

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

В.Г.Бондаренко

ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ ЗВ'ЯЗКУ

Затверджено вченою радою ДУКТ,
як підручник для студентів вищих.
навчальних закладів за напрямком
0924«Телекомунікації»

КИЇВ 2013

УДК 621 305

Гриф надано Вченою радою
ДУКТ
(протокол № 1 від 29 вересня 2011р.)

Рецензенти:

Власов О.М. доктор технічних наук, Жураківський Б.Ю. кандидат технічних наук,
Костік Б.Я. доктор технічних наук.

Бондаренко В.Г.

ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ ЗВ'ЯЗКУ

Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком "Телекомунікації" з
дисциплін СП, ТОТСМ, ТЕСЗ.-К ДУКТ 2013-700с з іл. Бібліогр. в кінці розд.
ISDN 966-575-039-9-

КИЇВ 2013

Передмова

Основні матеріали цього підручника використовувались і використовуються при викладанні дисциплін з аналогових,цифрових систем передавання зв'язку та їх технічної експлуатації і обслуговування в ряді ВНЗ України (ОАЗ,ДУІКТ,КПІ,ЛПІ,Київський коледж зв'язку та інші) на протязі більш десяти років,а також застосовувались підприємствами ПАТ Укртелекому і інших операторів.Це п'яте перероблене і доповнене видання.В ньому приведені матеріали з управління мереж,технічної експлуатації СЦІ,технології телекомунікацій та їх розвиток в Україні,тактовій синхронізації і надійності мереж зв'язку. В додатках приведені апробіровані навчально-методичні посібники з дисциплін ТЕСЗ та ТОТСМ та ряд довідкових матеріалів що до законів розвитку зв'язку та стану технічної експлуатації і технічного обслуговування (ТЕ і ТО), інструкції взаємодії між підрозділами ПАТ Укртелекома та ДПМ з ТЕ,приведені дослідження якості передачі мовних сигналів при пакетній передачі в ІР-телефонії, Аналіз змін величини кіло метричного загасання на волоконно-оптичних лініях зв'язку оптичних волокон, які знаходяться в експлуатації понад 10 років в ДПМ, КТМ з впровадження СЦІ на мережах України,структури ІР/ MPLS мережі Україн..

Підручник, та раніше видані його складові матеріали, розроблені українською мовою,що допомагає створити сучасну технічну термінологію телекомунікацій України.Автор вдячний всім викладачам і студентам ДУІКТ, співробітникам ВАТ Укртелекому і ДПМ,що допомагали в створенні цього підручника.

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку галузі зв'язку велике значення мають організація технічної експлуатації систем та мереж зв'язку України і підготовка фахівців у цьому напрямку.

Нижче коротко викладено: загальні положення та методи технічної експлуатації, загальні положення систем технічного обслуговування оперативного управління та їх завдання. Розглянуті основні параметри систем технічної експлуатації, приведені рекомендації для вибору методів експлуатації.

Досліджено: зв'язок методів експлуатації з методами контролю та оцінка ефективності мережі зв'язку,різновидності систем технічної експлуатації і управління в галузі зв'язку,мережа управління телекомунікаціями (TMN); розвиток управління первинною мережею України; технічне обслуговування систем передавання і апаратури, каналів, трактів СЦІ; автоматизація процесів технічної експлуатації в мережних вузлах (станціях) первинної мережі та програмно-технічні засоби.Приведені та досліджені параметри і характеристики

каналів і трактів аналогових систем передачі, параметри каналів і трактів ЦСП та методи їх вимірювання.

Суттєва увага приділена перспективним засобам та технологіям телекомунікації, стану та розвитку телекомунікацій України, проблемам впровадження новітніх інфокомунікаційних технологій, моделі прискореного розвитку українських телекомунікацій, впливу розширення Європейського союзу.

Розглянуті, проаналізовані і систематизовані основні відомості з тактової мережної синхронізації та її впровадження на первинній мережі України, а також методи, елементна база системи тактової синхронізації (СТС) та її структурні схеми.

Приведені сучасні поняття про надійність первинної мережі ЄНСЗУ, оптимізація рішень при проектуванні та організації технічної експлуатації ВОСП за критерієм надійності.

В додатках викладено: Основні макроекономічні закони та закономірності розвитку зв'язку; Навчально-методичні рекомендації для виконання завдань і контрольних робіт з дисципліни "Технічна експлуатація систем зв'язку"; Методичні вказівки та контрольні завдання з дисципліни "Технічне обслуговування телекомунікаційних систем та мереж"; Методичний посібник до лабораторних занять N1-3 з дисципліни "Технічна експлуатація систем зв'язку"; Методичний посібник для лабораторних занять N1-3 з дисципліни "Технічне обслуговування телекомунікаційних систем та мереж, методичні рекомендації" та Лабораторна робота з ТЕ СЦІ. Інструкція з ТЕ ДПМ та тимчасова інструкція з взаємодії ВАТ Укртелекома, а також дослідження з оцінки якості при пакетній передачі в IP телефонії, з метою пошуку шляхів покращення мовних сигналів в IP-каналах, Керівний технічний синхронної цифрової ієрархії на мережі зв'язку України матеріал (КТМ) по застосуванню систем і апаратури та структури IP/MPLS мережі України 2008-2011 років.

Основою побудови майбутніх телекомунікаційних систем зв'язку можна вважати три основні технології: технологія послуг; технологія телекомунікаційних мереж; технологія компонентів, з яких складається телекомунікаційна мережа. З рис.В1 видно що для створення телекомунікаційних систем необхідною умовою є розвиток технології компонентів. Десь у 1965 році Гордон Мур передбачав, що з кожним роком

число транзисторів в чіпі буде подвоюватись. По даним фірми INTEL в її мікропроцесорах це подвоєння відбувається кожні 18 місяців. Серед інженерів це явище називають законом Мура. До 2016 року можливо чекати, що в чіпі буде розміщуватись декілька мільярдів елементів.

Сьогодні лабораторії працюють над так званими болістичними транзисторами, час переключення в котрих 10^{15} , що в 10 мільйонів разів швидше

ніж зараз. Слідуючий етап-створення одно-електронного транзистора, в котрому біт інформації є одинокий електрон, що являє собою абсолютну межу в сучасному розумінні фізичних законів.

Головним критерієм в розвитку фотоніки прийнято вважати швидкість передавання системами оптичного зв'язку та відстань, на котру може бути запроваджене передавання сигналу без регенерації.

Сьогодні системи передавання працюють зі швидкістю більш 10 Гбіт/с. Відповідно оцінкам фахівців в 2016 році для передавання трьохмірних відображень буде необхідна швидкість трильйони біт в секунду, тобто збільшиться в 1000 разів.

Для підтримки технології послуг зв'язку необхідна технологія телекомунікаційних мереж(ТКМ), складові котрої видно з рис.В1 та рис.1.1,1.2,1.3.

До складу технологій телекомунікаційних мереж входять: архітектура мережі; функції підтримки послуг технології експлуатації; системи передавання.

Практично посібник присвячений функції підтримки послуг технології експлуатації. На рис.1.3 приведена функціональна структура ТЕ мережі зв'язку, що відповідає таким послугам.

Навчальний посібник розраховано на студентів ДУІКТ та інших вищих навчальних закладів, що спеціалізуються за напрямком "Телекомунікації". Він буде корисним фахівцям зв'язківцям та іншим, що займаються технічною експлуатацією апаратури, каналів, трактів та мереж зв'язку.



Рис.В.1.

1. ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ

1.1. Загальні положення та завдання

Основна функція систем зв'язку - забезпечення споживачів технічною можливістю для обміну інформацією за даними показниками надійності та якості. Таку можливість забезпечує єдина національна система зв'язку України (ЄНСЗУ). Вона забезпечує споживачів послуг електрозв'язку на всій території України. Склад такої мережі і її архітектура приведені на рис.1.1а, 1.1б, 1.2 відповідно. Ця функція реалізується за допомогою мереж електро, радіо та поштового зв'язку.

Основні функції керування технологічними процесами в мережах зв'язку (МЗ) виконуються технологічним обладнанням автоматично, без участі людини. Обладнання не є ідеально надійним. В ньому безперервно проходять процеси розладу, які викликають зниження якості його роботи (виникнення відмов, збоїв та інше). Погіршення якості роботи технологічного обладнання викликає збільшення втрат інформації за рахунок відхилення параметрів технологічних процесів від номінальних значень.

Для того, щоб параметри технологічних процесів більшу частину часу знаходились близько до номінальних значень (в заданих відхиленнях), необхідно виконувати контроль і поновлення обладнання, тобто виконувати технологічне обслуговування.

Технічна експлуатація (ТЕ) - сукупність дій, направлених на підтримку необхідної (заданої) ефективності функціонування технологічного обладнання МЗ. Поняття "технічна експлуатація" більш широке, ніж поняття "технічне обслуговування", бо включає в себе питання організації та управління технічним обладнанням і мережею. Функціональна структура технічної експлуатації мережі зв'язку приведена на рис.1.3.

Система ТЕ - сукупність методів і алгоритмів управління, програмних і технічних засобів, експлуатаційного персоналу, матеріальних ресурсів, які виконують технічну експлуатацію обладнання і мереж за заданими критеріями управління. СТЕ можна розглядати як багаторівневу систему управління, в котрій первинним об'єктом управління є технологічне обладнання мережі зв'язку (рис.1.4).

Критерії управління визначаються вибраними показниками ефективності СТЕ.

Основні принципи побудови СТЕ:

- раціональна концепція ресурсів і засобів обслуговування;
- організація функцій контролю і управління;
- раціональна автоматизація процесів збору, обліку і обробки інформації; оптимальне управління.

При вирішенні завдань автоматизації і створенні комплексу технічних засобів СТЕ необхідно враховувати велику кількість контрольованих нормативних параметрів, територіальну рознесеність технологічного обладнання.

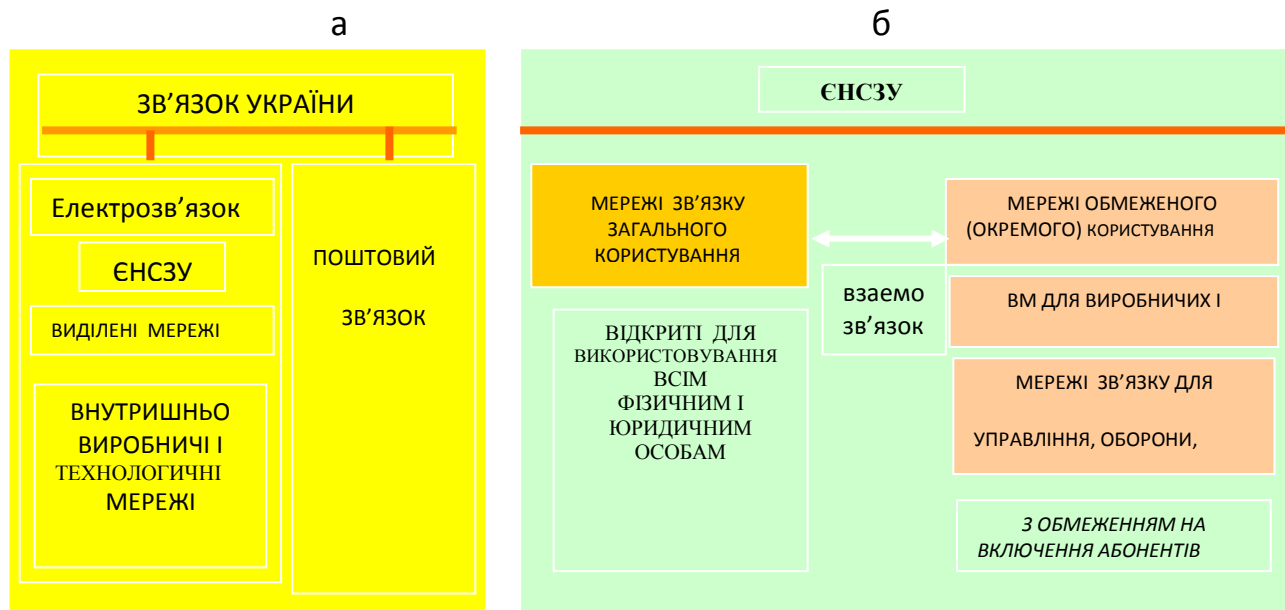


Рис.1.1 Зв'язок України

а) загальна структура б) склад ЄНСЗУ
ОПЕРАТОРИ Зв'язку

ПОСТАЧАЛЬНИКИ ОБЛАДНАННЯ



Рис.1.2.Архітектура ЄНСЗУ

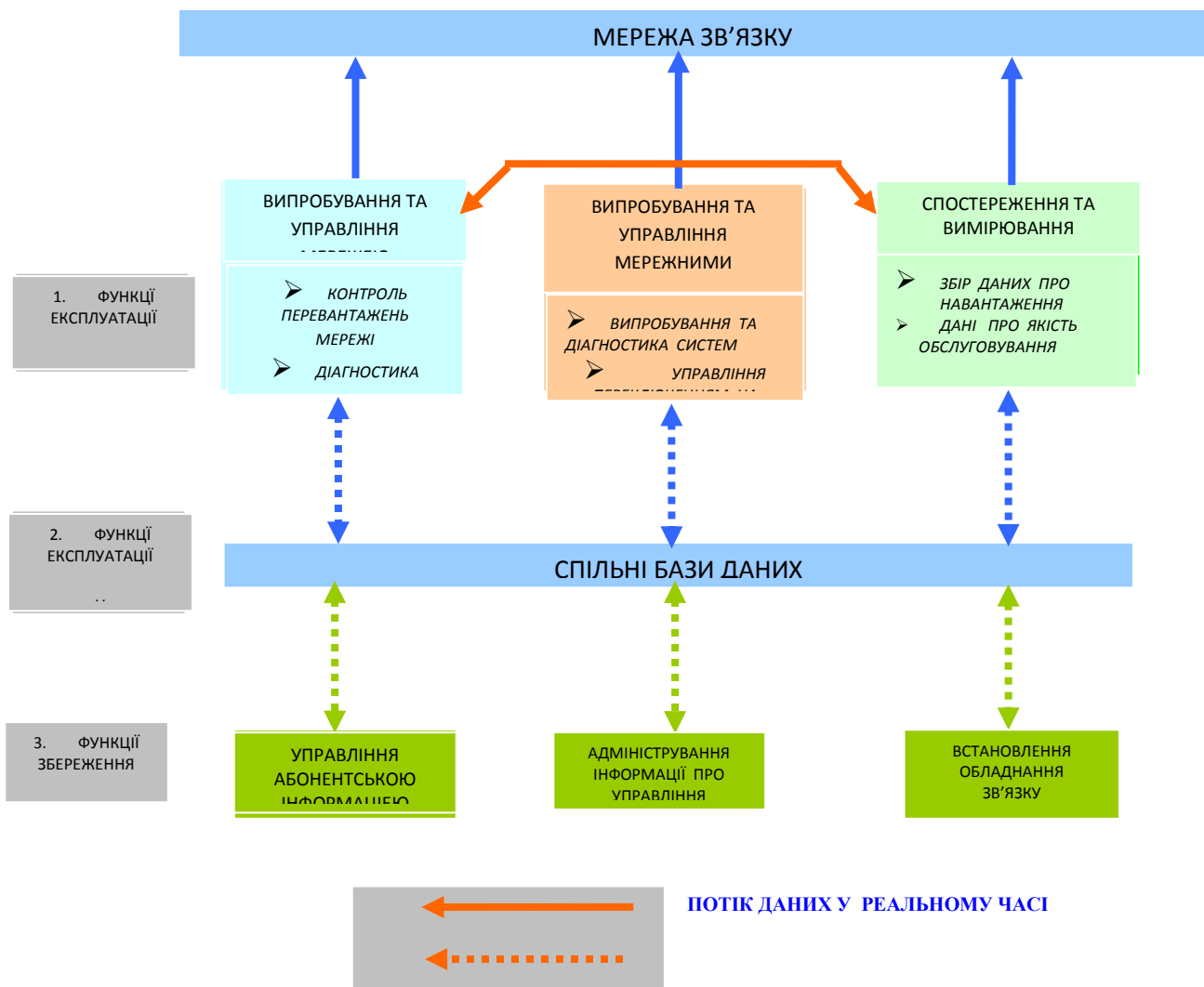


Рис.1.3. Функціональна структура ТЕ мережі зв'язку

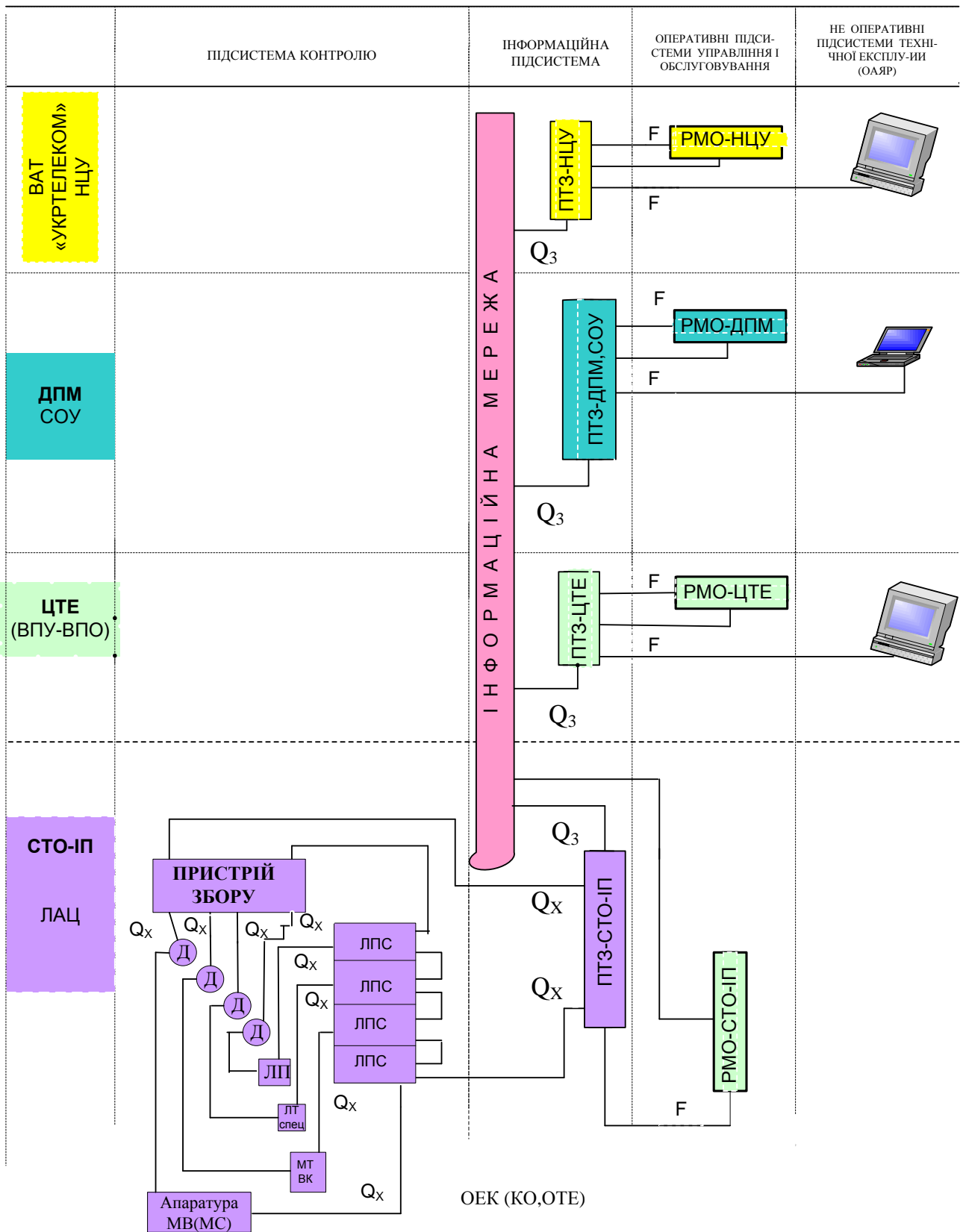


Рис.1.4 Ієрархічна структура АСТ Е

Основними складовими СТЕ є системи оперативно-технічного обслуговування (СОТО) і оперативно-технічного управління (СОТУ). При автоматизації процесів СОТО і СОТУ вони стають автоматизованими системи - АСОТО і АСОТУ, а СТЕ - АСТЕ.

