовими ICMP-пакетами, що просуваються каналом абонентського доступу у зворотному напрямку від SAP_2 до SAP_1 , здійснюється у точці $MP_{\text{ін } 1}$, що розташована на SAP_1 . Пінгування, вимірювання та обробка результатів вимірювань здійснюється штатними

програмними засоби хоста, а логічне замикання точок MP_2 та MP_3 – штатними програмними засобами сервера доступу вузлу транспортної мережі.

Примітка. Конкретні назви штатних інструментальних програмних засобів, що застосовуються під час вимірювань, та методика їхнього використання вказуються у регламентах експлуатації телекомунікаційного обладнання, що інстальовано у вузлах транспортної мережі.

Структура тестового потоку пакетів IP повинна відповідати структурі, що надана на рисунку 9.1, і мати характеристики згідно п.10.1.4.

Розрахунок звітних значень параметрів – згідно п.10.1.4.

10.2.5 Дії у разі виявлення невідповідності – аналогічно п. 10.1.5.

10.3 Послуга абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання Frame Relay

10.3.1 Параметри функціональності

Параметри функціональності щодо трафіка IP – згідно п. 10.1.1. Параметри функціональності щодо трафіка FR – це AR, CIR, EIR, V_c та V_e . Визначаються аналогічно п. 11.1.1.

10.3.2 Параметри QoS та NP

У таблиці 10.5 надано класифікатор параметрів якості обслуговування при наданні послуги абонентського доступу до транспортної IP-мережі з використанням обладнання FR, технічна та організаційна підтримка котрих забезпечується сервіс-провайдерами.

Визначення параметрів цієї послуги щодо трафіка IP надано у розділі 8.4, якщо у якості PDU розглядати пакети IP. Визначення цих параметрів щодо трафіка FR надано у п. 11.1.2.

Таблиця 10.5 – Класифікатор параметрів якості обслуговування при наданні послуги абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання FR

| Параметри якості обслуговування | | |
|---|--|------------------------------------|
| мережно-орієнтовані (параметри NP) | сервіс-орієнтовані (параметри QoS) | мережно/сервіс незалежні |
| 1. $IPLR_{max}$; 2. $IPEP_{max}$; 3. $K'_{зав0max}(IP)$; 4. $K_{Гmin}$; 5. $K'_{зав0max}(FR)$; 6. $FR LR_{max}(CIR)$; 7. $FR LR_{max}(EIR)$; 8. $FR ER_{max}$ | 1. $IPTD_{max}$; 2. $IPDV_{max}$; 3. $P_{max}(IPTD_{max})$; 4. $P_{min}(IPDV_{max})$; 5. $P_{IPSAmin}$; 6. $T_{IPU_{max}}$; 7. $FRTD_{max}(CIR)$; 8. $FRTD_{max}(EIR)$ | 1. RP_{max} ; 2. $MTTR_{max}$ |

Примітка 1. Мнемонічні позначення параметрів, що надані у таблиці 10.5, отримані шляхом заміни у позначеннях параметрів із таблиці 8.1 буквосполучення “PDU” на “IP” та “FR”, оскільки у даному випадку в якості PDU використовуються пакети IP та фрейми FR.

Примітка 2. При експлуатації обладнання FR активно використовується механізм визначення пов'язаності каналу. Однак параметр пов'язаності є інструментальним засобом спостереження за працездатністю каналу і не характеризує якість обслуговування.

10.3.3 Нормативи якості у розрізі класів обслуговування

Рекомендовані нормативні значення показників якості обслуговування при наданні послуги абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання FR надано у таблиці 10.6.

Таблиця 10.6 – Нормативи якості обслуговування при наданні послуги абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання FR

| Параметри обслуговування | Характеристика параметра | Клас 0 | Клас 1 | Клас 2 | Клас 3 | Клас 4 | Клас 5 |
|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Сервіс-орієнтовані | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|-------------------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----|
| параметри | | | | | | | |
| $IPTD_{max}$ | Верхня межа щодо затримки пакетів, мс | 10 | 160 | 200 | 200 | 400 | Н/В |
| $IPDV_{max}$ | Верхня межа щодо варіації затримки, мс | 10 | 10 | 60 | Н/В | Н/В | Н/В |
| $P_{max} (IPTD_{max})$ | Поріг ймовірності перевищення $IPTD_{max}$, безрозмірний | 1×10^{-2} | 1×10^{-2} | 1×10^{-2} | 5×10^{-2} | Н/В | Н/В |
| $P_{min} (IPDV_{max})$ | Поріг відсотка неперевищення $IPDV_{max}$, % (у відсотках) | 1,0 | 1,0 | Н/В | Н/В | Н/В | Н/В |
| $P_{IPSA_{min}} (PIA)$ | Нижня межа щодо відсотка часу доступності послуги, % (у відсотках) | 99 | 99 | 99 | 99 | Н/В | Н/В |
| $T_{IPU_{max}} (TIU)$ | Верхня межа щодо годин недоступності послуги, годин на рік | 38 | 38 | 38 | 38 | Н/В | Н/В |
| $FRTD_{max} (CIR)$ | Верхня межа щодо затримки фреймів з ознакою DE=0, мс | 10 | 160 | 160 | 160 | 160 | Н/В |
| $FRTD_{max} (EIR)$ | Верхня межа щодо затримки фреймів з ознакою DE=1, мс | Н/В | Н/В | Н/В | Н/В | Н/В | Н/В |
| Мережно-орієнтовані параметри | | | | | | | |
| $IPLR_{max}$ | Верхня межа втрат пакетів, безрозмірна | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | Н/В |
| $IPER_{max}$ | Верхня межа помилкових пакетів, безрозмірна | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | Н/В |
| $K_{\Gamma_{min}}$ | Нижня межа коефіцієнту готовності | 0,996 | 0,996 | 0,996 | 0,996 | 0,996 | Н/В |
| $FR LR_{max} (CIR)$ | Верхня межа втрат фреймів з ознакою DE=0, безрозмірна | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | Н/В |
| $FRER_{max}$ | Верхня межа помилкових | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | Н/В |

| | | | | | | | |
|------------------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | фреймів, безрозмірна | | | | | | |
| Сервіс/мережно-незалежні параметри | | | | | | | |
| MTTR _{max} | Верхня межа середнього часу відновлення працездатності, хвилин | 300 | 300 | 300 | 300 | 500 | н/в |

Примітка 1. Позначка “н/в” означає “не визначено”.

Примітка 2. Нормативні визначення параметрів IPTD_{max}, IPDV_{max}, IPLR_{max} та IPER_{max} узгоджені з рекомендаціями ITU-T Recommendation Y.1541.

Примітка 3. Значення параметру R_{IPSA}_{min} визначається за тими ж умовами, що і при наданні транспортної IP послуги.

Примітка 4. Значення параметру RP_{max} визначається умовами SLA.

Примітка 5. Значення параметру MTTR враховується, починаючи з моменту фіксації стану непрацездатності обладнання.

Примітка 6. Параметри K_г та MTTR визначаються для усього обладнання, що використовується для надання послуги.

10.3.4 Умови, точки та порядок вимірювань

В процесі оцінювання параметрів QoS необхідно дотримуватись вимог п. 9.3.2. Крім того, під час вимірювань пікове навантаження крайового IP-маршрутизатора (маршрутизатора доступу AR), через котрий забезпечується доступ до IP-мережі, повинно не перевищувати 90%, а поточні значення параметру помилок IPER₀ цього маршрутизатору мають бути не більшими за IPER_{max}. Поточні значення параметру помилок FRER₀ крайового FR-комутатора мають бути не більшими за FRER_{max}.

Примітка. Дані, що є необхідними для обчислення поточних значень цих параметрів, накопичуються у базах MIB контрольованого обладнання за допомогою механізмів протоколу SNMP. Параметр FRER₀ обчислюється на основі спостереження за ознакою FCS у форматі фрейму.

Методи та порядок вимірювань параметрів якості обслуговування, що використовуються під час надання послуги абонентського FR-доступу до транспортної мережі IP, є аналогічними тим, що відображені у п. 11.1.4. А саме, контроль якості обслуговування виконується за шлейфовою схемою на

мережному рівні, тобто встановлюється режим періодичного тестування послідовностями ICMP-пакетів через фіксовані інтервали часу. За допомогою штатних механізмів FR-обладнання в каналі абонентського доступу утворюється PVC-з'єднання між пристроєм FRAD та крайовим FR-комутатором із гарантованою швидкістю передавання даних, що дорівнює CIR. Здійснюються активні вимірювання шляхом “пінгування” тестовими IP-пакетами через утворене PVC-з'єднання у прямому і зворотному напрямках передавання тестових даних. Однак в залежності від того, параметри якого рівня вимірюються – мережного чи каналного - використовуються різні пари точок вимірювань.

Використовується шлейфова схема організації вимірювань за схемою включення, що відображена на рисунку 10.3.



Позначки:

FRAD - пристрій абонентського доступу до FR-каналу;

SAP - точка доступу до послуги;

MP_i - і-та пара точок вимірювань;

ER - крайовий IP-маршрутизатор.

Рисунок 10.3 – Схема організації вимірювань параметрів послуги абонентського доступу до транспортної IP-мережі з використанням обладнання Frame Relay

На рис.10.3 показана точка доступу до послуги SAP та відповідні пари вимірювальних точок. Зокрема, підчас вимірювань на IP-рівні необхідно

замкнути між собою пару вимірювальних точок MP_4 (за допомогою програмних засобів крайового IP-маршрутизатора або хоста, що до нього приєднаний) та здійснювати “пінгування” тестовими ICMP-пакетами через точку $MP_{egr\ 1}$, що розташована на SAP термінального хоста. При цьому спостереження за кореспондованими тестовими ICMP-пакетами, що просуваються IP-каналом абонентського доступу у зворотному напрямку від крайового IP-маршрутизатора до SAP, здійснюється у точці $MP_{in\ 1}$, що розташована на SAP термінального хоста. Таким чином, пінгування, вимірювання та обробка результатів вимірювань параметрів IP рівня здійснюється штатними програмними засобами термінального обладнання споживача, а логічне замикання точок MP_4 – штатними програмними засобами крайового IP-маршрутизатора (маршрутизатора доступу) або хоста, що до нього приєднаний.

Під час вимірювань параметрів каналного рівня необхідно замкнути між собою пару вимірювальних точок MP_3 , але на мережному рівні (тобто, за допомогою програмних засобів спеціально виділеного хоста, що напряду без використання крайового IP-маршрутизатора приєднується до комутатора) та здійснювати “пінгування” тестовими ICMP-пакетами через точку $MP_{egr\ 1}$, що розташована на SAP термінального хоста або через точку $MP_{egr\ 2}$ за допомогою спеціально виділеного хоста (у випадку виникнення проблем з хостом споживача). При цьому спостереження за кореспондованими тестовими пакетами, що просуваються абонентським FR-каналом у зворотному напрямку від крайового FR-комутатора до FRAD, здійснюється у точці $MP_{in\ 2}$, що створюється програмними засобами спеціально виділеного хоста.

Примітка . На практиці існує можливість здійснювати вимірювання з боку крайового вузлу IP-мережі. В цьому випадку замикання шлейфу робиться парою точок MP_1 , а “пінгування” та обробка результатів вимірювань виконується за допомогою програмних засобів крайового вузлу.

Параметри процесу тестування (тобто, структура тестового потоку ICMP-пакетів, періодичність звітування тощо) – згідно п. 10.1.4.

В процесі вимірювань мають виконуватися такі дві умови:

- 1) в кожен один тестовий фрейм необхідно упаковувати лише один пакет;
- 2) уся тестова послідовність ICMP-пакетів має упаковуватися у тестовий потік фреймів з ознакою DE=0, тобто у потік CIR.

За цих умов поточні оцінки вимірювальних параметрів та норми на параметри якості обслуговування щодо потоків FR та IP співпадають. Це надає можливість виконати оцінювання параметрів послуги із транспортування потоків фреймів на відповідність нормам табл. 10.6 шляхом вимірювань та відповідних розрахунків параметрів мережного рівня згідно п.10.1.4.

На вимогу споживача або після виявлення ознак невідповідності параметрів PVC- з'єднання на рівнях за стеком протоколів, що є вищими за каналний рівень, та котрі не були усунуті засобами мережного рівня, здійснюється аналіз параметрів каналного рівня. При цьому беруться до уваги ті ж міркування, що і в п. 11.1.4.

Розрахунок звітних значень параметра $FRTD_0$ здійснюється за результатами кожного сеансу вимірювань, параметрів $FRLR_{0(CIR)}$, $FRLR_{0(EIR)}$ - за результатами кожної серії сеансів вимірювань. Параметр $FRER_0$ розраховується на звітному проміжку, що дорівнює 1 добі.

10.3.5 Дії у разі виявлення невідповідності

В процесі надання послуги абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання Frame Relay здійснюється постійний контроль поточного стану обслуговування на рівні IP. Такий контроль виконується шляхом відслідковування поточних оцінок параметра втрат пакетів $IPLR_0$ за умов виконання вимог п.10.3.4. У процесі поточного контролю цього параметру може виявитись перевищення його нормативного значення $IPLR_{max}$. У цьому випадку необхідно переконатися в коректності роботи обладнання мережного рівня (кінцевого хоста та крайового IP-

маршрутизатора), наприклад шляхом відключення від нього каналного FR-обладнання і “пінгування” тестовими пакетами по локальним шлейфам кінцевого хоста та крайового IP-маршрутизатора, що створюються як на ближньому, так і на віддаленому кінцях контрольованого PVC-з’єднання. Якщо проблем на рівні протоколу IP (і вище) на локальних шлейфах не виявлено, необхідно розпочати пошук проблем в роботі FR-обладнання.

Плановий періодичний контроль параметрів якості надання послуги абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання Frame Relay виконується шляхом відслідковування поточних оцінок усіх параметрів мережного рівня (не тільки IPLR₀), які за умов виконання п. 10.3.4.4 мають співпадати з оцінками параметрів каналного рівня, нормовані значення котрих надано у табл. 10.6. У процесі планового контролю може виявитись перевищення будь-якого із нормованих значень параметрів. У цьому випадку необхідно переконатися в коректності роботи обладнання мережного рівня, зокрема виконуючи дії згідно п.10.3.5.

Примітка 1. Пошук шляхів вирішення проблем невідповідності на каналному рівні щодо контрольованого PVC-з’єднання має сенс лише для потоку тестових фреймів з ознакою DE=0, швидкість котрого встановлюється на рівні CIR.

Примітка 2. Пінгування ICMP-пакетами в потоці фреймів з ознакою DE=1 (тобто, організація тестових EIR-потоків) здійснюється з метою оцінки ненормованого параметра FRLR₀ (EIR) в процесі визначення рівня завантаженості крайового FR-комутатора, через який здійснюється абонентський доступ.

У випадку виникнення невідповідностей під час транспортування пакетів IP через канал абонентського доступу, що створений на основі використання обладнання FR, необхідно перейти до повномасштабних системних вимірювань параметрів, що надані в таблиці 10.6, та пошуку шляхів вирішення виявленої проблеми спочатку на мережному, а потім на каналному рівнях. Якщо на цих рівнях проблему не вирішено, необхідно дослідити працездатність обладнання фізичного рівня, що, можливо, призведе до необхідності відключення корисного навантаження від проблемного абонентського каналу.

У разі виявлення перевищень нормованих значень мережно-орієнтованих параметрів розпочинають пошук проблем, пов'язаних із відмовами в роботі мережного обладнання згідно з положеннями регламентуючої експлуатаційної документації на мережне обладнання, що використовується.

Якщо дослідження виявленої проблеми на фізичному, каналному та мережному рівнях не дало позитивного результату, необхідно звернутись за допомогою до Адміністрації свого регіонального вузлу.

10.4 Послуга абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання Optical Ethernet

Ця послуга надається у рамках віртуального Ethernet-з'єднання (Ethernet Virtual Connection) – EVC типу “точка-точка”, структурна схема котрого відображена на рисунку 12.1. Характеристики технології передавання кадрів Optical Ethernet (далі – OE), норми на показники якості обслуговування, методи та порядок вимірювань параметрів якості обслуговування щодо цієї технології надані у розділі 12.

10.4.1 Параметри функціональності

Параметри функціональності щодо трафіка IP – згідно п. 10.1.1. Параметри функціональності щодо трафіка кадрів OE – це AR, CIR, EIR, CBS, EBS та T. Ці параметри визначені у п.12.1.1.

10.4.2 Параметри QoS та NP

У таблиці 10.7 надано класифікатор параметрів якості обслуговування при наданні послуги абонентського доступу до транспортної IP-мережі з

використанням обладнання ОЕ, технічна та організаційна підтримка котрих забезпечується сервіс-провайдерами.

Таблиця 10.7 – Класифікатор параметрів якості обслуговування при наданні послуги абонентського доступу до транспортної мережі ІР з використанням обладнання ОЕ

| Параметри якості обслуговування | | |
|---|--|--|
| мережно-орієнтовані (параметри NP) | сервіс-орієнтовані (параметри QoS) | мережно/сервіс незалежні |
| 1. IPLR ₀ ; 2. IPER ₀ ; 3. K' зав0(IP); 4. КГ; 5. OE LR ₀ (CIR); 6. OE LR ₀ (EIR); 7. OEER ₀ | 1. IPTD ₀ ; 2. IPDV ₀ ; 3. P (IPTD _{max}); 4. P (IPDV _{max}); 5. P _{IPSAmin} ; 6. T _{IPUmax} ; 7. OETD ₀ (CIR); 8. OETD ₀ (EIR) | 1. RP _{max} ; 2. MTTR _{max} |

Примітка 1. Мнемонічні позначення параметрів, що надані у таблиці 10.7, отримані шляхом заміни у позначеннях параметрів із таблиці 8.1 буквосполучення “PDU“ на “IP“ та “OE “, оскільки у даному випадку в якості PDU використовуються пакети IP та кадри ОЕ.

10.4.3 Нормативи якості у розрізі класів обслуговування

Нормативні значення показників якості обслуговування при наданні послуги абонентського доступу до транспортної мережі ІР з використанням обладнання ОЕ надано у таблиці 10.8.

Таблиця 10.8 – Нормативи якості обслуговування при наданні послуги абонентського доступу до транспортної мережі ІР з використанням обладнання ОЕ

| Параметри обслуговування | Характеристика параметра | Клас 0 | Клас 1 | Клас 2 | Клас 3 | Клас 4 | Клас 5 |
|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Сервіс-орієнтовані | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|-------------------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----|
| параметри | | | | | | | |
| $IPTD_{max}$ | Верхня межа щодо затримки пакетів, мс | 10 | 160 | 200 | 200 | 400 | Н/В |
| $IPDV_{max}$ | Верхня межа щодо варіації затримки, мс | 10 | 10 | 60 | Н/В | Н/В | Н/В |
| $P_{max} (IPTD_{max})$ | Поріг ймовірності перевищення $IPTD_{max}$, безрозмірний | 1×10^{-2} | 1×10^{-2} | 1×10^{-2} | 5×10^{-2} | Н/В | Н/В |
| $P_{min} (IPDV_{max})$ | Поріг відсотка неперевищення $IPDV_{max}$, % (у відсотках) | 1,0 | 1,0 | Н/В | Н/В | Н/В | Н/В |
| $P_{IPSA_{min}} (PIA)$ | Нижня межа щодо відсотка часу доступності послуги, % (у відсотках) | 99 | 99 | 99 | 99 | Н/В | Н/В |
| $T_{IPU_{max}} (TIU)$ | Верхня межа щодо годин недоступності послуги, годин на рік | 38 | 38 | 38 | 38 | Н/В | Н/В |
| $OETD_{max} (CIR)$ | Верхня межа щодо затримки кадрів з ознакою <i>green</i> , мс | 10 | 160 | 160 | 160 | 160 | Н/В |
| $OETD_{max} (EIR)$ | Верхня межа щодо затримки кадрів з ознакою <i>yellow</i> , мс | Н/В | Н/В | Н/В | Н/В | Н/В | Н/В |
| Мережно-орієнтовані параметри | | | | | | | |
| $IPLR_{max}$ | Верхня межа втрат пакетів, безрозмірна | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | Н/В |
| $IPER_{max}$ | Верхня межа помилкових пакетів, безрозмірна | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | Н/В |
| $K_{\Gamma_{min}}$ | Нижня межа коефіцієнту готовності | 0,996 | 0,996 | 0,996 | 0,996 | 0,996 | Н/В |
| $OELR_{max} (CIR)$ | Верхня межа втрат кадрів потоку CIR, безрозмірна | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | Н/В |
| $OEER_{max}$ | Верхня межа помилкових кадрів, безрозмірна | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | Н/В |

| | | | | | | | |
|------------------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Сервіс/мережно-незалежні параметри | | | | | | | |
| MTTR _{max} | Верхня межа середнього часу відновлення працездатності, хвилин | 300 | 300 | 300 | 300 | 500 | н/в |

Примітка 1. Позначка “н/в” означає “не визначений”.

Примітка 2. Нормативні визначення параметрів IP_{TD}_{max}, IP_{DV}_{max}, IP_{LR}_{max} та IP_{ER}_{max} відповідають ITU-T Recommendation Y.1541.

Примітка 3. Значення параметру R_{IP}SA_{min} визначається за тими ж умовами, що і при наданні транспортної IP послуги.

Примітка 4. Значення параметру R_P_{max} визначається умовами SLA.

Примітка 5. Значення параметру MTTR_{max} враховується, починаючи з моменту фіксації стану непрацездатності обладнання.

