

## 2 ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ УКРАЇНИ

### 2.1 Необхідність управління мережами телефонного зв'язку

В Україні формування аналогової загальнодержавної телефонної мережі вже закінчено, відбуваються лише поточні зміни за рахунок ємностей, які звільняються[18]. Одночасно відбувається нарощування цифрової первинної мережі та створення на її основі транспортної мережі, яка дещо відрізняється за функціями, які реалізуються. Питанню управління мережами електрозв'язку приділяється значна увага, оскільки мережі зв'язку стають все більш неоднорідними як за структурою, так і за технічними засобами, які використовуються. Сумісно працюють змішані аналогово-цифрові мережі, які містять електронні, координатні та декадно-крокові станції, а також аналогові та цифрові системи передавання. Широко розповсюджені локальні комп'ютерні мережі та мережі мобільного зв'язку, що використовують найбільш сучасні технології перенесення інформації. При цьому необхідно забезпечити взаємодію цих мереж з мережами загального користування як регіонального, так і загальнодержавного рівня. Багато організацій створюють власні корпоративні мережі зв'язку. Широке розповсюдження отримали гібридні мережі, які створені на базі орендованих засобів зв'язку, що вимагає координації діяльності користувачів та постачальників телекомунікаційних послуг. Це також збільшує кількість покупців систем управління (СУ). Для якісної роботи цих мереж, які паралельно функціонують, а також високотехнологічних мереж передавання даних та мобільного зв'язку, які з ними взаємодіють, необхідне створення функціональних мереж управління, сигналізації та синхронізації. Кожна з перерахованих функціональних мереж виконує своє завдання, забезпечуючи закінчений процес надавання послуг користувачам. Необхідно відмітити, що обсяг даних, які передаються з метою управління, може бути значним, з частотою передавання – кожні три хвилини. Якщо ці дані передаються по каналах загально-канальної сигналізації (ЗКС), разом з сигналізацією користувачів, необхідно детально дотримуватися запобіжних заходів для зведення до мінімуму можливості перенавантаження системи сигналізації під час пікових періодів, протягом яких трафік сигналізації користувачів та передавання даних управління досягають найбільших обсягів. Ці заходи включають в себе:

- обмеження обсягу інформації управління, що передається по ЗКС сумісно з повідомленнями сигналізації користувачів;
- використання для повідомлень управління спеціалізованих ЗКС;
- використання мережею управління лише системи сигналізації СС №7;
- розробку пріоритетів для повідомлення управління;
- установку в системі управління пристрою, який реагує на повідомлення з контролю обсягу потоків у мережі сигналізації.

Схема управління мережею повинна містити правила зміни маршруту за наявності проблем, заходи, які направлені на покращення системної реалізації мережі та підтримку роботи систем на запланованому рівні. Звичайно ці заходи

включають не тільки мережне управління, але й технічне обслуговування.

На умови експлуатації телефонної мережі може негативно впливати ряд факторів, а саме:

- пошкодження та заплановане вимикання систем передавання (СП) та вузлів комутації (ВК);
- значне зростання необхідності обміну, внаслідок передбачених (наприклад, національні свята, міжнародні спортивні змагання) або непередбачених (наприклад, стихійні лиха, політичні кризи) ситуацій;
- труднощі в задоволенні вимог обміну, які виникли, наприклад, в результаті затримок в надаванні додаткових каналів або обладнання;
- перевантаження взаємозв'язаних мереж.

Сучасний етап розвитку інформаційних мереж відрізняється високими темпами зростання, постійним оновленням технічних рішень та зростаючими вимогами в нових різноманітних послугах. Надавання цих послуг та забезпечення функціонування різних служб часто вимагає взаємодії декількох мереж. *Під взаємодією мереж розуміють сумісну роботу декількох мереж з метою обміну послугами та надавання ресурсів однієї мережі для забезпечення послуг або функцій іншої.*

Тому перенавантаження однієї частини мережі, якщо їх не усунути, можуть негативно впливати на якість обслуговування в інших частинах мережі та в інших взаємозв'язаних мережах. Необхідні швидкі заходи з усунення негативних наслідків цих явищ. Взаємодія з іншими мережами буде збільшуватися паралельно з еволюцією аналогової телефонної мережі до цифрової. В цих умовах пошкодження або перенавантаження в мережі, або стику між мережами можуть негативно вплинути на роботу всіх взаємозв'язаних мереж.

Всі ці міркування призвели до появи поняття ***управління телефонною мережею***, що охоплює всю діяльність, метою якої є зменшення впливу будь-якої ситуації, що негативно впливає на функціонування телефонної мережі.

Ефективність управління мережею залежить від можливості негайного доступу до інформації про час та місце появи труднощів та від наявності кваліфікованого персоналу, що працює в співробітництві у всіх секторах організації електрозв'язку. Координація дій необхідна при плануванні, створенні мережі та при її експлуатації. Із-за визначених властивостей мережі, пошкодження обладнання або перенавантаження можуть викликати неприпустимі погіршення функціонування мережі на значному віддаленні від місця, де вони виникли. Як наслідок, органи, які займаються контролем та управлінням мережею на міжнародному та національному рівнях, повинні співробітничати між собою.

Управління телефонною мережею полягає у контролі роботи мережі в цілому та контролі проходження навантаження для того, щоб забезпечити оптимальне використання мережі у будь-яких ситуаціях. Управління мережею вимагає визначення «в реальному часі» стану та функціонування мережі, а у випадку необхідності, прийняття термінових заходів для усунення можливих неблагоприємних ситуацій.

## 2.2 Мета та функції управління мережами

*Мета управління* полягає в забезпеченні з'єднань для максимальної кількості викликів. Це може бути досягнуто шляхом оптимального використання обладнання, яке є в наявності, та інших засобів у будь-яких ситуаціях, а саме шляхом[19]:

- використання всіх можливих у розпорядженні мережі каналів, частина яких може бути вільною із-за різних періодів найбільшого навантаження у різних частинах мережі; ці канали можуть бути використані при організації обхідних напрямків для пропускання надлишкового навантаження;
- виявлення викликів, які за будь-якої причини можуть бути безуспішними (наприклад, пошкодження в мережі) безпосередньо в момент їх появи, для того, щоб вони не займали канали, оскільки раніше відомо, що необхідне з'єднання не може бути успішним;
- надання пріоритетів викликам, для яких необхідна мінімальна кількість транзитних каналів та вузлів; так як з'єднання для одного виклику, які потребують великої кількості транзитів, можуть в ГНН заблокувати декілька потенційних викликів;
- зменшення кількості повторних викликів, особливо на перенавантажених напрямках (наприклад, анулюючи навантаження, що направляється в обхід через перенавантажений комутаційний центр).

*Переваги управління мережею* полягають у:

- покращенні послуг, які надаються абонентам, наслідком чого є збільшення прибутків мережі;
- підвищенні ефективності використання мережі, що призводить до збільшення віддачі від капіталовкладень на її побудову та розвиток;
- більш глибокому розумінні стану та роботи мережі, що призводить до визначення пріоритетів в управлінні та техобслуговуванні, а також уточненню інформації для проектування мережі та прийняття рішень відносно майбутніх капіталовкладень.

*Основні функції управління* полягають у наступному:

- контроль стану та роботи мережі в реальному часі;
- збір та аналіз даних про роботу мережі;
- виявлення порушень в роботі мережі, виявлення причин цих порушень та дій з виправлення та контролю;
- співробітництво та координація дій з іншими вузлами комутації на місцевому, національному або міжнародному рівні в управлінні мережею та усуненні пошкоджень;
- підготовка звітів про порушення в роботі мережі, про прийняті заходи та отримані результати, які надаються інстанціям вищого рівня;
- вживання заходів з усунення порушень в роботі мережі внаслідок відомих або передбачених ситуацій, які впливають на її роботу.

Дані про труднощі, які виникають в мережі, можуть надходити:

- від контролю в реальний час стану мережі;
- із звітів операторів або рекламацій абонентів;

- із звітів про несправності та заплановані відключення СП або КВ. Відомості про можливі труднощі в майбутньому можуть надходити:
- із звітів про заплановані відключення СП або ВК;
- інформації про особливі заходи (наприклад, міжнародні спортивні змагання або національні свята);
- в результаті аналізу попередньої роботи мережі.