В галузях зв'язку СТЕ, АСТЕ звичайно будуються за територіально-ієрархічним принципом і включають в себе відповідні ієрархічні рівні.

Основні завдання технічної експлуатації:

- забезпечення ефективного функціонування основних напрямків галузі зв'язку, наприклад, первинної мережі

ЄНСЗУ, при заданій якості та експлуатаційній надійності трактів і каналів передачі;

- подальший розвиток первинної мережі (ПМ) ЄНСЗУ, реконструкція мережних вузлів і станцій МВ (МС) та ліній передачі для задоволення потреб народного господарства і населення;

- систематичне вдосконалення мережі, поліпшення характеристик апаратури, обладнання трактів і каналів передачі.

1.2. Загальні положення системи технічного обслуговування та її завдання

Система (автоматизована) оперативно-технічного обслуговування СОТО (АСОТО), наприклад первинної магістральної мережі (ПММ) ЄНСЗУ, призначена для забезпечення працездатності мережі ЄНСЗУ, утримання споруд, обладнання, апаратури трактів і каналів передачі в межах встановлених експлуатаційних норм. Спрощена структурна схема СОТО приведена на рис 1.5.

Основні завдання СОТО (АСОТО):

- експлуатаційний контроль якості об'єктів експлуатаційного контролю (ОЕК) та їх елементів для виявлення, попередження і прогнозування відмов і підтримання якісних показників споруд, обладнання, апаратури трактів і каналів передачі в заданих межах;

- обробка і аналіз одержаних результатів контролю і, при необхідності, подача заявок і виведення з експлуатації трактів і каналів передачі для усунення виявлених пошкоджень;

- аналіз первинних сигналів і визначення характеру і місця несправності на своєму вузлі (станції), в зоні технічного обслуговування і прилеглої ланки;

- перебудова мережі та введення (відбій) графіків обходів і замін за командами СОТУ (АСОТУ);

- створення постійних банків даних СОТО (АСОТО) точок проходження трактів передачі у вузлі (станції);

- створення карт маршрутів трактів і каналів передачі для різних ситуацій та корекція документації, видача за запитами інформації для обслуговування у відповідній формі;

- облік і контроль виконання директив, постанов, наказів Департаменту зв'язку МТЗ України та вказівок і рекомендацій ВАТ «Укртелеком»;

- реалізація вибраних методів СОТО (АСОТО) на мережі зв'язку та інш.

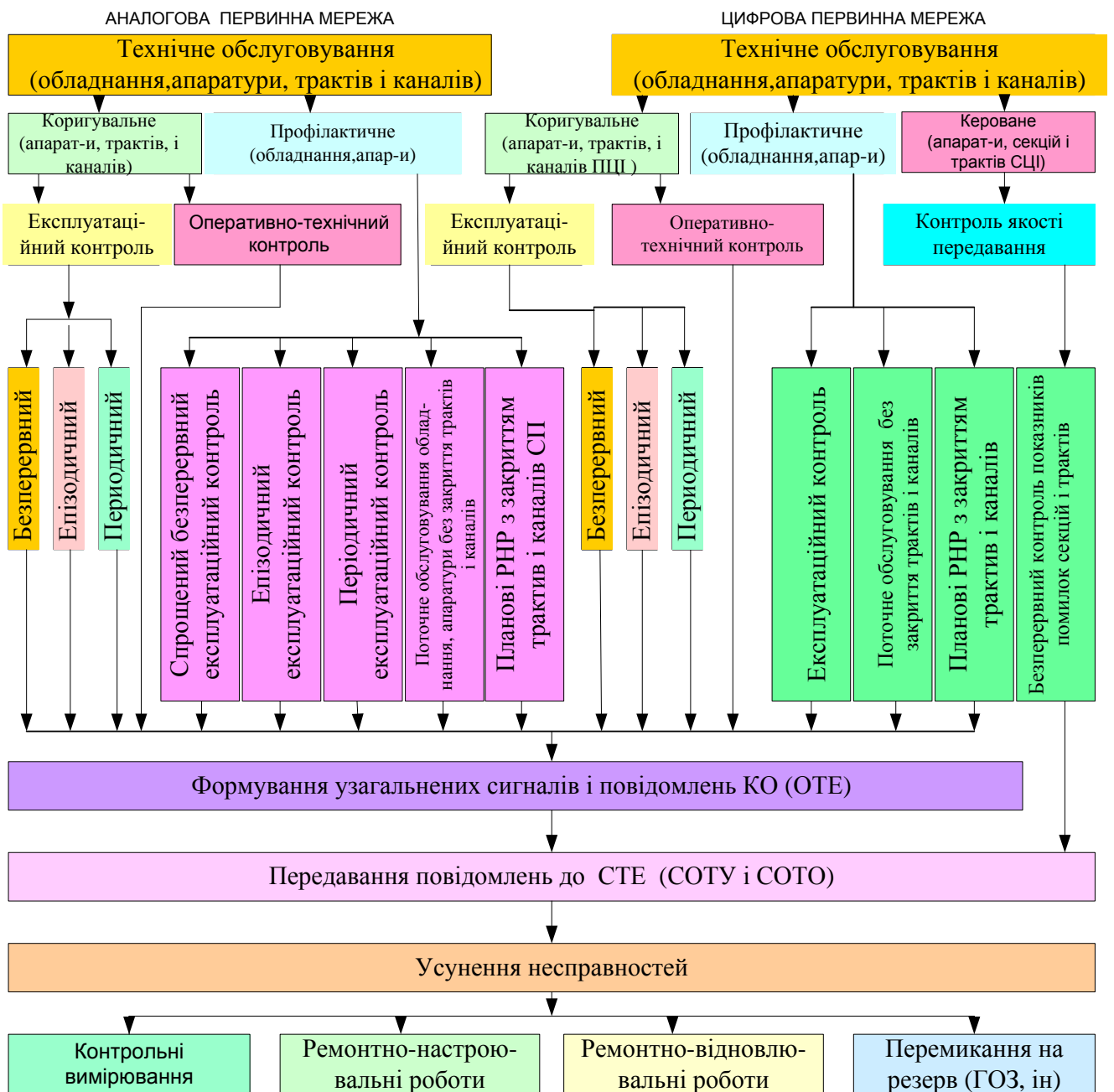


Рис.1.5

Рисунок 1.5. Спрощена структурна схема технічного і оперативно-технічного

обслуговування обладнання, апаратури, трактів і каналів передавання первинної мережі.

1.3 Загальні положення та завдання системи оперативного управління

Система (автоматизована) оперативно-технічного управління призначена для забезпечення функціонування первинної мережі ЄНСЗУ при будь-яких змінах її стану, ефективного використання всіх її можливостей в інтересах вторинних мереж, інших споживачів, скорочення часу поновлення трактів і каналів та підвищення продуктивності праці оперативно-технічного персоналу.

Основні завдання СОТУ (АСОТУ):

- визначення змін стану КО (контрольованих об'єктів);
- збір і аналіз повідомлень про зміну стану КО;
- визначення несправної ланки КО (за рівнями КЧ чи іншим методом);
- прийняття рішень і видача команд підрозділам СТЕ (СОТУ і СОТО) на проведення ремонтно-поновлюючих робіт для усунення несправності, на застосування рухомих вузлів, контроль за ходом робіт по ліквідації несправностей відповідно до прийнятих алгоритмів;
- управління перебудовою на первинній мережі ЄНСЗУ за складним в оперативних умовах або попередньо складеним графіком обходів і замінь;
- контроль за введенням і зняттям обходів і змін, розвитком та вдосконаленням СОТУ (АСОТУ) та інше;
- завдання планування.

Система оперативно-технічного управління будується за територіально-ієрархічним принципом.

На первинній мережі ЄНСЗУ введені такі типи КО [2]:

- мережний вузол (станція), який складається з елементів КО-МВ(МС) – цеху електроживлення, ЛАЦ, пожежно-охоронного обладнання та апаратури життєзабезпечення (рис.1.6)
- лінія передачі, яка розбивається, у випадку необхідності, на ланки КО-ЛП (рис.1.7)
- лінійний тракт, який розбивається на ланки КО-ЛТ (рис.1.8)
- мережний тракт, який розбивається, у випадку необхідності, на ланки КО-МТ (рис.1.9)

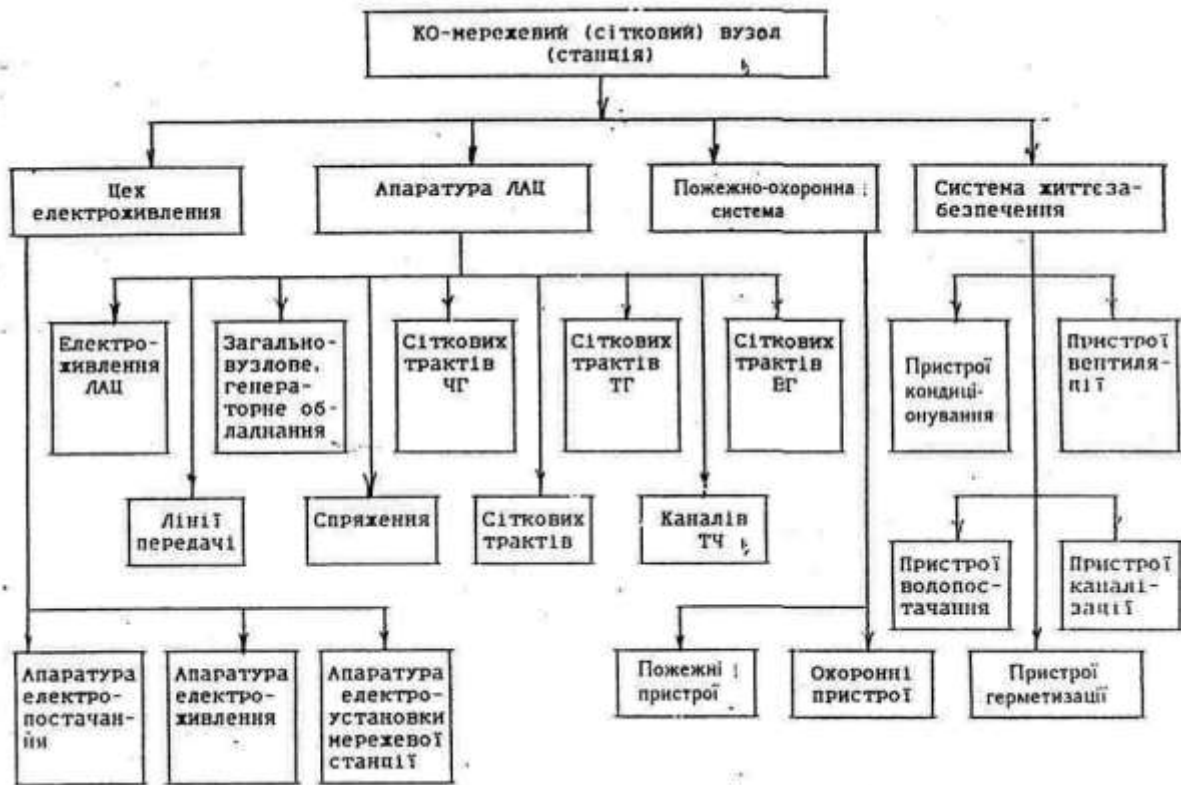


Рис.1.6 Структурна схема мережного вузла (станції)

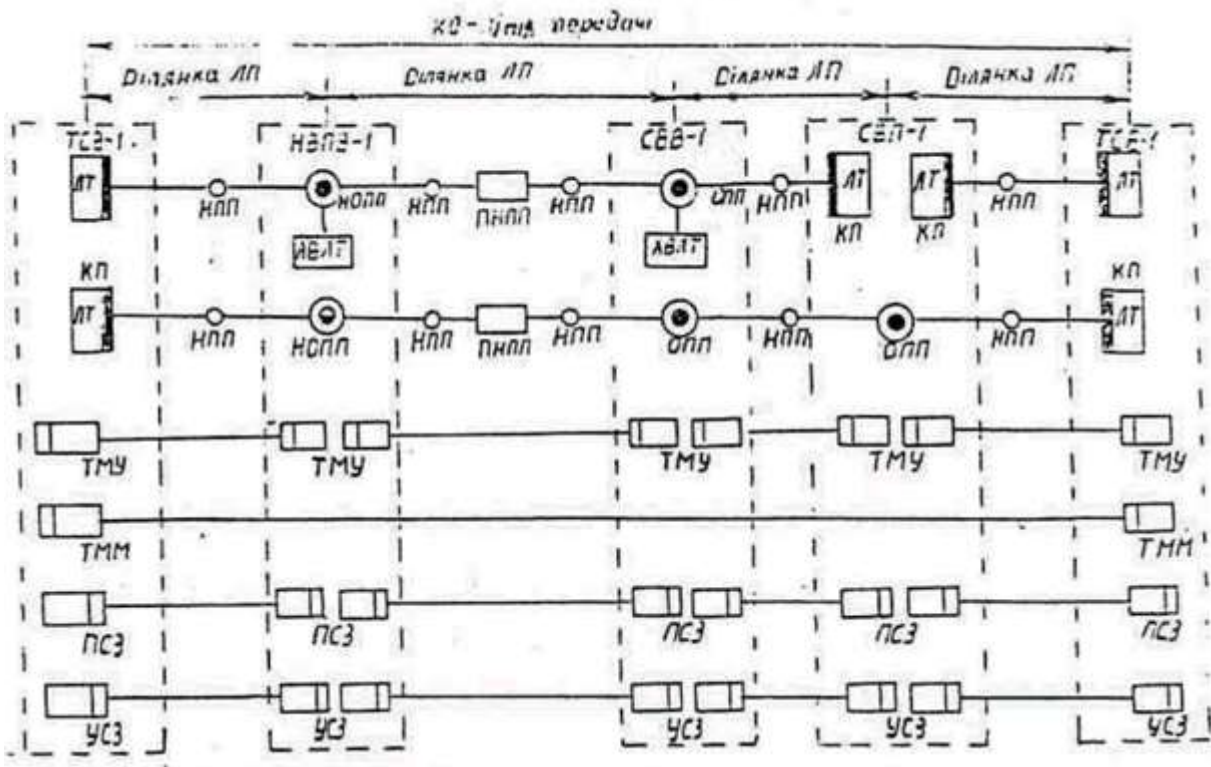
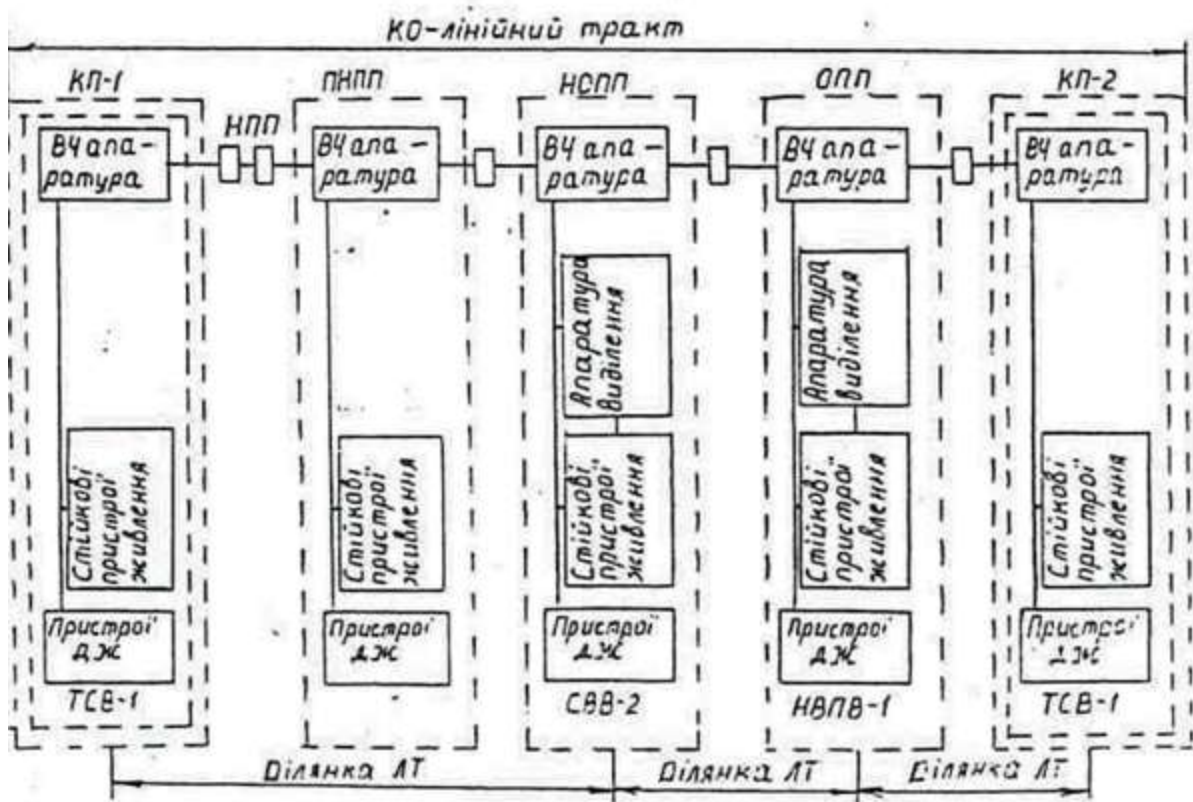


Рис. 1.7 Структурна схема побудови лінії передачі



1.8. Структурна схема побудови лінійного тракту

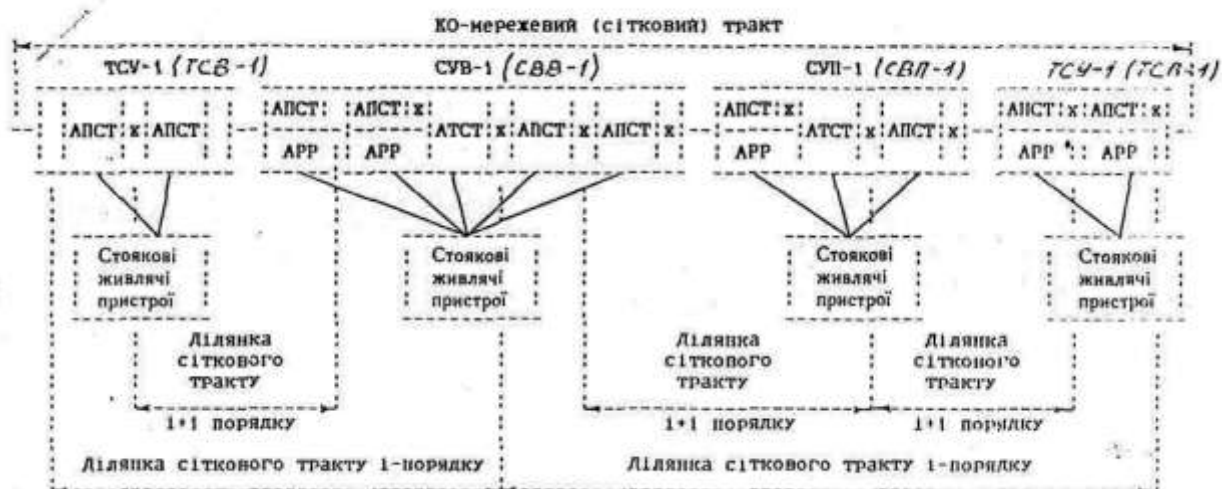


Рис.1.9 Структурна схема утворення мережного тракту

В процесі оперативно-технічного контролю за станом первинної мережі на ЄНСЗУ формуються загальні сигнали про стан КО,ОТЕ: "аварія", "пошкодження", "попередження", "норма".