Примітка 6. Параметри K_г та MTTR визначаються для усього обладнання, що використовується для надання послуги.

10.4.4 Умови, точки та порядок вимірювань

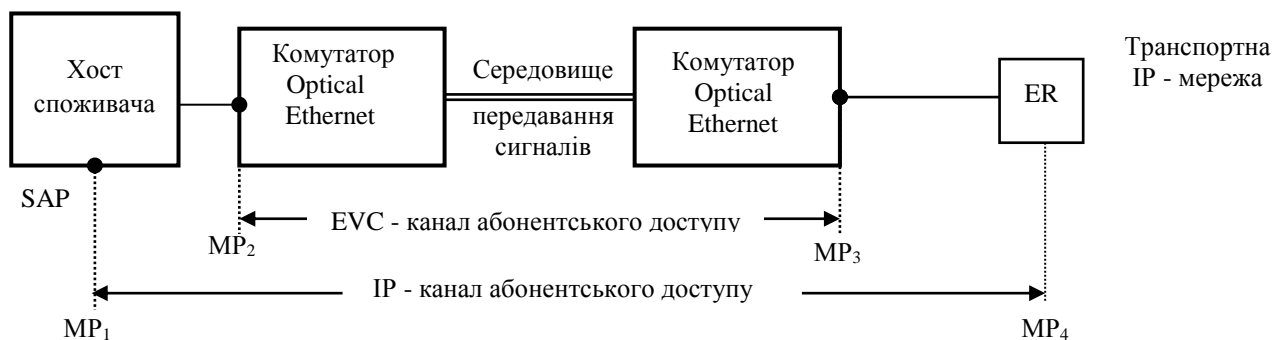
В процесі оцінювання параметрів QoS та NP, що відносяться до рівня IP, необхідно дотримуватись вимог п. 9.3.2. Крім того, під час вимірювань пікове навантаження крайового IP-маршрутизатора (маршрутизатора доступу AR), через котрий забезпечується доступ до IP-мережі, повинно не перевищувати 90%, а поточні значення параметру помилок IP_{ER}₀ цього маршрутизатору мають бути не більшими за IP_{ER}_{max}. Поточні значення параметру помилок OE_{ER}₀ маршрутизуючого OE-комутатора мають бути не більшими за OE_{ER}_{max}.

Примітка. Дані, що є необхідними для обчислення поточних значень цих параметрів, накопичуються у базах МІВ контрольованого обладнання за допомогою механізмів протоколу SNMP.

Методи та порядок вимірювань параметрів якості обслуговування, що використовуються під час надання послуги абонентського OE-доступу до транспортної мережі IP, є аналогічними тим, що відображені у п. 12.1.4. А саме, контроль якості обслуговування виконується за шлейфовою схемою на мережному рівні, тобто встановлюється режим періодичного тестування

послідовностями ICMP-пакетів через фіксовані інтервали часу. За допомогою штатних механізмів OE-обладнання в каналі абонентського доступу утворюється EVC-з'єднання між комутатором OE, розміщеним на хості, та OE-комутатором, що підключений до крайового IP-маршрутизатору із гарантованою швидкістю передавання даних, що дорівнює CIR. Здійснюються активні вимірювання шляхом “пінгування” тестовими IP-пакетами через утворене EVC-з'єднання у прямому і зворотному напрямках передавання тестових даних. Однак в залежності від того, параметри якого рівня вимірюються – мережного чи каналного - використовуються різні пари точок вимірювань.

Використовується шлейфова схема організації вимірювань за схемою включення, що відображена на рисунку 10.4.



Позначки:

- SAP - точка доступу до послуги;
- MP_i - і-та пара точок вимірювань;
- ER - крайовий IP - маршрутизатор.

Рисунок 10.4 – Схема організації вимірювань параметрів послуги абонентського доступу до транспортної IP-мережі з використанням обладнання Optical Ethernet

На рис.10.4 показана точка доступу до послуги SAP та відповідні пари вимірювальних точок. Зокрема, підчас вимірювань на IP- рівні необхідно

замкнути між собою пару вимірювальних точок MP_4 (за допомогою програмних засобів крайового IP-маршрутизатора або хоста, що до нього приєднаний) та здійснювати “пінгування” тестовими ICMP-пакетами через точку $MP_{egr\ 1}$, що розташована на SAP термінального хоста. При цьому спостереження за кореспондованими тестовими ICMP-пакетами, що просуваються IP-каналом абонентського доступу у зворотному напрямку від крайового IP-маршрутизатора до SAP, здійснюється у точці $MP_{in\ 1}$, що розташована на SAP термінального хоста. Таким чином, пінгування, вимірювання та обробка результатів вимірювань параметрів IP рівня здійснюється штатними програмними засобами термінального обладнання споживача, а логічне замикання точок MP_4 – штатними програмними засобами крайового IP-маршрутизатора (маршрутизатора доступу) або хоста, що до нього приєднаний.

Під час вимірювань параметрів каналного рівня необхідно замкнути між собою пару вимірювальних точок MP_3 , але на мережному рівні (тобто, за допомогою програмних засобів спеціально виділеного хоста, що напряду без використання крайового IP-маршрутизатора приєднується до ОЕ-комутатора) та здійснювати “пінгування” тестовими ICMP-пакетами через точку $MP_{egr\ 1}$, що розташована на SAP термінального хоста або через точку $MP_{egr\ 2}$ за допомогою спеціально виділеного хоста (у випадку виникнення проблем з хостом споживача). При цьому спостереження за кореспондованими тестовими пакетами, що просуваються абонентським ОЕ-каналом у зворотному напрямку, здійснюється у точці $MP_{in\ 2}$, що створюється програмними засобами спеціально виділеного хоста.

Примітка . На практиці існує можливість здійснювати вимірювання з боку крайового вузлу IP-мережі. В цьому випадку замикання шлейфу робиться парою точок MP_1 , а “пінгування” та обробка результатів вимірювань виконується за допомогою програмних засобів крайового вузлу.

Параметри процесу тестування (тобто, структура тестового потоку ICMP-пакетів, періодичність звітування тощо) – згідно п. 10.1.4.

В процесі вимірювань мають виконуватися такі дві умови:

1) в кожен один тестовий OE-кадр необхідно упаковувати лише один пакет;

2) уся тестова послідовність ICMP-пакетів має упаковуватися у тестовий потік кадрів з ознакою *green*, тобто у потік CIR.

За цих умов поточні оцінки вимірювальних параметрів та норми на параметри якості обслуговування щодо потоків OE та IP співпадають. Це надає можливість виконати оцінювання параметрів послуги із транспортування потоків OE-кадрів на відповідність нормам табл. 10.8 шляхом вимірювань та відповідних розрахунків параметрів мережного рівня згідно п.10.1.4.

На вимогу споживача або після виявлення ознак невідповідності параметрів EVC- з'єднання на рівнях за стеком протоколів, що є вищими за каналний рівень, та котрі не були усунуті засобами мережного рівня, здійснюється аналіз параметрів каналного рівня. При цьому беруться до уваги ті ж міркування, що і в розділі 12.

Розрахунок значень параметрів $OETD_{0(CIR)}$, $OETD_{0(EIR)}$ здійснюється за результатами кожного сеансу вимірювань, параметрів $OELR_{0(CIR)}$, $OELR_{0(EIR)}$, OEE_{0-} за результатами кожної серії сеансів вимірювань. Параметри K_{Γ} та MTTR розраховуються після кожної події відновлення обладнання.

10.4.5 Дії у разі виявлення невідповідності

В процесі надання послуги абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням OE-обладнання здійснюється постійний контроль поточного стану обслуговування на рівні IP. Такий контроль виконується шляхом відслідковування поточних оцінок параметра втрат пакетів $IPLR_0$ за умов виконання вимог п.10.4.4. У процесі поточного контролю цього параметру може виявитись перевищення його нормативного значення

$IPLR_{max}$. У цьому випадку необхідно переконатися в коректності роботи обладнання мережного рівня (кінцевого хоста та крайового IP-маршрутизатора), наприклад шляхом відключення від нього каналного OE-обладнання і “пінгування” тестовими пакетами по локальним шлейфам кінцевого хоста та крайового IP-маршрутизатора, що створюються як на ближньому, так і на віддаленому кінцях контрольованого EVC-з’єднання. Якщо проблем на рівні протоколу IP (і вище) на локальних шлейфах не виявлено, необхідно розпочати пошук проблем в роботі FR-обладнання.

Плановий періодичний контроль параметрів якості надання послуги абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням OE-обладнання виконується шляхом відслідковування поточних оцінок усіх параметрів мережного рівня (не тільки $IPLR_0$), які за умов виконання п. 10.4.4 мають співпадати з оцінками параметрів каналного рівня, нормовані значення котрих надано у табл. 10.8. У процесі планового контролю може виявитись перевищення будь-якого із нормованих значень параметрів. У цьому випадку необхідно переконатися в коректності роботи обладнання мережного рівня, зокрема виконуючи дії згідно п.10.4.5.

Примітка 1. Пошук шляхів вирішення проблем невідповідності на каналному рівні щодо контрольованого EVC-з’єднання має сенс лише для потоку тестових кадрів с ознакою *green*, швидкість котрого встановлюється на рівні CIR.

Примітка 2. Пінгування ICMP-пакетами в потоці фреймів з ознакою *yellow* (тобто, організація тестових EIR-потоків) здійснюється з метою оцінки ненормованого параметра $OELR_0$ (EIR) в процесі визначення рівня завантаженості OE-комутатора, через який здійснюється абонентський доступ.

У випадку виникнення невідповідностей під час транспортування пакетів IP через канал абонентського доступу, що створений на основі використання обладнання OE, необхідно перейти до повномасштабних системних вимірювань параметрів, що надані в таблиці 10.8, та пошуку шляхів вирішення виявленої проблеми спочатку на мережному, а потім на каналному рівнях. Якщо на цих рівнях проблему не вирішено, необхідно дослідити працездатність обладнання фізичного рівня, що, можливо,

приведе до необхідності відключення корисного навантаження від проблемного абонентського каналу.

У разі виявлення перевищень нормованих значень мережно-орієнтованих параметрів розпочинають пошук проблем, пов'язаних із відмовами в роботі мережного обладнання згідно з положеннями регламентуючої експлуатаційної документації на мережне обладнання, що використовується.

Якщо дослідження виявленої проблеми на фізичному, каналному та мережному рівнях не дало позитивного результату, необхідно звернутись за допомогою до Адміністрації свого регіонального вузлу.

10.5 Послуга абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання xDSL

Структурна схема обладнання xDSL, параметри котрого мають бути охоплені контролем під час надання послуги абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання xDSL, відображена на рисунку 10.5.

10.5.1 Параметри функціональності

Параметри функціональності щодо трафіка IP – згідно п. 10.1.1.

Параметри функціональності щодо трафіка xDSL – це RL_{AD} , RC_{AD} , RL_{AR} , RC_{AR} . Визначаються – згідно п. 13.1.

10.5.2 Параметри QoS та NP

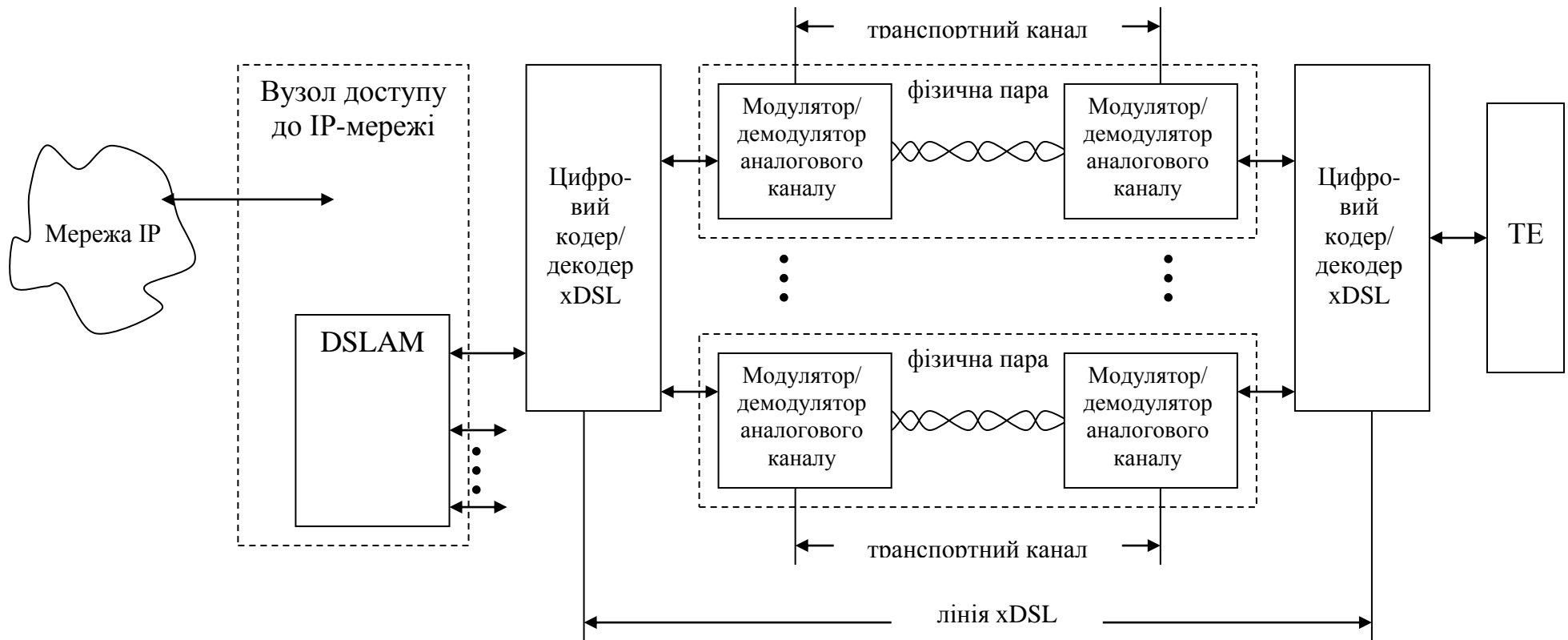
Класифікатор параметрів якості обслуговування при наданні послуги абонентського доступу до транспортної IP-мережі з використанням

обладнання xDSL, технічна та організаційна підтримка котрих забезпечується сервіс-провайдерами, містить дві підмножини параметрів. Перша підмножина характеризує якість обслуговування на рівні використання обладнання IP. Параметри цієї підмножини наведені у таблиці 10.1. Параметри другої підмножини, які характеризують якість обслуговування на рівні використання обладнання xDSL, надані у таблиці 13.1. Визначення цих параметрів – згідно п.п. 13.2.2 - 13.2.17.

10.5.3 Нормативи якості

Рекомендовані норми на показники якості обслуговування, що стосуються мережного рівня (тобто, рівня IP) надання послуги абонентського доступу до транспортної IP-мережі з використанням обладнання xDSL, наведені у таблиці 10.9.

Експлуатаційні норми на параметри якості обслуговування каналного рівня при наданні послуги абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання xDSL наведені у таблиці 10.10.



Позначки: DSLAM (Digital Subscriber Access Multiplexor) - мультиплексор доступу xDSL;
TE (Terminal Equipment) - термінальний вузол

Рисунок 10.5 - Структурна схема абонентського доступу з використанням обладнання xDSL

Таблиця 10.9 – Нормативні значення показників якості обслуговування мережного рівня при наданні послуги абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання xDSL

| IP-параметри обслуговування | Характеристика параметра | Клас 0 | Клас 1 | Клас 2 | Клас 3 | Клас 4 | Клас 5 |
|------------------------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|
| Сервіс-орієнтовані параметри | | | | | | | |
| IPD_{max} | Верхня межа щодо затримки пакетів, мс | 10 | 160 | 200 | 200 | 400 | н/в |
| $IPDV_{max}$ | Верхня межа щодо варіації затримки, мс | 10 | 10 | 60 | н/в | н/в | н/в |
| $P_{max} (IPD_{max})$ | Поріг ймовірності перевищення IPD_{max} , безрозмірний | 1×10^{-2} | 1×10^{-2} | 1×10^{-2} | 5×10^{-2} | н/в | н/в |
| $P_{min} (IPDV_{max})$ | Поріг відсотка неперевищення $IPDV_{max}$, % (у відсотках) | 1,0 | 1,0 | н/в | н/в | н/в | н/в |
| $P_{IPSA_{min}} (PIA)$ | Нижня межа щодо відсотка часу доступності послуги, % (у відсотках) | 99 | 99 | 99 | 99 | н/в | н/в |
| $T_{IPU_{max}} (TIU)$ | Верхня межа щодо годин недоступності послуги, годин на рік | 38 | 38 | 38 | 38 | н/в | н/в |
| Мережно-орієнтовані параметри | | | | | | | |
| $IPLR_{max}$ | Верхня межа втрат пакетів, безрозмірна | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} | н/в |
| $IPER_{max}$ | Верхня межа помилкових пакетів, безрозмірна | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} | н/в |
| $K_{\Gamma_{min}}$ | Нижня межа коефіцієнту готовності | 0,996 | 0,996 | 0,996 | 0,996 | 0,996 | н/в |
| Сервіс/мережно-незалежні параметри | | | | | | | |
| $MTTR_{max}$ | Верхня межа | | | | | | |

| | | | | | | | |
|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | середнього часу відновлення працездатності, хвилин | 300 | 300 | 300 | 300 | 500 | н/в |
|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Примітка 1. Позначка “н/в” означає “не визначено”.

Примітка 2. Нормативні визначення параметрів IPD_{max} , $IPDV_{max}$, $IPLR_{max}$ та $IPER_{max}$ узгоджені з рекомендаціями ITU-T Recommendation Y.1541.

Примітка 3. Значення параметру $R_{IPSA_{min}}$ визначається за тими ж умовами, що і при наданні транспортної IP послуги.

Примітка 4. Значення параметру RP_{max} визначається умовами SLA.

Примітка 5. Значення параметру $MTTR_{max}$ враховується, починаючи з моменту фіксації стану непрацездатності обладнання.

Таблиця 10.10 – Експлуатаційні норми на параметри каналного рівня при наданні послуги абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання xDSL

| Довгострокові норми | | Оперативні норми | |
|---------------------|--------|------------------|--------|
| ESR | SESR | ESR | SESR |
| 0,012 | 0,0002 | 0,006 | 0,0001 |

Примітка 1. Із всієї множини параметрів xDSL каналного рівня, що наведені у табл.13.1, нормуються лише параметри ESR та SESR. Пояснення щодо вибраних нормативів якості на параметри обладнання xDSL надані у п.п. 13.3.1 – 13.3.6.

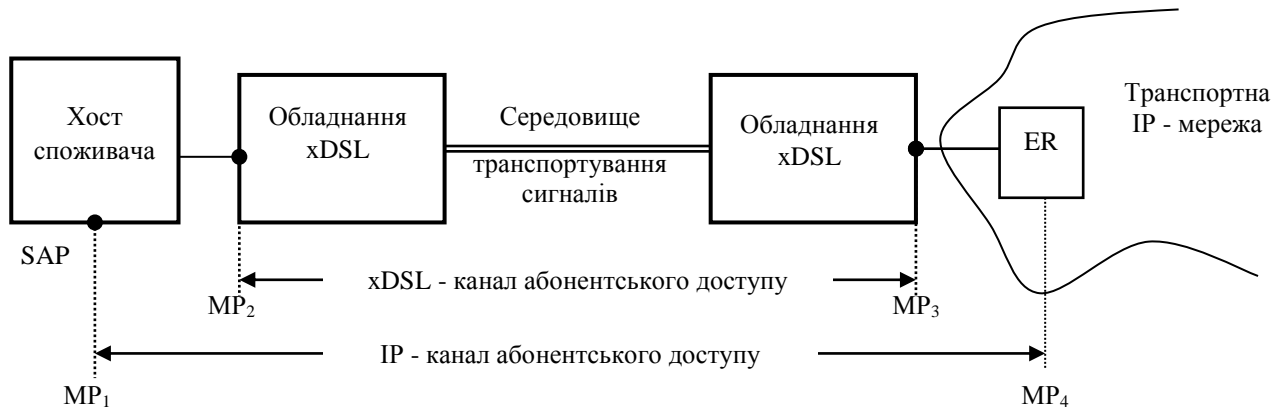
Примітка 2. Підрахунок ES та SES під час визначення ESR та SESR здійснюється тільки на інтервалах придатності лінії xDSL до користування, тобто секунди UAS не враховуються.

Примітка 3. У рекомендації G.821 надані норми щодо повного міжнародного ISDN-з'єднання: для $ESR < 0,08$ і для $SESR < 0,002$. У цій рекомендації надано також розподіл цих норм між трьома визначеними ділянками такого з'єднання. Для ділянки абонентського доступу визначені такі норми: $ESR < 0,012$, $SESR < 0,0002$. Саме ці значення вибрані у якості норм для лінії xDSL, що використовується для абонентського доступу.

Примітка 4. Значення нормованих показників ESR та SESR для оперативних норм відповідно до рекомендації G.821 удвічі менші значень цих показників для довгострокових норм.

10.5.4 Умови, точки та порядок вимірювань

Структурна схема організації вимірювань параметрів якості обслуговування при наданні послуги абонентського доступу до транспортної IP-мережі з використанням обладнання xDSL, відповідні точки доступу до послуги та пари вимірювальних точок відображені на рисунку 10.6.