Команди управління мережею можуть надходити у вузол комутації для контролю обсягу або напрямку навантаження. Команди, які надходять від СУ дозволяють змінювати потоки навантаження на мережі таким чином, щоб досягти мети управління мережею, які визначені в Рек.Е.410. Більшість команд СУ здійснюється комутаційним пристроєм (Рек. Q.542), але деякі дії можуть виконуватися поза ВК. Застосування або відміна команд СУ повинні бути ґрунтовані на даних про стан мережі, які вказують на необхідність будь-якої дії у відповідності з принципами управління мережею, які визначені в Рек.Е.410. Дані про стан мережі дозволяють також визначити ефект від команди СУ та вказують, в який момент команда СУ повинна бути змінена або відмінена (Рек.Е.411 та Е.502). Команди можуть застосовуватися або відмінитися у ВК внаслідок отримання інформації від системи експлуатації мережі або безпосередньо від кінцевого пристрою. В деяких випадках команди можуть застосовуватися системою без втручання людини, як реакція на зовнішню або внутрішню дію, або якщо був перевищений пороговий рівень параметру (прикладом може служити система автоматичного зниження перенавантажень). Якщо команда застосовується в автоматичному режимі, необхідно передбачити можливість втручання оператора у випадку необхідності.

### 2.3 Концепція *TMN*

Як було визначено раніше, до загального поняття технічної експлуатації відносяться як функції технічного обслуговування, так і функції управління, що наглядно представлено на рис.2.1. В наш час у всьому світі відбувається впровадження інтегральної системи експлуатації, яка побудована у відповідності з концепцією *TMN* (*Telecommunications Management network*), що в перекладі означає «мережа управління телекомунікаціями». Проаналізувавши функції системи, яка описана концепцією *TMN*, не важко помітити, що більша її частина відноситься до технічного обслуговування телекомунікаційних систем та мереж, і тільки близько 30% безпосередньо до управління мережами.

В англійській мові поняттю технічної експлуатації відповідає вираз *Operation and maintenance (O&M)* – класичний термін опису функцій експлуатації в телекомунікаційних мережах. Це поняття покладене в основу концепції *TMN*, яка включає в себе всі функції технічного обслуговування та специфічні процеси управління телекомунікаційними мережами.

Концепція *TMN* передбачає не тільки централізацію, але й інтеграцію технічної експлуатації всіх без винятку елементів мережі, незалежно від їх призначення, терміну служби, технічних параметрів. Оскільки в Україні ще дуже довго буде існувати обладнання мережі різних поколінь, не потрібно очікувати поки вся

мережа стане цифровою і тільки після цього починати впровадження *TMN*. Необхідно знайти можливості максимально повно реалізувати систему технічної експлуатації, що відповідає концепції *TMN* для того обладнання, яке є і ще дуже довго буде функціонувати на вітчизняних мережах [19].

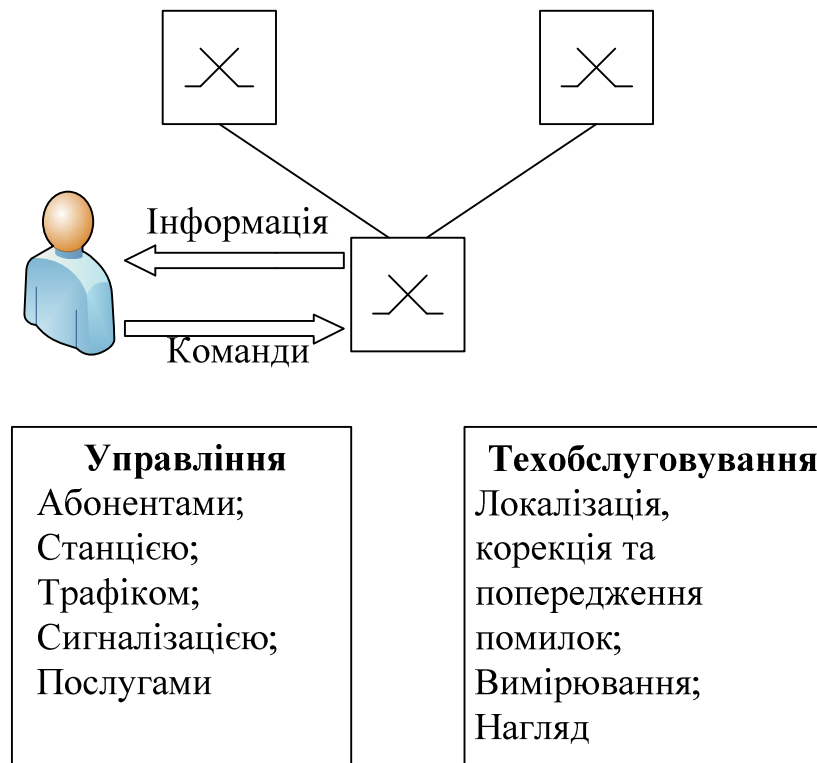


Рисунок 2.1 – Технічна експлуатація

Світова інтеграція вимагає значного збільшення міжнародного інформаційного обміну та організації всесвітніх та загальноєвропейських мереж зв'язку. Для цього необхідна більш тісна сумісна діяльність різних країн, у тому числі і в області управління та обслуговування таких мереж. Різноманітність типів інформаційних мереж, обладнання та СУ, які для них виробляються, а також прагнення користувачів взаємодіяти з користувачами інших мереж, викликають суттєву необхідність організації сумісної роботи цих мереж та відповідних СУ. Такі вимоги ринку є руховою силою процесу стандартизації СУ.

#### 2.4 Методи управління мережами

Управління мережею може бути розосередженим між різними пунктами, якщо функції систем управління реалізуються безпосередньо у ВК, або бути централізованим, якщо функції СУ забезпечуються в одному пункті для багатьох мережних елементів. Кожний з методів управління має свої переваги. Як правило, метод децентралізованого управління більше відповідає слабкому рівню активності мережі. Він може застосовуватися на початкових етапах управління мережею. Метод централізованого управління відповідає підвищеному рівню

активності. На деяких мережах найбільший ефект може дати сполучення двох методів.

*Метод децентралізованого управління* має наступні переваги:

- можуть бути прийняті та використані характеристики та можливості, запропоновані на місцевому рівні;
- більш детальний аналіз та оцінка місцевих проблем;
- проблема або несправність в одному місці не призводять до втрат всіх можливостей управління;
- функції управління мережею можуть бути доручені існуючому персоналу, що робить зайвим формування спеціалізованого персоналу;
- функції управління можуть вводиться локально до розробки і введення в дію довготривалого плану централізованого управління.

*Централізований метод управління* більш перспективний порівняно з децентралізованим. Його переваги полягають у наступному:

- роботи з управління мережею більш ефективні при вирішенні складних та незалежних завдань;
- разом з програмним управлінням та сигналізацією за ЗКС, ця ефективність ще більше зростає в період переходу до цифрової мережі інтегрального обслуговування (ЦМІО);
- в багатьох випадках найкращим рішенням проблеми на міжнародній мережі є входження до національної мережі, і навпаки, централізований метод в цих випадках спрощує проблему координації дій;
- дозволяє швидше та точніше виявляти проблеми, забезпечити більш ефективний контроль та швидше усувати проблеми, які виникають;
- наявність єдиного центру управління мережею;
- більш висока ефективність робіт з управління мережею, що зменшує витрати на персонал та вимоги до його професійної підготовки, кваліфікація персоналу підвищується завдяки більш вузькій спеціалізації.

## **2.5 Способи організації технічної експлуатації телефонної мережі України**

Розглянемо, яким чином реалізуються принципи технічного обслуговування, управління і в цілому технічної експлуатації в Україні. Для цього звернемося до основного документу, який регламентує ці питання, а саме до «Системи автоматизованого телефонного зв'язку для національної мережі загального користування» (САТфЗ) [18].