"Норма" - стан, при якому параметри якості передачі і показники режиму та умов роботи КО і його елементів знаходяться в межах установлених допусків.

"Попередження" - стан, при якому параметри якості передачі знаходяться в межах встановлених допусків, а показники роботи елементів КО, які визначають режим і умови роботи КО, свідчать про підвищену можливість відмови КО;

"Попередження" - технологічний сигнал, який передається в ЦТЕ або ДПМ. Перелік таких сигналів визначає Укртелеком.

"Пошкодження" - стан, при якому параметри якості передачі вийшли за встановлені межі допущення в результаті порушення режиму чи умов роботи КО та його елементів, але присутність пошкоджень в ньому дозволяє часткове використання на мережах цього КО;

"АВАРІЯ" - стан, при якому визначені для контролю параметри якості передачі вийшли за встановлені межі в результаті порушення режиму чи умов роботи КО. Наявність пошкодження в ньому приводить до неможливості його використання на мережі.

Для мереж синхронної цифрової Ієрархії(СЦІ) введено поняття об'єкта технічного обслуговування(ОТЕ) аналогічного КО-це: мультиплексна секція(MSON) ,регенераційна секція(RSON) та тракти віртуальних контейнерів(VKn).,

В аналогових,цифрових ПЦІ,СЦІ системах для технічної експлуатації і ТО є важливе поняття об'єкт експлуатаційного контролю -(ОЕК).В них можуть проводитись вимірювання за допомогою зовнішніх вимірювальних приладів чи за допомогою вбудованої апаратури контролю,а в СЦІ-і за допомогою автоматизованої системи обслуговування. В СЦІ до них відносяться:

- інтерфейси NNI;
- компонентні тракти ПЦІ, утворені за допомогою обладнання СЦІ;
- тракти СЦІ (тракти віртуальних контейнерів VC);
- регенераційні секції;
- мультиплексні секції;
- наскрізні з'єднання (ТС) на швидкості STM-1;
- компонентні тракти STM-1, утворені за допомогою обладнання СЦІ.
 - наскрізні з'єднання (ТС) на швидкості STM-1;
 - компонентні тракти STM-1, утворені за допомогою обладнання СЦІ.

1.4. Основні параметри системи технічної експлуатації

В залежності від їх призначення можливий розподіл на три групи:

- глобальні параметри;
- структурні параметри;
- функціональні параметри.

Глобальні параметри займають особливе місце. Вони визначають ідеологію і методи технічної експлуатації. Глобальні параметри не змінюють своїх значень при тиражуванні і значно менше змінюються, порівняно з іншими параметрами, в процесі розвитку СТЕ. Це найбільш консервативні параметри системиїх зміна пов'язана зі зміною типів технічного обладнання СТЕ, програмного забезпечення, методів експлуатації, що в свою чергу пов'язано зі значними витратами.

Вибір глобальних параметрів - це в першу чергу вибір методів експлуатації, котрі залежать від багатьох факторів, таких як надійність обслуговування обладнання; укомплектованість мережі автоматичною контрольно-вимірювальною апаратурою; наявність обладнання діагностики і можливостей автоматичного усунення несправностей; наявність обладнання обробки та аналізу експлуатаційних даних.

До структурних параметрів можна віднести ті параметри, які задають територіальну структуру СТЕ. Сучасні системи ТЕ виконуються з застосуванням автоматизованих систем, до складу яких входять декілька (від трьох до п'яти) ієрархічних рівнів (рис.1.4).

Так, до першого рівня відносять контроль працездатності систем передачі і ліній передачі за допомогою засобів вбудованих в апаратуру СП або спеціально розроблених засобів.

До другого рівня відносять централізований комплекс, котрий взаємодіє з

засобами першого рівня і координує їх роботу.

На третьому рівні виконуються завдання аналізу характеристик і підтримки працездатності мережі в цілому.

При відомих значеннях глобальних і структурних параметрів в можливо вирішити завдання вибору значень функціональних параметрів СТЕ, котрі визначають режим її функціонування. Це найменш стійкі параметри системи, котрі можливо розподілити на параметри потужності та управління.

Основними параметрами потужності підсистем СТЕ є чисельність експлуатаційного персоналу і рівень запасів резервного обладнання.

До параметрів управління відносять параметри систем, з допомогою яких можливо виконати зміну режимів функціонування керованих елементів (елементів систем зв'язку) під дією управляючої інформації, тобто параметри:

- контролю, які визначають межі стану відмови обладнання;
- управління відновлюючими роботами (або просто параметрами відновлення), які визначають пріоритетне обслуговування заявок, політику управління запасами (періодичність поновлення запасів, об'єм партії, правила поставлення замовлення).

1.5. Методи технічної експлуатації

Зараз відомі і використовуються профілактичний, поновлюючий, статистичний методи та їх комбінації.

Основною ознакою розподілу в цій класифікації є спосіб виявлення та попередження відмов.

1.5.1. Профілактичний метод

Профілактичний метод раніше був найбільш розповсюджений для технічної експлуатації систем зв'язку. Метод полягає в проведенні поточного обслуговування: - профілактичних перевірок і вимірювань показників якості обладнання, апаратури, планово-попереджувального ремонту. Період між перевірками менший, ніж середній термін служби кожного блоку апаратури.

Профілактичний метод не потребує капітальних витрат на контрольно-вимірювальну апаратуру, що вважається його перевагою.

Основні недоліки профілактичного методу - це велика трудомісткість і пов'язані з нею високі експлуатаційні витрати. Досвід експлуатації систем передачі засвідчує, що проведення профілактичного обслуговування (вимірювань, регулювання та ін.), постійна присутність обслуговуючого персоналу в ЛАЦ знижують надійність роботи апаратури і ефективність мережі в цілому.

Профілактичний метод експлуатації передбачає повну відсутність безперервного автоматичного чи автоматизованого контролю. Виявлення чи попередження відмов виконується за допомогою планових профілактичних перевірок, планового поточного та капітального ремонту.

1.5.2. Поновлюючий метод

При поновлюючому методі контроль і поновлення обладнання відбуваються за потоком відмов. Відмова - повна зупинка функціонування елементу системи. Контроль якості функціонування відсутній. Профілактичні роботи не проводяться. Обладнання, яке знаходиться в стані відмови, блокується. Носієм інформації про відмову є технічний сигнал, який виробляється вбудованою апаратурою контролю, або заявка абонента.

1.5.3. Статистичний метод

При статистичному методі експлуатації переважає безперервний контроль якості функціонування обладнання. Поновлення обладнання також проводиться за потоком відмов. Однак відмова розуміється в більш широкому понятті, ніж при поновлюючому методі. В цьому разі розглядається науково обґрунтований рівень втрат в системі зв'язку. Величина втрат визначається як результат послідовного статистичного аналізу спостережень. Для статистичного методу необхідний збір і аналіз статистичного матеріалу про роботу обладнання. Цей метод не виключає профілактичних перевірок і вимірювань, а імітує їх об'єм, завдяки застосуванню методів математичної статистики для збору і обробки даних про стан обладнання (вибірковий метод спостережень). Для використання цього методу необхідні досить великі витрати на аналіз одержаної інформації.

Метод дуже перспективний і дає значний економічний ефект при використанні автоматизованих (автоматичних) вимірювальних комплексів для контрольних вимірювань каналів, трактів і апаратури без закриття їх дії з наступним аналізом результат є вимірювань на ЕОМ.

1.6. Вибір методу експлуатації

В реальних системах зв'язку жоден із розглянутих методів експлуатації не зустрічається в чистому вигляді, тому що кожен з них має свої недоліки. Профілактичний метод має цілий ряд недоліків, в тому числі [2,9,11]: низьку оперативність виявлення відмов, велику трудомісткість, додатковий потік відмов, які виникають при проведенні профілактичних робіт.

Поновлюючий метод найбільш економічний, однак він не забезпечує потрібної якості зв'язку. Він найбільш ефективний там, де необхідна висока оперативність виявлення відмов і заздалегідь відомо, що відмови пов'язані із значними втратами. Однак в чистому вигляді даний метод не знайшов застосування, головним чином через неможливість створення апаратури контролю, яка може без затримки сигналізувати про всі відмови і пошкодження обслуговуваної апаратури.

Статистичний метод позбавлений недоліків інших методів, однак його застосування, як правило, потребує створення дорогої системи контролю.

В кожній технологічній підсистемі застосовується комбінація поєднання вказаних методів експлуатації. При цьому, як правило, присутні поновлюючий

метод для виявлення і усунення великих аварійних відмов і профілактичний або статистичний метод, для виявлення і усунення решти відмов і попередження відмов (в тому числі і аварійних).

Вибір методів експлуатації розглядаємо як вибір в кожній технологічній підсистемі СТЕ оптимальної повноти безперервного автоматизованого контролю. В цілому для СТЕ оптимальним вирішенням може стати комбінація всіх трьох методів експлуатації. Такий метод часто називають "статистично-контрольно-коригуючим" [2], маючи на увазі той факт, що при застосуванні цього методу необхідні постійний збір і аналіз статистичних даних про різні параметри контрольованої апаратури, що дозволяє своєчасно коригувати характеристики, які не відповідають нормам. Комбінований метод є найбільш перспективним, бо забезпечує найвищу ефективність праці обслуговуючого персоналу при заданих вимогах до ефективності роботи мережі

Застосування цього методу проводиться із окремого приміщення за допомогою спеціального обладнання, котре забезпечує постійний статистичний контроль за якістю каналу, тракту, апаратури і систематичний аналіз одержуваних даних. На практиці застосовують загальні положення ТЕ, які приведені в розділі 4 КНД - 45-162-2000:

Загальні положення з технічної експлуатації

4.1 Забезпечення ефективного функціонування первинної мережі ЄНСЗ України, при визначеній якості і експлуатаційній надійності трактів і каналів передавання, досягається шляхом відповідної організації технічного обслуговування і оперативно-технічного управління первинною мережею.

4.2 Технічне обслуговування (ТО) повинно забезпечувати організацію і підтримування в необхідних межах установлених норм будь-яких ОТЕ первинної мережі, до яких зокрема відносяться технічні засоби електрозв'язку, які є складовою частиною з'єднання в трактах і каналах передавання.

На рисунку. 4.1(1.5) приведена спрощена структурна схема технічного та оперативно-технічного обслуговування обладнання, апаратури, трактів і каналів передавання первинної мережі.

4.3 ОТЕ первинної мережі повинні мати стик технічної експлуатації для обміну сигналами контролю і управління, а також обладнання і засоби для підтримування працездатності технічних засобів електрозв'язку.

Для прикладу можна навести такі ОТЕ (КО):

- ЛП та ділянки ліній передавання (ДЛП) кабельних, радіорелейних і супутникових систем передавання (СП);
- ЛТ та ділянки лінійних трактів (ДЛТ);
- МТ та ділянки мережних трактів (ДМТ);
- канали передавання (КП);

- мультиплексні і регенераційні секції цифрових систем передавання (ЦСП) синхронної цифрової ієрархії (СЦІ);
- апаратура і обладнання мережевих вузлів (станцій).

Перелік ОТЕ (КО) і формування узагальнених оцінок їх стану наведені нижче в розділі 8 цього КНД.

Прикладом сучасних ОТЕ є мультиплексні і регенераційні секції ЦСП СЦІ.

4.4 Використовуються такі методи ТО:

- **профілактичне технічне обслуговування (ПТО)**, яке за допомогою комплексу організаційно-технічних заходів забезпечує своєчасне попередження появи відмов або погіршення функціонування ОТЕ (КО) і усунення пошкоджень шляхом виконання ПТО через визначені проміжки часу або у відповідності з заздалегідь установленими критеріями, в основному, з закриттям трактів і каналів передавання на визначений час;
- **коригувальне технічне обслуговування (КТО)**, яке після визнання стану непрацездатності ОТЕ за допомогою комплексу організаційно-технічних заходів забезпечує виявлення несправностей та їх усунення шляхом виконання КТО, в основному, без виведення із експлуатації трактів і каналів передавання;
- **кероване технічне обслуговування (ОТК)**, яке за допомогою комплексу організаційно-технічних заходів забезпечує зведення до мінімуму профілактичного технічного обслуговування та скорочення коригувального технічного обслуговування шляхом виконання ОТК за допомогою методів аналізу стану ОТЕ з використанням засобів контролю робочих характеристик ОТЕ, засобів управління якістю передавання і усунення несправностей.

4.5 Використовується комбінація визначених методів ТО в залежності від типу обладнання. Для сучасних технічних засобів електрозв'язку основним є застосування ОТК. Цей метод, як правило, проводиться із окремого приміщення секції технічного обслуговування (СТО) в мережному вузлі (станції) за допомогою спеціального обладнання, яке забезпечує постійний контроль за якістю каналів, трактів, апаратури і систематичний аналіз одержуваних даних.

4.6 ПТО включає в себе:

- безперервний експлуатаційний контроль;
- періодичний експлуатаційний контроль;
- епізодичний експлуатаційний контроль;
- планові ремонтно-налагоджувальні роботи (РНР) і заміни компонентів апаратури з закриттям трактів і каналів передавання;
- поточне обслуговування обладнання і апаратури без закриття трактів і каналів передавання.

Поточне обслуговування без закриття трактів і каналів передавання полягає в:

- спостереженні за справністю механічних частин обладнання і апаратури;

- регулюванні механічних контактів (вузлів);
- чищенні і регулюванні контактів реле;
- змашуванні механічних контактів кіл електроживлення;
- перевірці напруги живлення і т. ін.

4.7 КТО включає в себе:

- безперервний експлуатаційний контроль;
- періодичний експлуатаційний контроль;
- епізодичний експлуатаційний контроль;
- оперативно-технічний контроль;
- ремонтно-відновлювальні роботи (РВР) і РНР.

4.8 ОТК включає в себе:

- безперервний контроль робочих характеристик ОТЕ;
- операції управління і перемикання на резерв;
- РВР і РНР.

4.9 Виконання функцій технічної експлуатації первинної мережі здійснюється:

- технічним змінним і незмінним персоналом лінійно-апаратних цехів (ЛАЦ) на нижньому рівні системи технічної експлуатації (СТЕ) в мережних вузлах (МВ) і мережних станціях (МС);

- центрами технічної експлуатації (ЦТЕ) на всіх ієрархічних рівнях STE, організованих на основі технічних служб підприємств (операторів) первинної мережі.

В МВ і МС необхідно організовувати секції технічного обслуговування – інформаційно – виконавчі пункти (СТО – ІП) на основі змінного технічного персоналу ЛАЦ.

СТО-ІП і ЦТЕ оснащуються, як правило, програмно-технічними комплексами (ПТК).

4.10 В залежності від типу обладнання основні виробничі процеси технічного обслуговування апаратури, трактів і каналів передавання первинної мережі [перевірка справності апаратури і вимірювання трактів і каналів передавання, уведення і відбій графіків обходів і замін (ГОЗ) і т. ін.] повинні здійснюватися за:

- програмами ПТК для обладнання сучасних ЦСП плезіохронної цифрової ієрархії (ПЦІ) і СЦІ;

- технологічними картами для обладнання аналогових систем передавання (АСП) і ЦСП з імпульсно-кодуючою модуляцією (ІКМ).

Програми ПТК або технологічні карти повинні мати характеристику виробничого процесу:

- послідовність операцій, періодичність і коротке їх описання;
- час, необхідний для виконання окремих операцій і всього процесу;
- порівняння результатів з нормами;

- перелік вимірювальної техніки.

4.11 Технічне обслуговування обладнання, апаратури, трактів і каналів передавання проводиться технічним персоналом у відповідності з діючими нормативними документами (НД) з питань технічної експлуатації, наприклад, алгоритмів технічного обслуговування, інструкцій з технічної експлуатації і т. ін. (див. розділ 2 цього КНД).

4.12 На МВ і МС, де організується цілодобове чергування змінного персоналу, робота змінного персоналу здійснюється за графіком, який затверджується керівником підприємства (підрозділу). Графік складається не менше, ніж на місяць та повинен бути доведений до змінного персоналу не пізніше, ніж за три дні до уведення його в дію.