Позначки:

- SAP - точка доступу до послуги;
- MP_i - і-та пара точок вимірювань;
- ER - крайовий IP - маршрутизатор.

Рисунок 10.6 – Схема вимірювань параметрів послуги абонентського доступу до транспортної IP-мережі з використанням обладнання xDSL

Умови, методи, точки та порядок вимірювань параметрів мережного рівня аналогічні тим, що наведені у розділі 10.2.

Умови, методи, точки та порядок вимірювань параметрів каналного рівня аналогічні тим, що наведені у розділі 13. Відповідно до положень цього розділу контроль поточного стану xDSL-обладнання передбачає вимірювання лише параметрів ESR та SESR. Ці вимірювання здійснюються у реальному часі у фоновому режимі за схемою «точка – точка» без відключення корисного навантаження на лінію xDSL. Період одного сеансу вимірювань під час контролю – 15 хвилин.

10.5.5 Дії у разі виявлення невідповідності

В процесі надання послуги абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання xDSL здійснюється постійний контроль поточного стану обслуговування на рівні IP. Такий контроль виконується шляхом відслідковування поточних оцінок параметра втрат пакетів IPD_0 . У процесі поточного контролю цього параметру може виявитись перевищення його нормативної межі IPD_{max} . У цьому випадку необхідно переконатися в коректності роботи обладнання мережного рівня, наприклад шляхом відключення від нього каналного xDSL-обладнання і “пінгування” тестовими пакетами по локальному шлейфу, що створюється як на ближньому, так і на віддаленому кінцях абонентського каналу. Якщо проблем на рівні протоколу IP (і вище) на локальних шлейфах не виявлено, необхідно розпочати пошук проблем в роботі xDSL-обладнання.

Плановий періодичний контроль параметрів якості надання послуги абонентського доступу до транспортної мережі IP з використанням обладнання xDSL виконується шляхом відслідковування поточних оцінок усіх параметрів мережного рівня (тобто, усіх параметрів із табл.10.9, не тільки IPD_0) за умов, коли в кожен один тестовий фрейм xDSL упаковується лише один пакет IP. У процесі планового контролю може виявитись перевищення будь-якого із нормативних значень параметрів. У цьому випадку необхідно переконатися в коректності роботи обладнання мережного рівня, зокрема виконуючи дії згідно п.10.5.5.

У разі виявлення перевищень нормативних значень мережно-орієнтованих параметрів на шлейфі, побудованому згідно рис.10.6 між парами вимірювальних точок MP_1 та MP_4 , розпочинають пошук проблем, пов'язаних із відмовами в роботі мережного обладнання згідно з положеннями регламентуючої експлуатаційної документації на мережне обладнання, що використовується. Від оперативного експлуатаційного

контролю відповідності параметрів, що надані в таблиці 10.1, переходять до повномасштабних системних вимірювань каналного рівня (тобто, параметрів із табл.13.1). Цю роботу необхідно виконувати з урахуванням положень, що відображені у п.п. 13.4 та 13.5.

Примітка. У ряді випадків такі вимірювання потребують відключення корисного навантаження від проблемної лінії xDSL або проблемного транспортного каналу xDSL.

Якщо дослідження проблем каналного рівня не дало позитивного результату, необхідно здійснити комплекс повномасштабних вимірювань фізичного рівня з урахуванням положень, що викладені у п. 13.3.2.

Якщо дослідження виявленої проблеми на фізичному, каналному та мережному рівнях не дало позитивного результату, необхідно звернутись за допомогою до Адміністрації свого регіонального вузлу.

11 КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ ПОСЛУГ ПЕРЕДАВАННЯ ФРЕЙМІВ **Frame Relay**

11.1 Послуга із транспортування фреймів FR каналами транспортної мережі ATM/FR надається у двох модифікаціях: для наскрізних з'єднань типу “споживач – споживач” (коли обладнання абонентського FR-доступу знаходиться у зоні відповідальності сервіс-провайдера) та для наскрізних з'єднань типу “точка – точка” (коли обладнання абонентського FR-доступу знаходиться у зоні відповідальності споживачів).

Параметри функціональності – AR, CIR, EIR, Bc, Be та T.

AR (Access Rate) - швидкість доступу. AR – це максимальна швидкість передавання даних, яку забезпечує фізичний канал абонентського доступу (тобто, AR – це пропускна спроможність каналу доступу). Вимірюється, як правило, у кількості транспортованих через канал байтів на протязі 1 секунди.

Гарантовану верхню межу швидкості передавання протокольних блоків даних (у даному випадку, фреймів) **PDUTS** при наданні послуг на основі використання обладнання FR називають CIR.

CIR (Committed Information Rate) – це узгоджена (середня, обов'язкова) швидкість передавання даних споживача, що вимірюється у кількості переданих байтів на протязі обумовленого інтервалу визначення CIR, яку мережний оператор зобов'язався гарантовано підтримувати. Тривалість сеансу вимірювань T (тобто, інтервал визначення CIR) обумовлюється окремо у SLA або вибирається згідно з рисунком 9.1 так, щоб на протязі одного сеансу вимірювань була передана одна група із N фреймів.

Припустиму верхню межу швидкості **PDUTS** при наданні послуг “з максимальними зусиллями” на основі використання обладнання FR називають EIR. **EIR (Excess Information Rate)** – додаткова (до CIR) швидкість передавання даних споживача, що вимірюється у кількості переданих байтів на протязі обумовленого інтервалу визначення CIR, яку

мережний оператор зобов'язався підтримувати “з максимальними зусиллями”. Тривалість сеансу вимірювань T (тобто, інтервал визначення EIR) вибирається такою ж, як і при визначенні CIR.

Визначення показників обсягу транспортованого трафіка на визначеному проміжку часу, тобто V_c та V_e – згідно з п. 8.4.2. Тривалість сеансу вимірювань T при визначенні цих параметрів також вибирається аналогічно визначенню CIR.

11.1.2 Параметри QoS та NP

У таблиці 11.1 надано класифікатор параметрів якості транспортування фреймів каналами транспортної ATM/FR-мережі, технічна та організаційна підтримка котрих зазвичай забезпечується сервіс-провайдерами.

Таблиця 11.1 – Класифікатор параметрів якості обслуговування при наданні послуги із транспортування фреймів каналами транспортної мережі ATM/FR

| Параметри якості обслуговування | | |
|--|--|-----------------------------|
| мережно-орієнтовані (параметри NP) | сервіс-орієнтовані (параметри QoS) | мережно/сервіс незалежні |
| 1. $FR LR_0$ (CIR); 2. $FR LR_0$ (EIR); 3. $FR ER_0$; 4. K_T | 1. $FRTD_0$ (CIR); 2. $FRTD_0$ (EIR) 3. P ($FRTD_{max}$); 4. P_{FRSA} ; 5. T_{FRU} | 1. RP; 2. MTTR |

Примітка 1. Мнемонічні позначення параметрів, що надані у таблиці 11.1, отримані шляхом заміни у позначеннях параметрів із таблиці 8.1 буквосполучення “PDU” на “FR”, оскільки у даному випадку в якості PDU використовуються фрейми FR.

Примітка 2. Множина параметрів якості послуги із транспортування фреймів для з'єднань типу “споживач – споживач” та “точка – точка” вибрана однаковою.

Щодо трафіка FR прийняті нижченаведені визначення параметрів.

FRLR_{max}(CIR) – максимально припустиме значення коефіцієнту втрат фреймів, що відправлені із додержанням заданих значень CIR (тобто, за умов, коли ознака DE=0). Визначається як відношення загальної кількості втрачених фреймів потоку CIR на протязі однієї серії сеансів вимірювань до загальної кількості переданих фреймів цього потоку.

FRLR_{max}(EIR) - максимально припустиме значення коефіцієнту втрат фреймів, що відправлені із ознакою DE=1. Визначається як відношення загальної кількості втрачених фреймів додаткового потоку EIR на протязі однієї серії сеансів вимірювань до загальної кількості переданих фреймів цього потоку.

K'зав0max(IP) – верхня межа середнього коефіцієнту навантаження обладнання IP.

K'зав0max(FR) - верхня межа середнього коефіцієнту навантаження обладнання FR.

FRTD_{max}(CIR) - максимально припустиме значення затримки фреймів FRTD₀, усередненої на інтервалі сеансу вимірювань значення FRTD щодо потоку CIR, тобто потоку фреймів, що відправлені із додержанням заданих значень CIR (за умов, коли ознака DE=0). Визначається як середнє арифметичне усіх вимірних значень FRTD за виключенням 10% мінімальних та 10% максимальних значень цього показника в інтервалі даного сеансу вимірювань.

FRTD_{max}(EIR) - максимально припустиме значення затримки фреймів FRTD₀, усередненої на інтервалі сеансу вимірювань значення FRTD щодо потоку EIR, тобто потоку фреймів, що відправлені із додержанням заданих значень EIR (за умов, коли ознака DE=1). Визначається як середнє арифметичне усіх вимірних значень FRTD за виключенням 10% мінімальних та 10% максимальних значень цього показника в інтервалі даного сеансу вимірювань.

11.1.3 Нормативи якості

Рекомендовані нормативні значення параметрів QoS та NP при наданні послуги із транспортування потоків фреймів каналами транспортної ATM/FR-мережі для наскрізних з'єднань типу “точка - точка” надано у таблиці 11.2.

Таблиця 11.2 – Нормативні значення параметрів QoS та NP при наданні послуги із транспортування потоків фреймів каналами транспортної мережі ATM/FR для наскрізних з'єднань типу “точка – точка”

| Параметри обслуговування | Характеристика параметра | Нормативне значення |
|---|--|---------------------|
| Сервіс-орієнтовані параметри | | |
| $FRTD_{max}$ (CIR) | Верхня межа щодо затримки фреймів з ознакою DE=0 (тобто, для потоку CIR), мс | 80 |
| P_{max} ($FRTD_{max}$) | Поріг ймовірності перевищення $FRTD_{max}$ для потоку CIR, безрозмірний | 1×10^{-2} |
| $P_{FRSA_{min}}$ (аналог PIA тільки для FR) | Нижня межа щодо відсотка часу доступності послуги, % (у відсотках) | 99 |
| $T_{IPU_{max}}$ (аналог TIU тільки для FR) | Верхня межа щодо годин недоступності послуги, годин на рік | 12 |
| Мережно-орієнтовані параметри | | |
| $FR LR_{max}$ (CIR) | Верхня межа втрат фреймів потоку CIR, безрозмірна | 1×10^{-3} |
| $FRER_{max}$ | Верхня межа помилкових фреймів, безрозмірна | 1×10^{-4} |
| $K_{G_{min}}$ | Нижня межа коефіцієнту готовності обладнання FR | 0,996 |
| Сервіс/мережно-незалежні параметри | | |
| $MTTR_{max}$ | Верхня межа середнього часу відновлення працездатності обладнання FR, хвилин | 300 |

Примітка 1. Наведені у табл. 11.2 нормативні значення параметрів послуги з транспортування фреймів стосуються лише PVC- з'єднань.

Примітка 2. Нормативні значення параметрів FR-обладнання, що надані у табл. 11.2, вибрані, виходячи з умови необхідності забезпечення якості транспортування пакетів магістральною транспортною IP-мережею, що побудована на базі мережі ATM\FR, відповідно до норм табл. 10.3.

Примітка 3. Оцінювання параметра $FRER_0$ в процесі поточного контролю відповідності не здійснюється. Однак в процесі пошуку вирішення проблем невідповідності необхідно упевнитися, що поточні значення цього параметру не перевищують норми (тобто, нормативного значення $FRER_{max}$) на усіх вузлах (проміжних

та крайових) впродовж PVC- з'єднання. Дані, що є необхідними для обчислення поточних значень цього параметра, фіксуються на основі спостереження за параметром FCS та накопичуються у базах МІВ за допомогою механізмів протоколу SNMP.

Примітка 4. Значення параметру $P_{FRSA_{min}}$ визначається за таких умов: інтервал вимірювань параметра – 1 доба; доступність оцінюється за параметром $FRLR_{max}$ (CIR); поріг визначення доступності $c1$ береться на рівні 0,01; проміжок часу T_{av} , що відведений для визначення $FRLR_{max}$ (CIR) та порівняння з порогом $c1$, дорівнює тривалості однієї серії сеансів вимірювань параметра $FRLR_{max}$ (CIR).

Примітка 5. Значення параметру RP_{max} визначається умовами SLA.

Рекомендовані нормативні значення параметрів QoS та NP при наданні послуги із транспортування потоків фреймів каналами транспортної ATM/FR-мережі для наскрізних з'єднань типу “споживач – споживач” надано у таблиці 11.3.

Таблиця 11.3 – Нормативні значення параметрів QoS та NP при наданні послуги із транспортування потоків фреймів каналами транспортної мережі ATM/FR для наскрізних з'єднань типу “споживач – споживач”

| Параметри обслуговування | Характеристика параметра | Клас 0 | Клас 1 |
|---|--|--------------------|--|
| | | $FRTD_{max}$ (CIR) | Верхня межа щодо затримки фреймів з ознакою DE=0 (тобто, для потоку CIR), мс |
| P_{max} ($FRTD_{max}$) | Поріг ймовірності перевищення $FRTD_{max}$ для потоку CIR, безрозмірний | 1×10^{-2} | 1×10^{-2} |
| $P_{FRSA_{min}}$ (аналог PIA тільки для FR) | Нижня межа щодо відсотка часу доступності послуги, % (у відсотках) | 99 | 99 |
| $T_{FRU_{max}}$ (аналог TIU тільки для FR) | Верхня межа щодо годин недоступності послуги, годин на рік | 88 | 88 |
| $FR LR_{max}$ (CIR) | Верхня межа втрат фреймів потоку CIR, безрозмірна | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} |
| $FRER_{max}$ | Верхня межа помилкових фреймів, безрозмірна | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} |
| $K_{\Gamma_{min}}$ | Нижня межа коефіцієнту готовності обладнання FR, безрозмірна | 0,996 | 0,996 |
| $MTTR_{max}$ | Верхня межа середнього часу відновлення працездатності обладнання FR, хвилин | 300 | 300 |

Примітка 1. У таблиці 11.3 норми надані у розрізі двох класів обслуговування. Визначення цих класів обслуговування прийнято із міркувань, що сервіси канального

рівня мають забезпечувати узгоджену роботу із сервісами мережного рівня з тим, щоб задана якість обслуговування у транспортній мережі підтримувалась “із кінця в кінець”. Нормативні значення параметрів FR-обладнання, що надані у табл. 11.3, вибрані, виходячи з умови необхідності забезпечення якості транспортування пакетів магістральною транспортною IP-мережею, що побудована на базі мережі ATM\FR, відповідно до норм табл. 10.2. Норми надані лише для перших двох класів обслуговування (тобто, для класу 0 та класу 1), оскільки гарантії надаються лише для потоків CIR.

Примітка 2. Наведені у табл. 11.3 нормативні значення параметрів послуги з транспортування фреймів стосуються лише PVC- з'єднань.

Примітка 3. Оцінювання параметра $FRER_0$ в процесі поточного контролю відповідності не здійснюється. Однак в процесі пошуку вирішення проблем невідповідності необхідно упевнитися, що поточні значення цього параметру не перевищують норми (тобто, нормативного значення $FRER_{max}$) на усіх вузлах (проміжних та крайових) впродовж PVC- з'єднання. Дані, що є необхідними для обчислення поточних значень цього параметра, фіксуються на основі спостереження за параметром FCS та накопичуються у базах MIB за допомогою механізмів протоколу SNMP.

Примітка 4. Значення параметру $P_{FRSA_{min}}$ визначається за таких умов: інтервал вимірювань параметра – 1 доба; доступність оцінюється за параметром $FRLR_{max (CIR)}$; поріг визначення доступності $c1$ береться на рівні 0,01 для класів 0 та 1; проміжок часу T_{av} , що відведений для визначення $FRLR_{max (CIR)}$ та порівняння з порогом $c1$, дорівнює тривалості однієї серії сеансів вимірювань параметра $FRLR_{max (CIR)}$.

11.1.4 Умови, точки та порядок вимірювань

В процесі оцінювання параметрів QoS необхідно дотримуватись вимог п. 9.2.6. Крім того, під час вимірювань поточні значення параметру помилок $FRER_0$ будь-якого із пакетних комутаторів транспортної мережі, що утворюють оцінюване PVC-з'єднання, мають бути не більшими за $FRER_{max}$.

Контроль якості обслуговування виконується на мережному рівні, тобто до точок SAP з обох кінців контрольованого з'єднання підключаються хости і встановлюється режим періодичного тестування послідовностями ICMP-пакетів через фіксовані інтервали часу. Здійснюються активні вимірювання шляхом “пінгування” тестовими IP-пакетами через контрольоване PVC-з'єднання у прямому і зворотному напрямках передавання тестових даних.

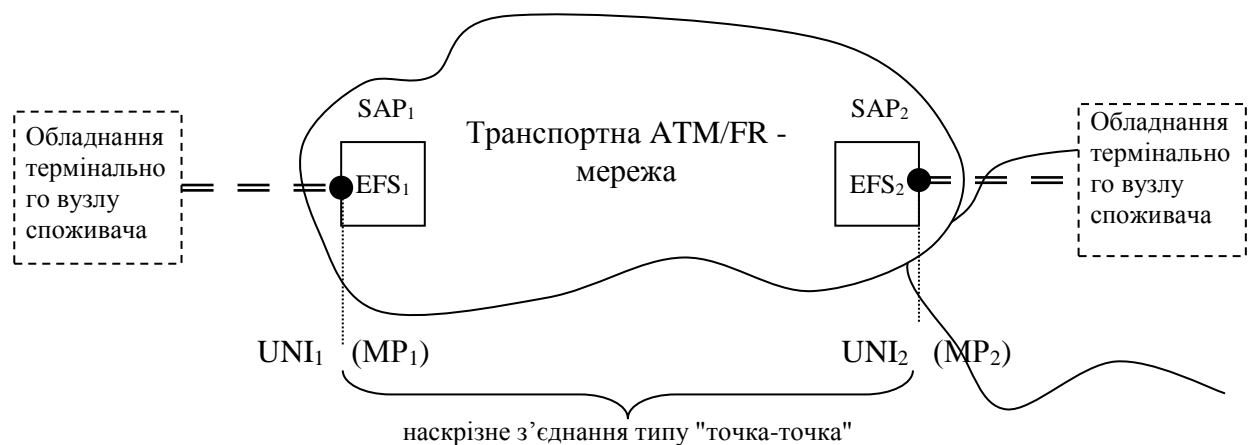
Параметри процесу тестування (тобто, структура тестового потоку ICMP-пакетів, періодичність звітування тощо) – згідно п. 10.1.4.

В процесі вимірювань мають виконуватися такі дві умови:

- 1) в кожен один тестовий фрейм необхідно упаковувати лише один пакет;
- 2) уся тестова послідовність ICMP-пакетів має упаковуватися у тестовий потік фреймів з ознакою DE=0, тобто у потік CIR.

За цих умов поточні оцінки вимірювальних параметрів та норми на параметри якості обслуговування щодо потоків FR та IP співпадають. Це надає можливість виконати оцінювання параметрів послуги із транспортування потоків фреймів на відповідність нормам табл. 11.2 та табл.11.3 шляхом вимірювань та відповідних розрахунків параметрів мережного рівня згідно п.10.1.4.

Використовується шлейфова схема організації вимірювань за схемами, що відображені на рисунку 11.1 (при з'єднаннях типу "споживач – споживач", коли обладнання абонентського FR-доступу належить сервіс-провайдеру) або на рисунку 11.2 (при з'єднаннях типу "точка – точка", коли обладнання абонентського FR-доступу належить споживачу).

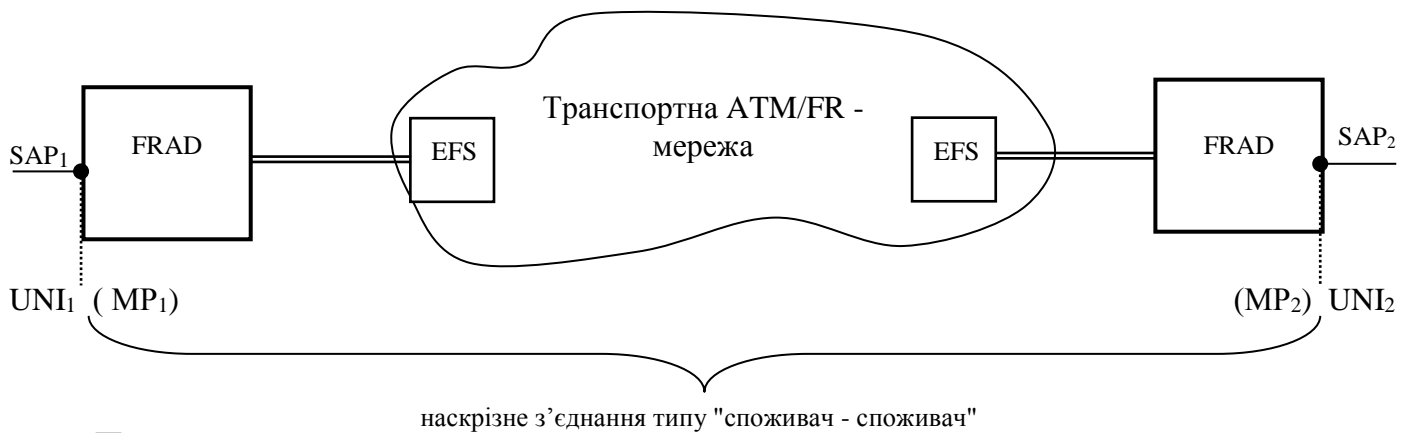


Позначки:

- == - канал абонентського FR - доступу (належить споживачу);
- - точка доступу до послуги;
- UNI - інтерфейс "споживач - мережа" при з'єднанні типу "точка - точка";
- MP_i - і-та пара точок вимірювань;

EFS - крайовий FR -комутатор.