Система технічної експлуатації забезпечує технічне обслуговування і управління у реальній телефонній мережі загального користування (ТфЗК) в режимі максимально наближеному до автоматичного. За основу взяті такі основні положення:

- а) система технічної експлуатації включає в себе службу технічного обслуговування (СТО) та службу управління (СУ). Задачі технічного обслуговування вирішуються центрами технічного обслуговування (ЦТО), задачі управління - центрами управління трафіком (ЦУТ);

б) ЦТО та ЦУТ різного рівня, які створюються, з'єднуються між собою і з системами комутації та комплектуються необхідним апаратним та програмним забезпеченням;

в) технічне обслуговування обладнання є справою операторів, які відповідають за його справність та якість надаваних послуг;

г) керування трафіком здійснюється єдиною державною службою, незалежно від операторів і тільки для цифрових АТС.

Кожний оператор самостійно організовує технічне обслуговування тієї частини системи, яка йому належить. Технічне обслуговування здійснюється з урахуванням інструкцій з експлуатації фірм-виробників обладнання, таким чином, щоб повністю забезпечити норми якості надавання послуг. При організації ЦТО оператори мереж можуть об'єднатися між собою, взаємодія операторів при цьому визначається спеціальною угодою. Оператори можуть створювати свої ЦТО за ієрархічним принципом, визначаючи кількість ієрархічних рівнів. Можливе об'єднання ЦТО з МЦК, ОТС, АМТС або цифровою АТС. Кожний головний ЦТО оператора повинен направляти в організації вищого рівня і в національний центр управління (НЦУ) дані звітності по технічному обслуговуванню у встановлені діючими нормативними документами терміни у встановленій формі.

В наш час в Україні на міжміській та внутрішньозоновій мережах технічне обслуговування здійснюється децентралізовано для аналогових станцій та централізовано для цифрових станцій типу EWSD та 5ESS. ЦСК, які вводяться на місцевих мережах, можуть обслуговуватися централізовано з ЦТО оператора, або з ЦТО МТМ. ЦТО, який обслуговує МТМ, може об'єднуватися з АМТС або бути самостійним. Можливе створення ЦТО нижніх рівнів ієрархії. За наявності на МТМ сільськоприміських вузлів можуть створюватися ЦТО приміської зони, які інформаційно взаємодіятимуть з ЦТО МТМ. На МТМ без вузлоутворення може створюватися або ЦТО МТМ, або ЦТО, який обслуговує обладнання всіх видів електрозв'язку міста. На МТМ, які обладнані лише АТС з вузлами електромеханічних систем, при економічній доцільності допускається використання децентралізованого способу технічного обслуговування.

Технічне обслуговування СТМ повинне забезпечуватися ЦТО, який обслуговує обладнання всіх видів електрозв'язку сільського адміністративного району. На комбінованих мережах повинен створюватися єдиний ЦТО, який забезпечує технічне обслуговування МТМ та СТМ.

Централізація технічного обслуговування обладнання місцевих телефонних мереж повинна забезпечуватися:

- наявністю на периферійних об'єктах технічних засобів контролю та діагностики для збору інформації про функціонування обладнання;
- наявністю на периферійних об'єктах і в ЦТО засобів обміну інформацією з використанням для цієї мети спеціальних каналів управління;
- наявністю в ЦТО програмно-апаратних засобів для накопичування та обробки контрольної-діагностичної інформації, яка надходить;
- наявністю в ЦТО бригад спеціалістів, які обладнані необхідними технічними та транспортними засобами;

- організацією централізованого прийому та обробки скарг абонентів на незадовільну якість зв'язку.

Глибина та обсяг контрольно-діагностичної інформації повинні здійснюватися технічними можливостями кожного периферійного об'єкту та можуть змінюватися в міру вдосконалення останніх.

## **2.6 Вимоги до системи управління мережею та з'єднаннями**

Управління мережею в Україні зосереджене у національному центрі управління (НЦУ) [3]. Для технічного управління цифровою частиною мережі в автоматичному або напівавтоматичному режимі при НЦУ організується центр управління трафіком (ЦУТ). Динамічному управлінню через ЦУТ підлягають всі цифрові АТС України, кінцеві та транзитні пункти мережі сигналізації за ЗКС-7. Станції з'єднуються з ЦУТ або по мережі передавання даних стандарту X.25, або з використанням мережі сигналізації за ЗКС-7. Електромеханічні станції підлягають тільки статистичному управлінню.

Основною задачею служб управління мережею є забезпечення передавання по ТфЗК повідомлень користувачів з нормованою якістю, швидкістю та надійністю. Служба управління виконує функції адміністративного управління мережею, трафіком, мережею сигналізації ЗКС-7 і т.д. Автоматизоване динамічне управління реалізується в частині мережі, що базується на ЦСК з програмним управлінням. Дані про навантаження існують лише на вторинній мережі, а використовуються і на вторинній, і на первинній, тому СУ цих мереж повинні бути єдиними або діяти взаємозв'язано. При цьому команди управління можуть вводитися або з ЦУТ, або з ЦТО, або з робочого місця ЦСК.

Центри управління на основі аналізу стану мережі здійснюють вибір способу управління та формування команд управління автоматичним або напівавтоматичним способом. Управління структурою міжміської телефонної мережі виконується за допомогою:

- зміни ємності пучків каналів;
- введення нових пучків каналів;
- вилучення (блокування) пучків каналів;
- створення нових прямих та обхідних шляхів;
- модифікації характеристик пучка каналів (тип сигналізації і т.д.).

Управління потоками навантаження на мережі може виконуватися шляхом:

- обмеження обсягу вхідного навантаження;
- перенаправлення потоків.

В центрах управління повинно бути передбачене документування як даних контролю, так і даних з управління мережею.

Крім НЦУ, створюються регіональні центри управління (в зоні нумерації) або мережні (на виділеній мережі з обслуговування) центри управління із своєю СУ. Розподіл функцій між НЦУ та центрами управління нижніх рівнів ієрархії ще не визначене. Автономні та об'єднані апаратурні комплекси автоматизованої системи управління телефонною мережею повинні функціонувати цілодобово в режимі реального часу.



Служби адміністративного управління (САУ) повинні також виконувати функції контролю:

- організації технічної експлуатації;
- формування телефонної мережі;
- введення нових типів більш перспективних систем сигналізації;
- навантаження;
- пошкоджень каналоутворюючого обладнання.

Центри управління міжміською мережею будуть отримувати інформацію від АМТС та від центрів управління первинної мережі. Між цими системами управління передбачена та взаємодія:

- організація пучків каналів у напрямках телефонної мережі;
- управління каналами супутникового зв'язку для використання їх у різні періоди доби у різних напрямках (за розкладом та за заявками вторинної телефонної мережі);
- управління перемиканням каналів при виході з роботи ОПТС;
- передавання до центрів управління необхідної документації.

Функції САУ місцевих телефонних мереж повинні передбачати можливості приведені нижче.

*Керування включенням абонентських ліній.* Оператору центру управління повинні надаватися такі можливості:

- створити нову, змінити або анулювати абонентську лінію, або групу абонентських ліній;
- додати у групу одну або декілька абонентських ліній;
- ліквідувати одну або декілька абонентських ліній;
- ліквідувати групу абонентських ліній;
- модифікувати обмеження або категорії АЛ та список ДВО, на які має право абонент;
- виконати запит переліку абонентських ліній з заданими характеристиками;
- здійснювати пошук вільних телефонних та станційних номерів;
- виконати запит задіяних телефонних та станційних номерів.

*Керування станом та використанням обладнання.* Директиви керування пучками ЗЛ повинні дозволяти:

- створити пучок;
- ліквідувати пучок;
- модифікувати характеристики пучка (тип сигналізації, пороги електричних характеристик під час випробувань і т.д.);
- додати або видалити лінію пучка;
- роздрукувати характеристики пучка та перелік ліній в ньому;
- роздрукувати назву пучка, якому належить лінія з заданим номером.