4.13 Змінний технічний персонал забезпечує:

- виконання роботи з експлуатаційного контролю і поточного обслуговування апаратури трактів і каналів передавання;
- виконання вказівок з перебудови первинної мережі;
- оперативне усунення несправностей;
- приймання на перевірку і здавання в експлуатацію після перевірки або відновлення трактів і каналів передавання вторинним мережам і іншим користувачам;
- обслуговування апаратури електроживильних установок (ЕЖУ);
- ведення оперативно-технічної документації.

Змінний технічний персонал керується відповідними технологічними документами (алгоритмами, інструкціями, і т. ін.) для підрозділів системи оперативно-технічного управління (СОТУ).

Дії змінного технічного персоналу при несправностях ЕЖУ викладені в “Правилах технічної експлуатації електроустановок підприємств електрозв’язку України”.

4.14 Незмінний технічний персонал забезпечує:

- виконання робіт з експлуатаційного контролю, поточного ремонту, розвитку і формування мережі;
- виконання РНР і РВР;
- утримування обладнання електроживлення, електропостачання, життєзабезпечення, охоронно-пожежної сигналізації;
- приймання, уведення в експлуатацію трактів і каналів передавання і здавання їх вторинним мережам і іншим користувачам та письмове повідомлення в СОТУ про уведення в експлуатацію трактів і каналів передавання з указанням дати, а при необхідності, і причину затримки уведення;
- підготовку і уведення виробничої документації, необхідної для технічного обслуговування і оперативно-технічного управління первинною мережею;
- облік і аналіз роботи МВ, МС, ЛП, ЛТ, мультиплексних і регенераційних секцій для ЦСП СЦІ, МТ і каналів передавання;

- розроблення пропозицій з підвищення якості і надійності роботи первинної мережі, контроль за ходом їх впровадження.

4.15 Технічний персонал зобов'язаний:

- знати технічні характеристики і схеми обслуговуваних апаратури, обладнання, ЛП, трактів і каналів передавання;
- знати методи вимірювання параметрів апаратури, трактів і каналів передавання;
- знати і виконувати інструкції і керівництва з налаштування та експлуатації обслуговуваних ЛП, трактів і каналів передавання;
- знати схеми організації обслуговуваних трактів і каналів передавання, резервних ЛТ, підмінних трактів, ГОЗ, технологічні карти;
- знати схеми організації тактової мережі синхронізації для цифрової мережі в зоні обслуговування;
- знати і використовувати методи і способи відшукування і усунення несправностей на обслуговуваних ЛП, трактах і каналах передавання;
- знати методи виконання РНР і РВР обслуговуваних ЛП, трактів і каналів передавання, уміло проводити їх і вірно оцінювати одержані результати;
- знати і виконувати посадові інструкції, алгоритми і положення СТЕ і СОТУ первинною мережею, правила технічної експлуатації первинної мережі, керівні вказівки Державного Комітету зв'язку та інформатизації України та НД з технічної експлуатації;
- вести технічну, оперативно-технічну і технологічну документацію за установленими формами;
- виконувати правила внутрішнього розпорядку підприємства;
- знати і виконувати вимоги НД з охорони праці.

4.16 Змінний персонал СТО-ІІІ має такі обов'язки.

4.16.1 Під час приймання і здавання чергування змінний персонал зобов'язаний:

- перевірити стан ОТЕ;
- перевірити наявність документації, інструменту, засобів і шнурів вимірювання, шнурів комутації і засобів захисту;
- перевірити справність дії пристроїв телемеханіки, телеконтролю і телеуправління, каналів службового зв'язку, засобів автоматизованого контролю та оброблення даних;
- перевірити справність дії технічних засобів ПТК та інформаційної мережі;
- звірити відповідність документації і ключів від приміщень затвердженому переліку;
- зафіксувати в оперативному журналі здавання і приймання чергування;
- здійснити інші дії, які визначені місцевими інструкціями з внутрішнього розпорядку.

4.16.2 В процесі чергування змінний персонал зобов'язаний:

- підтримувати апаратуру і обладнання в справності;

- контролювати справність ЛП, мультиплексних і регенераційних секцій для ЦСП СЦІ, трактів і каналів передавання;
- контролювати канали службового зв'язку, системи життєзабезпечення та ін;
- негайно передавати повідомлення про зміну стану ОТЕ (КО) в підрозділи СОТУ;
- замінювати пошкоджені тракти і канали передавання згідно ГОЗ і розпоряджень СОТУ;
- з'ясовувати причини несправностей, оперативно організувати ліквідацію їх на обслуговуваній ділянці;
- взаємодіяти з ремонтно-відновлювальними бригадами (РВБ) і підрозділами СОТУ при усуненні несправностей;
- контролювати хід РВР і РНР, уводити (відміняти) ГОЗ за командами (з дозволу) підрозділів СОТУ і доповідати про це вищестоячому підрозділу СОТУ. Сповідати керівництво і підрозділи системи оперативно-технічного обслуговування (СОТО) про несправності і хід РВР;
- контролювати роботу ЕЖУ і при необхідності проводити комутацію і управління відповідними пристроями;
- здійснювати контроль за роботою техперсоналу в необслуговуваному підсилювальному пункті (НПП), необслуговуваному регенераційному пункті (НРП);
- сповіщати вторинні мережі та інших користувачів про зміну стану трактів і каналів передавання.

4.16.3 Керівник зміни один раз за добу (у відповідності з внутрішнім розпорядком) доповідає керівнику цеху МВ (МС) про роботу вузла (станції), ЛП, мультиплексних і регенеційних секцій для ЦСП СЦІ, трактів і каналів передавання за добу, яка пройшла, а керівник цеху не рідше одного разу в тиждень доповідає керівнику МВ (МС).

4.17 Незмінний технічний персонал зобов'язаний:

- підтримувати в справності апаратуру і обладнання, включаючи вимірювальну апаратуру і пересувні засоби зв'язку;
- здійснювати приймання і уведення в експлуатацію трактів і каналів передавання та здавання їх вторинним мережам та іншим користувачам;
- проводити РНР і вимірювання ЛП, трактів і каналів передавання і аналізувати дані вимірювань;
- систематично аналізувати записи змінного технічного персоналу, контролювати вірність ведення оперативно-технічної документації;
- проводити аналіз стану трактів, розроблювати і здійснювати заходи, які спрямовані на підвищення якості і надійності роботи трактів;
- виконувати РВР під час усунення несправностей;
- робити установленим порядком ремонт блоків апаратури АСП і ЦСП з ІКМ, здійснювати контроль за справністю підмінних блоків, шнурів і засобів вимірювань;

- своєчасно здавати засоби вимірювання на повірку;
- підтримувати в справності канали службового зв'язку, пристрої телеобслуговування і телеуправління ЛП;
- робити наочне приладдя для змінного технічного персоналу;
- вести технічну, оперативно-технічну і технологічну документацію за встановленими формами.

4.18 Обов'язки технічного персоналу вказані в посадових інструкціях на кожному підприємстві в залежності від обсягів робіт, штату, структури даного підприємства та методів технічної експлуатації.

4.19 Керівництво технічним обслуговуванням трактів і каналів передавання здійснюється головними і допоміжними керівними станціями (ГКС і ДКС).

4.20 Облік і аналіз роботи обладнання, апаратури, трактів і каналів передавання здійснюється у відповідності з діючою "Инструкцией о порядке ведения документации ЛАЦ по учету и анализу простоев трактов и каналов первичной сети ЕАСС".

Контрольні запитання

1. Визначити терміни «Технічна експлуатація»(ТЕ) та «СистемаТЕ». 2. Пояснити принципи побудови СТЕ мережі.
3. Привести і пояснити функціональну структуру ТЕ мережі зв'язку.
4. Пояснити архітектуру ЄНСЗУ.
5. Які загальні положення СОТО(АСОТО)?
6. Привести спрощену структурну схему ТО і ОТО.
7. Пояснити загальні положення та завдання системи оперативного управління.
8. Які види контрольованих об'єктів обслуговуються на мережі?
9. Які методи обслуговування каналів і трактів застосовуються на мережах зв'язку
10. Як вибирається метод обслуговування?

Список рекомендованої літератури

1. Бондаренко В.Г. Сучасні телекомунікаційні технології та послуги на межі ХХІ століття. К-1997 Радіоаматор №8-9 с.9-12.
3. Бондаренко В.Г. Многоканальные системы передачи первичной сети связи Украины, МС України, УМО "Связь Украины". К-1994 50с.

- 4.Бондаренко В.Г. Технічне обслуговування цифрових систем передачі первинної мережі. К. ДУІКТ, К-2002, 50с.
- 5.Бондаренко В.Г. Основні положення по застосуванню систем і апаратури синхронної цифрової ієрархії на мережі зв'язку. ДУІКТ К-2002, 84с.
- 6.Бондаренко В.Г. Скрипченко О.М. Параметри і характеристики каналів та трактів аналогових систем передачі. ДУІКТ К-2002, 31с.
- 7.Бондаренко В.Г. Скрипченко О.М. Параметри каналів і трактів ЦСП, методи вимірювань параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП, ОЦК і типових цифрових трактів. ДУІКТ К-2002, 51с.
- 8.Бондаренко В.Г. Сучасні тенденції підвищення надійності мереж зв'язку. К-1998, Радіоаматор №7 с.63
- 2.Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем і мереж зв'язку. К. ДУІКТ, К-2002, 100с.
- 9.Правила технічної експлуатації первинної мережі ЄНСЗ України. Частина перша. "Основні принципи побудови та організації технічної експлуатації", КНД-45-140-99 К. ДКЗІУ - 2001 80с.
Частина друга. Правила технічної експлуатації апаратури, обладнання, трактів і каналів передавання, КНД-45-162-2000 К. ДКЗІУ - 2002 108с.
- 10.Берганов И.Р., Гордиенко В.Н., Крухмальов В.В. Проектирование и техническая эксплуатация систем передачи М. "Радио и связь" 1989, 272 с.
- 11.Бондаренко В.Г. Слюсар В.О. Технічна експлуатація систем СЦІ, К-2002, Зв'язок №6 с.55-56; К-2003, Зв'язок №1 с.50-51; №3 с.63-66.передавання
12. Пилипенко Г.В.Структури IP/MPLS мережі 2008-2011р.конференція ДУІКТ 2010 р.
- 13.Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем та мереж зв'язку.Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком“Телекомунікації” з дисципліни ,ТЕСЗ,-К ДУІКТ 2012 р 847с.

2. Зв'язок методів експлуатації з методами контролю. Структурне резервування. Оцінка ефективності мережі зв'язку. Проблеми оптимізації розвитку мереж.

2.1. Зв'язок методів експлуатації з методами контролю

Аналіз методів технічної експлуатації (ТЕ) показує їх тісний зв'язок з методами контролю і необхідність врахування виду контролю при виборі конкретного методу технічного обслуговування.

Розглянемо схему такого взаємозв'язку.

Вона виглядає так: кожна кількість однотипних контрольованих об'єктів (КО) схильна до випадкового потоку відмов $\Lambda = (\lambda_i)$, де λ_i - інтенсивність відмов i -го типу КО. Вплив відмов КО на ефективність роботи мережі можливо оцінити за допомогою критеріальної функції $C_{ш}$ (2.1.):

$$C_{ш} = \sum_{i=1}^m C_{ш_i} \cdot K_{н_i} \cdot P_i ; \quad (2.1)$$

Де $C_{ш_i}$ - штраф за втрату одиниці об'єму інформації i -го виду;

$K_{н_i} = 1 - K_{г_i}$ - коефіцієнт неготовності засобів зв'язку при передачі інформації i -го виду,

$i = 1, \dots, m$; P_i - об'єм інформації i -го виду.

Основною причиною зниження ефективності роботи мережі є відмови і збої апаратури зв'язку, які приводять до зниження коефіцієнтів готовності каналів і трактів. Функціонування СТЕ створює перепону цьому.

Завдання вибору основних параметрів СТЕ вирішується як задача математичного програмування;

$$q_o = \arg \cdot \min C(q); \quad w_i(q_i) < d_i ; \quad (2.2)$$

де $w(q)$; $w_i = (q_m)$, $w_{mo}(q)$ - втрати на даних ланках мережі зв'язку;

$d_i = d_1 \dots d_m$ - вектор, який визначає допустимі значення втрат на цих ланках.

В число основних параметрів СТЕ включають параметри, які суттєво впливають на експлуатаційні витрати $C(q)$ або на втрати $w_i(q)$.

Основні параметри СТЕ в залежності від їх призначення розподіляють на

три групи, які саме - викладено вище в розділі 1.4.

На основі критеріальної функції і вимог до якості зв'язку можливо визначити систему коефіцієнтів готовності. (K_{gi}), де K_{gi} – коефіцієнт готовності КО і-го типу, котрий разом з Λ визначає систему контрольних термінів усунення несправностей.

В загальному випадку час появи відмови до моменту поновлення за контрольний термін або. раніше- можливо розділити на три випадкових компоненти:

$$t_{kti} = t_{vi} + t_{pmi} + t_{чп} ; \quad (2.3)$$

де t_{vi} - час з моменту появи відмови КО і-го типу до моменту установлення цього факту системою контролю;

t_{pmi} - час пошуку місця відмови КО і-го типу, який пройшов з моменту встановлення факту відмови;

$t_{чп}$ - час появи працездатності КО і-го типу, тобто чистий час заміни елементів, які відмовили.

Тривалість кожного з цих періодів залежить від ефективності системи контролю, яка виявляє факт відмови і виконує пошук місця появи відмови контрольованої апаратури, каналу, тракту. Залежність (2.3) відображає тісний взаємний зв'язок методів контролю і технічного обслуговування.

Необхідне створення такого устаткування контролю, яке приведе до зменшення математичного чекання і дисперсії величин t_{vi} і t_{pmi} для послаблення вимог до $t_{чп}$, що і дозволить перейти до більш досконалих методів експлуатації.

2.2. Структурне резервування

Для підвищення надійності мереж зв'язку вдаються до структурного резервування. Використовуючи методи визначення показників надійності для резервованих систем з поновленням, до яких відносяться мережі зв'язку, можливо визначити ступінь впливу характеристик системи контролю на коефіцієнт готовності резервованих каналів і трактів.

Розглянемо як приклад дубльовану групу (рис.2.1), яка складається з двох однакових КО (лінійних або мережних трактів) і апаратури переключення П з коефіцієнтом готовності K_{gp} .

Припустимо, що потік відмов каналів і трактів досить простий з

інтенсивністю λ , час поновлення розподілений за експоненціальним законом з параметром μ . Тоді коефіцієнт готовності кожного елемента визначається за формулою:

$$K_{\Gamma} = \lambda / (\lambda + \mu) = T / (T + T_{\Pi}) ; \quad (2.4)$$

де $T = 1 / \lambda$ - середній час наробки на відмову;

$T_{\Pi} = 1 / \mu$ - середній час поновлення.

Для спрощення розрахунків припустимо, що ремонтний орган (РО) може поновлювати одночасно обидва КО, які відмовили. У випадку відмови одного з елементів резервованої системи, цей КО поступає в РО і після відмови включається до складу дубльованої групи. Апаратура переключення підключає замість КО, який відмовив, справний. Для такого випадку стан кожного з елементів в довільний момент статистично незалежний. Вся система в довільний момент часу буде знаходитись в стані відмови, якщо в цей момент в стані відмови знаходяться обидва елементи (у випадку абсолютної надійності переключальної апаратури).

Коефіцієнт готовності дубльованої групи, який представляє собою вірогідність справного стану хоча б одного тракту, в довільний момент часу може бути визначений як:

$$K_{\Gamma_{\text{гр}}} = 1 - (1 - K_{\Gamma})^2 ; \quad (2.5)$$

- з врахуванням коефіцієнту готовності переключальної апаратури коефіцієнт готовності резервованої системи (рис.2.1) визначається за формулою

$$K_{\Gamma_{\text{рп}}} = K_{\Gamma_{\text{п}}} [1 - (1 - K_{\Gamma})^2] \quad (2.6)$$

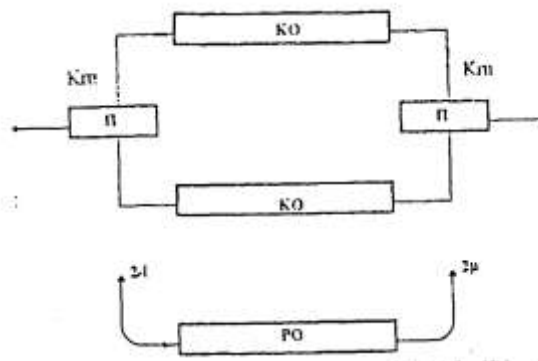


Рис. 2.1 Схема резервування трактів з поновленням

Вирази (2.4-2.6) для коефіцієнтів готовності поновлюваних пристроїв одержані за припущенням, що наявна ідеальна система контролю. Вона виявляє всі відмови, і відновлення починається негайно. Для реального випадку ці припущення неточні, бо не враховується випадковий час, який пройшов з моменту появи відмови до моменту виявлення того факту системою контролю. Причиною того, що $t_{vi} > 0$, є той факт, що контроль працездатності апаратури реалізується дискретно в часі і є необхідність статистичної обробки результатів контролю, що потребує певного часу для накопичення і обробки інформації.

Для реальної системи контролю коефіцієнти готовності КО будуть мати нижчі значення, ніж для ідеальної. Погіршення $K_{г}$ реальної системи контролю можливо оцінити за виразом:

$$\Delta K_{г} = [(K_{г} - K_{г}') / K_{г}'] 100\% ; \quad (2.7)$$

де $K_{г}$ - коефіцієнт готовності КО в ідеальній системі контролю;

$K_{г}'$ - коефіцієнт готовності КО в реальній системі контролю.

Якщо відоме допустиме значення зменшеного коефіцієнта готовності, то можливо визначити вимоги до параметрів системи контролю.

Профілактичний метод обслуговування, який вживається на первинній мережі, не дозволяє збільшити частість контрольних вимірювань за відсутністю автоматичних пристроїв контролю.

З виконаного аналізу витікає, що необхідно створювати ефективні алгоритми для автоматичного статистичного та діагностичного аналізу контролю обладнання ЛАЦ та сучасну апаратуру для їх реалізації.

Є декілька альтернативних варіантів побудови автоматизованої системи контролю (АСК), різних по збіжності та глибині контролю при використанні статистичного методу. Глибину контролю будемо визначати з рівняння

$$j = (t_0 - t_j) / t_0 , \quad (2.8)$$

де t_0 - час при нульовій глибині контролю;

t_j - час, який витрачається експлуатаційним персоналом при j -й глибині контролю за встановлення місця та причини відмови після того, як відмова

була зафіксована системою контролю (при нульовій глибині контролю $t_j = t_0$).

Поглиблення контролю підвищує ефективність праці експлуатаційного персоналу за рахунок підвищення вартості системи контролю.

Глибина контролю входить до переліку глобальних параметрів СТЕ, тому що пов'язана з вибором типів технічних засобів.