Рисунок 11.1 – Схема організації вимірювань параметрів якості обслуговування при



Позначки:

- ==== - канал абонентського FR - доступу (належить провайдеру);
- - SAP - точка доступу до послуги;
- UNI - інтерфейс "споживач - мережа" (при з'єднанні типу "споживач - споживач");
- MP_i - і-та пара точок вимірювань;

Рисунок 11.2 – Схема організації вимірювань параметрів якості обслуговування при наданні послуги із транспортування фреймів каналами транспортної ATM/FR-мережі при наскрізному з'єднанні типу “споживач - споживач”

На цих рисунках показані відповідні точки доступу до послуги та відповідні пари вимірювальних точок.

Тестові IP-пакети генеруються за допомогою штатних програмних засобів вузлу – ініціатора вимірювань, потім інкапсуються у поле даних тестових фреймів (за допомогою штатних програмно-апаратних засобів каналного рівня, тобто пристроя FRAD або FR-комутатора) із розрахунку “в один фрейм – один пакет” і далі просуваються через контрольоване PVC-з'єднання до кінцевого віддаленого вузлу цього з'єднання. На віддаленому вузлі за допомогою штатних програмних засобів мережного рівня здійснюється шлейфування (тобто, логічне замикання пари вимірювальних точок) згідно рис. 11.1 або рис. 11.2 з подальшим передаванням тестових пакетів (що упаковані у тестові фрейми) у зворотному напрямку та обробкою цих протокольних блоків даних (у т.ч., вилучення із фреймів тестових ICMP-пакетів) за допомогою штатних програмно-апаратних засобів вузлу – ініціатора вимірювань.

Зокрема, підчас вимірювань при наскрізному з'єднанні типу “точка – точка” хости з вимірювальним програмним забезпеченням (що забезпечує пінгування та шлейфування на мережному рівні) безпосередньо підключаються до портів крайових FR-комутаторів, що утворюють контрольоване PVC-з'єднання. Далі необхідно замкнути між собою (на логічному рівні) пару вимірювальних точок MP_2 дальнього кінця з'єднання (див. рис.11.2) та здійснювати “пінгування” тестовими ICMP-пакетами через точку $MP_{egr 1}$, що розташована на SAP_1 ближнього кінця утвореного шлейфу. При цьому спостереження за кореспондованими тестовими ICMP-пакетами, що просуваються каналами транспортної мережі у зворотному напрямку від SAP_2 до SAP_1 , здійснюється у точці $MP_{in 1}$, що розташована на SAP_1 .

Пінгування, вимірювання та обробка результатів вимірювань здійснюється програмними засобами мережного рівня вузлу, де розташований крайовий комутатор EFS_1 , а логічне замикання точок MP_2 – штатними програмними засобами вузлу, де розташований крайовий комутатор EFS_2 .

Вимірювання при наскрізному з'єднанні типу “споживач – споживач” виконуються аналогічним чином, але при цьому SAP_1 та SAP_2 (і відповідні вимірювальні точки) знаходяться на термінальних вузлах споживачів. Зазвичай у цьому випадку для вимірювань використовуються штатні програмні засоби хостів споживачів.

На вимогу споживача або після виявлення ознак невідповідності параметрів PVC- з'єднання на рівнях за стеком протоколів, що є вищими за каналний рівень, та котрі не були усунуті засобами мережного рівня, здійснюється аналіз параметрів каналного рівня.

При цьому береться до уваги , що структура тестового потоку фреймів FR ідентична структурі тестового потоку ICMP-пакетів (що надана на рисунку 9.1), оскільки в кожний фрейм тестового потоку інкапсульовано лише один ICMP-пакет. У цьому випадку кількість загублених фреймів буде

дорівнювати кількості загублених ICMP-пакетів, а оцінювані значення параметрів затримки для потоків пакетів та фреймів будуть співпадати.

Кількість помилково отриманих фреймів визначається шляхом аналізу параметра FCS (Frame Check Sequence). Якщо контрольна послідовність у полі FCS вказує на існування помилок у прийнятому фреймі, то такий фрейм знищується. Тому аналіз параметра FCS слід здійснювати на кожному із вузлів транспортної мережі на шляху PVC-з'єднання як у прямому, так і у зворотному напрямках.

Оскільки вимірювання на відповідність здійснюються лише у PVC-з'єднаннях щодо потоків CIR, то оцінювання параметрів девіації затримок у потоках фреймів втрачає сенс.

Розрахунок звітних значень параметра $FRTD_{(CIR)}$ здійснюється за результатами кожного сеансу вимірювань, параметрів $FR LR_{0(CIR)}$, $FRER_{0}$, $P(FRTD_{max})$, P_{FRSA} - за результатами кожної серії сеансів вимірювань. Параметр T_{FRU} розраховується на звітному проміжку, що дорівнює одному року. Параметри K_T та $MTTR$ розраховуються після кожної події відновлення обладнання.

11.1.5 Дії у разі виявлення невідповідності

Поточний контроль якості наскрізного з'єднання виконується шляхом відслідковування поточних оцінок параметра втрат пакетів $IPTD_{0(CIR)}$. У процесі поточного контролю цього параметру може виявитись перевищення його нормованого значення $IPTD_{max(CIR)}$. У цьому випадку необхідно переконатися в коректності роботи обладнання мережного рівня, що використовується для контролю PVC-з'єднання, наприклад шляхом відключення від нього каналного обладнання і "пінгування" тестовими пакетами по локальному шлейфу, що створюється як на ближньому, так і на віддаленому кінцях контрольованого PVC-з'єднання. Якщо проблем на рівні

протоколу IP (і вище) на локальних шлейфах не виявлено, необхідно розпочати пошук проблем в роботі обладнання каналного рівня.

Плановий періодичний контроль якості наскрізного з'єднання виконується шляхом відслідковування поточних оцінок усіх параметрів мережного рівня (не тільки $IP\text{TD}_{0(CIR)}$), які за умов виконання п. 11.1.4 мають співпадати з оцінками параметрів каналного рівня, нормовані значення котрих надано у таблицях 11.2 та 11.3. У процесі планового контролю може виявитись перевищення будь-якого із нормованих значень параметрів. У цьому випадку необхідно переконатися в коректності роботи обладнання мережного рівня, зокрема виконуючи дії згідно п.11.1.5.

У процесі поточного або планового контролю обладнання FR засобами мережного рівня (тобто, в процесі “пінгування” ICMP-пакетами) можуть виявитись невідповідності щодо нормативних значень сервіс-орієнтованих параметрів мережного рівня (зокрема, перевищення норми на параметр втрат пакетів).

Пошук шляхів вирішення проблем невідповідності на каналному рівні щодо контрольованого PVC-з'єднання має сенс лише для потоку тестових фреймів с ознакою $DE=0$, швидкість котрого встановлюється на рівні CIR.

Примітка. Пінгування ICMP-пакетами в потоці фреймів з ознакою $DE=1$ (тобто, організація тестових EIR-потоків) здійснюється з метою оцінки ненормованого параметра $FRLR_{\max(EIR)}$ в процесі визначення рівнів завантаженості FR-вузлів на шляху контрольованого PVC-з'єднання.

Під час такого пошуку використовується шлейфова схема організації вимірювань на мережному рівні згідно з п. 11.1.4. При цьому береться до уваги , що у цьому випадку структура тестового потоку фреймів FR ідентична структурі тестового потоку ICMP-пакетів, і, отже, оцінювані значення параметрів затримки, втрат та помилок для потоків пакетів та фреймів мають співпадати. Тому пошук шляхів вирішення проблеми невідповідності здійснюють шляхом порівняльного аналізу вимірних поточних значень параметрів мережного рівня з відповідними значеннями параметрів каналного рівня (зокрема, із кількістю помилково отриманих

фреймів на FR-вузлах уздовж контрольованого PVC-з'єднання – за результатами аналізу параметра FCS; такі дані накопичуються штатними програмними засобами FR-обладнання на протязі визначених сеансів вимірювань), а також з відповідними нормованими значеннями цих параметрів. Значення параметрів каналного рівня аналізуються щодо всіх FR-комутаторів (та, можливо, пристроїв FRAD) впродовж контрольованого PVC-з'єднання. Локалізація проблеми полягає у виявленні міжвузлової ділянки PVC-з'єднання, де зафіксована суттєва різниця між відповідними параметрами каналного та мережного рівнів або виявлено суттєве відхилення від норм щодо будь-якого параметра.

Зниження якості транспортування споживацьких потоків фреймів з ознакою $DE=1$ (тобто, EIR-потоків) є можливим через перенавантаження будь-якого із FR-вузлів, що розташовані на шляху контрольованого PVC-з'єднання. Визначення перенавантажених вузлів здійснюють шляхом аналізу отриманих оцінок параметра $FRLR_0$ (EIR), а також визначення місць розташування FR-вузлів, обладнання котрих інтенсивно генерує повідомлення про перенавантаження у прямому/зворотному напрямку транспортування фреймів – за ознаками FECN та BECN. В свою чергу, оцінювання параметра $FRLR_0$ (EIR) здійснюється тим же способом, що і оцінювання параметра $FRLR_0$ (CIR), але на базі тестових EIR-потоків. Значення параметра $FRLR_{max}(EIR)$ не нормується.

Якщо в процесі вищезазначених дій проблем на рівні протоколів FR та IP не виявлено, необхідно розпочати пошук проблем в роботі обладнання первинної транспортної мережі. Для цього необхідно звернутися до відповідних служб власника первинної мережі.

У разі виявлення невідповідності щодо нормованих значень мережно-орієнтованих параметрів необхідно розпочати пошук проблем, пов'язаних із відмовами в роботі мережного обладнання згідно з положеннями регламентуючої експлуатаційної документації на мережне обладнання, що використовується.

11.2 Послуга абонентського доступу до транспортної мережі ATM/FR з використанням обладнання FR

Послуга абонентського доступу до транспортної мережі ATM/FR з використанням обладнання FR доцільна для використання у випадку реалізації SVC-з'єднань. Нормування параметрів SVC-з'єднань технології FR знаходиться в стадії розробки.

11.3 Послуга абонентського доступу до транспортної мережі ATM/FR з використанням обладнання Optical Ethernet

Послуга абонентського доступу до транспортної мережі ATM/FR з використанням обладнання OE доцільна для використання у випадку реалізації EVC-з'єднань за схемою “багатоточка – багатоточка”. Нормування параметрів таких з'єднань знаходиться в стадії розробки.

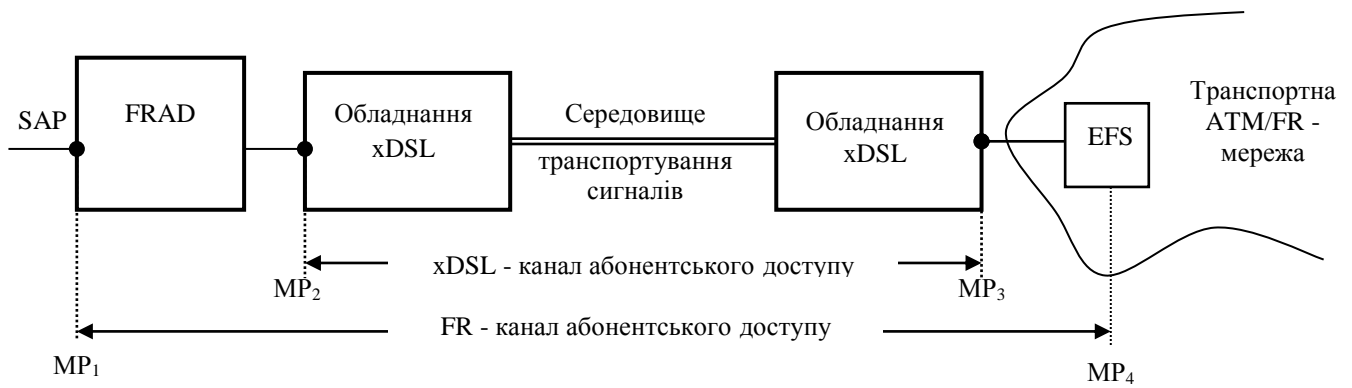
11.4 Послуга абонентського доступу до транспортної ATM/FR-мережі з використанням обладнання FR та xDSL

Структурна схема з'єднань обладнання FR та xDSL, за допомогою котрого здійснюється доступ до транспортної ATM/FR-мережі, відображена на рисунку 11.3. На цій схемі показані точка доступу до послуги та відповідні пари точок вимірювань параметрів цієї послуги.

11.4.1 Параметри функціональності

Параметри функціональності щодо трафіка FR — це AR, CIR, EIR, Bc, Be та T. Визначаються - згідно з п. 10.2.1.

Параметри функціональності щодо трафіка xDSL – це RL_{AD} , RC_{AD} , RL_{AR} , RC_{AR} . Визначаються – згідно з 13.1.1.



Позначки:

SAP - точка доступу до послуги;

MP_i - і-та точка вимірювань;

EFS - крайовий FR - комутатор.

Рисунок 11.3 – Структурна схема з'єднань обладнання FR та xDSL при наданні послуги абонентського доступу до транспортної ATM/FR-мережі

11.4.2 Параметри QoS та NP

Класифікатор параметрів якості обслуговування при наданні послуги абонентського доступу до транспортної мережі ATM/FR з використанням обладнання FR та xDSL, технічна та організаційна підтримка котрих забезпечується сервіс-провайдером, містить дві підмножини параметрів. Перша підмножина характеризує якість обслуговування на рівні використання обладнання FR. Параметри цієї підмножини наведені у таблиці 11.1. Параметри другої підмножини, які характеризують якість обслуговування на рівні використання обладнання xDSL, надані у таблиці 13.1. Визначення цих параметрів – згідно з п. 13.1.

11.4.3 Нормативи якості

Норми на показники якості обслуговування на рівні обладнання FR при наданні послуги абонентського доступу до транспортної ATM/FR-мережі з використанням обладнання FR та xDSL надано у таблиці 11.2.

Експлуатаційні норми на показники помилок для обладнання xDSL, яке застосовується при наданні послуги абонентського доступу до транспортної мережі ATM/FR, наведені у таблиці 10.8. Пояснення щодо вибраних нормативів якості на параметри обладнання xDSL надані у п. 13.1.

11.4.4 Умови, точки та порядок вимірювань

В процесі оцінювання параметрів QoS та NP, що відносяться до рівня FR, необхідно дотримуватись вимог п. 10.2.4.

Параметри QoS та NP, що відносяться до рівня xDSL і зафіксовані у таблиці 13.1, мають вимірюватися у реальному часі без відключення корисного навантаження на лінію xDSL у фоновому режимі контролю параметрів через фіксовані інтервали часу. Період одного сеансу вимірювань під час контролю – 15 хвилин.

Структура тестового потоку фреймів xDSL має відповідати структурі, що надана на рисунку 13.2, і мати характеристики, що наведені у п.13.1.4. Порядок вимірювань – згідно з п. 13.1.4.

11.4.5 Дії у разі виявлення невідповідності

У випадку виникнення невідповідностей під час транспортування фреймів FR через xDSL-лінію абонентського доступу необхідно перейти від оперативного експлуатаційного контролю відповідності параметрів, що надані в таблицях 11.1 та 13.1, до повномасштабних системних вимірювань фізичного та канального рівнів, які потребують відключення корисного

навантаження від проблемної лінії xDSL або проблемного транспортного каналу xDSL.

Пошук несправностей слід починати з обладнання фізичного рівня. Цю роботу необхідно виконувати з урахуванням положень, що відображені у п.13.1.5.

Якщо дослідження проблем фізичного рівня не дало позитивного результату, необхідно здійснити комплекс повномасштабних вимірювань каналного рівня технології xDSL з урахуванням положень, що викладені у п. 13.1.5.

Якщо дослідження проблем фізичного та каналного рівнів в обладнанні xDSL не привели до позитивного результату, необхідно здійснити комплекс повномасштабних вимірювань параметрів обладнання FR на відповідність нормам, що викладені у таблиці 11.2.

12 Контроль параметрів послуги передавання кадрів Optical Ethernet

12.1 Послуга із транспортування даних у форматі кадрів Optical Ethernet (OE)

Надається у рамках щодо двох основних типів віртуальних Ethernet-з'єднань EVC (Ethernet Virtual Connection) – EVC типу “точка-точка” та EVC типу “багатоточка – багатоточка”. Відповідні структурні схеми з'єднань відображені на рисунках 12.1 та 12.2.

Примітка 1. Відповідно до визначень MEF (Metro Ethernet Forum) EVC типу “точка-точка” використовуються для надання послуги E-Line Service, тобто послуги транспортування Ethernet-кадрів між двома віддаленими і наперед визначеними інтерфейсами UNI, а EVC типу “багатоточка - багатоточка” – для надання послуги E-LAN Service, тобто послуги транспортування Ethernet-кадрів між багатьма термінальними вузлами глобальної віртуальної корпоративної мережі, що емулює роботу локальної мережі Ethernet.

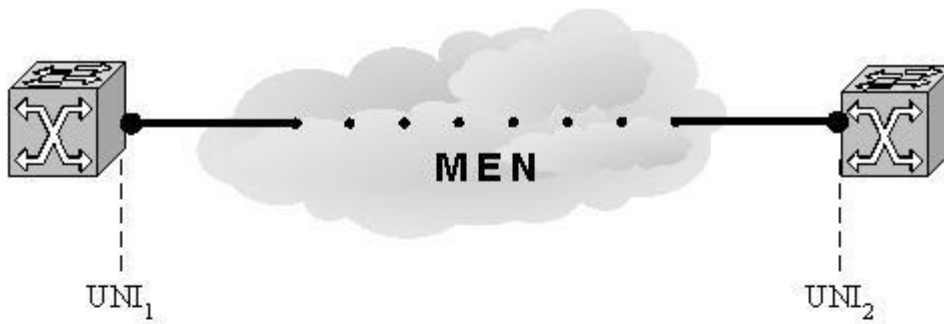
Примітка 2. Технологія **Optical Ethernet** відповідно до визначень MEF з точки зору якості обслуговування відрізняється від класичних технологій Ethernet тим, що у формат кадрів OE введені ознаки CF (Coupling Flag) та CM (Color Mode). Якщо у поле ознаки CF занесена 1, то маршрутизуючий комутатор OE функціонує в режимі пріоритетизації кадрів. Якщо у поле ознаки CF занесено 0, то маршрутизуючий комутатор OE пріоритетизацію кадрів не здійснює. При CF=1 порядок пріоритетизації залежить від ознаки CM. Кадри OE, у котрих ознака CM приймає логічне значення *green*, утворюють потік CIR. Кадри, у котрих ознака CM приймає логічне значення *yellow*, утворюють потік EIR. Кадри, у котрих ознака CM приймає логічне значення *red*, завжди знищуються.

Параметри функціональності – AR, CIR, EIR, CBS, EBS та T.

Параметри AR, CIR, EIR та T визначаються аналогічно п. 10.2.1 (тобто, аналогічно відповідним параметрам технології FR). Тільки стосовно технології Optical Ethernet (OE) швидкість передавання прийнято вимірювати у Мб/с або у Гб/с, а під AR розуміти пропускну спроможність (ширину смуги) фізичного порту Ethernet згідно з IEEE 802.3-2000 на інтерфейсі UNI.

Параметр **CBS (Committed Burst Size)** та параметр **EBS (Excess Burst Size)** визначені у п.8.4.2 під назвами V_c та V_e відповідно.

Примітка. У документах MEF (Metro Ethernet Forum) функціональні параметри прийнято називати трафік-параметрами.



Позначки:

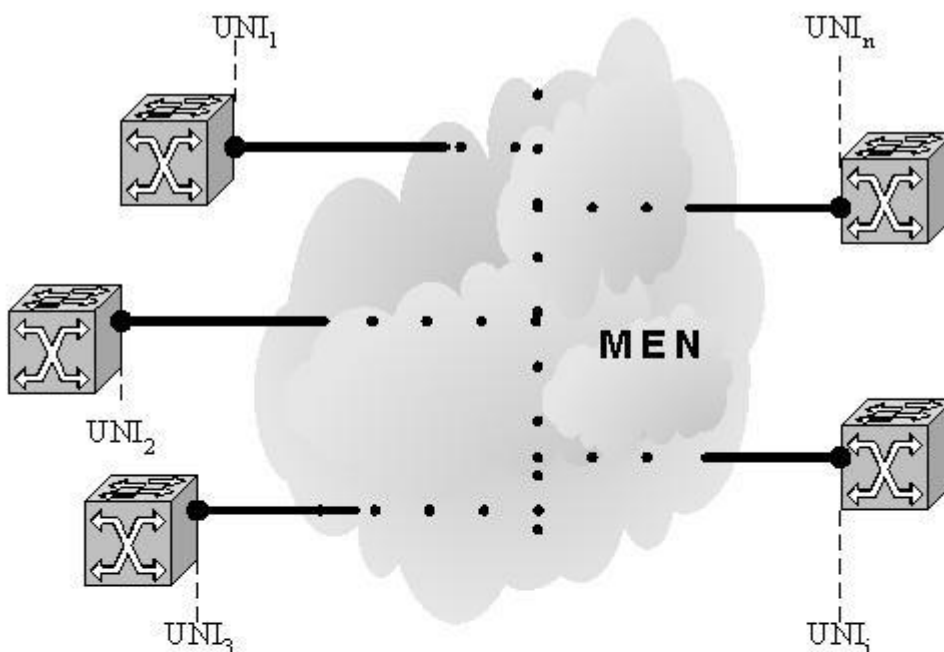


- маршрутизуючий комутатор "Optical Ethernet";

MEN - Metro Ethernet Network (мережа каналів "Optical Ethernet");

UNI_1 - i -ий інтерфейс "споживач - мережа".