*Керування даними обробки спроб встановлення з'єднань* повинне забезпечувати:

- модифікацію даних, які використовуються для тарифікації;
- створення шляху (для вихідних спроб встановлення з'єднань);
- ліквідацію шляху;
- модифікацію переліку обхідних шляхів;

- модифікацію характеристик вибору шляхів;
- роздруківку характеристик визначеного шляху;
- зміну обмежень для спроб встановлення з'єднань, що надходять по прямому або обхідному шляху (використовується для боротьби з перенавантаженнями мережі).

*Управління станом управляючого комплексу АТС.* Директиви управління системою повинні дозволяти:

- виконувати запит інформації про два напівкомплекти УК;
- виконувати запит про зміну стану напівкомплектів УК;
- управляти перезавантаженням системи (з перевіркою повноважень оператора, що видав директиву);
- модифікувати призначення класів пристроїв стандартної периферії УК;
- управляти носіями магнітних стрічок УК.

Оператор центру управління повинен мати можливість:

- задавати часовий проміжок та період виведення поточного звіту;
- управляти занесенням поточного звіту до архіву;
- задавати перелік поточних вимірювань на виділених пучках та шляхах;
- управляти поточними вимірюваннями та записом їх до архіву;
- управляти порогами візуалізації поточних вимірювань;
- управляти календарем вимірювань, систематичних та епізодичних перевірок (за запитом календар реєструє характеристики ініціалізованих функцій, параметри необхідної роботи та час, коли повинне виконуватися завантаження).

Системи управління на міжміській та внутрішньозоновій мережах повинні здійснювати адміністративне та оперативне управління елементами мережі та потоками навантаження від станцій місцевих мереж та між міжміськими станціями та вузлами. Адміністративне управління здійснюється обслуговуючим персоналом станції або центру управління з робочих місць операторів. Оперативне управління повинне здійснюватися автоматично.

Реалізація системи управління міжміською та внутрішньозоновою мережами включає в себе: збір детальної інформації про проходження навантаження по мережі та про стан об'єктів контролю (системи комутації та передавання і т.д.).

Тривалий час на міжміській та місцевих частинах ТфЗК будуть використовуватися комутаційні системи зарубіжного виробництва, для управління трафіком яких вже створені відповідні комплекси обладнання. Ці комплекси повністю відповідають вимогам Рек. Е.410-Е.414. Впровадження комплексів та СУ на їх основі - це інженерна, а не наукова робота. Комплекси базуються на стандартних високопродуктивних ЕОМ та їх основні функції забезпечуються спеціальним програмним забезпеченням. Обладнання комплексу складається з центрального процесора, локальної мережі Х.25, кольорових робочих станцій, настінних проекційних дисплеїв (необов'язкові елементи) та робочих станцій користувачів. Кількість кольорових робочих станцій та робочих станцій користувача залежить від ємності мереж та бажання оператора. Можуть використовуватися і виносні робочі станції.

Для управління елементами «первинної» мережі до складу СУТ може бути включене обладнання *ITM (Integrated Transport Management)*, яке складається з терміналу, з'єданого за допомогою мережного модуля ІТМ з модулями управління, цифровими кросовими вузлами (ЦКВ), контролерами мультиплексування трактів Е1, модулями управління системами передавання PDH, модулями управління оптичними мультиплексорами SDH. Модулі повинні мати інтерфейс Q3 для підключення елементів мереж управління. Доцільно створити та впровадити силами українських спеціалістів обладнання як комплекс ІТМ. Крім вищеперерахованого, до складу СУТ доцільно включити робочі станції служб технічного обслуговування (СТО) з функціями управління та спостереження за трафіком (каналами) підпорядкованих СУТ комутаційних станцій. Такий комплект технічних засобів дасть можливість операторам СУТ повністю контролювати стан трафіку та елементів ТфЗК, виконувати в напівавтоматичному режимі функції скоординованого управління ТфЗК за допомогою єдиного центру СУТ.

Складність структури ТфЗК, наявність в її складі виділених, на базі Операторської діяльності мереж, використання складного багатофункціонального обладнання та нових технологій призвели в наш час до практично неуправляемого в оперативному плані стану мереж.

*Вимоги до управління з'єднаннями.* ТфЗК використовує каналний режим перенесення інформації. Система управління з'єднаннями призначена для розподілу потоків викликів по каналам та лініям мережі у відповідності з рекомендованою системою обслуговування і з урахуванням команд від центру управління мережею. На даному етапі використовується статичний принцип управління, при якому передбачена раніше задана почерговість вибору шляхів. Якщо центр управління цифровою мережею працює в автоматичному режимі, то може застосовуватися динамічний принцип управління.

Управління встановленнями з'єднань на міжнародній, міжміській та внутрішньозоновій мережах здійснюється по ділянках, тобто на кожній станції або вузлі, через які проходить з'єднання, аналізуються знаки міжнародного коду, міжміського або зоновому номеру і вибирається один з можливих шляхів до станції призначення. Встановлення міжміського з'єднання по обхідному шляху повинне здійснюватися через одну АМТС в вихідній та одну АМТС у вхідній зоні, але як правило, не більше чим через чотири УК. Якщо обхідний пучок розділяється на два підпучки (високого використання та високої якості), спочатку повинен вибиратися підпучок високого використання, а потім - високої якості.

Система управління з'єднаннями на внутрішньозоновій мережі за наявності в зоні декількох АМТС або інших можливостей маршрутизації з обходами (кільцевої структури мережі і т.д.) повинна забезпечувати можливість з'єднання прямих та обхідних шляхів. На станціях (вузлах) вибір шляху повинен здійснюватися за мінімально можливою для даної станції кількістю знаків набраного номеру.

Управління встановленням з'єднання на місцевих телефонних мережах може здійснюватися:

- по ділянкам, якщо станції та вузли мережі управляються автономно, таким чином, що в кожній станції або вузлі, через які проходить з'єднання, аналізуються знаки прийнятого номеру, і вибирається можливий шлях до станції призначення;
- централізовано, якщо вибір можливого шляху здійснюється станцією, яка головна за управлінням, на основі отриманої нею інформації про номер викликаючої та викликуємої станцій (за умовою, що ці станції не є головними за управлінням);
- комбіновано, якщо у з'єднанні приймає участь більше однієї головної за управлінням станції.

## 2.7 Вимоги до показників якості обслуговування

Основні послуги телефонної мережі надаються користувачеві за допомогою організації з'єднань між інтерфейсами користувач-мережа. Згідно з моделлю основного з'єднання (Рек. E.810 МСЕ) користувач може отримати відмову на будь-якій фазі встановлення з'єднання або при роз'єднанні, а також йому може бути надане неякісне з'єднання. Для контролю якості наданого з'єднання організації з експлуатації повинні керуватися міжнародними нормами на показники якості з'єднання. Показники якості обслуговування нормуються від абонента до абонента[20].

Норми і стандарти видаються:

- міжнародним союзом електрозв'язку (*International Telecommunication Union - ITU*), конкретніше, його сектором стандартизації засобів електрозв'язку (*telecommunications*) *ITU-T*, який є продовженням Міжнародного консультативного комітету по телеграфії і телефонії — МККТТ;
- міжнародною організацією стандартів (*International Standards Organization - ISO*).

У відповідності з рекомендаціями *ITU-T* показниками якості під час встановлення з'єднань можуть бути[10]:

- а) коефіцієнт вірних спроб встановлення з'єднань (Рек. E.426);
- б) ймовірність втрат спроб встановлень з'єднань (Рек. E.520, E.845);
- в) час очікування надавання вихідного з'єднання (Рек. E.427).

Стан мережі оцінюється *коефіцієнтом вірних спроб встановлення з'єднань*, які дозволяють оцінити рівень встановлення з'єднань і не залежать від наявності абонента та стану його абонентського пристрою. Коефіцієнт вірних спроб встановлення з'єднань ( $K_{в.с.з.}$ ) визначається за формулою (2.1):

$$K_{в.с.з.} = \frac{N_B}{N} * 100\%, \quad (2.1)$$

де  $N_B$  — кількість спроб встановлення з'єднань, які закінчилися сигналами про стан абонента («Відповідь», «Зайнято»);

$N$  — загальна кількість спроб встановлення з'єднань.