Реалізація принципів побудови СТЕ пов'язана з визначенням оптимального ступеня концентрації і централізації у всіх технологічних підсистемах. Концентрація засобів обслуговування завжди потребує централізації функцій управління і навпаки, тому глобальні параметри СТЕ розподілимо на три групи: повноти контролю, глибини контролю, ступеня централізації. Якщо задані значення глобальних параметрів, то оптимальна територіальна структура СТЕ визначається територіальною структурою системи зв'язку (див. розд.1.4).

Використання обчислювальної техніки для вирішення завдань технічної експлуатації і управління відкриває можливість їх автоматизації за допомогою створення АСТЕ.

Мету функціонування АСТЕ можливо сформулювати як мінімізацію трудозатрат та капітальних витрат при забезпеченні заданої якості обслуговування.

Формально умови досягнення цієї мети можливо записати у вигляді задачі оптимального управління.

$$Y = \arg \min \int_0^{T_{ж}} \exp(-\lambda nt) M(y,t) dt ; \quad (2.9)$$
$$P \{ K_t(y,w) < K_t^0(qt) \} = 1, \quad 0 < t < T_{ж} ;$$

де Y - оптимальна стратегія;

$T_{ж}$ - прогнозований час життя системи;

λ - коефіцієнт, який вибирають;

$M(y, t)$ - математичне очікування потрібної чисельності персоналу;

y - множина стратегій управління, що реалізуються;

$K_t(y,w)$ - вектор значень показників якості обслуговування технічних засобів чи абонентів;

w - відбіркова траєкторія цього процесу;

K^0_t - вектор нормативів на показники якості;

q_t - вектор некерованих параметрів, які характеризують розвиток системи, для котрої створюється АСТЕ, та зовнішнього середовища, яке розглядається як нестационарний випадковий процес.

Із розглянутого співвідношення (2.9) видно, що визначивши y , λ_n , q_t , а також залежності $M(y,t)$, $K(q_t)$, $K^0(q_t)$, одержимо задачу оптимального управління дуже великої розмірності. Через це, а також через розподіленість об'єктів експлуатації в просторі, можна зробити висновок про те, що вирішення цієї задачі можливе тільки при розпаралелюванні процесу обробки інформації та передачі права прийняття рішень нижнім рівням ієрархії.

Управління технологічними процесами експлуатації, яке виконує СТЕ, являє собою технічне обслуговування, яке включає контроль і поновлення.

Функції поновлення в основному виконуються експлуатаційним персоналом, за винятком випадків переключення на резервне обладнання, тому основою нижнього рівня АСТЕ є АСК, які спеціалізуються за типами обладнання і мереж зв'язку. Об'єктом управління на цьому рівні є технологічне обладнання мереж зв'язку, виконавчими органами - експлуатаційні підрозділи СТЕ.

Мета управління - максимальна ефективність функціонування технологічного обладнання.

2.3. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕРЕЖІ ЗВ'ЯЗКУ

Завдання технічного обслуговування обладнання мереж зв'язку визначаються метою його функціонування і полягають в забезпеченні заданого терміну служби та ефективності експлуатації мережі.

Ефективність мережі за якісною доставкою повідомлень різним абонентам можливо оцінити системою показників ефективності роботи мережі

$$E = (H, W) ; \quad (2.10)$$

де H - група показників надійності,

W - показник ефективності мережі.

Надійність мережі - її властивість забезпечувати передачу інформації між абонентами з збереженням в часі показників її обслуговування і параметрів каналів та трактів в заданих межах в процесі періоду експлуатації. Як комплексний показник групи Н використовується коефіцієнт готовності об'єктів мережі (каналу, тракту, лінії передачі та ін.) - $K_{Г}$, котрий визначається як ймовірність того, що цей об'єкт буде працездатний в будь-який момент часу.

$$K_{Г} = T / (T + T_{п}); \quad (2.11)$$

де T - середній час наробки на відмову (показник безвідмовності);

$T_{п}$ - середній час поновлення (показник ремонтпридатності). Надійність об'єктів характеризується також одиночними показниками, до яких належать ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$, інтенсивність відмов $\lambda(t)$, ймовірність поновлення працездатності системи P -й заданий контрольний час t кч. Показник ефективності мережі (2.10) оцінюється за виразом

$$W = \Pi / C ; \quad (2.12)$$

де Π - продуктивність мережі, під якою розуміють обсяг інформації, яка передається по мережі за певний час;

C - приведені витрати.

При відмовах обладнання зв'язку інформація, яку передають, повністю або частково втрачається. Втрату Інформації за рахунок ненадійності функціонування мережі можливо врахувати функцією штрафів $C_{ш} = P(K_{Г})$. При визначенні ефективності мережі величина штрафів враховується як деякий зріст витрат, які збільшують приведені витрати

$$C = E + C_{ш} + K_{к} ; \quad (2.13)$$

де E - річні експлуатаційні витрати;

$K_{к}$ - капітальні вкладення в мережу.

Значення (величина) штрафів на мережі визначається сумою штрафів за втрати інформації різного виду (вираз 2.1)

2.4. ПРОБЛЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗВИТКУ МЕРЕЖ ЗВ'ЯЗКУ

Викладена загальна ідея дослідження мереж зв'язку, які представляють собою велику систему та складаються з ряду традиційних і нових підсистем, які швидко розвиваються і удосконалюються.

При плануванні розвитку первинної мережі зв'язку України повинно враховуватися стан складових підсистем, оскільки вони суттєво впливають на техніко-економічні показники системи в цілому. Проведена класифікація найбільш загальних методів вирішення оптимізаційних задач широкого класу, а також подані варіанти поділу на підсистеми і вибору методів їх аналізу та оптимізації.

Викладені матеріали визначають практичні напрямки можливого системного аналізу і синтезу мереж зв'язку України.

В Україні швидкими темпами впроваджуються сучасні цифрові мережі зв'язку та технології надання послуг зв'язку споживачам [5-9]. Мережа зв'язку України – одна з найбільших систем, що потребує для свого розвитку суттєвих капіталовкладень. Для ефективного розвитку цієї мережі необхідно швидкими темпами впроваджувати нові технології і технічні засоби, які мають більш високі технічні та економічні показники. Зв'язок належить до індустрії інформатики та сприяє швидкому розвитку науково-технічного прогресу. Дослідження в галузі зв'язку збагачують теорію і практику створення великих систем, систем управління, теорію масового обслуговування.

Постає важлива проблема планування мереж зв'язку з врахуванням її комплексного розвитку, оскільки телефонні мережі, телевізійного мовлення, документального зв'язку, розподілу мовних програм, передавання газет, Інтернет та ін. є підсистемами великої єдиної мережі зв'язку. На сьогодні кожна з них в Україні розвивається практично незалежно одна від одної [10]. Необхідність більш тісного їх пов'язання зумовлено можливістю часткової взаємодії різних інформаційних потоків, а також використанням для їх передавання єдиної транспортної системи. Для раціонального прискорення розвитку мережі зв'язку України слід було б враховувати напрямки розвитку всіх підсистем мережі зв'язку, які входять до неї. При цьому необхідно врахувати, що існують оптимізаційні задачі, схожі за постановкою та є загальні за методами вирішення для всіх підсистем зв'язку.

Алгоритм вирішення вищезгаданих функціональних задач зв'язку цих підсистем і ієрархією їх побудови, які можна представити у вигляді кількох

рівнів [6]. Спрощена логічна структурна схема послідовності вирішення оптимізаційних задач мереж зв'язку показана на рис.2.2.

На першому рівні аналізуються потреби в послугах зв'язку, для задоволення яких створюється мережа. Він повинен визначати очікувані об'єми інформаційних потоків, розподіл їх у просторі та часі. В даному випадку проблема оптимізації складається в уточненні видів і об'ємів традиційних і нових послуг зв'язку, а також у виборі об'ємів і характеру розподілу потоків, що створені цими послугами. Отримані результати повинні використовуватися на всіх етапах оптимізаційних розрахунків мереж. До сьогодні такі дослідження в Україні мало проводились, тому прогнози потреб у послугах мало ймовірні, що негативно впливає на якість планових рішень [12]. Таким чином, проблемам і прогнозуванню розвитку послуг зв'язку та завданням насичення України товарами і послугами повинна приділятися особлива увага [13].

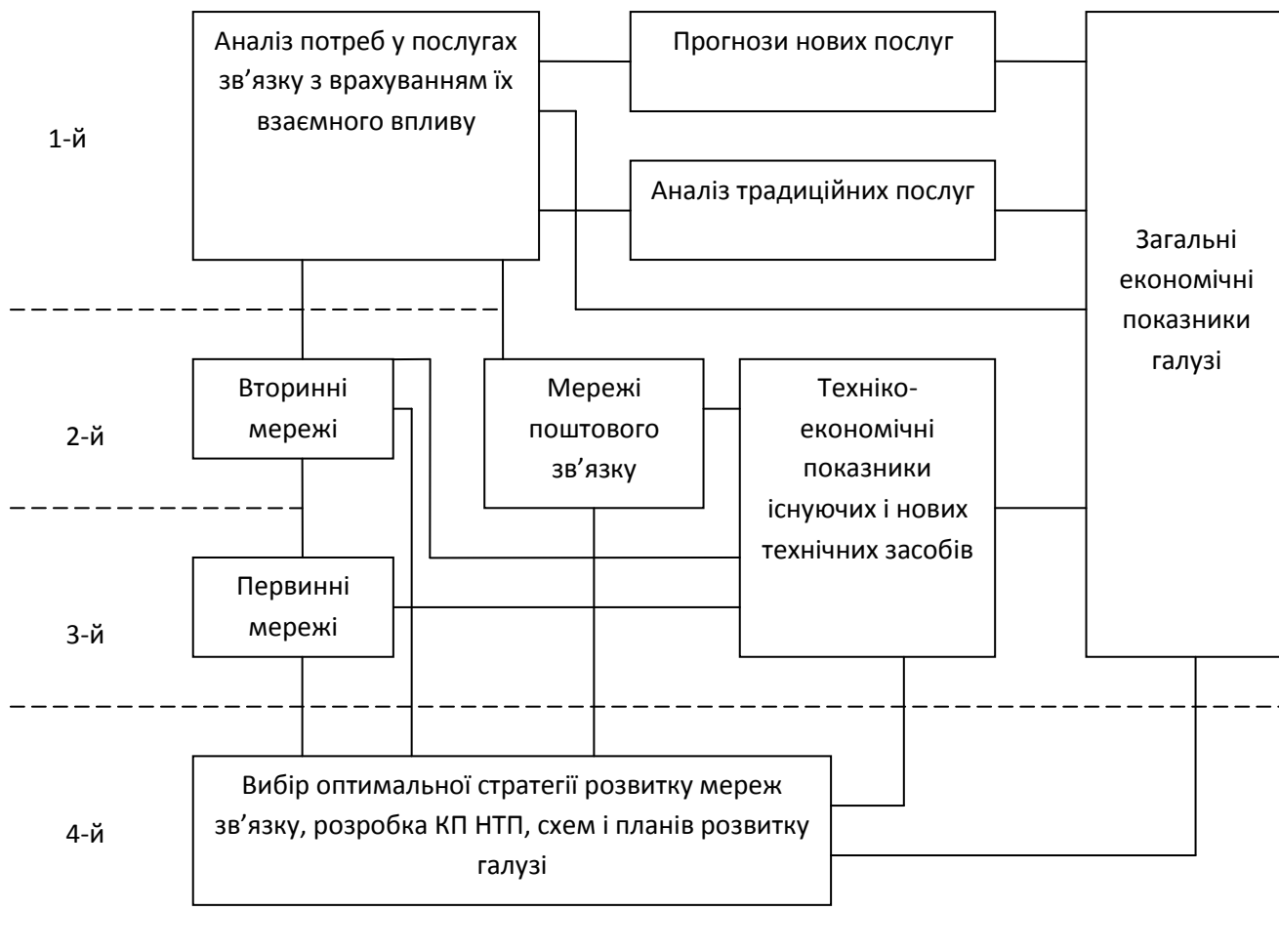


Рис. 1. Спрощена схема проведення робіт з оптимізації розвитку зв'язку:
1-4-й – рівні оптимізації;

Крім зв'язківців, до прогнозування послуг повинні залучатися спеціалісти в галузі економіки, соціології та сфери обслуговування.

До другого рівня проблем відноситься оптимізація структури конкретного розподілу інформаційних потоків вторинних мереж зв'язку.

Суттєве значення ці проблеми мають для первинної міжміської мережі, так як Україна має велику територію. Результатами досліджень повинні бути алгоритми, які б дозволили за допомогою ЕОМ оптимізувати розподіл каналів на первинній мережі у відповідності з прийнятими принципами з'єднання АМТС, що враховують високу зайнятість каналів, можливість обходів за шляхами останнього вибору, модульну структуру систем передавання та ін.

Програми алгоритмів оптимізації на сучасних ЕОМ, що будуються за додаткових умов і шляхом розрахунків на основі матриці навантажень дозволяють скласти оптимізаційну матрицю потреб каналів для міжміської телефонної мережі, що запропонована у [14]. В результаті оптимізації з'явилась можливість збільшити коефіцієнт використання каналів мережі на 20-30%. Така оптимізаційна матриця є одним з найважливіших компонентів вихідних даних для розрахунку первинної магістральної мережі.

Іншими складовими повинні бути матриці потреб для різних видів послуг. Ряд оптимізаційних задач вторинних мереж наведений у [11]. Оптимізаційні розрахунки за допомогою ЕОМ дозволяють на 20 % скоротити довжину магістральних каналів передавання за умови переходу мережі на регіональний принцип розподілу.

Третій рівень проблем оптимізації розвитку мереж зв'язку передбачає упорядкування структури і послідовності нарощування первинної мережі. Перш за все необхідно розробити та підготувати вихідні дані і сформулювати кінцеву мету функції оптимізації. У вихідних даних повинна бути включена сумарна матриця потреб каналів, що розроблена на основі вирішених задач другого рівня: техніко-економічні характеристики систем передавання різної пропускної здатності; характеристики обладнання для мережних вузлів; визначення існуючих обмежень (наприклад: кількість допустимих транзитів; показники надійності мережі; структура існуючої мережі; можливості постачання обладнання та ін.). Повним вирішенням кінцевої задачі можна вважати оптимізацію капітальних або наведених витрат в умовах короткострокового і довгострокового планування. Прикладом такого планування розвитку мереж зв'язку України є "Концепція розвитку телекомунікацій в Україні до 2010 року", яка була затверджена

розпорядженням Кабінету Міністрів України у грудні 1999 року, а також Закон України «Про телекомунікації» [9]. Але завдання оптимізації первинної мережі зв'язку з використанням широкого кола вихідних даних не визначене.

Для місцевих мереж необхідно оптимізувати перший і другий рівні разом. У цих випадках вибір варіантів побудови мереж і розміщення засобів зв'язку має суттєве значення, оскільки доля капіталовкладень у розвиток ділянок місцевих мереж зв'язку складає біля половини всіх вкладень у мережу. В той же час відомо, що на міжміській телефонній мережі та сільській телефонній мережі засоби зв'язку використовуються малоефективно. Якщо магістральні міжміські лінії використовуються на 65-86 %, то абонентські лінії, протяжність яких на місцевих мережах складає багато мільйонів кілометрів, навіть у ЧНН використовується не більше ніж на 10% [6]. Інтенсивний розвиток місцевого зв'язку потребує великих витрат, тому у першу чергу необхідна оптимізація територіального розподілу комутаційних станцій.

Вибір оптимальної стратегії розвитку вторинної і первинної мереж передбачає облік нових техніко-економічних показників, які з'являються у процесі впровадження сучасних технологій зв'язку, обумовлених науково-технічним прогресом. Ці показники суттєво впливають на структуру мережі, розміщення на ній технічних засобів, можливість і необхідність об'єднання функцій первинної і вторинної мереж.

Тому необхідний четвертий рівень робіт з проблемами оптимізації, тобто розробка стратегії впровадження нових технологій, нової техніки, нових мереж, нових служб зв'язку. Такі проблеми повинні вирішуватися в рамках комплексної програми науково-технічного прогресу (НТП) в галузі. Роботи за єдиною комплексною системою рішень оптимізаційних задач можуть примножити ефект, який отримують від таких досліджень, оскільки можливі єдині алгоритми і програми рішень потокових задач, задач розподілу технічних засобів на мережах зв'язку, а також задач автоматизації технічного обслуговування і управління мережами.

Питання впровадження цифрових мереж зв'язку України і тенденції розвитку сучасних мереж зв'язку є актуальними і зараз [4].

На рис. 2 показана класифікація методів оптимізації, яка запропонована у [16]. Вона є достатньо загальною і може використовуватися для вибору методу оптимізації мереж зв'язку.

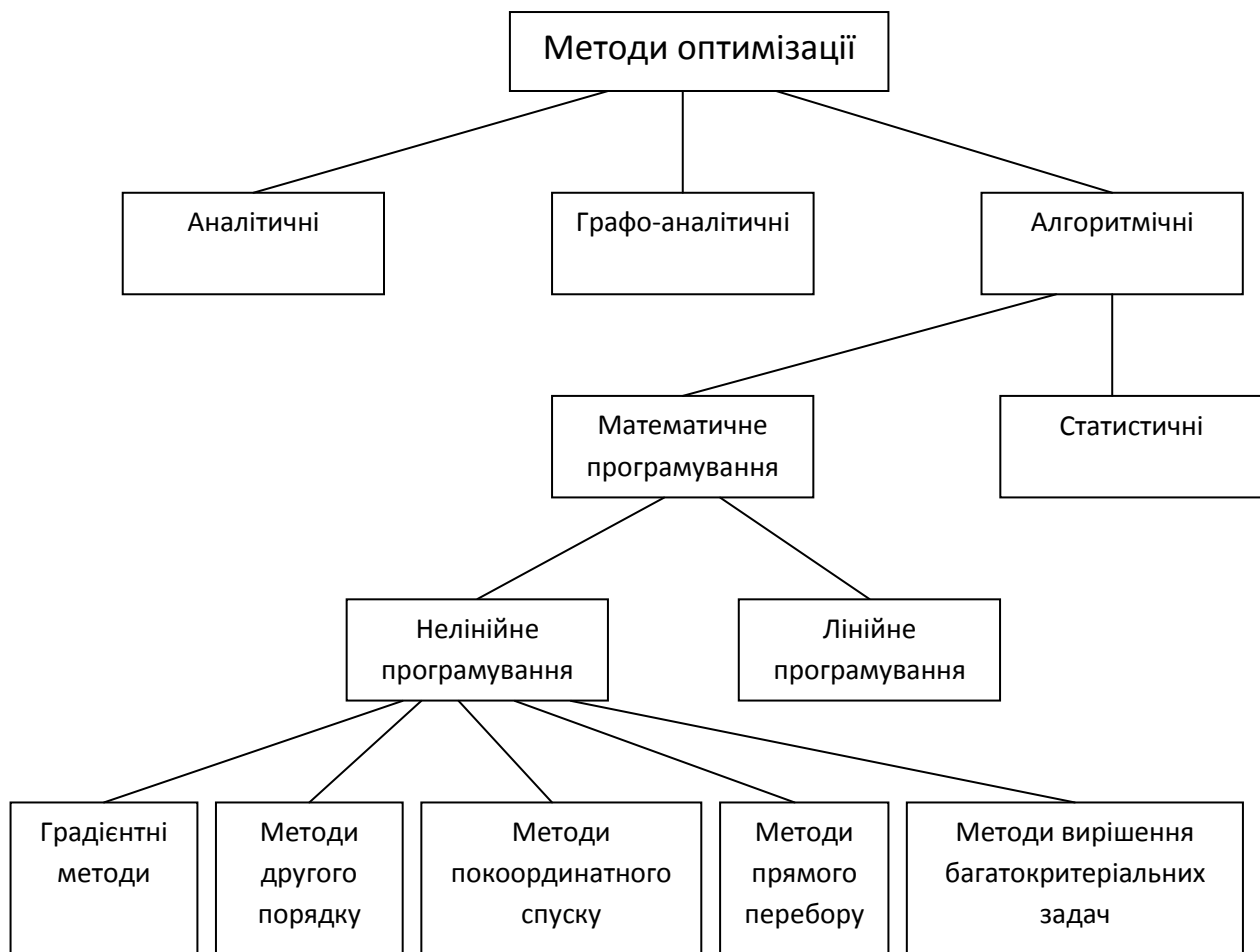


Рис. 2.3 Класифікація методів оптимізації

В [11] розглянуті методи вирішення екстремальних задач при оптимізації систем зв'язку, які повинні вирішуватися за допомогою ЕОМ.