Рисунок 12.1 - EVC - з'єднання типу "точка - точка"



Позначки:



- маршрутизуючий комутатор "Optical Ethernet";

MEN - Metro Ethernet Network (мережа каналів "Optical Ethernet");

UNI_1 - i -ий інтерфейс "споживач - мережа".

Рисунок 12.2 - EVC - з'єднання типу "багатоточка - багатоточка"

12.1.2 Параметри QoS та NP

У таблиці 12.1 надано класифікатор параметрів якості транспортування кадрів формату OE між інтерфейсами UNI, технічна та організаційна підтримка котрих забезпечується сервіс-провайдером.

Таблиця 12.1 – Класифікатор параметрів якості обслуговування при наданні послуги із транспортування кадрів OE

| Параметри якості обслуговування | | |
|---|--|--|
| мережно-орієнтовані (параметри NP) | сервіс-орієнтовані (параметри QoS) | мережно/сервіс незалежні |
| 1. OELR ₀ (CIR); 2. OELR ₀ (EIR); 3. OEER ₀ ; 4. K' зав0(OE); 5. K _{Гmin} | 1. OETD ₀ (CIR) ; 2. OETD ₀ (EIR) 3. P (OETD _{max}); 4. OEDV ₀ (CIR) ; 5. P (OEDV _{max}) 6. P _{OE SAmin} ; 7. T _{OE Umax} | 1. RP _{max} ; 2. MTTR _{max} |

Примітка 1. Мнемонічні позначення параметрів, що надані у таблиці 12.1, отримані шляхом заміни у позначеннях параметрів із таблиці 8.1 буквосполучення "PDU" на "OE", оскільки у даному випадку в якості PDU використовуються кадри Ethernet.

Примітка 2. Параметри якості послуги із транспортування кадрів для EVC-з'єднань типу "точка – точка" та "багатоточка - багатоточка" вибрано однаковими.

12.1.3 Нормативи якості

Рекомендовані нормативні значення параметрів QoS та NP при наданні послуги із транспортування потоків кадрів каналами OE надано у таблиці 12.2.

Таблиця 12.2 – Нормативні значення параметрів QoS та NP при наданні послуги із транспортування потоків кадрів каналами OE

| Параметри обслуговування | Характеристика параметра | Нормоване значення параметра | |
|--|---|------------------------------|--------------------|
| | | Клас 0 | Клас 1 |
| Сервіс-орієнтовані параметри | | | |
| $OETD_{max}$ (CIR) | Верхня межа щодо затримки кадрів з ознакою <i>green</i> (тобто, для потоку CIR), мс | 100 | 400 |
| $OETD_{max}$ (EIR) | Верхня межа щодо затримки фреймів з ознакою <i>yellow</i> (тобто, для потоку EIR), мс | Н/В | Н/В |
| P_{max} ($OETD_{max}$) | Поріг ймовірності перевищення $OETD_{max}$ для потоку CIR, безрозмірний | 1×10^{-2} | 1×10^{-2} |
| $P_{OESA_{min}}$ (аналог PIA тільки для OE) | Нижня межа щодо відсотка часу доступності послуги, % (у відсотках) | 99 | 99 |
| $T_{OEU_{max}}$ (аналог TIU тільки для OE) | Верхня межа щодо годин недоступності послуги, годин на рік | 88 | 88 |
| Мережно-орієнтовані параметри | | | |
| $OELR_{max}$ (CIR) | Верхня межа втрат кадрів потоку CIR, безрозмірна | 1×10^{-3} | 1×10^{-3} |
| $OEER_{max}$ | Верхня межа помилкових кадрів, безрозмірна | 1×10^{-4} | 1×10^{-4} |
| $K_{\Gamma_{min}}$ | Нижня межа коефіцієнту готовності обладнання OE, безрозмірна | 0,996 | 0,996 |
| Сервіс/мережно-незалежні параметри | | | |
| $MTTR_{max}$ | Верхня межа середнього часу відновлення працездатності обладнання OE, хвилин | 300 | 300 |

Примітка 1. Сфера застосування норм на параметри якості обслуговування, що надані у табл. 12.2, розповсюджується лише на обладнання ОЕ, що використовується в режимі пріорітезації кадрів, тобто коли $CF=1$.

Примітка 2. Слід відрізнити поняття “клас обслуговування” від поняття “клас сервісу” (CoS, Class of Service). В цій опції під класами обслуговування розуміються рівні якості обслуговування, що визначені у п. 10.1.3 для найбільш популярних видів IP-потоків, які генеруються основною масою прикладних застосувань споживачів (мається на увазі п’ять класів IP-трафіку). Із таблиці 12.2 видно, що нормування рівнів обслуговування щодо послуги транспортування кадрів ОЕ також здійснено за цими ж класами обслуговування.

Примітка 3. У таблиці 12.2 норми надані у розрізі двох класів обслуговування. Визначення цих класів обслуговування прийнято із міркувань, що сервіси каналного рівня мають забезпечувати узгоджену роботу із сервісами рівня IP з тим, щоб задана якість обслуговування у транспортній мережі підтримувалась “із кінця в кінець”. Нормативні значення параметрів якості обслуговування при використанні ОЕ-обладнання, що надані у табл. 12.2, вибрані, виходячи з умови необхідності забезпечення якості транспортування пакетів магістральною IP-мережею відповідно до норм табл. 10.2. Норми надані лише для перших двох класів обслуговування (тобто, для класу 0 та класу 1), оскільки гарантії надаються лише для потоків CIR.

Примітка 4. Наведені норми на параметри послуги з транспортування кадрів ОЕ стосуються або фізичного порту UNI, або віртуального з’єднання EVC, або окремого потоку фреймів з визначеним (за допомогою ідентифікатора CoS Identifier) класом сервісу.

Примітка 5. Позначка “н/в” означає “не визначено”.

Примітка 6. Оцінювання параметра $OEEER_0$ в процесі поточного контролю відповідності не здійснюється. Однак в процесі пошуку вирішення проблем невідповідності необхідно упевнитися, що поточні значення цього параметру не перевищують норми (тобто, нормативного значення $OEEER_{max}$). Дані, що є необхідними для обчислення поточних значень цього параметру накопичуються у базах МІВ за допомогою механізмів протоколу SNMP.

Примітка 7. Значення параметру $POES_{A_{min}}$ визначається за таких умов: інтервал вимірювань параметра – 1 доба; доступність оцінюється за параметром $OELR_0 (CIR)$; поріг визначення доступності $s1$ береться на рівні 0,01; проміжок часу T_{av} , що відведений для визначення $OELR_0 (CIR)$ та порівняння з порогом $s1$, дорівнює тривалості однієї серії сеансів вимірювань параметра $OELR_0 (CIR)$.

Примітка 8. Значення параметру RP_{max} визначається умовами SLA.

12.1.4 Умови, точки та порядок вимірювань

В процесі оцінювання параметрів QoS необхідно дотримуватись вимог п. 9.3.2. Крім того, під час вимірювань поточні значення параметру помилок $OEEER_0$ будь-якого із ОЕ-комутаторів транспортної мережі, що утворюють оцінюване EVC-з’єднання, мають бути не більшими за $OEEER_{max}$.

Контроль якості обслуговування виконується на мережному рівні, тобто до точок SAP з обох кінців контрольованого з'єднання підключаються хости і встановлюється режим періодичного тестування послідовностями ICMP-пакетів через фіксовані інтервали часу. Здійснюються активні вимірювання шляхом “пінгування” тестовими пакетами через контрольоване EVC-з'єднання у прямому і зворотному напрямках передавання тестових даних.

Параметри процесу тестування (тобто, структура тестового потоку ICMP-пакетів, періодичність звітування тощо) – згідно п. 10.1.4.

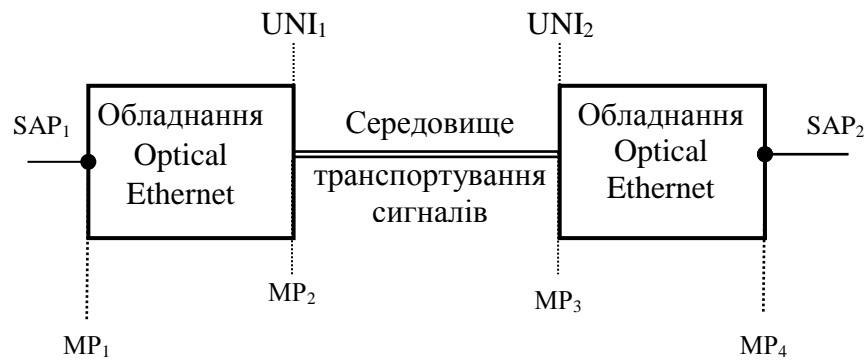
В процесі вимірювань мають виконуватися такі дві умови:

- 1) в кожен один тестовий кадр OE необхідно упаковувати лише один пакет;
- 2) уся тестова послідовність ICMP-пакетів має упаковуватися у тестовий потік кадрів з ознакою *green*, тобто у потік CIR.

За цих умов поточні оцінки вимірювальних параметрів та норми на параметри якості обслуговування щодо потоків EVC та IP співпадають. Це надає можливість виконати оцінювання параметрів послуги із транспортування OE-кадрів на відповідність нормам табл. 12.2 шляхом вимірювань та відповідних розрахунків параметрів мережного рівня згідно п.10.1.4.

Використовується шлейфова схема організації вимірювань за схемою, що відображена на рисунку 12.3. На цьому рисунку показані відповідні точки доступу до послуги транспортування кадрів каналами EVC та відповідні пари вимірювальних точок.

Тестові ICMP-пакети генеруються за допомогою штатних програмних засобів хоста– ініціатора вимірювань, що підключений до SAP₁, потім інкапсулюються у поле даних тестових OE-кадрів (за допомогою штатного програмно-апаратного засобу канального рівня, тобто маршрутизуючого комутатора “Optical Ethernet”) із розрахунку “в один кадр – один пакет” і далі просуваються через контрольоване EVC-з'єднання до кінцевого віддаленого вузлу цього з'єднання.



Позначки:

- SAP_j - j-та точка доступу до послуги;
- MP_i - i-та пара точок вимірювань;
- UNI_k - k-тий інтерфейс фізичного порту.

Рисунок 12.3 – Схема організації вимірювань параметрів послуги транспортування даних у форматі кадрів Optical Ethernet

На віддаленому вузлі у точці SAP₂ за допомогою штатних програмних засобів хоста здійснюється шлейфування на мережному рівні (тобто, логічне замикання пари вимірювальних точок MP₄ згідно рис. 12.3) з подальшим передаванням тестових пакетів (що упаковані у тестові кадри) у зворотному напрямку та обробкою цих протокольних блоків даних (у т.ч., вилучення із кадрів тестових ICMP-пакетів) за допомогою штатних програмно-апаратних засобів хоста – ініціатора вимірювань.

Таким чином, схема організації вимірювань параметрів EVC-з'єднання передбачає необхідність підключення хостів з вимірювальним програмним забезпеченням (що забезпечує пінгування та шлейфування на мережному рівні) безпосередньо до портів крайових маршрутизуючих комутаторів "Optical Ethernet", що утворюють контрольоване EVC-з'єднання. Далі необхідно замкнути між собою (на логічному рівні) пару вимірювальних точок MP₄ дальнього кінця з'єднання (див. рис.12.3) та здійснювати "пінгування" тестовими ICMP-пакетами через точку MP_{egr 1}, що розташована

на SAP_1 ближнього кінця утвореного шлейфу. При цьому спостереження за кореспондованими тестовими ICMP-пакетами, що просуваються каналами транспортної мережі у зворотному напрямку від SAP_2 до SAP_1 , здійснюється у точці $MP_{in 1}$, що розташована на SAP_1 .

На вимогу споживача або після виявлення ознак невідповідності параметрів EVC- з'єднання на рівнях за стеком протоколів, що є вищими за каналний рівень, та котрі не були усунуті засобами мережного рівня, здійснюється аналіз параметрів каналного рівня.

При цьому береться до уваги, що структура тестового потоку кадрів OE ідентична структурі тестового потоку ICMP-пакетів (що надана на рисунку 9.1), оскільки в кожному кадрі тестового потоку інкапсульовано лише один ICMP-пакет. У цьому випадку кількість загублених кадрів буде дорівнювати кількості загублених ICMP-пакетів, а оцінювані значення параметрів затримки для потоків пакетів та кадрів будуть співпадати.

Оскільки вимірювання на відповідність здійснюються лише у EVC-з'єднаннях щодо потоків CIR (генеруються кадри лише з ознакою *green*), то оцінювання параметрів девіації затримок у потоках кадрів під час таких вимірювань втрачає сенс.

Розрахунок звітних значень параметра $OETD_{(CIR)}$ здійснюється за результатами кожного сеансу вимірювань, параметрів $OELR_{0(CIR)}$, $P(OETD_{max})$, P_{OESA} - за результатами кожної серії сеансів вимірювань. Параметр T_{OEU} розраховується на звітному проміжку, що дорівнює одному року. Параметри K_T та $MTTR$ розраховуються після кожної події відновлення працездатності обладнання.

12.1.5 Дії у разі виявлення невідповідності

Поточний контроль якості EVC-з'єднання виконується шляхом відслідковування поточних оцінок параметра втрат пакетів $IPTD_0_{(CIR)}$. У

процесі поточного контролю цього параметру може виявитись перевищення його нормативного значення $IPTD_{max(CIR)}$. У цьому випадку необхідно переконатися в коректності роботи обладнання хостів, що використовуються для контролю EVC-з'єднання. Наприклад шляхом відключення від нього каналного обладнання і “пінгування” тестовими пакетами по локальним шлейфам, що створюються як на ближньому, так і на віддаленому вузлах контрольованого EVC-з'єднання. Якщо проблем на рівні протоколу IP (і вище) на локальних шлейфах не виявлено, необхідно розпочати пошук проблем в роботі обладнання OE.

Плановий періодичний контроль якості EVC-з'єднання виконується шляхом відслідковування поточних оцінок усіх параметрів мережного рівня (не тільки $IPTD_{0(CIR)}$), які за умов виконання п. 12.1.4 мають співпадати з оцінками параметрів каналного рівня, нормовані значення котрих надано у таблиці 12.2. У процесі планового контролю може виявитись перевищення будь-якого із нормованих значень параметрів. У цьому випадку необхідно переконатися в коректності роботи хостів, зокрема виконуючи дії згідно п.12.1.5.

У процесі поточного або планового контролю OE-обладнання засобами мережного рівня (тобто, в процесі “пінгування” ICMP-пакетами) можуть виявитись невідповідності щодо нормативних значень сервіс-орієнтованих параметрів мережного рівня (зокрема, перевищення норми на параметр втрат пакетів).

Пошук шляхів вирішення проблем невідповідності щодо контрольованого EVC-з'єднання має сенс лише для потоку тестових кадрів з ознакою *green*, швидкість котрого встановлюється на рівні CIR.

Примітка. Пінгування ICMP-пакетами в потоці кадрів з ознакою *yellow* (тобто, організація тестових EIR-потоків) здійснюється з метою оцінки ненормованого параметра $OELR_{max(EIR)}$, наприклад для визначення рівнів завантаженості OE-комутаторів.

Під час такого пошуку використовується шлейфова схема організації вимірювань. При цьому береться до уваги, що у цьому випадку структура

тестового потоку ОЕ-кадрів ідентична структурі тестового потоку ІСМР-пакетів, і, отже, оцінювані значення параметрів затримки, втрат та помилок для потоків пакетів та кадрів мають співпадати. Тому пошук шляхів вирішення проблеми невідповідності здійснюють шляхом порівняльного аналізу вимірних поточних значень параметрів мережного рівня з відповідними значеннями параметрів каналного рівня (такі дані накопичуються штатними програмними засобами ОЕ-обладнання на протязі визначених сеансів вимірювань), а також з відповідними нормативними визначеннями цих параметрів.

У разі виявлення невідповідності щодо нормованих значень сервіс-орієнтованих параметрів необхідно розпочати пошук проблем, пов'язаних із можливими перенавантаженнями трафіком каналів транспортної мережі, згідно з положеннями експлуатаційної документації.

Зниження якості транспортування споживацьких потоків ОЕ-кадрів з ознакою *yellow* (тобто, EIR-потоків) є можливим через перенавантаження будь-якого із ОЕ-комутаторів. Визначення перенавантажених вузлів здійснюють шляхом аналізу отриманих оцінок параметра $OELR_{0(EIR)}$. В свою чергу, оцінювання параметра $OELR_{0(EIR)}$ здійснюється тим же способом, що і оцінювання параметра $OELR_{0(CIR)}$, але на базі тестових EIR-потоків. Значення параметра $OELR_{max(EIR)}$ не нормується.

Якщо в процесі вищезазначених дій проблем на рівні протоколів ОЕ та ІР не виявлено, необхідно розпочати пошук проблем в роботі обладнання фізичного рівня. Для цього необхідно звернутися до відповідних служб власника первинної мережі.

У разі виявлення невідповідності щодо нормованих значень мережно-орієнтованих параметрів необхідно розпочати пошук проблем, пов'язаних із відмовами в роботі мережного обладнання згідно з положеннями регламентуючої експлуатаційної документації на мережне обладнання, що використовується.

13 Контроль параметрів послуги передавання інформації обладнанням xDSL

Структурна схема обладнання xDSL, параметри котрого мають бути охоплені контролем під час надання послуги із транспортування даних у форматах PDU обладнання xDSL, відображена на рисунку 13.1.

13.1 Параметри функціональності

Параметри функціональності щодо трафіка xDSL – це бітова швидкість передавання даних:

- у дуплексній лінії xDSL - **RL (Rate line)**;
- у дуплексному транспортному каналі, який утворений на основі однієї із фізичних пар телефонних проводів, що прокладена між споживачем мережних послуг і вузлом електрозв'язку – **RC (Rate channel)**.

Примітка 1. Якщо для організації однієї xDSL-лінії передбачається використання двох або трьох фізичних пар проводів, то слід відрізнити параметри швидкості для лінії xDSL від параметрів швидкості для транспортного каналу, утвореного на базі однієї із телефонних пар.

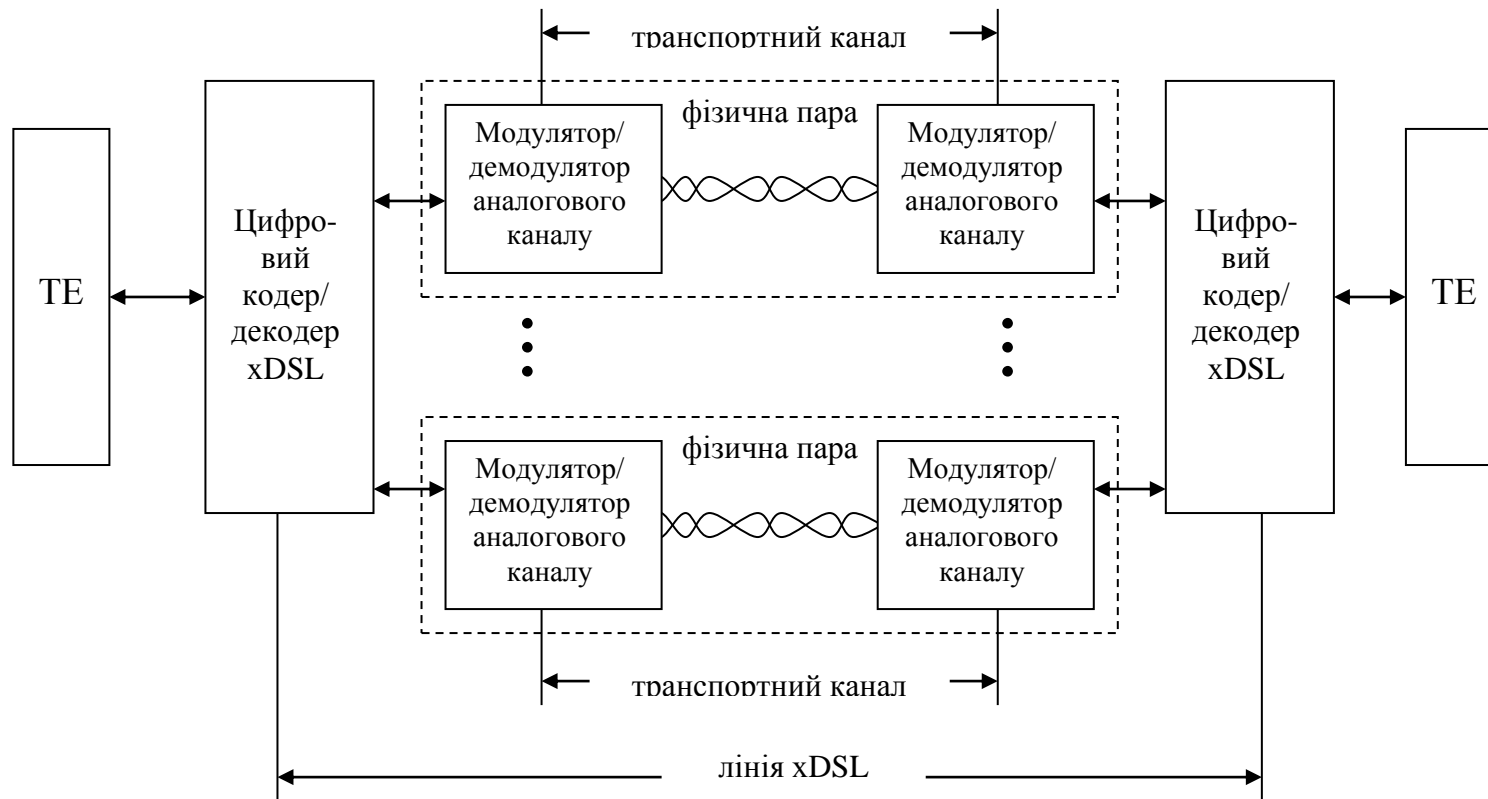
Примітка 2. Контроль інших показників швидкості передавання даних засобами xDSL, зокрема символна швидкість, швидкість модуляції або ширина смуги пропускання, в експлуатаційній практиці не знайшов широкого застосування.