МСЕ не нормує коефіцієнт  $K_{в.с.з.}$ , але в Рек. Е.426 запропоновані норми для коефіцієнта ефективності з'єднань відносно міжнародних з'єднань.

Враховуючи, що коефіцієнт вірних спроб встановлення з'єднань є верхньою межею коефіцієнта ефективності з'єднань за умови, що абонентський пристрій ввімкнений і абонент присутній, доцільно розширити норми коефіцієнта ефективності на коефіцієнт вірних спроб встановлення з'єднань, а саме:

- $K_{в.з.} < 30\%$  - низький рівень встановлення з'єднань;
- $K_{в.з.} = 30\% - 60\%$  - середній рівень встановлення з'єднань;
- $K_{в.з.} > 60\%$  - високий рівень встановлення з'єднань.

Оскільки міжнародне з'єднання містить не менше двох національних ділянок, для забезпечення високого або середнього рівня вірних спроб встановлення міжнародних з'єднань необхідно, щоб на нашій національній ділянці  $K_{в.з.}$  був більше 60%.

Ймовірність втрат спроб встановлення з'єднань ( $P_{в.з.}$ ) визначається за формулою (2.2):

$$P_{в.з.} = \lim_{N \rightarrow \infty} \left( \frac{N_{в.з.}}{N} \right), \quad (2.2)$$

або при обмеженому  $N$ , коефіцієнт втрат спроб встановлення з'єднань ( $K_{в.в.}$ ) (коефіцієнт втрат викликів) визначається за формулою (2.3):

$$K_{в.в.} = \frac{N_{в.з.}}{N} * 100\%, \quad (2.3)$$

де  $N_{в.з.}$  — кількість втрат спроб встановлення з'єднань, тобто спроб встановлення з'єднань, які не закінчилися сигналами «Відповідь», «Зайнято» та ін.;

$N$  — загальна кількість спроб встановлення з'єднань.

Ймовірність втрат спроб встановлення з'єднань ( $P_{в.з.}$ ) при міжміському телефонному зв'язку складається з двох компонентів і визначається за формулою (2.4):

$$P_{в.з.} = K \cdot P_{в.з.к.} + (K + 1) \cdot P_{в.з.с.}, \quad (2.4)$$

де  $P_{в.з.к.}$  — ймовірність втрат спроб встановлення з'єднань із-за обмеженої кількості міжміських каналів у даному напрямку трафіка між двома комутаційними станціями;

$K$  - кількість ділянок міжміського з'єднання;

$P_{в.з.с.}$  — ймовірність втрат спроб встановлення з'єднань в транзитній або кінцевій телефонній комутаційній станції.

Допустиме значення  $P_{в.з.с.}$  при навантаженні на один канал 0,8 Ерл складає 0,01 (Рекомендація Q.543). При автоматичному обслуговуванні кількість каналів повинна бути вибрана таким чином, щоб коефіцієнт втрат не перевищував 1% на кожній з ділянок (Рек. Е.520).

В межах України основна частина міжміських з'єднань організується по прямим каналам або з одним транзитом. У такому випадку:

$$P_{в.з.} < 2 \cdot 0,01 + 3 \cdot 0,01 = 0,05 ,$$

тобто коефіцієнт розрахунку втрат не повинен перевищувати 5%.

В Рек. Е.845 допустима якість обслуговування навантаження оцінюється коефіцієнтом втрат, який не перевищує 7% в усереднену ГНН, визначену за п'ять найбільш навантажених днів для середнього навантаження. Значення 7% прийняте в якості часового нормативу для втрат спроб встановлення з'єднань. Для уточнення нормативу необхідно організувати статистичні вимірювання втрат викликів.

Час очікування надання вихідного з'єднання ( $T_{оч.з.}$ ) визначається за формулою (2.5):

$$T_{оч.з.} = T_{кпв} - T_{з.н.} , \quad (2.5)$$

де  $T_{з.н.}$  - час закінчення набору номера абонентом;

$T_{кпв}$  - час початку прийому сигналу «Контроль посылки виклику» або «Зайнято».

Час очікування надання вихідного з'єднання складається з декількох складових і визначається за формулою (2.6):

$$T_{оч.з.} = (K + 1) \cdot (T_{обр.нс.} + T_{в.з.}) + K \cdot T_{пер.нс.} + \sum_{i=1}^k T_{роз.i} , \quad (2.6)$$

де  $K$  - кількість ділянок міжміського з'єднання; Место для формулы.

$T_{обр.нс.}$  - час обробки повідомлень сигналізації;

$T_{в.з.}$  - час встановлення з'єднання;

$T_{пер.нс.}$  - час передавання повідомлень сигналізації;

$T_{роз.i}$  - час розповсюдження сигналів по ділянкам міжміського та місцевого каналів.

Для цифрових комутаційних станцій:  $(T_{обр.нс.} + T_{в.з.}) = 600$  мс із ймовірністю 0,95 (Рек. Q.543).

$T_{пер.нс.}$  залежить від типу міжстанційної сигналізації та якості каналу сигналізації.

$T_{роз.i}$  залежить від виду середовища передавання та довжини ділянки.

Допустимий норматив очікування надавання вихідного з'єднання повинен бути розрахований для визначених умов та перевірений статистичними вимірюваннями в умовах експлуатації.

## 2.8 Показники якості обслуговування з'єднань, що використовують проводів засоби

Після того, як з'єднання вже встановлене та доступне користувачеві його якість може характеризуватися такими параметрами[9,18]:

- ймовірність попереднього роз'єднання (Рек. Е.850);
- коефіцієнт короточасного (<10с) переривання розмовного тракту (Рек. Е.855);
- амплітудно-частотна характеристика (АЧХ) (Рек. G.132, G.151);

- групова затримка сигналів та її нерівномірність по частоті (Рек. G.131);
- зміна остаточного замирання в часі;
- рівень лінійного розбірливого перехідного впливу (Рек. G.151);
- нелінійні спотворення (Рек. G.113);
- похибка відновлення частоти (Рек. G.113);
- рівень низькочастотних завад (Рек. G.151);
- рівень одночастотної завади (Рек. G.151);
- рівень загального шуму (Рек. G.123);
- показники гучності передавання та приймання (Рек. G.121).

Перераховані вище показники неоднаково впливають на корисні сигнали розмови та дискретної інформації, в різній мірі проявляються у цифрових та аналогових системах передавання. Оскільки телефонне з'єднання може використовуватися користувачем для обміну всіма видами інформації (мова, телематика, факс та ін.) і може бути створене з'єднанням цифрових та аналогових ланцюгів та комутаційної апаратури різного типу, набір показників повинен бути достатнім, щоб зробити висновок про якість будь-якого встановленого з'єднання. Норми на кожний з показників повинні бути визначені так, щоб повний міжміський зв'язок (абонент-абонент) мав необхідну якість. Міжнародний зв'язок у більшості випадків складається з двох національних ділянок, які включають в себе міжнародні комутаційні центри та міжнародні канали між цими центрами. Нижче будуть розглянуті кожний з показників та його вплив на різні телефонні послуги, норми на числові значення показників.

*Ймовірність передчасного роз'єднання з'єднання (E.850).* Показник ймовірності передчасного роз'єднання представляє собою частину передчасно роз'єднаних з'єднань та визначається за формулою (2.7):

$$P_{\text{пр.}} = \frac{1 - \frac{R(N)}{N}}{T}, \quad (2.7)$$

де  $P_{\text{пр}}$  - ймовірність передчасного роз'єднання, яка приведена до тривалості з'єднання за 1 хвилину;

$R(N)$  - кількість телефонних з'єднань, які закінчилися успішно, із загальної кількості  $N$  з'єднань;

$N$  - загальна кількість телефонних з'єднань, послідовно встановлених за деякий проміжок часу;

$T$  - середній час утримання з'єднання, хвилини.

Часова норма ймовірності  $P_{\text{пр.}}$  для національних ділянок повинна бути не гірше, ніж нижче приведені:

- для типових міжнародних з'єднань  $1 \cdot 10^{-4} < P_{\text{пр.}} < 2 \cdot 10^{-4}$  ;:
- для 90% міжнародних з'єднань:  $2 \cdot 10^{-4} < P_{\text{пр.}} < 4 \cdot 10^{-4}$  ;
- для найбільш неблагоприємного випадку міжнародних з'єднань:  
 $4 \cdot 10^{-4} < P_{\text{пр.}} < 0,8 \cdot 10^{-3}$  .