Для мереж зв'язку суттєве значення має вирішення екстремальних задач з визначенням сукупності змінних, які забезпечують мінімум або максимум заданої цільової функції (функціонала) у деякій обмеженій області. Ці задачі полягають у знаходженні функціонала і пошуку екстремумів функції у заданих обмежених просторах. Перелік найбільш характерних вихідних задач оптимізації мереж і систем зв'язку наведений у таблиці. Задачі можуть мати різні модифікації, які визначаються виглядом цільової функції, а також сукупністю обмежень і вихідних даних. Тому метод вирішення задачі може бути вибраний тільки після її математичного формулювання з врахуванням характеристик мережі або системи, що досліджується.

Таблиця

Перелік найбільш характерних вихідних задач оптимізації мереж зв'язку

№ п/п	Система або підсистема	Предмет розрахунку, задача	Апарат дослідження	Характеристики задач оптимізації	Приклади систем і підсистем
1	2	3	4	5	6
1	Мережі зв'язку	Структура мережі. Склад підсистем. Обладнання, структурна схема станції. Типи систем передавання. Ступінь інтеграції послуг і видів зв'язку. Топологія мережі і її складових	Теорія великих систем. Структурні матриці, теорія графів. Методи узагальнених критеріїв. Комбінаторика. Математичне програмування. Статистичне моделювання.	Мінімізація структури мережі (протяжність ліній зв'язку); визначення коротких шляхів на заданій мережі; вибір маршрутів з врахуванням завантаження напрямків. Мінімізація часу доставки інформації	Цифрова мережа зв'язку, загальна концепція побудови; АСТЕ, АСОТУ, АСОТО; Системи управління SDH, DWDM
2	Комутаційні поля	Розрахунок втрат, кількість групових приладів, ємність пучків, пропускної здатності.	Методи вирішення багатокритеріальних задач. Теорія телетрафіка. Операційне обчислення. Інтегральні перетворення. Теорія масового	Мінімізація структурних параметрів, втрат і затримок інформації в процесі комутації	Комутаційна станція. Архітектура станції

			обслуговування		
3	Прилади управління і комплекси	Декомпозиція систем і підсистем, топологія, функціональні схеми. Структури програмного управління. Способи передавання і кодування сигналів. Уніфікація стиків блок-схеми програм, вибір елементної бази	Структурні матриці, теорія графів, теорія імовірностей, теорія алгоритмів і програм; теорія масового обслуговування; синтез автоматів	Розподіл завдань в багатопроцесорній системі; оптимізація ступеня децентралізації функцій; максимізація пропускної здатності; мінімізація часу очікування (розрахунок черг); оптимізація розподілу ресурсів; оптимізація архітектури комплексу; мінімізація часу обслуговування	Складові і прилади автоматизованої системи технічної експлуатації, системи управління мережею
4	Системи параметрів і характеристик	Розрахунок втрат (наявних і прихованих), числа групових приладів, ємностей пучків,	Теорія телетрафіку. Операційне обчислення. Теорія моментів. Інтегральне перетворення.	Мінімізація втрат і затримок в процесі передавання пакетної інформації, мінімізація коефіцієнтів	Оптимізація якісних характеристик IP-мережі. Оптимізація надійності ВОЛЗ при їх проектуванні .

		пропускної здатності і продуктивності, розрахунки показників надійності, розрахунки черг, визначення ефективності кодів, часу доставки інформації.		готовності апаратури і мережі.	
5	Інші підсистеми	Типи структур мережі; обґрунтування вимог до виробів, вузлів, блоків, з'єднувальних ліній і кінцевих пристроїв; складання і аналіз алгоритмів; способи сигналізації і синхронізації; принципи динамічного управління мережею; декомпозиція	Теорія систем; теорія просторових станів; статистичне моделювання; метод штрафних функцій; методи вирішення багатокритеріальних задач	Мінімізація вірності приймання синхросигналу, часу між просковджуванням в PDH, параметрів мережі синхронізації в SDH; мінімізація середнього часу пошуку несправності і працезатрат на обслуговування комплексу обладнання	Функціональні обмежені системи; цифрова мережа зв'язку, технічні вимоги до вузлів і пристроїв

		підсистеми			
--	--	------------	--	--	--

Особливої уваги заслуговують методи вирішення багатокритеріальних задач для оптимізації систем і підсистем зв'язку [17,18].

При вирішенні задач оптимізації мережі зв'язку як великої системи, основну увагу необхідно зосередити на правильній постановці конкретних задач, які належать до проектування систем зв'язку, а також на складання прикладних програм, що забезпечують вирішення задач великої розмірності.

Таким чином можна забезпечити бажаний компроміс між високими показниками якості і прийнятними економічними показниками мережі зв'язку, що проектується.

Майбутнє мереж буде належати впровадженню самоорганізуючих мереж, які поділяються на цільові і комірчасті мережі [19]..

Контрольні запитання

1. Пояснити зв'язок методів ТЕ з методами контролю.
2. Як визначається ефективність мережі?
3. Привести схему резервування трактів з поновленням.
4. Як визначається сума штрафів на мережі за втрату інформації
5. Пояснити спрощену 4хрівневу схему робіт з оптимізації розвитку зв'язку ?
6. Що аналізується на 1,2,3 рівнях звпровадження робіт з оптимізації?
7. Чому потрібен 4й рівень?
8. Поясніть класифікацію методів оптимізації.
9. проаналізувати таблицю найбільш характерних вихідних задач.

Список рекомендованої літератури

1. Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем і мереж зв'язку. ДУІКТ, К-2002, 100с.
2. Бондаренко В.Г. Многоканальные системы передачи первичной сети связи Украины, МС України, УМО "Связь Украины". К-1994 50с.
3. Бондаренко В.Г. Технічне обслуговування цифрових систем передачі первинної мережі. ДУІКТ, К-2002, 50с.
4. Кудрявцев Г.Г., Мамзев І.А. Микропроцессоры в системах технического обслуживания средств связи.-М. Радио и связь. – 1990, 136 с.
5. Бондаренко В.Г. Многоканальные системы передачи первичной сети связи Украины. – К.: Знання, 1994. – 50с.
6. Бондаренко В.Г., Беркман Л.Н. Тенденції розвитку сучасних мереж зв'язку. – К.: Знання, 1995. – 34с.

- 7.Бондаренко В.Г. Керівний технічний матеріал (КТМ) по застосуванню систем і апаратури синхронної цифрової ієрархії на мережі зв'язку України. – К.: Знання, 1998 – 83с.
- 8.Кривуца В.Г., Беркман Л.Н., Стеклов В.К. та ін.. Управління телекомунікаціями із застосуванням новітніх технологій. – К.: Техніка 2007. – 384 с.
- 9.Борисов Б.П., Кушнір В.Н. Обоснование принципов создания первичной сети электросвязи Украины // Перспективы развития первичной сети связи Украины / Под. ред В.Г. Бондаренко. – К.: Знание, 1995.- с. 6-9.
- 10.Давыдов Г.Б. Некоторые проблемы оптимизации развития сетей связи // Электросвязь.- 1985.- №12.- с. 10–15.
- 11.Штагер В.В. Методы решения экстремальных задач при оптимизации систем электросвязи // Электросвязь.- 1986.- №5. – с. 35-39.
- 12.В.Г. Бондаренко, Д.С. Новиков Проблемы оптимизации развития сетей связи Украины // Зв'язок. – 1995. - №2. – с.32-35.
- 13.Закон України про Телекомунікації. – №1280-IV 2003р. – 52с.
- 14.Дедоборщ В.Г., Ильина Л.Д. Расчет числа каналов междугородней телефонной сети с учетом модульности систем передачи // Электросвязь. – 1985.- № 3. – с. 41-47.
- 15.Юревич Г.А. Оптимизация распределения потоков вызовов на сети коммутации каналов с обходами // Системы и средства передачи информации: Сб. науч. тр. КОНИИС.- М. 1979. с. 57-63
- 16.Бондаренко В.Г. РС-генераторы синусоидальных колебаний.- М.: Связь, 1976. – 208с.
- 17.Дехтяренко В.А. Методы многокритериальной оптимизации систем при проектировании.- К.: Техника, 1976. – 253с.
18. Воронин А.Н. Многокритериальный синтез. – К.: Наук. Думка, 1992. – 210с.. 19.Аджемов А.С., Васильев А.Б., Кучерявый А.Е. Перспективные направления развития сетей связи общего пользования // Электросвязь. № 10, - 2008.– с. 6-7.
20. Бондаренко В.Г. та інші, ПРОБЛЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗВИТКУ МЕРЕЖ ЗВ'ЯЗКУ// Зв'язок 2010-№1-С.50-54.
- 21.Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем та мереж зв'язку.Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком“Телекомунікації” з дисципліни ,ТЕСЗ,-К ДУІКТ 2012 р 847с

3.Різновидності систем технічної експлуатації та управління в галузі зв'язку

В наш час значна увага приділяється розвитку галузі зв'язку України, яка є однією з найважливіших частин виробничої інфраструктури.

Перспективи розвитку зв'язку досить великі, але навіть збереження технічних засобів і технічного обслуговування приводить до різкого збільшення кількості персоналу галузі.

Основна частина персоналу зайнята технічною експлуатацією обладнання, трактів і каналів, обслуговуванням абонентів та клієнтури (споживачів).

Прискорення розвитку галузі при одночасному підвищенні якості і ефективності можливе тільки при прискоренні науково-технічного прогресу в галузі за допомогою запровадження нових технологій обслуговування абонентів та клієнтури, а також нових методів технічної експлуатації обладнання зв'язку на основі застосування сучасних засобів мікроелектроніки та обчислювальної техніки. На єдиній технічній і теоретичній базі можлива розробка спектру уніфікованих автоматизованих систем технічної експлуатації обладнання зв'язку та управління і систем, які забезпечать цілий ряд послуг.

Аналіз трудовитрат в галузі показує, що процеси технічної експлуатації найбільш трудомісткі. На їх долю припадає до 33 % загально-галузевих витрат, тому основною метою запровадження системних методів і обчислювальної техніки є створення технічних засобів АСТЕ, які забезпечать значну економію трудовитрат при запровадженні нових технологій експлуатації обладнання, а також значне підвищення ефективності праці персоналу при діючих технологіях.

В галузі зв'язку колишнього Союзу створювався ряд АСТЕ, які орієнтувались на запровадження системних методів і обчислювальної техніки. Вони забезпечували суттєве зростання ефективності праці.

Найбільш відомими і досить великими були системи що, розглянуті нижче.

3.1. Автоматизована система технічної експлуатації обладнання міських та сільських телефонних станцій

Ця система забезпечує контроль за станом абонентського та станційного обладнання (збір, накопичення і обробку інформації про телефонне навантаження і його параметри, якість обслуговування абонентів); вирішує завдання динамічного управління мережами, забезпечує виписку нарядів на ремонтні роботи; контролює ефективність поновлення; веде облік і аналіз складних мереж. Зараз подібні системи реалізуються у вигляді ЦТЕ (центрів технічної експлуатації) з багаторівневою структурою та ієрархічним типом управління.

Нижній рівень подібних систем складають об'єкти міських телефонних станцій (МТС) або сільських телефонних станцій (СТС), тобто приміщення АТС, в яких обслуговується кілька десятків тисяч номерів.

Верхній рівень в більшості випадків суміщується з адміністративним

територіально-технічним вузлом (АТТВ).

Враховуючи, що ємність телефонної мережі приблизно 5×10^6 номерів, можна зробити висновок, що тільки для обслуговування об'єктів ГТС необхідно приблизно $2,5 \times 10^2$ систем нижнього рівня, які забезпечують контроль і управління окремими об'єктами, і $0,5 \times 10^2$ - систем верхнього рівня.

3.2 Автоматизована система технічної експлуатації засобів поштового зв'язку

Ця система повинна забезпечувати оформлення первинної документації стосовно поштово-касових, комунальних платежів та інших операцій, які оформляються підприємствами поштового зв'язку: облік грошових сум по поштово-касових і інших операціях; облік надходження і видатків грошових сум по поштово-касових операціях, а також функції управління технічною експлуатацією засобів розподілення- обробку поштових відправлень і облік обладнання.

Система повинна складатись із ряду підсистем, найбільшими з яких є підсистеми технічної експлуатації відділень зв'язку і управління розподілом поштових повідомлень.

Підсистема технічної експлуатації відділення зв'язку забезпечує підвищення продуктивності працівників відділення зв'язку. При такому підході кожне відділення зв'язку, яке має кінцеву апаратуру (телеграфні апарати, засоби електрозв'язку, технічні засоби для виконання переказових операцій тощо), обладнується мікропроцесорними та обчислювальними засобами, які забезпечать вирішення на місці не складних, не пов'язаних між собою завдань по виконанню операцій, які зустрічаються найчастіше (пошук довідкової інформації в алфавітному списку підприємств зв'язку України, СНД та інших, зберігання та видача облікової інформації, ведення журналів реєстрації і т.д.).

За допомогою наявних каналів зв'язку ці обчислювальні пристрої з'єднуються з обчислювальними засобами вузлів зв'язку (районних, міських і т.п.), котрі керують даними відділеннями. Обчислювальні системи вузлів зв'язку, в свою чергу, об'єднуються у свою обчислювальну систему. Обчислювальні засоби відділень зв'язку повинні забезпечувати широкі можливості з самообслуговування клієнтури (подавання телеграм, виписування та оформлення квитанцій тощо).

Підсистема розподілу поштових повідомлень сумісно з підсистемою експлуатації відділень зв'язку забезпечує автоматизацію процесу сортування та обліку тяжких відправлень.

Приймаючи найбільш просте обчислювальне обладнання сільського відділення зв'язку за одиницю і враховуючи, що обладнання міського відділення зв'язку має таких 2-3 одиниці, районного вузла зв'язку сільського району і поселення міського типу - 3-4 одиниці, обласного вузла - 10 одиниць, а республіканського - 20 одиниць, визначимо приблизну кількість необхідних СОТ (систем обчислювальної техніки), знаючи, що великих підприємств в Україні приблизно 60; районних вузлів сільських і вузлів поселень міського типу приблизно 600; міських відділень зв'язку приблизно

5000; сільських відділень приблизно 12000. Тоді можливо наближено визначити, що всього на Україні для поштового зв'язку потрібно N обчислювальних обладнань:

$$N = 60 \times 10 + 1 \times 20 + 600 \times 3 + 5000 \times 2 + 12000 = 24420 \text{ одиниць.}$$

При створенні одиниць обчислювальної техніки для цих завдань необхідно мати на увазі ліміт на фондоозброєння, що вимагає орієнтування на вкрай малі кошти, а така СОТ має вартість приблизно 1000 гривень.

3.3. Автоматизована система обробки інформації з управління технологічними процесами експлуатації телеграфних зв'язків

Вона забезпечує процес управління технічною експлуатацією телеграфних мереж, включаючи в себе такі основні функції:

контроль та вимірювання на мережах, збір та відображення отримуваної при цьому інформація, аналіз ситуації, яка складається на мережі, прийняття на основі аналізу необхідних рішень управління і їх виконання, передачу службових сигналів управління, а також діагностування обладнання та локалізацію відмов та несправностей. Це дозволяє значно підняти ефективність і оперативність досить трудомістких робіт з виявлення та усунення несправностей обладнання і таким чином покращити якість роботи телеграфної мережі в цілому.

Основу управління складає інформація, яку одержують в результаті контролю технічного стану кінцевих і міжстанційних ділянок телеграфного зв'язку, а також контролю процесів обслуговування по штучному і реальному навантаженню мережі.

Структура автоматизованої системи, яка застосовується в досить великих регіонах, схожа зі структурою центрів технічної експлуатації ГТС. Якщо припустити, що вузли системи розміщені на великих телеграфних станціях, а складність обчислювального обладнання така ж, як на поштамті, то для цієї мети необхідно буде приблизно 60 одиниць аналогічного обчислювального обладнання.

3.4. Автоматизована система технічної експлуатації (АСТЕ) первинної магістральної мережі

Вона складається з автоматизованої системи оперативно-технічного обслуговування (АСОТО) та автоматизованої системи оперативно-технічного управління первинної магістральної мережі.

АСТЕ первинної мережі СНСЗУ має забезпечити ефективне функціонування первинної мережі. До її складу входять сукупність програмних і технічних засобів та технічний персонал, які забезпечують виконання функціональних завдань систем передачі. Об'єктом технічної експлуатації є первинна мережа, включаючи мережні вузли і станції, лінії передачі, лінійні тракти, мережні тракти,

типові капали передачі, ділянки каналів передачі і трактів, обладнання і апаратура мережних вузлів, станцій, ОПП, НУП, ОРП, НРП та їх окремі елементи.

Побудова АСТЕ територіально-ієрархічна.

Адміністративно-ієрархічне підпорядкування відповідає розподілу, який має первинна мережа ЕНСЗУ.