RL_{AD} - швидкість передавання даних у прямому напрямку передачі через абонентську лінію xDSL (тобто, від вузла зв'язку до покупця послуги) , що вимірюється у біт/с (bps – bits per second).

RC_{AD} – швидкість передавання даних у прямому напрямку передачі через транспортний канал xDSL, що вимірюється у біт/с.

RL_{AR} - швидкість передавання даних у зворотному напрямку передачі через абонентську лінію xDSL (тобто, від покупця послуги до вузла зв'язку), що вимірюється у біт/с.

RC_{AR} – швидкість передавання даних у зворотному напрямку передачі через транспортний канал xDSL, що вимірюється у біт/с.



Позначки: TE (Terminal Equipment) - термінальний вузол

Рисунок 13.1 - Структурна схема обладнання при транспортуванні даних у форматах PDU xDSL

13.2 Параметри QoS та NP

Класифікатор параметрів якості обслуговування на каналному рівні при наданні послуги із транспортування даних у форматах PDU обладнання xDSL, технічна та організаційна підтримка котрих забезпечується сервіс-провайдером, наведено у таблиці 13.1.

Таблиця 13.1 – Параметри, що характеризують якість обслуговування на каналному рівні транспортування фреймів xDSL

| Параметри якості обслуговування | | |
|--|---------------------------------------|------------------------------------|
| мережно-орієнтовані (параметри NP) | сервіс-орієнтовані (параметри QoS) | мережно/сервіс незалежні |
| 1. ES-L; ESR-L; 2. FECS-L; 3. SES-L; SESR-L; 4. LOSS-L; 5. UAS-L; 6. ES-LFE; ESR-LFE; 7. FECS-LFE; 8. SES-LFE; SESR-LFE; 9. LOSS-LFE; 10. UAS-LFE; 11. CV-C; 12. FEC-C; 13. CV-CFE; 14. FEC-CFE | DGRM | 1. RP_{max} ; 2. $MTTR_{max}$ |

Примітка. Параметри обладнання xDSL, що надані у таблиці 13.1, оцінюються окремо щодо кожного із напрямків передачі, а також окремо щодо кожного абонентського транспортного каналу, які у сукупності можуть утворювати за допомогою засобів xDSL абонентську лінію xDSL. Якщо абонентська лінія утворена на основі використання однієї телефонної пари (тобто, одного транспортного каналу), то значення параметрів каналу та лінії xDSL співпадають.

ES-L (Errored second – line) – кількість виявлених на ближньому кінці лінії xDSL впродовж одного сеансу вимірювань одно секундних інтервалів, на протязі кожного з котрих були виявлені, але не виправлені по одній або

більше помилок. Рахується, що вияв помилок здійснюється шляхом обчислення значення CRC (Cyclic redundancy check) під час циклічного декодування фреймів на приймальній стороні лінії xDSL. Помилка фіксується, якщо CRC не дорівнює $F0B8_{16}$. Виявлені помилки підсумовуються за усіма приймальними транспортними каналами, що складають лінію xDSL. Крім того, враховуються як ES секунди з дефектами типу LOS (Loss of signal, втрата сигналу) та (або) SEF (Severely errored frame, кілька помилкових фреймів) та (або) LPR (Loss of power, втрата потужності).

Примітка. Показники LOS, SEF та LPR визначені у ITU-T Rec. G.997.1.

ESR-L (Errored second ratio – line) – коефіцієнт помилок щодо секунд з помилками, виявлених на ближньому кінці лінії xDSL впродовж одного сеансу вимірювань.

FECS-L (Forward error correction second – line) – кількість виявлених на ближньому кінці лінії xDSL впродовж одного сеансу вимірювань одно секундних інтервалів, на протязі кожного з котрих були виявлені та виправлені по одній або більше помилок. Рахується, що кількість виправлених помилок дорівнює кількості виправлених кодових слів за результатами циклічного декодування прийнятих фреймів та аналізу FCS (Frame check sequence) і CRC. FCS формується на передавальній стороні лінії згідно з ISO/IEC 3309. Використовується такий поліном для перевірки: $x^{16}+x^{12}+x^5+1$. Виправлені помилки підсумовуються за усіма приймальними транспортними каналами, що складають лінію xDSL.

Примітка. Показник FECS характеризує інтенсивність завад в лінії xDSL.

SES-L (Severely errored second – line) – кількість виявлених на ближньому кінці лінії xDSL впродовж одного сеансу вимірювань одно секундних інтервалів, на протязі кожного з котрих були виявлені, але не виправлені не менш ніж вісімнадцять помилок. Механізм вияву помилок – аналогічний визначенню ES. Виявлені блоки по 18 або більше помилок підсумовуються за усіма приймальними транспортними каналами, що складають лінію xDSL. Крім того, враховуються як SES групи по 10 і більше

секунд з дефектами типу LOS (Loss of signal, втрата сигналу) та (або) SEF (Severely errored frame, кілька помилкових фреймів) та (або) LPR (Loss of power, втрата потужності).

SESR-L (Severely errored second ratio – line) - коефіцієнт помилок щодо секунд з 18 і більше помилками, виявлених на ближньому кінці лінії xDSL впродовж одного сеансу вимірювань.

LOSS-L (Loss of signal second - line) – кількість виявлених на ближньому кінці лінії xDSL впродовж одного сеансу вимірювань одно секундних інтервалів, на протязі кожного з котрих було виявлено одна або більше подій, що ідентифікувались як втрата сигналу.

Примітка. Початок події втрати сигналу фіксується через $2,5 \pm 0,5$ с після виявлення ознак втрати сигналу. Закінчення події втрати сигналу фіксується через $10 \pm 0,5$ с після зникнення ознак втрати сигналу.

UAS-L (Unavailable second – line) - кількість виявлених на ближньому кінці лінії xDSL впродовж одного сеансу вимірювань одно секундних інтервалів, на протязі кожного з котрих лінія xDSL рахувалась як непридатна для користування.

Примітка. Лінія xDSL рахується непридатною для користування з моменту, коли виявлено 10 суміжних секунд з помилками типу ES або SES. Ці 10 помилкових секунд враховуються при визначенні UAS. Лінія xDSL рахується знов придатною для користування з моменту, коли виявлено 10 суміжних секунд без помилок після помилкових секунд ES або SES . Ці 10 с виключаються із підрахунку UAS.

ES-LFE (Errored second – line far end) - кількість виявлених на віддаленому кінці лінії xDSL впродовж одного сеансу вимірювань одно секундних інтервалів, на протязі кожного з котрих були виявлені, але не виправлені по одній або більше помилок. Механізм виявлення та правило підрахунку помилок – аналогічні визначенню ES –L.

ESR-LFE (Errored second ratio – line far end) - коефіцієнт помилок щодо секунд з помилками, виявлених на віддаленому кінці лінії xDSL впродовж одного сеансу вимірювань.

FECS-LFE (Forward error correction second – line far end)- кількість виявлених на віддаленому кінці лінії xDSL впродовж одного сеансу

вимірювань одно секундних інтервалів, на протязі кожного з котрих були виявлені та виправлені по одній або більше помилок. Механізм виявлення та правило підрахунку виправлених помилок – аналогічні визначенню FECS –L.

SES-LFE (Several error second – line far end) - кількість виявлених на віддаленому кінці лінії xDSL впродовж одного сеансу вимірювань одно секундних інтервалів, на протязі кожного з котрих були виявлені, але не виправлені не менш ніж вісімнадцять помилок. Механізм виявлення та правило підрахунку помилок – аналогічні визначенню SES –L.

SES-LFE (Several error second ratio – line far end) - коефіцієнт помилок щодо секунд з 18 і більше помилками, виявлених на віддаленому кінці лінії xDSL впродовж одного сеансу вимірювань.

LOSS-LFE (Loss of signal second - line far end) - кількість виявлених на віддаленому кінці лінії xDSL впродовж одного сеансу вимірювань одно секундних інтервалів, на протязі кожного з котрих було виявлено одна або більше подій, що ідентифікувались як втрата сигналу.

UAS-LFE (Unavailable second – line far end) – кількість виявлених на віддаленому кінці лінії xDSL впродовж одного сеансу вимірювань одно секундних інтервалів, на протязі кожного з котрих лінія xDSL була непридатною для користування.

CV-C (Code violation– channel) – кількість виявлених на ближньому кінці транспортного каналу (одного з тих, що утворює лінію xDSL) на протязі одного сеансу вимірювань помилкових результатів циклічного декодування прийнятих фреймів, тобто кількість виявлених помилкових значень CRC.

FEC-C (Forward error correction –channel) - кількість виправлених на протязі одного сеансу вимірювань кодових слів (за результатами циклічного декодування прийнятих фреймів) на ближньому кінці транспортного каналу.

CV-CFE (Code violation – channel far end) - кількість виявлених на протязі одного сеансу вимірювань помилкових CRC на віддаленому кінці транспортного каналу.

FEC-CFE (Forward error correction – channel far end) - кількість виправлених на протязі одного сеансу вимірювань кодових слів (за результатами циклічного декодування прийнятих фреймів) на віддаленому кінці транспортного каналу.

DGRM (Degradion minuts) - відсоток хвилин деградації якості. Визначається як відсоток хвилин, на протязі котрих лінія xDSL була непридатною для користування, відносно загальної кількості хвилин в періоді функціонування обладнання, який визначається умовами SLA.

Примітка. Умови визначення непридатності лінії xDSL – відповідно до 13.2.6.

MTTR_{max} - верхня межа середнього часу відновлення працездатності обладнання xDSL. Вимірюється у хвилинах.

13.3 Нормативи якості

Слід розрізняти нормативи якості на параметри обладнання xDSL як цифрової системи передачі даних і нормативи якості на параметри фізичного середовища транспортування сигналів даних, тобто на параметри абонентських телефонних пар проводів, які, як правило, входять до складу багатопарних телефонних кабелів, на базі котрих побудовані канали мереж абонентського доступу до телефонної мережі загального користування.

Лінія xDSL створюється на базі фізичних абонентських пар телефонних проводів. Параметри таких електричних ланцюгів щодо передавання мовних сигналів та низькошвидкісних даних визначені у відповідних нормативних документах (зокрема, у ГСТУ 45.005-98, ГСТУ 45.008-98, КНД 45-033-96, КНД 45-055-97). У цих же документах надані норми на діапазони значень фізичних параметрів телефонних каналів абонентського доступу та відповідні методики їхнього визначення. Усі вищевказані норми мають виконуватися щодо телефонних пар, на базі котрих створюються лінії xDSL. Однак у фонових процедурах поточного контролю відповідності перевірки щодо цих

норм, як правило, не виконуються, оскільки таке потребує довготривалих випробувань в режимі відключення корисного навантаження на лінію. Тому контроль параметрів фізичних каналів здійснюється лише під час планових процедур технічного обслуговування абонентських телефонних каналів та після виникнення невідповідностей в роботі xDSL-обладнання, що не були усунуті під час вирішення проблем каналного, мережного (і вище) рівнів..

Лінію xDSL розглядають як цифрову систему передачі, що у змозі за певних умов забезпечити швидкість у діапазоні 2 Мгбіт/с і більше. Тому під час вимірювань параметрів фізичного рівня використовують рекомендацію МСЕ-Т G.703, яка регламентує вимірювання параметрів фізичного інтерфейсу каналу Е1, зокрема, таких параметрів як:

- швидкість та частота передавання даних;
- припустима форма цифрового сигналу;
- тип та алгоритм лінійного кодування;
- припустимий рівень фазового тремтіння сигналу (джитер та вандер).

Вважається, що існуючі норми на фізичний інтерфейс каналу Е1 припустимо використовувати під час аналізу фізичних інтерфейсів обладнання xDSL.

Використання абонентських телефонних пар в xDSL-лініях має специфічні особливості, які потрібно враховувати під час досліджень проблем невідповідності на фізичному рівні.

Примітка. Специфіка пов'язана із високою швидкістю передавання сигналів через телефонну абонентську лінію, що потребує вирішення ряду проблем (зокрема, проблем електромагнітної сумісності через значний рівень міжканальних завад у багатоканальному телефонному кабелі, проблем забезпечення однорідності лінії – її симетрування, пошуку та нейтралізації незамкнених відводів від абонентської лінії, котушок Пупіна тощо), які в даному документі не розглядаються.

Суміщення ланцюгів дискретної та аналогової інформації, у т.ч. обладнання xDSL, у кабельних лініях місцевого зв'язку є можливим лише за умов виконання вимог щодо електромагнітної сумісності. Перехідні завади у низькочастотних телефонних парах повинні бути нижчими, ніж нормовані значення, щоб гарантувати припустимий рівень достовірності транспортованої

інформації. Тому мають бути виконаними вимоги ОСТ Р.45-81-97 «Совместимость электромагнитная цепей передачи дискретных и аналоговых сигналов местных сетей электросвязи», що регламентує електромагнітну сумісність обладнання xDSL з іншими засобами електрозв'язку, які використовуються в телефонних мережах абонентського доступу.

Дані щодо нормування параметрів електромагнітного впливу між ланцюгами xDSL на каналах мереж абонентського доступу з урахуванням видів модуляційних кодів (HDB3, 2B1Q та CAP) наведено у Додатку.

Нормування параметрів обладнання xDSL на каналному рівні здійснюється відносно ESR та SESR, оскільки визначення цих параметрів не потребує відключення корисного навантаження від лінії. За основу для визначення норм вибрані рекомендації MCE-T G.821 з урахуванням специфіки використання обладнання xDSL.

Розрізняють довгострокові та оперативні норми на параметри ESR та SESR для обладнання xDSL. Перевірка на відповідність оперативним нормам може здійснюватися на протязі 15 хвилин, що обумовило її використання в процесах поточного контролю відповідності. Перевірка на відповідність довгостроковим нормам потребує тривалих вимірювань. Зокрема, загальний час вимірювань в цьому випадку рекомендується вибирати на рівні 1 місяця.

Експлуатаційні норми на показники помилок для обладнання xDSL наведені у таблиці 13.2.

Таблиця 13.2 – Експлуатаційні норми на параметри каналного рівня для обладнання xDSL

| Довгострокові норми | | Оперативні норми | |
|---------------------|--------|------------------|---------|
| ESR | SESR | ESR | SESR |
| 0,018 | 0,0003 | 0,009 | 0,00015 |

Примітка 1. Підрахунок ES та SES під час визначення ESR та SESR здійснюється тільки на інтервалах придатності лінії xDSL до користування, тобто секунди UAS не враховуються.

Примітка 2. У рекомендації G.821 надані норми для $ESR < 0,08$, а для $SESR < 0,002$ щодо повного міжнародного ISDN-з'єднання. Надано також розподіл цих норм між трьома визначеними дільницями такого з'єднання. Для дільниці абонентського доступу визначені такі норми: $ESR < 0,012$, $SESR < 0,0002$. Для дільниці від місцевого вузлу до вузлу магістральної мережі: $ESR < 0,006$, $SESR < 0,0001$. Для лінії xDSL у якості нормованих значень ESR та SESR доцільно вибрати суми вищезазначених величин, тобто $ESR < 0,018$, $SESR < 0,0003$.

Примітка 3. Значення нормованих показників ESR та SESR для оперативних норм відповідно до рекомендації G.821 удвічі менші значень цих показників для довгострокових норм.

13.4 Умови, точки та порядок вимірювань

В експлуатаційній практиці для вимірювання параметрів QoS та NP, що відносяться до канального рівня xDSL і зафіксовані у таблиці 13.1, використовують дві схеми організації вимірювань: “точка-точка” та вимірювання через шлейф. Поточний контроль стану обладнання xDSL здійснюється за схемою “точка – точка” у фоновому режимі без відключення корисного навантаження. Під час планового контролю та пошуку шляхів вирішення проблем невідповідності застосовуються як тестові вимірювання за схемою “точка – точка”, так і шлейфова схема вимірювань, що потребує відключення корисного навантаження від досліджуваного обладнання.

Примітка. Для тестових вимірювань за схемою “точка-точка” потрібно два синхронізованих між собою аналізатори: один використовують в якості генератора тестуючої цифрової послідовності, що імітує роботу термінального обладнання, а інший виконує функції приймача цифрової послідовності. Шлейфова схема потребує лише одного інструмента вимірювань (але необхідності задіяння каналів обох напрямків передавання) і реалізується у двох варіантах: локального або віддаленого шлейфу.

У фоновому режимі поточного контролю вимірюються параметри ESR та SESR. У якості інструменту вимірювань використовуються штатні механізми обладнання xDSL. Під час цих вимірювань фіксуються також параметри LOS, SEF та LPR, оскільки поточні значення цих параметрів враховуються в процедурах обчислення ESR та SESR. Період одного сеансу оперативних вимірювань параметрів ESR та SESR під час поточного контролю – 15 хвилин. Отримані оцінки оперативних вимірювань усереднюються на місячній вибірці та порівнюються з довгостроковими нормами (див. табл. 13.2).

Примітка. Дозволяється для усереднення використовувати дані оперативних вимірювань, що отримані в години найбільшого добового завантаження обладнання xDSL, наприклад з 12 до 14 години у кожній добі.

Плановий контроль та аналіз проблем невідповідності передбачає необхідність вимірювання параметрів за умов, що наведені у табл. 13.3.

Таблиця 13.3

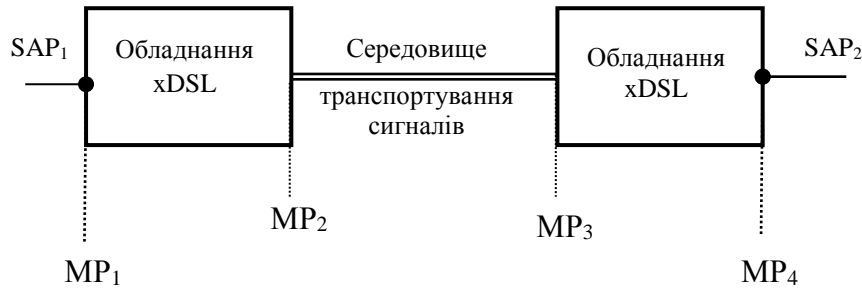
| Параметр | Точка вимірювань (ближній/віддалений кінець каналу) | Необхідність контролю на вузлі зв'язку | Необхідність контролю на термінальному вузлі |
|----------|--|--|---|
| FECS-L | N | M | M |
| FECS-LFE | F | M | O |
| ES-L | N | M | M |
| ES-LFE | F | M | O |
| SES-L | N | M | M |
| SES-LFE | F | M | O |
| LOSS-L | N | O | O |
| LOSS-LFE | F | O | O |
| UAS-L | N | M | M |
| UAS-LFE | F | M | O |
| CV-C | N | M | M |
| CV-CFE | F | M | O |
| EC-C | N | M | M |
| EC-CFE | F | M | O |

Примітка 1. В процесі контролю відповідності вимірювання здійснюються на обох кінцях лінії xDSL.

Примітка 2. M – означає обов'язковість моніторингу параметра. O – означає бажаність (але не обов'язковість) моніторингу параметра. N- ближній кінець лінії xDSL. F – віддалений кінець лінії xDSL.

Вимірювання вищенаведених параметрів можуть здійснюватися шляхом генерування на передавальній стороні та аналізу на приймальній стороні відповідних тестових цифрових послідовностей за схемою “точка – точка” . В цьому випадку необхідно застосовувати два синхронізованих між собою аналізатори протоколів. Дозволяється здійснювати вимірювання параметрів із табл. 13.3 за шлейфовою схемою. У будь-якому випадку періодичність тестування (тобто, тривалість одного сеансу вимірювань) під час контролю відповідності – 900с.

Схема організації вимірювань параметрів обладнання xDSL за шлейфовим методом, а також відповідні точки доступу до послуги та відповідні пари точок вимірювань, відображені на рисунку 13.2.



Позначки:

SAP_i - і-та точка доступу до послуги;

MP_i - і-та пара точок вимірювань.