*Коефіцієнт короточасного переривання розмовного тракту.* Ймовірність короточасного переривання розмовного тракту ( $P_{к.п.} < 10с$ ) оцінюється за формулою (2.8):

$$P_{к.п.} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{T}, \quad (2.8)$$

де  $i$  - тривалість  $i$ -го переривання з  $N$  переривань, які виміряні протягом часу  $T$ ;  
 $T$  - період спостереження.

Норма для ймовірності короточасних переривань не повинна перевищувати  $3 \cdot 10^{-3}$  (0,3%).

*Амплітудно-частотна характеристика* (Рек. G.132, G.151). Допустиме значення нерівномірності АЧХ для всесвітнього чотирьохпроводного з'єднувального тракту приведене в Рек. G.132, а допустиме значення нерівномірності АЧХ міжнародного тракту (з міжнародними кінцевими центрами комутації) приведені в Рек. G.151. Сумісна робота двох норм та розподіл на дві рівні частини сумарної норми для національних ділянок дозволяє отримати шаблон допустимих значень нерівномірності АЧХ для ТфЗК України на виході МЦК, показаний на рис.2.2. Всі види сигналів, які передаються по телефонному тракту, чуттєві до нерівномірності АЧХ.

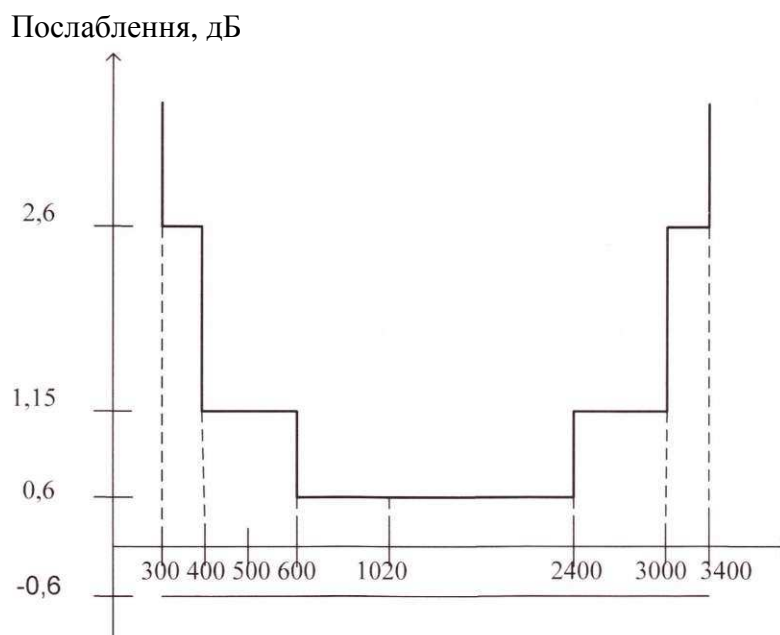


Рисунок 2.2 - Шаблон допустимих значень нерівномірності АЧХ для ТфЗК України на виході МЦК

*Групова затримка сигналів та її нерівномірність в залежності від частоти* (Рек. G.131). Групова затримка сигналів в телефонній мережі визначається наступним чином:

- під час передавання мови - призводить (при значеннях більше 16 мс, Рек. G.131) до появи ефекту відлуння у абонента, який розмовляє, та необхідності застосування ехозагороджувальних або ехокомпенсуючих пристроїв;



- під час передавання даних - призводить до збільшення часу доставки повідомлень (явище, небажане для систем, які працюють в режимі реального часу).

Величина 16 мс повинна бути прийнята в якості норми для всіх систем телефонного зв'язку в межах України за винятком супутникових систем. У супутникових системах ця величина може суттєво перевищувати порогове значення 16 мс. При цьому в каналах передавання мови використання ехозагороджувачів та ехокомпенсаторів є обов'язковим. Для виконання норм 16 мс необхідно правильно вибирати шляхи пропускання навантаження. Для аналогових та аналогово-цифрових з'єднань довжина шляху та групова затримка пов'язані співвідношенням:

- для змішаних з'єднань за формулою (2.9);
- для цифрових з'єднань за формулою (2.10).

$$T_{\text{гр.сер.з.}} = 12 + (0,004 \cdot L), \text{ мс}, \quad (2.9)$$

де  $T_{\text{гр.сер.з.}}$  - середня групова затримка для змішаних з'єднань;

$L$  - довжина шляху між абонентами, які приймають участь у з'єднанні, км (Рек. G.114).

$$T_{\text{гр.сер.з.}} = 3 + (0,004 \cdot L), \text{ мс}, \quad (2.10)$$

де  $T_{\text{гр.сер.з.}}$  - середня групова затримка для цифрових з'єднань.

Нерівномірність групової затримки в залежності від частоти сигналу в національній мережі України не повинна перевищувати 15 мс на частоті 300 Гц та 7,5 мс на частоті 3400 Гц (Рек. G.133).

*Зміна остаточного затухання в часі.* Для національної телефонної мережі України при використанні аналогових, аналогово-цифрових або цифрових з'єднань рекомендується така норма для часових змін залишкового затухання на національній ділянці - стандартне відхилення змін залишкового затухання не повинно перевищувати 1 дБ, а різниця між середньою та номінальною величиною залишкового затухання не повинна бути більшою, ніж 0,5 дБ (рис.2.3). Зміна залишкового затухання в часі, яке зображене на рис.2.3, визначається за формулами (2.11 -2.13).

$$\Delta_i = A_i - A_{\text{ном.}}; \quad (2.11)$$

$$A_{\text{сер.}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i; \quad (2.12)$$

$$G^2 = \left( \sum_{i=1}^n \frac{A_i^2}{n} - A_{\text{сер.}}^2 \right) \cdot \frac{n}{n-1}, \quad (2.13)$$

де  $\Delta_i$  - відхилення зміни остаточного затухання;

$A_i$  - затухання в момент часу  $t_i$ ;

$A_{\text{ном.}}$  - номінальне значення затухання;

$A_{\text{сер.}}$  - середнє значення затухання;

$G$  - стандартне (середньоквадратичне) відхилення зміни остаточного затухання;

$n$  - кількість вимірювань.

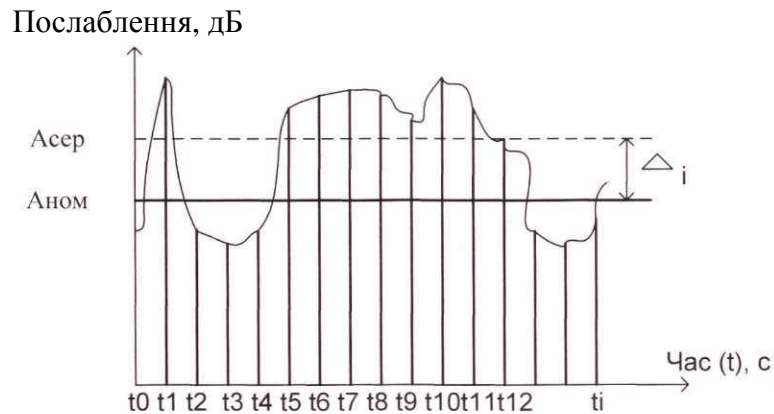


Рисунок 2.3 - Зміна залишкового затухання в часі

*Розбірливий перехідний вплив.* Захист від розбірливого (лінійного) перехідного впливу, який вимірюється на тональній частоті між двома національними ділянками на міжміських станціях, повинен бути не менше 65 дБ (Рек. G. 151).

*Нелінійні спотворення.* Спотворення форми сигналів, які передаються, оцінюються на аналогових ділянках величиною нелінійних спотворень, а на цифрових ділянках - спотвореннями квантування. Нелінійні спотворення на аналогових ділянках визначаються роботою лінійних підсилювачів абонентських закінчень. Для національних ділянок в точці виходу в абонентську лінію може використовуватися як гранична норма для нелінійних спотворень 2,5% загальних, 1,8% по третій гармоніці та 2,9% по комбінації  $2f_1 - f_2$  (Рек. G113). Спотворення квантування на національних цифрових та цифро-аналогових ділянках не повинне бути більше чотирьох одиниць квантування (Рек. G113).