АСТЕ має чотири ієрархічні рівні:

- головний центр технічної експлуатації (ГЦТЕ), який організується в складі "Укртелеком";
- територіальний центр технічної експлуатації первинної магістральної мережі (ТЦТЕ ММП), який раніше організовувався в складі ТВО, а зараз повинен підпорядковуватися об'єднанню ДПМ;
- центр технічної експлуатації (ЦТЕПМ), організований у складі УПУ і УПО;
- секція технічного обслуговування - інформаційний пункт (СТО-ІП) в складі мережних вузлів, станцій.

Обслуговування повинно виконуватись тільки контрольно-корегуючим методом, який застосовує безперервний або періодичний контроль параметрів, які визначають якість функціонування каналів і трактів СП без виключення їх з експлуатації.

- Пошук та усунення несправностей, проведення налагоджувальних робіт виконуються тільки в тому випадку, коли результати контролю показують, що параметри вийшли за межі експлуатаційних норм.

ОПП, ОРП повинні працювати в необслуговуючому режимі або в обмеженому режимі обслуговування.

Для функціонування АСТЕ мережні вузли (станції) повинні бути оснащені апаратурою контролю, автономними пристроями і локальними обчислювальними підсистемами технічного обслуговування, які вирішують завдання збору первинних сигналів, обробляють їх за певною логікою, а також пристроями локалізації несправностей та передачі інформації, резервування. Взаємодію елементів мережі з локальними підсистемами МСЕ-Т радить виконувати через інтерфейси типу Q за рекомендаціями МСЕ-Т М3010.

На мережних вузлах, які працюють у вахтовому або необслуговуємому режимі (тобто без технічного персоналу), рішення по обслуговуванню і управлінню повинні прийматись на наступному ієрархічному рівні - ЦТЕ (ВПУ-ВПО).

У зв'язку з тим, що рекомендований метод технічної експлуатації - контрольно-корегуючий, до елементів лінійного тракту і ліній передачі повинні пред'являтися більш високі вимоги надійності.

3.5. Система експлуатації в мережах з апаратурою синхронної цифрової ієрархії (СЦІ)

В цьому випадку створення мережних конфігурацій, контроль, управління окремими станціями і всією інформаційною мережею реалізується програмно і дистанційно за допомогою системи експлуатації СЦІ.

Ця система являє собою підсистему загально-мережної системи експлуатації ТМН і використовує загальні принципи останньої, котрі викладені в Рек. М.20,

M.3010 MCE-T, а для СЦІ -конкретизовані в Рек. G.774 та G.784. Система вирішує завдання експлуатації сучасних мереж зв'язку: оптимізує експлуатацію апаратури різних фірм у зоні одного оператора та забезпечує автоматичну взаємодію зон різних операторів.

Система експлуатації розподіляється на підсистеми, які обслуговують окремі ділянки інформаційної мережі СЦІ. Доступ до кожної СЦІ - підсистеми реалізується через головний (шлюзовий) вузол чи станції СЦІ в цій підсистемі. Фізичною основою систем є контрольно-керуючі мікропроцесори, Q-інтерфейси обслуговування, які входять в апаратуру СЦІ, встроєні в цикли службові канали та програмне забезпечення. Протоколи зв'язку за встроєними службовими каналами встановлені в Рек. G.784, а для Q-інтерфейсів - в Рек. G.773, Q.811 та Q.812. Всі операції по обслуговуванню мережі і кожного вузла (станції) СЦІ можуть виконуватись як із центру, так і з інших пунктів, котрі мають таке право.

В розглянутій системі експлуатації СЦІ закладені три основні принципи:

- аналіз загальних характеристик мережі зв'язку та її структури;
- стандартизація інтерфейсів між різними обслуговуваними підсистемами;
- реалізація нових функцій при сумісному використанні декількох

обслуговуваних підсистем.

3.6. Мережа управління телекомунікаціями (TMN)

Відповідно з Рек. M.3010 MCE-T- TMN призначена для створення мережевої структури , яка забезпечує взаємодію різних операційних систем і обладнання електрозв'язку для обміну інформацією управління за допомогою стандартизованих протоколів і інтерфейсів (по можливості з використанням прикладної моделі взаємодії відкритих систем - OSI).

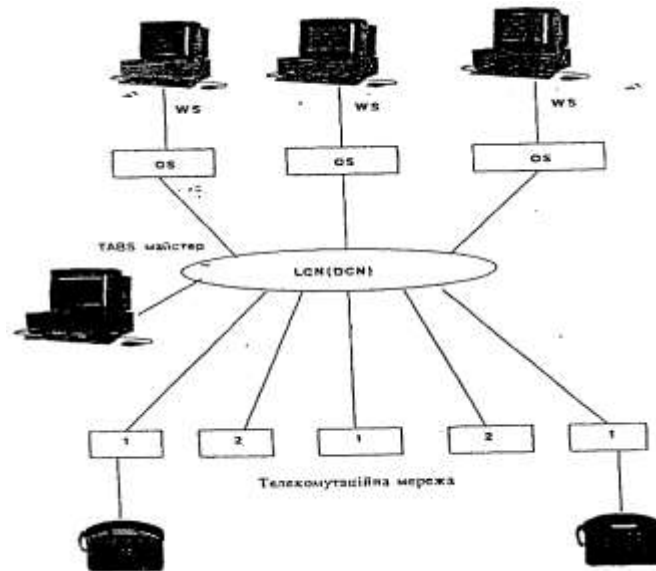
Мета створення TMN - допомога адміністраціям і різним агентствам в управлінні мережею електрозв'язку. TMN забезпечує основні функції керівництва мережею і зв'язок між TMN та мережами електрозв'язку.

Завдання TMN - подати організовану мережну структуру, яка забезпечить взаємне з'єднання різних типів операційних систем (OS) та обладнання електрозв'язку, що використовує архітектуру стандартних протоколів і інтерфейсів. Це дозволяє прийняти стандарти і використовувати їх у процесі розвитку обладнання і проектування управління сучасною мережею електрозв'язку .

Операційні системи реалізуються на основі обчислювальної техніки і виконують технологічні функції технічної експлуатації (TE) - обробляють інформацію , яка відноситься до управління електрозв'язком.

Застосовують три і більше типів OS: основний (прикладні функції TMN), -- мережний (реалізація мережної основи застосування TMN); експлуатаційний (специфічні прикладні функції TMN для управління окремими видами зв'язку). TMN може змінюватись в розмірах від примітивних з'єднань між OS і одиноким об'єктом і

його обладнанням електрозв'язку до мережних з'єднань багатьох ОС різних типів і обладнанням електрозв'язку. TMN може забезпечити функції управління і представлення з'єднань як між ОС, так і між різними ділянками мережі електрозв'язку, які мають велику кількість типів цифрового та аналогового обладнання електрозв'язку, а також забезпечуючого обладнання. Це системи передачі, комутаційні системи, мультіплексори, сигнальні термінали і інше, що належить до елементів мережі (NE).



- 1 Комутаційна система 2-система передачі

Рис.3.1 Мережа TMN

На рис.3.1 показана взаємодія між TMN і мережами електрозв'язку. TMN - окрема мережа, яка має інтерфейс з мережею електрозв'язку в декількох різних точках для управління і прийняття від неї відповідної інформації. Однак TMN може використовувати частину мережі електрозв'язку загального користування, щоб забезпечити їх з'єднання.

До складу TMN входять робочі станції (WS), які організуються на деяких пунктах. На них розміщуються технічний персонал і термінальний комплекс для виконання технологічних процесів ТЕ. TMN управляє мережами і основними типами обладнання. Це мережі загального користування і окремі мережі; мультіплексори, крос-комутатори; цифрові і аналогові системи передачі на різних напрямлюючих середовищах (кабелі, ВОЛЗ, радіо, супутникові та ін.); цифрові та аналогові комутатори; поновлюючі системи; сервісне, електроживлення та інше обладнання. TMN складається із функціональних блоків ОС, блоків взаємодії і блоків передачі даних. Як показано на Рис3.1, TMN з'єднується з функціональними блоками елементів мережі електрозв'язку і робочої станції (WS). Функціональний блок операційних систем призначений для обробки інформації і виконання операцій управління мережею електрозв'язку Функціональний блок взаємодії забезпечує передачу інформації між елементами мережі електрозв'язку і операційними

системами. В його функції входять також управління перетворенням протоколів, обробка даних, прийняття рішень та накопичення даних. Функціональний блок передачі даних призначений для передачі інформації, котра відноситься до управління мережею електрозв'язку. В TMN визначені опорні точки обміну інформацією між функціональними блоками. Опорна точка стає інтерфейсом, коли функціонально зв'язані блоки об'єднані в окремі частини обладнання.

На Рис.3.2 показана узагальнена фізична архітектура TMN. Функції взаємодії можуть бути реалізовані або автономним обладнанням, або встроєним в NE (елемент мережі) пристроєм. В будь-якому випадку ця функція виконується TMN. В обох випадках використовуються стандартні інтерфейси Q_3 , Q_x , F.

В таблиці 3.1 приведені основні функції, які виконує TMN. Слід зазначити, що останні Рек. МСЕ розширюють і уточнюють принципи TNN і способи її реалізації. Так, уточнені Рек. М 3010 МСЕ ("Principles for a Telecommunications Management Network") вилучили інтерфейси Q_1 , Q_2 які були в проектах, і замість них ввели інтерфейс Q_x , а також затвердили функціональну, фізичну та інформаційну структури TMN і її компоненти [5].

Для взаємодії NE з мережею TMN рекомендується використовувати локальну мережу з інтерфейсом Q_x відповідно до Рек. G 773 МСЕ-T.

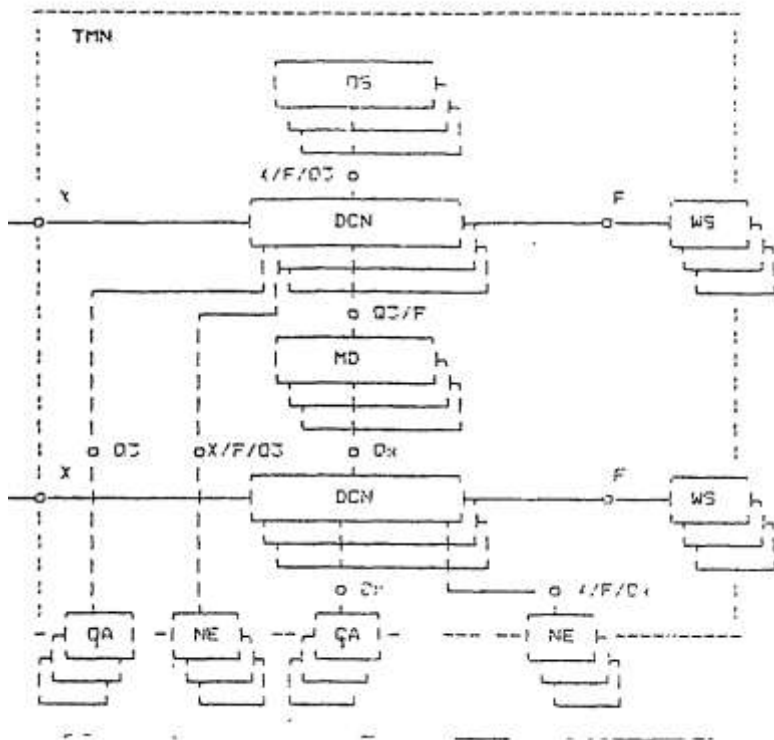


Рис.3.2. Узагальнена фізична архітектура TMN

Функціональні можливості TMN

Таблиця 3.1

N	Назва функції	Визначення виконуваної функції
1	2	3
1	Контроль експлуатаційних характеристик	Безперервний збір даних, які характеризують параметри елементів мережі (NE) контроль аварійного стану, вимірювання параметрів, а також виявлення характерних кодових комбінацій до того як якість сигналу погіршиться нижче допустимого рівня.
2.	Управління трафіком і управління мережею	Збір даних про трафік від NE і подача команди до NE для реконфігурації мережі лектрозв'язку чи зміну її роботи відповідно до трафіка. Направлення повідомлень про дані трафіка від NE шляхом видачі сигналів контрольним пристроєм періодично чи за вимогою. Склад повідомлень даних, які обробляються в TMN чи аналізуються в NE.
3.	Спостереження за якістю зв'язку	Збір даних від NE про якість зв'язку за запитанням або автоматично програмним чи апаратним способом. Можливі зміни програми, порогу визначення. Склад повідомлень: дані, які обробляються в TMN чи аналізуються в NE.

4.	Аварійна сигналізація	Можливість контролю NE майже в реальному часі. Відображення сигналу аварії в NE при виникненні відмови. Визначення характеру і післядії відмови. Визначення відмови одним із двох способів: за допомогою бази даних TMN, визначаючої двохпозиційний аварійний сигнал від NE; повідомлення від NE в TMN з необхідними поясненнями, якщо в NE досить нова інформація.
5.	Локалізація відмови	Одержання доповнюючої інформації на основі програм з локалізації відмов, якщо початкова інформація про відмову була недостатня.
6.	Перевірка(за запитанням,за вимогою чи за допомогою періодичних випробувань)	Одержання інформації одним із двох способів: за допомогою аналізу і обробки в NE характеристик каналу чи обладнання та передача результатів в TMN автоматично з затримкою або без неї; за допомогою NE організується доступ TMN до каналу або обладнання; аналіз результатів виконується в TMN.
7.	Представлення	Процедури, які необхідні для введення обладнання в експлуатацію, включаючи монтаж. ініціювання TMN опорних програм при готовності пристрою до експлуатації, тобто управління станом пристрою при експлуатації, резерві, резервуванні і виборі параметрів. Широкі зміни використання процедур представлення в NE: одноразове використання процедур для малих NE: часте використання

		процедур для обладнання цифрової і кросової комутації, де постійно встановлюються і знімаються канали.
8.	Індикація стану і управління	Можливість контролю і управління визначеними операціями з NE на вимогу. Перевірка або зміни стану експлуатації NE або однієї із його частин (в експлуатації, поза нею, резерві), управління початком діагностичних випробувань в межах NE. Перевірка індикації стану сумісно з кожною операцією управління. Корегуючі операції, пов'язані з умовами відмови. Автоматичне або заплановане виконання операцій індикації стану і управління при профілактичному обслуговуванні (наприклад, комутація для виведення каналу із експлуатації з метою діагностичних випробувань). Забезпечення можливості автоматичного аналізу при зміні трафіку через обладнання, що відмовило.
9.	Впровадження (нарощування) апаратури	Допомога TMN при встановленні обладнання, яке складає мережу електрозв'язку, включаючи розширення чи зменшення системи. Приклади операцій: початковий обмін даних між NE і TMN; встановлення програм в NE від бази даних TMN; обмін даними по управлінню між NE і TMN. Виконання програм під контролем TMN або за її допомогою.

10.	Розрахунок	Збір даних від NE, які використовуються для визначення плати за розрахунками користувачів, що потребує дуже ефективних засобів передачі даних для збереження записів стосовно розрахунків, а також обробки даних в реальному часі для великої кількості абонентів.

Контрольні запитання

1. Чому необхідно автоматизувати СТЕ в галузі зв'язку?
2. Що забезпечує і які завдання виконує автоматизована СТЕ в міських та сільських станціях?
3. Назвіть склад ЦТЕ.
4. Що забезпечує і які завдання виконує автоматизована система поштового зв'язку?
5. Назвіть склад системи поштового зв'язку .
6. Що забезпечує і які завдання виконує автоматизована система телеграфного зв'язку?.
7. Що є основою системи управління ТЕ телеграфних зв'язків?
8. Назовіть склад АСТЕ первинної мережі.
9. Що забезпечує АСТЕ на первинній мережі?
10. Назвіть об'єкти технічної експлуатації первинної мережі.
11. які принципи побудови АСТЕ?
12. Перерахуйте і поясніть рівні АСТЕ.
13. Як реалізується СТЕ в мережах з апаратурою СЦІ?
14. Пояснити ,що представляє собою СТЕ СЦІ.
15. Які три основні принципи закладені в побудову СТЕ СЦІ?
16. Що представляє собою ТМН?
17. Привести функціональні можливості ТМН.

Список рекомендованої літератури

- 1.Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем і мереж зв'язку. ДУІКТ, К-2002, 100с.
2. 1.Бондаренко В.Г. Основні положення по застосуванню систем і апаратури синхронної цифрової ієрархії на мережі зв'язку. ДУІКТ К-2002, 84с.
- 3.Кудрявцев г.г.,Мамзелев И.А. Микропроцессоры в системах технического обслуживания средств связи.-М.Радио и связь1990-136 с.
- 4.Правила технічної експлуатації первинної мережі ЄНСЗ України. Частина перша. "Основні принципи побудови та організації технічної експлуатації", КНД-45-140-99 К. ДКЗІУ - 2001 80с.
- 5.Частина друга."Правила технічної експлуатації апаратури, обладнання, трактів і каналів передавання," КНД-45-162-2000 К. ДКЗІУ - 2002 108с.
- 6.Рекомендації МСЕ-Т М 3010, G.784, G.812 -1999р.
- 7.Rec. ITU-T M.3010 Principles for a Telecommunications Management Network, 2000.
- 8.Rec. ITU-T M.3200 TMN Management Services, 1997.
- 9.Rec. ITU-T M.3400 TMN Management Functions, 2000.
10. Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем та мереж зв'язку.Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком“Телекомунікації” з дисципліни ,ТЕСЗ,-К ДУІКТ 2012 р 847с

4. Стан управління первинними мережами України

4.1.Розвиток системи управління мережами України

Завдання управління мережами України успішно розв'язувалося ще за часів колишнього СРСР, особливо на початку 1980-х років, коли відповідні роботи, виконувані під керівництвом ЦНДІЗ та його Київського відділення (далі КВ ЦНДІЗ), активно розгорнулися на первинній магістральній

мережі(ПММ),відповідно прийнятим рішенням на рівні МЗ Союзу, про розробку АСТЕ в складі АСОТУ та АСОТО.

За розробку і впровадження АСОТУ відповідав ЦНДІЗ, а за АСОТО і нижній рівень АСОТУ - Київське відділення ЦНДІЗ. Активну участь у розробці АСТЕ приймав технічний персонал ТЦУМС-7,23,3,21,2 та інші.

Слід відзначити головних інженерів цих організацій.Наприклад Іваніцького С.Ф.(ТЦУМС-7), який сприяв швидкій і якісній розробці дослідної зони АСТЕ на Україні, та активно приймав участь в розробці технічних засобів і системи.