Рисунок 13.2 – Вимірювальна схема для визначення поточних параметрів послуги транспортування даних каналами xDSL

Якщо мати на увазі, що формат фреймів xDSL має структуру згідно рисунку 13.3 (з максимальною довжиною поля даних фрейму - 510 байтів для всіх різновидів технології xDSL, окрім технології згідно з рекомендацією MCE-T G.992.3. Для технології G.992.3 максимальна довжина поля даних фрейму має дорівнювати 1024 байтів), то контроль якості обслуговування при наданні послуги транспортування фреймів xDSL за певних умов доцільно здійснювати на мережному рівні за шлейфовою схемою шляхом пінгування ICMP-пакетами.

| | |
|------------------|--|
| 7E ₁₆ | Прапорець початку фрейма (Opening Flag) |
| FF ₁₆ | Адресне поле (Address field) |
| 03 ₁₆ | Поле ідентифікатора (Control field = UI frame) |

| | |
|---------------------------|--|
| Інформаційне навантаження | Максимум 510 байтів |
| FCS | Frame Check Sequence (Перший октет) |
| FCS | Frame Check Sequence (Другий октет) |
| 7E ₁₆ | Прапорець закінчення фрейма (Closing Flag) |

Рисунок 13.3 – Формат фреймів xDSL

В цьому випадку до точок SAP_1 та SAP_2 (див. рис. 13.2) під'єднуються хости і за умов, що в кожен один тестовий фрейм упаковано лише один пакет, встановлюється режим періодичного тестування послідовностями ICMP-пакетів через фіксовані інтервали часу.

Параметри процесу тестування (тобто, структура тестового потоку ICMP-пакетів, періодичність звітування тощо) – згідно п. 10.1.4.

Зокрема, тестові пакети генеруються за допомогою штатних програмних засобів хоста – ініціатора вимірювань, потім інкапсулюються у поле даних тестових фреймів (за допомогою штатних програмно-апаратних засобів обладнання xDSL) із розрахунку “в один фрейм – один пакет” і далі просуваються через контрольоване з'єднання до кінцевого віддаленого вузлу цього з'єднання. На віддаленому вузлі за допомогою штатних програмних засобів хоста у точці SAP_2 здійснюється шлейфування (тобто, логічне замикання пари вимірювальних точок) згідно рис. 13.2 з подальшим передаванням тестових пакетів (що упаковані у тестові фрейми) у зворотному напрямку та обробкою цих протокольних блоків даних (у т.ч., вилучення із фреймів тестових ICMP-пакетів) за допомогою штатних програмно-апаратних засобів хоста – ініціатора вимірювань.

Вищенаведений спосіб надає можливість виконати оцінювання параметрів послуги із транспортування потоків фреймів шляхом вимірювань та розрахунків параметрів мережного рівня, котрі мають відповідати нормам якості обслуговування мережного рівня.

Розрахунок звітних значень параметрів QoS та NP канального рівня (тобто, безпосередньо параметрів обладнання xDSL) здійснюється за результатами кожного сеансу вимірювань.

13.5 Дії у разі виявлення невідповідності

13.5.1 У випадку виникнення невідповідностей в роботі обладнання xDSL необхідно перейти від оперативного експлуатаційного контролю параметрів ESR та SESR до повномасштабних системних вимірювань канального, а потім, у разі необхідності, і фізичного рівнів, які у багатьох випадках потребують відключення корисного навантаження від проблемної лінії xDSL або проблемного транспортного каналу xDSL.

13.5.2 Найбільш ймовірними є порушення електричних характеристик контактів абонентських телефонних ліній внаслідок некоректних дій експлуатаційного персоналу. Тому пошук несправностей слід починати з обладнання фізичного рівня. Цю роботу зазвичай мають виконувати підрозділи власника місцевої телефонної мережі.

13.5.3 Якщо цілісність фізичного з'єднання не порушена, а проблема невідповідності не усунута, то необхідно здійснити комплекс повномасштабних вимірювань канального рівня – основного функціонального рівня обладнання xDSL. Окрім параметрів обладнання xDSL, що наведені у таблиці 13.1, в цьому випадку доцільно (але не обов'язково) також здійснити вимірювання параметрів, що пов'язані із частістю бітових та блокових помилок (**BER** та **BLER** відповідно), помилками у цикловій структурі фреймів (**FAS ERR**), рівнями сковзань (рос. – проскальзаний) внаслідок порушень в роботі системи синхронізації (**CKSLIP**, **SLIP**) та повільними фазовими зсувами (**+WANDR**, **-WANDR**).

Примітка. Для організації вимірювань вищеназваних параметрів потрібно мати спеціалізовані вимірювальні засоби, зокрема аналізатори протоколів.

13.5.4 Аналіз щодо параметрів бітових помилок здійснюють згідно з рекомендацією МСЕ-Т G.821, в якій надані норми на параметри якості цифрових систем передачі із швидкістю $n \times 64$ кбіт/с, де $n \leq 31$. Але вважається, що ці норми припустимо застосовувати і для більш швидкісних систем. Основною перевагою методології G.821 є розподіл часу функціонування цифрового каналу передачі на інтервал готовності та інтервал неготовності каналу. Бітові помилки не враховуються на інтервалах неготовності, що дозволяє відокремити помилки, які пов'язані із випадковими завадами, від помилок, що пов'язані із некоректною роботою обладнання (сковзання, втрата сигналу тощо).

13.5.5 Аналіз щодо параметрів блокових помилок (BLER) здійснюють згідно з рекомендацією МСЕ-Т G.826, в якій надані норми на параметри якості цифрових систем передачі із швидкістю вищою, ніж 64 кбіт/с. У якості блоку даних є можливим взяти або блок ПВП (псевдовипадкової послідовності) або блок з даними споживачів. У першому випадку вимірювання мають здійснюватися з відключенням каналу. У другому випадку блоковими помилками являються помилки CRC, так що вимірювання можуть виконуватися без відключення корисного навантаження за схемою пасивного моніторингу цифрового каналу.

Примітка. Характерною відмінністю методик вимірювань згідно з рекомендаціями МСЕ-Т M.2100/M.2101 є орієнтація на індикаційні вимірювання параметрів SES та ES, коли в результаті вимірювань замість обчислення значень цих параметрів робиться висновок щодо проходження або не проходження певного тесту. Така методологія дозволила скоротити час вимірювань під час пошуку несправностей до 15 хвилин (з наступними вимірюваннями впродовж 24 годин, якщо результат потребує уточнень).

13.5.6 Слід мати на увазі, що поглиблені вимірювання каналного рівня виконуються з метою усунення невідповідності. Тому в цих випадках недостатньо обмежитись аналізом відповідності/невідповідності контрольованих параметрів нормам, які наведені у відповідних нормативних документах. Необхідно побудувати функції розподілу значень контрольованих параметрів у реальному часі. Це надасть можливість зробити висновки щодо причин виникнення помилок та шляхів їхнього усунення.

13.5.7 Якщо проблема невідповідності на каналному рівні не усунута, то слід перейти до повномасштабних вимірювань фізичного рівня.

Параметри електричних ланцюгів щодо передавання мовних сигналів та даних, норми на діапазони значень фізичних параметрів та відповідні методики їхнього визначення вказані у вищенаведених нормативних документах (див. 13.3.2 та 13.3.4).

13.5.8 Якщо дослідження виявленої проблеми на фізичному, каналному та мережному рівнях не дало позитивного результату, то слід звернутись за допомогою до Адміністрації свого регіонального вузлу.

14 ОБРОБКА, ОФОРМЛЕННЯ ТА ПОДАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ

14.1 Обробку результатів вимірювань параметрів якості обслуговування здійснюють з метою:

- 1) контролю поточного стану обслуговування на відповідність умовам SLA;
- 2) контролю поточного стану обладнання на відповідність вимогам експлуатаційної документації та стандартам підприємства;
- 3) інформування покупців послуг щодо поточного стану обслуговування відповідно до умов SLA;
- 4) інформування Адміністрації щодо стану обладнання і обслуговування для забезпечення виконання функцій контролю та управління;
- 5) отримання вихідних даних для пошуку можливостей розширення номенклатури та підвищення якості послуг і обслуговування;
- 6) отримання вихідних даних для прогнозування стану обслуговування і планування розвитку мережі.

14.2 Обробку результатів вимірювань здійснюють окремо щодо кожного напрямку передавання даних на всіх рівнях ієрархії вузлів МПД.

Для послуг, що надаються на умовах гарантованої якості обслуговування, обробку результатів вимірювань здійснюють окремо щодо кожної точки доступу до послуги (або кожної групи точок доступу до послуги).

Результати обробки вимірювань агрегують та структурують в залежності від задач, в яких ці результати використовуються, і надаються покупцям послуг, іншим підрозділам та Адміністрації сервіс-провайдера.

14.3 Оброблюються результати вимірювань щодо кожного визначального параметра у розрізі кожної наданої послуги. Основна форма представлення результатів вимірювань – графіки залежності отриманих оцінок визначальних параметрів від часу з масштабом, вибір котрого залежить від виду послуги, класу обслуговування та цілей обробки результатів вимірювань.

14.4 Для параметрів $PDUTD_0$, $PDUDV_0$, $P(PDUDV_{max})$, $K'_{зав0}$, $PDULR_0$, $PDUSR_0$ та $P(PDUTD_{max})$ графіки будуються з інтервалом по вісі абсцис, що дорівнює тривалості однієї серії сеансів вимірювань. Усереднені на інтервалі однієї серії сеансів вимірювань значення вищеназваних параметрів відкладаються по вісі ординат. Розмірність оцінок параметрів, що відкладаються по вісі ординат – відповідно до табл. 10.2.

14.5 Контроль відповідності параметрів послуг із транспортування пакетів IP згідно п. 10.1.4 незалежно від класу обслуговування передбачає щодо кожного визначального параметра (крім параметрів надійності) здійснення 10 сеансів вимірювань протягом кожної години, тобто одна серія складається із 10 сеансів вимірювань.

14.6 Контроль відповідності параметрів послуг із транспортування PDU технологій FR, OE та xDSL передбачає необхідність здійснення вимірювань на мережному рівні, тобто аналогічно п.14.5.

14.7 Для параметра $PDUER_0$ графік будується з інтервалом 12 годин (тобто, з інтервалом, що дорівнює тривалості однієї серії сеансів вимірювань цього параметра). Графік має охоплювати проміжок часу тривалістю 1 місяць (тобто, потрібно побудувати 12 таких графіків протягом 1 року).

14.8 Параметр $P_{PDU}SA$ визначається з дискретністю – 1 доба. Для визначення цього параметра будується погодинна функція доступності послуги $PDUAF$ так, як це визначено у розділі 8.5. Дискретність графіка надання послуги T_{av} – 1 година. Вибір критеріїв доступності та їх порогів ($c1$ або $c2$) надано вище у відповідних розділах цього стандарту.

14.9 Параметр $T_{PDU}U$ розраховується на звітному проміжку, що дорівнює одному року (тобто, усі часові інтервали T_{av} , на котрих послуга визначалась як недоступна, підсумовуються протягом одного року).

14.10 Нормування параметрів обладнання xDSL на канальному рівні згідно з п.13.1.3.5 здійснюється відносно ESR та SESR. Інтервал вимірювань

цих параметрів на відповідність довгостроковим нормам - 1 місяць. Інтервал вимірювань цих параметрів на відповідність оперативним нормам – 15 хвилин.

14.11 Параметри надійності K_g та MTTR розраховуються після кожної події відновлення обладнання згідно з положеннями розділу 9.6.

14.12 Побудовані графіки залежностей визначальних параметрів QoS та NP від часу дозволяють визначитися з поточним станом якості обслуговування. Інформація щодо поточного стану якості обслуговування по кожному напрямку передавання даних на всіх рівнях ієрархії вузлів МПД, а також щодо кожної точки доступу до послуги, які надаються на умовах гарантованої якості обслуговування, має відображатися у вигляді таблиці 14.1.

Таблиця 14.1 Форма представлення інформації щодо поточного стану обслуговування (інтервал обробки результатів вимірювань – 1 доба)

| Напрямок передавання або точка доступу до послуги | Поточна дата (число, місяць, рік) |
|--|---------------------------------------|
| Найменування параметра | Отримана середньодобова оцінка |
| PDUTD ₀ | |
| PDUDV ₀ | |
| P(PDUDV _{max}) | |
| $K'_{зав0}$ | |
| PDULR ₀ | |
| P(PDUTD _{max}) | |
| PDUER ₀ | |
| ESR | |
| SESR | |
| Кількість годин недоступності послуги від початку поточного року | |

Примітка. У форму таблиці 14.1 вносяться тільки ті визначальні параметри якості обслуговування, які узгоджені умовами SLA. Розмірність параметрів – згідно даних таблиці 10.2.

14.13 Агрегована інформація щодо поточного стану якості обслуговування по кожному напрямку передавання даних на всіх рівнях ієрархії вузлів МПД, а також щодо кожної точки доступу до послуги, які надаються на умовах гарантованої якості обслуговування, має відображатися у вигляді таблиці 14.2. Інтервал агрегації – 1 місяц.

Таблиця 14.2 Форма представлення агрегованої інформації щодо стану обслуговування

| Напрямок передавання або точка доступу до послуги | 1.х.хх | 2.х.хх | | 30.х.хх | Отримана середньомісячна оцінка |
|--|--------|--------|-------|---------|---------------------------------|
| Найменування параметра | | | | | |
| $PDUTD_0$ | | | | | |
| $PDUDV_0$ | | | | | |
| $P(PDUDV_{max})$ | | | | | |
| $K'_{зав0}$ | | | | | |
| $PDULR_0$ | | | | | |
| $P(PDUTD_{max})$ | | | | | |
| $PDUER_0$ | | | | | |
| ESR | | | | | |
| SESR | | | | | |
| Кількість годин недоступності послуги від початку поточного року | | | | | |

14.14 Побудовані графіки залежностей визначальних параметрів від часу дозволяють визначитися щодо можливого перевищення нормативів на параметри QoS та NP.

Інформація щодо можливого перевищення нормативів по кожному напрямку передавання даних на всіх рівнях ієрархії вузлів МПД та щодо кожної точки доступу до послуг, які надаються на умовах гарантованої якості

обслуговування, має відображатися у вигляді таблиці 14.3, де під $PDU(TD+DV+LR+ \dots + SESR)$ мається на увазі сумарний час перевищення нормативних показників визначальних параметрів QoS та NP у розрізі контрольованого обладнання транспортування PDU (тобто, у розрізі технологій IP, FR, OE або xDSL). При цьому, якщо зустрічаються випадки перевищення нормативів, які перекриваються у часі, то в загальному часі перевищення нормативів враховується тривалість від початку першого в часі випадку перевищення та до закінчення останнього випадку перевищення.

Таблиця 14.3 Форма представлення інформації щодо випадків та тривалості перевищень нормативів на параметри QoS та NP, які мали місце протягом доби

| Напрямок передавання або точка доступу до послуги | Поточна дата (тривалість перевищення, хв.) |
|--|---|
| Перевищення нормативу на $PDUTD_0$ | xx (хв.) |
| Перевищення нормативу на $PDUDV_0$ | xx (хв.) |
| Перевищення нормативу на $P(PDUDV_{max})$ | xx (хв.) |
| Перевищення нормативу на $K'_{зав0}$ | xx (хв.) |
| Перевищення нормативу на $PDULR_0$ | xx (хв.) |
| Перевищення нормативу на $P(PDUTD_{max})$ | xx (хв.) |
| Перевищення нормативу на ESR | xx (хв.) |
| Перевищення нормативу на SESR | xx (хв.) |
| Значення $PDU(TD+DV+LR+ \dots +SESR)$ | xx (хв.) |
| Перевищення нормативу на $PDUER_0$ | Виміряне значення $PDUER_0$ |
| Кількість годин недоступності послуги від початку поточного року | xx (годин) |

Примітка. У форму таблиці 14.3 вносяться дані тільки для тих визначальних параметрів якості обслуговування, які узгоджені умовами SLA.

14.15 Як видно із таблиці 14.3, у разі необхідності (наприклад, на вимогу покупця послуги) щодобово можуть надаватися дані щодо перевищення нормативу на параметр $PDUER_0$.

Примітка. Протягом однієї доби обчислюють лише дві оцінки значення цього параметра.

14.16 Агрегована інформація щодо можливого перевищення нормативів по кожному напрямку передавання даних на всіх рівнях ієрархії вузлів МПД, а також щодо кожної точки доступу до послуги, які надаються на умовах гарантованої якості обслуговування, має відображатися у вигляді таблиці 14.4. Інтервал агрегації даних, що поміщені в усі колонки таблиці, крім останньої колонки – 1 доба. Інтервал агрегації даних, що поміщені в останню (заключну) колонку таблиці – 1 місяць.

Таблиця 14.4 Форма представлення агрегованої інформації щодо випадків та тривалості перевищень нормативів на параметри QoS та NP

| Напрямок передавання або точка доступу до послуги | Поточна дата у ____ місяці ____ р. | | | | Загальне перевищення нормативу |
|--|------------------------------------|--------|-------|---------|--------------------------------------|
| | 1.х.хх | 2.х.хх | | 30.х.хх | |
| Перевищення нормативу на параметр, хв. : | 1.х.хх | 2.х.хх | | 30.х.хх | |
| $PDUTD_0$ | | | | | |
| $PDUDV_0$ | | | | | |
| $P(PDUDV_{max})$ | | | | | |
| $K'_{зав0}$ | | | | | |
| $PDULR_0$ | | | | | |
| $P(PDUTD_{max})$ | | | | | |
| SES | | | | | |
| SESR | | | | | |
| $PDU(TD+DV+LR+...+SESR)$ | | | | | |
| $PDUER_0^{*)}$ | | | | | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| Кількість годин недоступності послуги від початку поточного року | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

Примітка 1. У графі “загальне перевищення нормативу” вказується сумарний час перевищення нормативу на поточний момент вимірювань на протязі місяця.

Примітка 2 . Значення перевищення параметра $PDUER_0$ надається не у хвилинах, а вказується вимірне середньомісячне значення цього параметра.

14.17 Сервіс-провайдер із визначеною у SLA періодичністю має надсилати на адресу кожного із покупців послуг, які отримують обслуговування із гарантованим сервісом, звіти про стан обслуговування, в яких міститься інформація про поточний стан справ щодо виконання вимог SLA, про якість наданої послуги та про використані мережні ресурси.

Звіт про виконання вимог сервісної угоди (з урахуванням положень, що викладені у розділі 4.6) надсилається покупцю послуг один раз на добу і містить інформацію згідно таблиці 14.3 (та, можливо, також дані щодо перевищення нормативу на $PDUER_0$).

Звіт про якість наданої послуги (з урахуванням положень, що викладені у розділі 4.6) надсилається на адресу покупця послуг один раз на місяць і містить інформацію у розрізі наданих послуг згідно таблиці 14.2.

Звіт про використані мережні ресурси (з урахуванням положень, що викладені у розділі 4.6) надсилається на адресу покупця послуг один раз на місяць. Структура цього звіту напряду залежить від умов SLA і цим стандартом не регламентується.

Примітка 1. В умовах SLA можуть бути визначені і інші періоди звітування, виходячи із конкретних умов функціонування прикладних застосувань покупця послуг.

Примітка 2. Усі вищезазначені звіти представляються окремо щодо кожної точки доступу до послуги (або кожної групи точок доступу до послуги).

Засоби інформування покупця послуг – згідно розділу 4.6.

14.18 Підрозділи сервіс-провайдера, які безпосередньо здійснюють експлуатацію обладнання МПД, мають надавати інформацію щодо якості обслуговування Адміністрації регіональних вузлів, Дирекції МПД та іншим підрозділам підприємства. Порядок та засоби внутрішньокорпоративної інформаційної взаємодії в процесі надання послуг регламентуються положеннями розділу 4.6.

Експлуатаційні підрозділи МПД з періодичністю один раз на місяць мають надсилати на адресу Адміністрації свого регіонального вузлу Агрегований звіт про якість наданих послуг. Основу цього звіту складають дані щодо випадків та тривалості перевищень нормативів на параметри якості обслуговування за напрямками передавання даних, що оформлені згідно таблиці 14.4. У якості додатку до табличних даних у звіті надаються пояснення щодо суттєвих випадків перевищень нормативів якості, порушень вимог SLA, причини та наслідки їхнього виникнення, а також щодо заходів, які були проведені з метою ліквідації негативних наслідків та запобігання порушень у майбутньому.

Експлуатаційний персонал з періодичністю один раз на місяць мають надсилати на адресу Адміністрації свого регіонального вузлу Агрегований звіт про використані мережні ресурси. Форма такого звіту цим стандартом не регламентується.

Адміністрації центрального та регіональних вузлів МПД відповідно повинні періодично один раз на місяць надавати на адресу Дирекції МПД Агрегований звіт про поточний стан обслуговування. Форма цього звіту не регламентується. У звіті мають бути відображені усі найбільш суттєві події, які були пов'язані із виникненням невідповідностей у наданні послуг та у використанні мережних ресурсів, а також зміст здійснених заходів із нейтралізації негативних наслідків та запобігання виникненню таких подій у майбутньому. У додатках до цього звіту мають бути надані Агреговані звіти про якість наданих послуг та Агреговані звіти про використані мережні ресурси.