*Похибка відновлення частоти.* Нормою цього показника для національних ділянок України є різниця між частотами гармонічного коливання, яке подається на вхід ланцюга, та цього ж коливання на виході ланцюга. Ця величини не повинна бути більшою 2Гц (з урахуванням всіх можливих внутрішніх перетворень частоти) (Рек. G113).

*Рівень низькочастотних завад.* Вплив низькочастотних завад оцінюється величиною паразитних бокових складових, які виникають у спектрі синусоїдального сигналу на виході ланцюга і виникають внаслідок паразитної модуляції. Для всіх низькочастотних завад з частотами менше, ніж 400Гц, мінімальне затухання паразитних бокових складових повинне бути не менше, ніж 45дБ (Рек. G. 151).

*Рівень одночастотної завади у смузі частот телефонного каналу* не повинен перевищувати величину мінус 73дБ на будь-яких національних ділянках (змішані аналогово-цифрові ланцюги) (Рек. G. 151).

*Рівень загального шуму.* Для національних ділянок в точках з'єднання з міжнародним трактом (точка нульового відносного рівня) рекомендується норма для середньої сумарної потужності шуму не більше 10000 пВт (для максимальної відстані  $L < 1500$  км у відповідності з Рек. G.123).

*Показники гучності.* Максимальні значення показників гучності передавальної

(ПГпер) та прийомної частин (ПГпр) національних ділянок в Україні в точці 0дБ цифрової міжнародної станції повинне бути 16,5дБ та 13дБ у відповідності з Рек. G.121.

## **2.9 Показники якості обслуговування для з'єднань, які використовують радіозасоби**

*Коефіцієнт вірних спроб встановлення з'єднань:*  $K_{в.с.} > 70\%$ .

*Коефіцієнт втрат спроб встановлення з'єднань:*  $K_{в.з.} < 3\%$ .

*Час очікування виходу до опорної АТС при з'єднання з ініціативи абонента з радіодоступом для системи сигналізації:*

-  $N7T_{оч.вих.} < 2с$ ;

-  $R2DT_{оч.вих.} < 5с$ .

*Коефіцієнт блокування фрагментів сигналу (коефіцієнт помилкових мовних вокодерних пакетів  $K_{БЛ.Р.}$  або пакетів даних  $K_{БЛ.Д.}$ ) повинен бути:*

а) для мовних сигналів  $K_{БЛ.Р.} < 0,3\%$ ;

б) для сигналів даних  $K_{БЛ.Д.} < 0,1\%$ .

*Якість мови, що визначається за допомогою середньої експертної оцінки, повинна бути не меншою, ніж 3,55. Якість 3,55 співпадає з якістю мови, що передається за допомогою адаптивної диференціальної імпульсно-кодової модуляції при швидкості 32 Кбіт/с.*

*Середня сумарна потужність загального шуму в точках нульового рівня не повинна бути більше 5000 пВт.*

Максимальне значення *показників гучності* передавальної та прийомної частин з'єднання не повинне бути більше відповідно 16,5 дБ та 13 дБ. Показник гучності передавальної частини встановленого телефонного з'єднання, створеного з використанням радіозасобів, дорівнює втраті гучності між ротом розмовляючого абонента (рівень акустичного тиску) і точкою входу в опорну АТС ТфЗК (рівень електричного сигналу, перерахований в тональний). Показник гучності прийомної частини встановленого телефонного з'єднання, який створений з використанням радіозасобів, дорівнює втраті гучності між виходом з опорної АТС ТфЗК (рівень електричного сигналу, перерахований в тональний) та вухом абонента, який слухає (рівень акустичного тиску).

*Коефіцієнт передчасного роз'єднання ( $K_{пр.}$ ) встановлених з'єднань протягом тривалого часу експлуатації повинен бути:*  $K_{пр.} < 0,01\%$ .

## **2.10 Задачі технічного обслуговування. Загальні методи вимірювання показників якості**

Задачі технічного обслуговування вирішуються центром технічної експлуатації (ЦТЕ). Технічне обслуговування проводиться з урахуванням інструкцій з експлуатації фірм-виробників обладнання, але так, щоб забезпечити норми якості надання послуг. Контроль показників якості, як реальних, так і статистичних, здійснюється за допомогою контрольно-випробувальної апаратури і тестових команд. Якщо при контролі показники якості знаходяться в заданих межах, стан обладнання комутації вважається нормальним. Контроль показників

якості ведеться безперервно за допомогою апаратних (вбудовані ланки контролю) і програмно-апаратних засобів, які видають інформацію про результати контролю в пристрої загальностанційного відображення стану сигналізації (стан обладнання характеризується ще аварійною сигналізацією) і документальної фіксації. Всі сигнали, які формуються приладами відображення стану сигналізації, включають аварійні сигнали.

Аварійні сигнали (з точки зору якості) формуються і видаються обслуговуючому персоналу при фіксуванні неприпустимого погіршення хоча б одного з основних показників якості обслуговування спроб встановлення з'єднань. Пристрої документальної фіксації повинні реєструвати інформацію про зміну стану основних показників якості обслуговування спроб встановлення з'єднань автоматично.

При виході за межі допустимих норм основних показників якості технічний персонал шляхом подавання команд може отримати допоміжні показники (документальні дані, що фіксуються), які дозволять більш детально проаналізувати основні показники якості обслуговування по станції та проконтролювати працездатність окремих видів обладнання.

Крім безперервного автоматичного контролю за станом обладнання комутації може проводитись автоматичний контроль, що здійснений за допомогою періодичних тестових випробувань, які посилаються з визначеним інтервалом часу одночасно в декілька спеціальних вхідних комплектів, розташованих, по можливості, в різних модулях комутаційного поля. За результатами тестових випробувань оцінюється якість обслуговування контрольних спроб встановлення з'єднань і визначається працездатність станції. При непроходженні всіх спроб встановлення з'єднань подається аварійний сигнал.

Визначення пошкодженого обладнання і причини пошкодження здійснюється обслуговуючим персоналом станції, центром технічної експлуатації (ЦТЕ) на підставі даних систем безперервного і періодичного контролю, що видають інформацію в систему сигналізації і пристрої документальної фіксації. При пошкодженнях, які викликають значне зниження надійності мережі, відповідно до керівного нормативного документу Державного Комітету зв'язку та інформатизації України "Системи автоматизованого телефонного зв'язку для мереж загального користування" повинні бути вжиті заходи для їх виявлення і усунення негайно в будь-який час доби.

При пошкодженнях, що викликають збільшення ймовірності блокувань або значне погіршення якості обслуговування спроб встановлення з'єднань, що надходять в години найбільшого навантаження, повинні бути вжиті заходи для їх виявлення і якщо пошкодження виявлені в денний час, то вони повинні бути усунені негайно.

При пошкодженнях, які незначно впливають на якість обслуговування, повинні бути вжиті заходи для їх виявлення і усунення черговим змінним персоналом при першій можливості.

Технічне обслуговування телефонної мережі може здійснюватися, як вже говорилося, з використанням двох методів - контрольньо-коректуючого і профілактичного.

*Контрольно-коректуючий метод* технічного обслуговування базується на безперервному автоматичному контролі якості обслуговування і передбачає усунення пошкоджень після одержання інформації від системи контролю про вихід параметрів якості обслуговування за межі допустимих норм. *Профілактичний метод* технічного обслуговування передбачає проведення періодичних планових перевірок обладнання, які мають своєю метою виявлення і усунення пошкоджень, раніш, ніж вони позначаються на якості обслуговування, а також виявлення та усунення пошкоджень обладнання, які виникають у процесі його експлуатації. Вибір методу технічного обслуговування визначається:

- наявністю обладнання, яке вказує на появу і як часто виникають пошкодження і ступінь їх впливу на якість надання послуг телефонного зв'язку;
- наявністю контрольно-випробувальної апаратури (КВА), яка дозволяє визначити характер та місце виникнення пошкодження;
- наявністю засобів, які дозволяють забезпечити роботу станції (вузла) з заданою якістю обслуговування трафіку при деякій кількості пошкоджень (резервування обладнання, повторне шукання);
- наявністю автоматичних засобів для обробки і аналізу статистичних даних, одержаних від системи контролю.