15 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цій книзі є посилання на такі нормативні документи (НД):

ДСТУ 2229-93 Локальні обчислювальні мережі. Терміни та визначення;

ДСТУ 2230-93 Системи оброблення інформації – Взаємозв'язок відкритих систем – Базова еталонна модель. Терміни та визначення;

ДСТУ 2617-94 Електрозв'язок. Мережі та канали передавання даних. Терміни та визначення;

ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення;

ДСТУ 2925-94 Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення;

ДСТУ 2938-94 Системи оброблення інформації. Основні поняття. Терміни та визначення;

ДСТУ 3021-95 Випробування і контроль якості продукції. Терміни та визначення;

ДСТУ 3215-95 Метрологія. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення;

ДСТУ 3921.1-1999 (ISO10012-1:1997). Вимоги до забезпечення якості засобами вимірювальної техніки. Частина 1. Система метрологічного забезпечення якості засобами вимірювальної техніки;

ДСТУ 3921.1-1999 (ISO10012-2:1997). Забезпечення якості засобами вимірювальної техніки. Частина 2. Настанови щодо контролю процесів вимірювань;

ДСТУ ISO 9000-2001 Системи управління якістю. Основні положення та словник;

ГОСТ 18322-78. Система технического обслуживания и ремонта техники;

ГОСТ 25866-83. Эксплуатация техники. Термины и определения.

16 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У книзі використано терміни, що установлені у ДСТУ 2230, ДСТУ 2229, ДСТУ 2617, ДСТУ 2860, ДСТУ 2925, ДСТУ 2938, ДСТУ 3021, ДСТУ 3396.2, ДСТУ ISO 9000, ГОСТ 18322, ГОСТ 25866.

Крім того, додатково використано терміни та визначення позначених ними понять, які подано нижче. Відповідники використаних в цьому розділі термінів наведено англійською мовою (en).

Адміністрування (Administration) – група функцій, що спрямована на забезпечення штатного функціонування телекомунікаційної мережі, ефективного використання її ресурсів та підтримки надання інстальованих на основі ресурсів мережі телекомунікаційних послуг.

Примітка. Розрізняють мережне адміністрування (network administration) та адміністрування наданням послуг (service administration).

Адміністрування мережне (Network Administration) - підгрупа функцій, що спрямована на забезпечення штатного функціонування телекомунікаційної мережі та ефективне використання її ресурсів.

Адміністрування наданням послуг (Service Administration) - підгрупа функцій, що спрямована на забезпечення безпосередньої підтримки процесу надання телекомунікаційних послуг, наприклад таких функцій як оцінювання рівня надання послуг, керування якістю послуг, виконання умов сервісних угод щодо рівня надаваних послуг, підтримка процесу взаєморозрахунків, взаємодія із споживачами тощо.

Адміністративний домен (Administrative Domain) – сукупність систем, зокрема сукупність підмереж або фрагментів мережі, що адмініструються з одного центру.

Аномалія (Anomaly) – відхилення дійсного значення певної характеристики контрольованого об'єкту від очікуваного значення цієї

характеристики. Аномалія може впливати або не впливати на здатність об'єкту виконувати штатні функції.

Безвідмовність (Reliability Performance) – одна із ознак надійності, що визначена у ДСТУ 2860-94.

Безперервність (Service Retainability Performance) – одна із ознак дієвості послуги, що характеризує її властивість надаватися без переривань на протязі обумовленого проміжку часу.

Відмова (Failure) – виникнення обмежень (зокрема, переривань) в спроможності телекомунікаційного обладнання виконувати штатні функції. Визначення - у ДСТУ 2860-94.

Примітка. Несправність обладнання в багатьох випадках є наслідком відмов в його роботі.

Відновлення (Clear) – усунення несправності.

Гарантований рівень обслуговування (гарантована якість обслуговування, гарантована QoS) - розрахований та заявлений провайдером рівень якості обслуговування, який він в змозі і згодний гарантовано підтримувати на основі сервісної угоди щодо рівня обслуговування.

Примітка. QoS – це сукупність заявлених провайдером значень (або діапазонів значень) параметрів обслуговування, що характеризують відповідність засобів служби підтримки якості провайдера послуги та мережних ресурсів оператора очікуванням покупця щодо якості обробки його застосувань.

Гарантований рівень послуги (гарантована якість послуги, гарантована QoS) - розрахований та заявлений провайдером рівень якості послуги, який він в змозі і згодний гарантовано підтримувати на основі сервісної угоди щодо рівнів надаваних послуг.

Готовність (Availability Performance) – здатність обладнання бути в стані виконання штатних функцій у заданий момент часу (або у будь-який момент часу в межах заданого часового інтервалу) відповідно до його призначення за умов забезпечення усіма ресурсами, які необхідні для функціонування цього обладнання. Визначення – у ДСТУ 2860-94.

Деградація (Degradation) – виникнення аномалій або дефектів в роботі обладнання, що не призвели до порушень його працездатності.

Деградована послуга (Degraded Service) – послуга, що надається користувачам відповідно до умов сервісної угоди, але за винятком виконання умов щодо параметрів якості обслуговування.

Дефект (Defect) – певне обмеження у здатності обладнання виконувати потрібну функцію. Визначення – у ДСТУ 2860-94.

Дієвість послуги (Serveability Performance) – властивість послуги бути наданою тоді, коли це потрібно споживачу, і надаватися протягом обумовленого проміжку часу за запитом споживача без суттєвого погіршення її якості.

Досконалість мережі (технічна якість мережі, Network Performance, NP) – здатність мережі або її фрагменту забезпечувати виконання функцій, що пов'язані із наданням послуг на основі використання ресурсів цієї мережі або її фрагменту. Визначається здатністю мережі обробляти навантаження (Trafficability Performance).

Примітка. Рівень NP залежить, перш за все, від готовності обладнання мережі бути в стані виконання штатних функцій у заданий момент часу, а також від рівня ресурсного забезпечення мережі і від якості передачі сигналів (див. рекомендацію МСЕ-Т E.800).

Доступність послуги (Service Accessibility Performance) – одна із ознак дієвості послуги, що характеризує її властивість надаватися тоді, коли це потрібно користувачу.

Елемент послуги (Service Element) – складова ресурсу мережі або служби забезпечення якості надання послуг, яка в комбінації з іншими елементами використовується в процесі надання послуги.

Забезпеченість послуги (Service Support Performance) – ресурсна спроможність провайдера послуги надавати послугу потрібної якості і допомагати споживачу ефективно застосовувати цю послугу у своїй діяльності.

Примітка. Мається на увазі можливість надавати додаткові послуги, що сприяють ефективному використанню основної послуги.

Зручність використання послуги (Service Operability Performance) – властивість послуги, що характеризує можливість її зручного використання.

Звіт про стан обслуговування (Performance Report) – звіт про стан обслуговування за обумовлені у сервісній угоді проміжки часу.

Примітка. Розрізняють три основних види звітів про стан обслуговування, які у сукупності дозволяють покупцям послуг отримати детальне уявлення щодо рівня якості обслуговування: експрес-звіт про виконання вимог сервісної угоди; звіт про якість наданої послуги; звіт про використані мережні ресурси.

Звіти надаються окремо щодо кожної точки доступу до послуги (або кожної групи точок доступу до послуги).

Звіт про виконання вимог сервісної угоди (звіт про SLA, Service Level Agreement Report) – стислий експрес-звіт про виконання вимог SLA без деталізації характеристик стану обслуговування.

Звіт про якість наданої послуги (Quality of Service Report) – звіт з оцінками досягнутих в процесі обслуговування рівнів якості наданої послуги, зокрема з поточними оцінками параметрів QoS.

Звіт про використані ресурси (Resource Report) – звіт про кількість і якість використаних споживачем ресурсів телекомунікаційної мережі за обумовлені проміжки часу.

Можливості для трафіка (Trafficability Performance) – властивість мережі, що характеризується такими трьома властивостями мережі як її надійність (Dependability), якість передачі сигналів (Transmission Performance), а також ресурси і можливості (Resources and Facilities) (див. рекомендацію МСЕ-Т E.800).

Зразок послуги (Service Instance) - послуга, що демонструється у якості характерного прикладу.

Індикація (Indication) – відображення інформації про процеси, що пов'язані з подіями, які виникають в процесі функціонування мережного обладнання.

Примітка. Відповідно до функцій керування розрізняють типи індикації – індикація відмов (fault indication), індикація ушкоджень (impairment indication), індикація невідповідностей (trend indication) тощо.

Індикація тривоги (Alarm) – попереджувальна індикація про подію, яка мала місце і яка має або може мати негативний вплив на стан ресурсів мережі.

Інтервал вимірювань (Measurement Interval) – проміжок часу, протягом якого здійснюються вимірювання поточних значень параметрів контрольованого об'єкту.

Інтервал збору даних (Data Collection Interval) – проміжок часу, протягом якого має здійснюватись фіксація та осереднення вимірних поточних значень контрольованих параметрів з метою отримання оцінок їхніх значень.

Інтервал агрегації (Aggregate Interval) – проміжок часу, що вибрано для здійснення інтеграції (тобто, агрегації) зібраних даних з метою подальшого їхнього використання в задачах мережного керування, планування та розвитку бізнесу.

Інтервал звітування (Reporting Period) – періодичність представлення покупцю послуг звітів про поточний стан обслуговування.

Інтерфейс “Покупець – Провайдер” (Customer to Service Provider Interface) – точка інформаційної взаємодії між Покупцем послуги та Провайдером цієї послуги.

Керування функціонуванням (Performance Management, PM) – набір функцій керування телекомунікаційною мережею та службами надання послуг, що забезпечують функціонування ресурсів мережі та механізмів надання послуг в штатних режимах шляхом реалізації процедур контролю відповідності параметрів функціонуючого обладнання у реальному часі та здійснення за результатами такого контролю відповідних коригуючих впливів на елементи керування мережею та службами надання послуг.

Керування обробкою відмов (Fault Management) – група функцій керування (із набору функцій TMN), що забезпечують пошук та локалізацію відмов в роботі телекомунікаційного обладнання, відновлення працездатного

стану цього обладнання та контролю працездатності після відновлювальних робіт.

Коефіцієнт доступності послуги (Service Accessibility Factor) – характеризує відносний часовий проміжок, протягом якого послуга є доступною до користування. Визначається у вигляді відношення суми проміжків часу, протягом яких послуга є доступною для користування (згідно з умовами сервісної угоди), до наперед визначеного періоду часу (зокрема, до терміну дії сервісної угоди).

Коефіцієнт навантаження обладнання (Utilization) - відношення середньої сумарної інтенсивності потоків протокольних блоків даних, що надходять до портів телекомунікаційного обладнання, до середньої сумарної інтенсивності потоків протокольних блоків даних, що з'являються на вихідних портах цього обладнання.

Несправність (Fault) – стан неспроможності обладнання виконувати потрібні функції. Визначення – у ДСТУ 2860-94.

Параметр деградації послуги (Service Degradation Factor, SDF) – параметр, узгоджений між покупцем та провайдером послуги, щодо можливого ступеню деградації послуги відносно параметрів QoS, що зафіксовані у SLA.

Примітка. Мається на увазі така ступень деградації послуги, коли вона ще може бути використана в застосуваннях покупця.

Повідомлення про перетин порогу (Threshold Crossing Alert) – повідомлення про виникнення події, коли контрольований параметр досягає або перетинає встановлений поріг.

Подія (Event) – миттєва зміна глобального статусу об'єкту. Ця зміна статусу може бути очікуваною або випадковою, але має бути доступною для спостереження, моніторингу або вимірювання. Події, які виникають, можуть спричиняти або не бути причинами генерації звітів з відповідними повідомленнями, що підтримуються системою моніторингу ресурсів контрольованої системи.

Порівняння з порогом (Thresholding) – процес порівняння виміряного значення параметра із раніше визначеним і прийняття рішення (на основі результату такого порівняння) щодо необхідності ініціації певних дій.

Послуга (Service) - набір окремих функцій, що інтегровані як єдине ціле в певний бізнесовий процес. Цей функціональний набір реалізується програмними та апаратними засобами з використанням певного комунікаційного середовища.

Провайдер послуги (Service Provider, SP) – підприємство, що забезпечує надання телекомунікаційної послуги на комерційній основі.

Примітка. Під терміном сервіс-провайдер розуміється провайдер телекомунікаційних послуг (Telecom Service Provider, TSP), провайдер послуг мережі Інтернет (Internet Service Provider, ISP), провайдер послуг мережних застосувань (Application Service Provider, ASP), а також будь-які інші організації, що надають послуги, які базуються на використанні мережних ресурсів. Сервіс-провайдер може здійснювати свою діяльність безпосередньо на мережі або інтегрувати послуги інших провайдерів, пропонуючи створену таким чином послугу кінцевим покупцям. В загальному випадку, з метою забезпечення кінцевого покупця певною необхідною для нього послугою, може бути створений “ланцюг” із сервіс-провайдерів, в котрому кожний попередній провайдер надає певну проміжну послугу кожному наступному провайдеру, аж поки кінцевий провайдер отримає можливість забезпечити надання послуги кінцевому покупцю.

Сервісна угода щодо рівнів надання послуг (Service Level Agreement, SLA) - формальна комерційна угода між двома сторонами – покупцем та постачальником послуг. SLA – це контракт (або якась його певна частина), що укладається між Провайдером телекомунікаційних послуг та Покупцем цих послуг з метою визначення спільного розуміння щодо характеристик якості надаваних послуг, пріоритетах в їх наданні, умов відповідальності тощо.

Трафарети (темплети) SLA (Service Level Agreement Templates) – визначення стандартних ступенів якості послуги, які можуть бути запропоновані покупцям послуги у рамках SLA.

Точка доступу до послуги (Service Access Point, SAP) – логічний або фізичний елемент мережі, що розташований на інтерфейсі між доменами користувача та постачальника послуги і визначає точку, в якій послуга може бути надана у повному обсязі.

Транспортна послуга (Bearer Service) – телекомунікаційна послуга, що спрямована на забезпечення попиту із транспортування інформації між інтерфейсами “споживач-мережа”.

Тривога (Trouble) – виникнення умови, що може привести або вже призвела до відмови в наданні послуги або до її деградації.

Ушкодження (Impairment) – виникнення аномалії або дефекту, але не відмови в роботі обладнання (тобто, це деградація якості ресурсу, що не призвела до переривань в його використанні).

Функціонування (Operations) – розуміється функціонування робочих центрів, центрів технічної підтримки, систем підтримки, засобів тестування, методів і процедур реалізації функцій телекомунікаційних засобів, а також робота персоналу з інсталяції та обслуговування усіх елементів мережі та механізмів надання послуг.

Цілісність послуги (Service Integrity Performance) – одна із ознак дієвості послуги, що характеризує її властивість надаватися без погіршення якості надання на обумовленому проміжку часу.

Якість послуги (Quality of Service, QoS) – інтегрований корисний ефект від надання послуги, що визначається ступенем задоволення потреб користувача цієї послуги.

ДОДАТОК
(довідковий)

НОРМИ НА ПАРАМЕТРИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВПЛИВУ МІЖ
ЛАНЦЮГАМИ xDSL НА КАНАЛАХ АБОНЕНТСЬКОГО ДОСТУПУ З
УРАХУВАННЯМ ВИДІВ МОДУЛЯЦІЙНИХ КОДІВ (HDB3, 2B1Q та CAP)

A1 Суміщення ланцюгів дискретної та аналогової інформації, у т.ч. обладнання xDSL, передбачає необхідність виконання умов електромагнітної сумісності (ЕМС) цих ланцюгів з точки зору забезпечення відсутності перехідних завад у низькочастотних телефонних парах та у каналах обладнання високочастотного ущільнення місцевого зв'язку.

Визначення цих умов надано в наступних нормативних документах:

- 1) ОСТ Р.45-81-97 «Совместимость электромагнитная цепей передачи дискретных и аналоговых сигналов местных сетей электросвязи. Нормы эксплуатационные»;
- 2) «Нормы на электрические параметры цифровых каналов и трактов магистральных и внутризоновых первичных сетей» Минсвязи РФ – 96 г.;
- 3) Рекомендація МСЕ-Т G. 821.

На рисунку А1 наведено узагальнені критерії ЕМС для кабельних ліній місцевого зв'язку.



Рисунок А1 – Узагальнюючі критерії ЕМС на кабельних лініях місцевого зв'язку

A2 Нормуються наступні параметри EMC:

1) a_3 , дБ – рівень захищеності ланцюга передачі сигналів xDSL (тобто, значення відношення сигнал/завада), за яким забезпечується теоретична ймовірність помилки на рівні 10^{-10} ;

2) A_0 , дБ – величина перехідного затухання на ближньому кінці електричного ланцюга передачі сигналів xDSL на частоті F , де енергетичний спектр сигналів є максимальним;

3) A_3 , дБ - величина перехідного затухання на віддаленому кінці електричного ланцюга передачі сигналів xDSL на частоті F , де енергетичний спектр сигналів є максимальним;

Вищенаведені параметри перехідного затухання між ланцюгами xDSL у кабельних лініях місцевого зв'язку визначаються в залежності від:

1) виду модуляційного коду, що використовується в обладнанні xDSL – HDB3, 2B1Q та CAP;

2) робочого затухання на частоті F однієї ділянки ланцюга, через який передаються сигнали xDSL - αl ;

3) кількості ділянок у ланцюгу передачі сигналів xDSL – N .

A3 Норми на параметр a_3 надано у таблиці A1.

Таблиця A1 - Норми на рівень захищеності сигналу, a_3

| Код | HDB3 | 2B1Q | CAP |
|------------|------|------|-----|
| a_3 , дБ | 24,7 | 25,7 | 32 |

A4 Норми на параметри перехідного затухання для коду HDB3 надані у таблиці A2.

Таблиця А2 - Нормативи на параметри ЕМС між ланцюгами xDSL для коду HDB3

| Параметр | Кількість ділянок ланцюгу, N | | | |
|------------|--------------------------------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| A_0 , дБ | 66,7 | 69,7 | 71,4 | 72,7 |
| A_3 , дБ | 24,7 | 27,7 | 29,4 | 30,7 |

Дані табл. А2 отримані за таких умов:

$$A_0 \geq a_3 + \alpha l + 10 \lg N, \text{ дБ};$$

$$A_3 \geq a_3 + 10 \lg N, \text{ дБ};$$

Код HDB3; $F = 1024$ кГц; $\alpha l = 42$ дБ;

$$A_0 \geq 24,7 + 42 + 10 \lg N, \text{ дБ};$$

$$A_3 \geq 24,7 + 10 \lg N, \text{ дБ}.$$

А5 Норми на параметри перехідного затухання для коду 2B1Q надані у таблиці А3.

Таблиця А3 - Нормативи на параметри ЕМС між ланцюгами xDSL для коду 2B1Q

| Параметр, дБ | αl , дБ | Кількість ділянок ланцюгу, N | | | |
|-----------------|-----------------|--------------------------------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| A_0 | 42 | 67,7 | 70,7 | 72,5 | 73,7 |
| A_3 | 31 | 56,7 | 59,7 | 61,5 | 62,7 |
| A_3 | 42 | 25,7 | 28,7 | 30,4 | 31,7 |

Дані табл. А3 отримані за таких умов:

$$A_0 \geq a_3 + 20 \lg [L - 1] + \alpha l + 10 \lg N, \text{ дБ};$$

Код 2B1Q; $F = 40, 80, 160$ кГц; $\alpha l = 31$ або 42 дБ;

$$A_0 \geq 25,7 + \alpha l + 10 \lg N, \text{ дБ.}$$

А6 Норми на параметри перехідного затухання для коду CAP-128 надані у таблиці А4.

Таблиця А4 - Нормативи на параметри ЕМС між ланцюгами xDSL для коду CAP-128

| Параметр | Кількість ділянок ланцюгу, N | | | |
|------------|--------------------------------|----|------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| A_0 , дБ | 62 | 65 | 66,7 | 68 |
| A_3 , дБ | 32 | 35 | 36,7 | 38 |

Дані табл. А4 отримані за таких умов:

Код CAP-128; $F = 160$ гГц ; $\alpha l = 30$ дБ:

$$A_0 \geq 32 + \alpha l + 10 \lg N, \text{ дБ;}$$

$$A_3 \geq 32 + 10 \lg N, \text{ дБ.}$$

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ITU-T Recommendation E.800 (08/94) Terms and definitions related to quality of service and network performance including dependability (Терміни та визначення стосовно якості послуг та мережної досконалості, включаючи надійність).

2. *ITU-T Recommendation E.430 (06/92) Quality of service framework (Основні положення щодо якості послуг).*

3. ITU-T Recommendation E.801 (10/96) Framework for service quality agreement (Схема угоди щодо якості обслуговування).

4. TeleManagement FORUM. SLA Management Handbook (06/01). Public Evaluation/Version 1.5. [TMF GB 917 v1.5] (Керівництво щодо SLA).

5. TeleManagement FORUM. Performance Reporting Concepts and Definitions Document (06/01).[TMF 701] (Концепції та визначення щодо звітування про якість обслуговування).

6. ITU-T Recommendation X.140(09/92) General quality of service parameters for communication via public data networks (Загальні параметри якості обслуговування щодо комунікацій через мережі передавання даних загального користування).

7. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 2-е изд. / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2003. – 864 с.

8. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Новые технологии и оборудование IP-сетей. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 512 с.

9. ITU-T Recommendation M.3010(02/00) Principles for a Telecommunications management network (Принципи управління телекомунікаційними мережами).

10. ITU-T Recommendation E.600 (03/93) Terms and definitions of traffic engineering (Терміни та визначення стосовно інженерії трафіка).

11. ITU – T Recommendation M.60 (03/93) Maintenance Terminology and Definitions (Термінологія та визначення стосовно технічного обслуговування).

12. Куссума Т. А. Синтез моделей обслуживания, обеспечивающих предоставление дифференцированных услуг с гарантированным сервисом. – Вестник НАУ, 2005, №2, с.32-48.

13. Луцєїн В. І. Контроль параметрів послуги передавання фреймів *Frame Relay*. – Вісник НАУ, 2004, №1, с.24- 32.