Сучасні цифрові комутаційні системи мають всі засоби для забезпечення кваліфікованого технічного обслуговування телефонної мережі, до якої вони підключені, а також для передачі будь-яких даних про стан мережі в ЦТЕ та (або) центр управління трафіком. Ці засоби дозволяють фіксувати всі події, пов'язані з кожною спробою встановлення з'єднань, що надходять на станцію, у відповідності з Рек. Q.543 ITU-T, а також оперативно робити попередню обробку цих даних для видачі друкованих рапортів обслуговуючому персоналу, а також для формування аварійних сигналів.

Як зазначалося, контроль якості обслуговування спроб встановлення з'єднань проводиться з використанням технічних засобів АТС ТфЗК (з якою з'єднана наша стільникова мережа) і технічних засобів ЦТЕ, там де вони встановлені, на підставі оцінки показників якості обслуговування, яка отримується шляхом нагляду за реальним потоком спроб встановлення з'єднань, за допомогою контрольних спроб встановлення з'єднань, а також шляхом обробки результатів систематичних вимірів параметрів телефонного трафіку.

Контрольні спроби встановлення з'єднань проводяться профілактично за розкладом, що задається ЦТЕ, а також з метою локалізації неблагополучної ділянки у тих напрямках зв'язку, які визнані незадовільними за результатами безперервного контролю.

Вся інформація, яка одержується при контролі якості функціонування обладнання комутації, крім аварійної, повинна накопичуватися (і частково оброблятися) технічними засобами АТС і передаватися в ЦТЕ. Обробка в ЦТЕ результатів періодичного контролю дозволяє одержувати інформацію про ділянку і характер пошкоджень. При організації службами ЦТЕ відновлювальних робіт повинні передбачатися три категорії терміновості їх проведення:

- негайне відновлення;
- відновлення протягом доби;

- відновлення в будь-який час.

До складу основних функцій ЦТЕ з контролю якості входять:

- прийом, обробка і аналіз інформації про трафік, та результати контролю якості;
- обслуговування спроб встановлення з'єднань;
- оперативний контроль стану і функціонування обладнання мережі;
- перевірка і усунення відмов;
- проведення робіт з діагностики відмов, відновлювальних і планово-ремонтних робіт в зоні обслуговування;
- контроль виконання відновлювальних робіт;
- управління проведенням контрольних спроб встановлення з'єднань, обробка і аналіз результатів.

Накопичення і аналіз статистичної інформації про відмови, які виникають в обладнанні мережі і вузлів при експлуатації, з метою передавання цих відомостей у службу контролю якості виробника обладнання, входить до складу функцій центра ремонту (ЦР).

Таблиця 2.1 - Приклад вимірювальних засобів та обладнання

Найменування засобів вимірювання, позначення документа на поставку	Тип	Кількість	Діапазон вимірювання, що використовується (границя, шкала та ін.)	Границя похибки, що допускається, засобів вимірювання
Тау-трон (Аналізатор протоколів аналогової сигналізації)	MODEL 2764	1	Інтерфейс з А11 (декадний та DTMF код); інтерфейс з ЗЛ 2048 Кбіт/с; лінійна та регістрова сигналізація	-
Секундомір	СОПр 2А-3-000	1	0-60,0 с 0-10,0 с	1,0 с
Примітка: Допускається заміна засобів вимірювання іншими, аналогічними по функціональному призначенню, а також, що забезпечують необхідну точність вимірювання.				

Методика обробки статичних даних основана на математичному апараті теорії ймовірності, вдаватися в деталі якої немає необхідності. Для перевірки даних, отриманих в результаті вимірювань, статистичним нормам, їх треба обробити та розрахувати параметри їх розподілу. По кожному параметру для кожного виду з'єднань повинні бути проведені неодноразові заміри.

Для вимірювання показників якості використовується автоматична контрольна-випробувальна апаратура (КВА). За допомогою неї здійснюються періодичні випробування каналів, що є частиною технічного обслуговування установок, які експлуатуються. Такий періодичний контроль необхідний для

підтримки робочих параметрів мережі в межах експлуатаційних норм. Контроль ділянок мережі проводиться в таких режимах:

- періодичний контроль заданих каналів за розкладом;
- контроль каналів за вимогою;
- вибіркового контроль заданих каналів;
- одноразовий і багаторазовий контроль при перевірці за розкладом і за вимогою.

Контроль ділянок мережі робиться шляхом установлення перевірного з'єднання від КВА або програмно-апаратних засобів вихідної станції до КВА, або програмно-апаратних засобів вхідної станції крізь ділянку, що перевіряється. Відповідна частина КВА або відповідні апаратні засоби вхідної станції підключаються до ділянки, що контролюється, через комутаційне поле станції, або вузла. КВА або програмно-апаратні засоби вихідної станції передають на вхідну станцію номер відповідної частини КВА, спеціальні інформаційні сигнали, які визначають вид і послідовність перевірок, вид і послідовність вимірів, та іншу інформацію, яка стосується вимірів. КВА вхідної станції або її програмно-апаратні засоби передають на вихідну станцію спеціальні інформаційні сигнали і дані про результати вимірів.

У процесі проходження перевірного з'єднання через ділянку мережі, що контролюється, перевіряється проходження лінійних сигналів і сигналів управління, і контролюються характеристики передачі (для цифрових каналів - додатково в ручному режимі можна провести вимірювання коефіцієнта помилок, причому, прилад для вимірювання повинен відповідати Рек. Q.152 *ITU-T*).

На вихідній станції здійснюється фіксація, накопичення, аналіз і оцінка результатів перевірок ділянок мережі, які комутуються в обох напрямках передавання. До складу фіксованої інформації входить:

- умовний номер ділянки, що перевіряється;
- дата і час випробувань;
- умовний номер програми випробувань;
- перевищення нормативної кількості пошкоджених каналів у пучку.

При негативній оцінці результатів випробувань автоматична КВА або програмно-апаратні засоби станції забезпечують можливість блокування ділянки мережі, яка комутується. В окремих випадках допускається робота без автоматичного блокування від автоматичної КВА.

На вихідній станції організується збір, статистична обробка і аналіз даних контролю ділянок мережі, що комутується, і на підставі аналізу далих контролю організуються експлуатаційні заходи по нормалізації роботи обладнання.

У випадку зниження якості обслуговування спроб встановлення з'єднань або у випадку перевищення нормативної кількості пошкоджених каналів, технічний персонал негайно приступає до виявлення ділянок та причин пошкоджень, і відновлення працездатності ділянок мережі, що комутуються.

При профілактичному методі обслуговування дані контролю аналізуються після кожного циклу перевірки. Технічний персонал виявляє несправну ділянку і вживає заходи з усунення недоліків, і відновленню працездатності ділянки

мережі, що комутується. Якщо при повторній перевірці несправність ділянки мережі не підтверджується, ділянка мережі визначається справною.

### **Контрольні запитання для самооцінки рівня знань**

1. Які заходи необхідні для зведення до мінімуму можливості перенавантаження?
2. Що розуміють під поняттям «управління телефонною мережею»?
3. У чому полягають переваги управління мережею?
4. Основні функції управління мережею.
5. У чому полягає концепція TMN?
6. Які переваги має децентралізований спосіб експлуатації?
7. Чому централізований спосіб експлуатації більш перспективний?
8. Як здійснюється технічне обслуговування на міжміський, внутрішньозоновій мережах, міських та сільських телефонних мережах?
9. Які вимоги до системи управління мережею?
10. Які функції служби адміністрування управління місцевих телефонних мереж?
11. Які показники використовуються для перевірки якості Які показники якості використовують для характеристики якості радіозасобів та провідних засобів?
12. Загальні методи вимірювання якості?