Рішення прийняті і узгоджені конструктором МЗ Союзу та начальниками відділів ЦНДІЗ- Поповою Н.Е., Головановим В.О., начальником відділу Київського відділення – Бондаренком В.Г. досить швидко реалізовувались на первинній мережі. В Україні була побудована дослідна зона АСТЕ в складі мережних вузлів Обухів, Житомир, Рівно, Новоград-Волинський, Коростишів, Чорнобиль, Немирів відповідно технічного проекту КВ ЦНДІЗ та ТЦУМС-7.Метою реалізації дослідної зони було відпрацювання взаємодії між рівнями АСТЕ-СТО-ІІІ та ВПУ, СОУ-УПУ, між ТЦУМС-7 і ТЦУМС-2. З цієї тематики було проведено багато засідань конструкторату МЗ Союзу, більше девяти Союзних конференцій і семінарів. Відображення проведених робіт з розробки АСТЕ та дослідної зони, крім офіційних проектів та ТЗ і актів, викладені в ряді брошур, виданих товариством “Знання” України[21] . Для реалізації дослідної зони КВ ЦНДІЗ разом з ТЦУМС-7 було розроблено та виготовлено більш 20 типів обладнання, приладів, апаратури. Дослідна зона була здана Державній комісії МЗ з високою оцінкою в 1983 році. При ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи, завдяки заздалегідь проведеній автоматизації, вдалося ліквідувати змінну роботу в Чорнобильській зоні, а експлуатацію проводити виїздами тільки у денний час.

В наступні роки в ТЦУМС-2,3,6,7,8,9,10,12,23 і інших були запроваджені елементи АСОТУ для вирішення оперативно - технічних завдань. В процесі запровадження були вироблені та випробувані концептуальні питання автоматизації технічної експлуатації ПМ, відпрацьовані програмно – технічні засоби, що реалізували функції контролю в ІІ, передавання даних між рівнями управління ІІІ-УПУ, УПУ-ТЦУМС.

Аналіз результатів дослідної експлуатації АСОТО і АСОТУ(АСТЕ) підтвердили необхідність розробки єдиної системи технічного обслуговування і управління ПМ та застосування їх на аналогових і цифрових мережах, як на магістральних так і на внутрішньо-зонових ПМ, включаючи узгодження систем управління ПМ з системами управління вторинними мережами. Подальші роботи виконувались у таких напрямках:

- нарощування функцій обслуговування, експлуатації та управління мережі;
- коригування розподілу функцій за рівнями;
- побудова сумісних інформаційних моделей бази даних для різних рівнів управління;
- розробка інформаційної моделі що охоплює опис та кодування об'єктів управління, відповідні формати, реквізити, тощо;
- створення мережі ПД на принципах комутації каналів в відповідності з рекомендаціями МСЕ-Т X-25;
- реалізація систем в комп'ютерному варіанті з використанням локальних мереж.

В кінці 80-х та на початку 90-х років промисловістю засобів зв'язку Міністерства зв'язку СРСР та дослідним підприємством КВ ЦНДІЗ були виконана низка розробок та здійснено їх серійний випуск, що було необхідно для реалізації АСТЕ на ПМ. Це програмно – технічний комплекс Контур, УНК, Мультиплексор, УКРО, ФОКУС, АТОЛ, Контраст, КСС та інші. Коротка характеристика цих пристроїв приведена в [7]. Вони вироблялись серійно, дослідним заводом КВ ЦНДІЗ.

Відповідно узгоджених з ЦНДІЗ та його Київським відділенням технічним вимогам промисловістю (НПО “Дальсвязь”) була розроблена система контролю для нового покоління уніфікованого кінцевого обладнання апаратури ОКА для аналогових систем.

В 1988 КВ ЦНДІЗ було завершено розробку і здано комісії МЗ Союзу діючі макети комплексу технічних засобів секції технічного обслуговування об'єктів цифрової зони, які потім були встановлені на дослідній цифровій зоні ЦНДІЗ в Литві і Білорусії і успішно пройшли випробування.

Опубліковані в 1988 році Рекомендації МСЕ-Т серії М-30, що визначили концепцію ТМН, підтвердили правильність основних напрямків створення АСТЕ в складі АСОТО та АСОТУ і дослідних зон.

Подальший розвиток робіт був направлений на розширення застосування АСТЕ (АСОТО, АСОТУ) інтеграцій функцій та слідування міжнародним стандартам при розробці архітектури, протоколів та інтерфейсів системи.

В останні роки на магістральних і внутрішньо-зонових мережах широко вводяться в експлуатацію ЦСП СЦІ та електронні системи комутації різних зарубіжних фірм, що оснащені елементами управління та обслуговування мереж з врахуванням рекомендацій МСЕ-Т та відповідних принципам TMN.

Оскільки закупівля обладнання СЦІ для різних магістралей велась у різних фірм, то постало завдання створення інтегрованої системи управління для обладнання різних фірм.

Накопичений досвід експлуатації вітчизняних та зарубіжних систем управління утворило необхідну платформу, що дозволить в подальшому упевнено будувати системи управління елементами мережі і складними мережами в цілому. Правда, важливо щоб подальші роботи по створенню систем управління мережами ЄНСЗУ виконувалось на основі вітчизняного програмного продукту, бо інакше вирішення питань інформаційної безпеки та технологічної залежності в подальшому може суттєво ускладнитись.

Нижче розглянемо загальні положення АСТЕ первинної мережі та організацію управління первинної магістральної мережі електрозв'язку і сучасні напрямки її розвитку.

4.2. Загальні положення автоматизованої системи технічної експлуатації первинної мережі

Автоматизована система технічної експлуатації (АСТЕ) первинної мережі повинна забезпечувати вирішення комплексу завдань, зв'язаних з плануванням, введенням в експлуатацію, оперативно-технічним управлінням, технічним обслуговуванням, відновленням працездатності, надаванням трактів і каналів передавання вторинним мережам та іншим користувачам з урахуванням необхідної взаємодії з операторами інших мереж. АСТЕ повинна будуватися за територіально-ієрархічними принципами з використанням існуючих організаційних структур технічної експлуатації первинної мережі.

АСТЕ первинної мережі на сучасному етапі повинна розвиватися на принципах розподіленої мережі управління електрозв'язком (МУЕЗ, англійська аббревіатура - TMN), яка створюється згідно відповідних рекомендацій серії М Міжнародного союзу електрозв'язку-сектору телекомунікацій (МСЕ-Т). Для надання споживачам більш якісних послуг зв'язку і для оптимального використання ресурсів існуючих мереж оператори повинні контролювати і управляти своїми мережами в реальному масштабі

часу, виконувати технічне обслуговування (усувати пошкодження) мереж в установлені терміни.

При побудові АСТЕ необхідно використовувати принципи концепції МУЕЗ (TMN), які визначені в рекомендації М.3010 МСЕ-Т.

Основними складовими частинами АСТЕ є :

- операційні системи;
- робочі станції;
- мережа передавання даних.

Операційні системи забезпечують виконання функцій АСТЕ з оброблення, зберігання і пошуку управляючої та іншої інформації.

Робочі станції забезпечують взаємодію технічного персоналу первинної мережі між собою та з мережею оперативно-технічного управління. В якості робочих станцій використовуються стандартні або спеціалізовані комп'ютерні комплекси.

Мережа передавання даних призначена для організації зв'язку між мережними елементами, робочими станціями, операційними системами та іншими компонентами АСТЕ.

З функціональної точки зору АСТЕ повинна мати самостійну виділену мережу, яка взаємодіє з первинною мережею по стандартних стиках для одержання інформації, управління роботою первинної мережі, виконання технічного обслуговування та інших завдань АСТЕ.

Основним принципом побудови АСТЕ у відповідності з прийнятою концепцією МСЕ-Т є забезпечення загальної архітектури для обміну інформацією по стандартних стиках.

Загальна архітектура АСТЕ має три основних аспекти:

- функціональну архітектуру;
- інформаційну архітектуру;
- фізичну архітектуру.

Функціональна архітектура описує необхідний розподіл функцій в межах АСТЕ з метою створення функціональних блоків, з яких може бути сформована мережа технічної експлуатації (управління) електровз'язком будь-якої складності. Визначення номенклатури функціональних блоків і точок взаємодії між ними може виконуватися операторами. Взаємодія між функціональними блоками визначає специфікацію рекомендованих концепцією МСЕ-Т стандартних стиків.

Інформаційна архітектура АСТЕ, яка заснована на об'єктно-орієнтованому підході для погодженого обміну інформацією технічної експлуатації (управління) при взаємодії АСТЕ з первинною мережею, яка підлягає управлінню і обслуговуванню, дає логічне обґрунтування інформаційної моделі управління ресурсами первинної мережі.

Фізична архітектура АСТЕ описує реалізовані стики і варіанти технічних і програмних засобів, на основі яких будується АСТЕ.

На кожному рівні технічної експлуатації функції по управлінню та обслуговуванню повинні виконуватися визначеними організаційно-технічними структурами в обсязі, необхідному для вирішення конкретних задач.

АСТЕ повинна будуватися за ієрархічним принципом, який показаний на рис. 4.1.

Для цілей технічного обслуговування мережі функціональність управління АСТЕ може розглядатися розділеною на рівні:

- управління елементами мережі;
- управління мережею;
- управління послугами;
- управління бізнесом.

Кожний указаний рівень обмежує процеси управління та обслуговування у визначених межах, має свою інформаційну модель і структуру і взаємодіє з іншими рівнями.

АСТЕ повинна охоплювати всі функціональні області технічної експлуатації (управління) мережами, які забезпечують підтримку оператора в його діяльності, а також технічну експлуатацію (управління) мережами в надзвичайних ситуаціях. Згідно рекомендації М.3010 МСЕ-Т до основних функціональних областей управління (технічної експлуатації) мережами відносяться:

- управління конфігурацією (планування, формування і розвиток управляємої мережі, установлення і введення в експлуатацію нового обладнання, установлення та змінювання з'єднань між елементами мережі, надавання мережних ресурсів користувачам і т.ін.);
- управління усуненням несправностей (виявлення, локалізація, реєстрація і усунення несправностей і т.д.);

- управління якістю передавання (збір, оброблення, реєстрація, зберігання і відображення статистичних даних про функціонування мережі і її елементів, аналіз якісних показників і т.д.);

- управління розрахунками (збір і облік надаваних послуг зв'язку, нарахування плати за їх використання, підготовка, розсилання і контроль



оплачування рахунків і т.д.);

- управління захистом інформації (забезпечення конфіденційності та цілісності передаваної інформації, видавання сигналів тривоги в разі несанкціонованого доступу до інформації і т.д.).

Рис.4.1. Інформаційна структура АСТЕ

Фізична реалізація функцій АСТЕ для первинної мережі незалежно від використовуваних технологій перетворення інформації (ПЦІ, СЦІ, і т. ін.)

виявляється у відповідній функціональній ієрархії операційних систем для рівнів управління, які показані в цьому розділі.

Викладені основні положення АСТЕ на основі концепції серії М МСЕ-Т в найбільшій мірі реалізуються при створенні АСТЕ первинної мережі, яка оснащена сучасними технічними засобами електрозв'язку, включаючи ЦСП ПЦІ і ЦСП СЦІ. В МСЕ-Т розроблені рекомендації щодо використання архітектури АСТЕ для управління і технічного обслуговування різноманітних типів мереж, які оснащені необхідними стилями МСЕ-Т. Враховуючи, що до теперішнього часу на первинній мережі працює значна кількість АСП і ЦСП з ІКМ, для взаємодії з такими мережними елементами в АСТЕ передбачається використання спеціальних пристроїв взаємодії, коли це економічно виправдано.

Конкретна побудова АСТЕ первинної мережі визначається оператором мережі в залежності від розмірів мережі і інших умов і повинна здійснюватися за територіально- ієрархічним принципом[1,2,3].

Всі рівні АСТЕ первинної мережі повинні оснащуватися програмно-технічним комплексом) ПТК.

Кожний ієрархічний рівень АСТЕ повинен мати базу даних своєї зони обслуговування для виконання всіх функцій, які покладені на даний рівень АСТЕ.

Взаємодія між ієрархічними рівнями АСТЕ повинна здійснюватися за допомогою каналів службового телефонного зв'язку та інформаційної мережі передавання даних, яка повинна бути захищена від несанкціонованого доступу.

4.3.Управління первинною магістральною мережею електрозв'язку

Мережі електрозв'язку України перебувають на стадії реконструкції, інтенсивно будуються цифрові мережі замість існуючих аналогових. З появою цифрових мереж зростає актуальність створення автоматизованих систем управління мережами зв'язку, тому що принципи, покладені у будову цифрових систем передачі, забезпечують можливість ефективного управління цифровими мережами.

Відповідно з рекомендаціями МСЕ-Т сучасні автоматизовані системи управління ґрунтуються на концепції мережі управління телекомунікаціями (TMN). Взаємодія між такими системами управління здійснюється на рівні центру управління мережами зв'язку (ЦУМЗ) по інтерфейсу X, що передбачений рекомендацією МСЕ-Т М.3010 для взаємодії між незалежними системами управління.

Системи управління, що побудовані у відповідності с принципами TMN та взаємодії відкритих систем (OSI), дозволяють відносно легко розширювати їх функції управління з появою нових задач та об'єктів управління.

Структурна схема автоматизованої системи управління телекомунікаціями, що побудована за принципами TMN, наведена на рис.4.2.

Система управління телекомунікаціями (СУТ) складається з мережі передавання даних, центра управління мережами зв'язку (ЦУМЗ) і систем управління окремими мережами.

До складу ЦУМЗ входить операційна система (Operations System), робочі станції служб оперативно-технічного управління (ОТУ) і служб технічного обслуговування (ТО).

Взаємодія з управління мережами зв'язку здійснюється за допомогою операційної системи ЦУМЗ по інтерфейсу Q_3 або X (Q_3 – інтерфейс для взаємодії рівня управління елементами мережі з рівнем управління мережею, X – інтерфейс незалежних систем управління).

У наведеному вище вигляді система управління СУТ ще не реалізована, маються лише окремі фрагменти, і будуть потрібні роки для її створення. Однак конструкція системи, її архітектура мають модульну побудову, що дозволяє створювати систему поетапно, помодульно. Важливо, щоб кожен модуль задовольняв вимогам у частині поєднання з зовнішніми стосовно нього модулями.

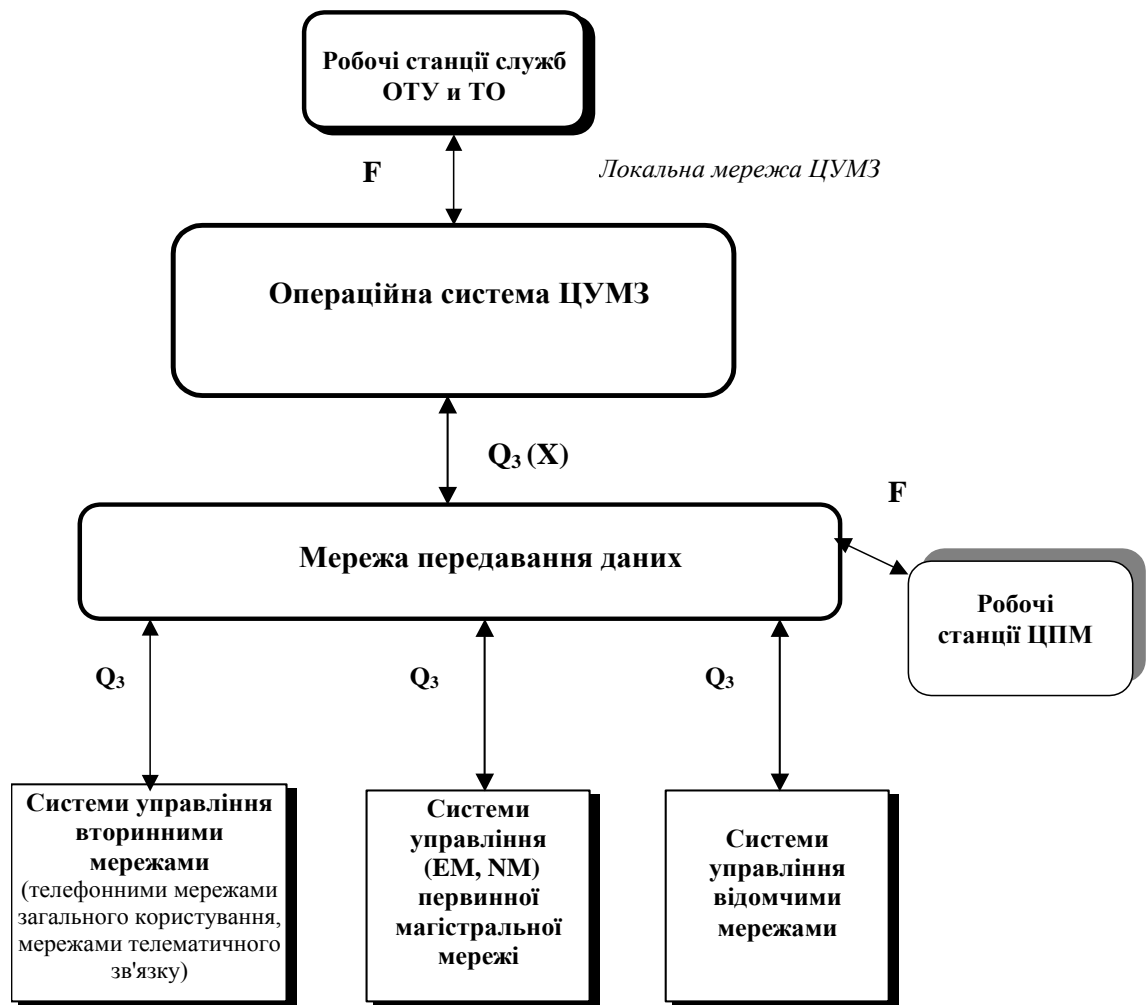


Рис.4.2 Структурна схема системи управління телекомунікаціями

В даний час автоматизована взаємодія між системами управління різних мереж відсутня, тому на перших етапах створення системи управління взаємодію пропонується здійснювати за допомогою спеціальних пристроїв – моніторів взаємодії (МВ). Функції посередницького пристрою (Mediation Device) в цьому випадку буде виконувати людина.

На першій стадії створення системи управління телекомунікаціями пропонується провести роботи із створення системи управління цифровою первинною магістральною мережею електрозв'язку (СУ ЦМПМ). Об'єктами управління на першій стадії є мережі, побудовані за технологією синхронної цифрової ієрархії (SDH).

Заголовки цифрових потоків STM і віртуальних контейнерів несуть інформацію про стан цих потоків. Ця обставина дає можливість контролювати стан транзитних трактів систем передачі SDH різних фірм-виробників. Це особливо важливо при транзитах цифрових потоків на кордонах держав, а також коли відбувається транзит цифрових потоків з

однієї системи передачі SDH в іншу. елементів мережі здійснюється за допомогою вбудованих підсистем управління EMS (Element Management System).

Система управління елементами мережі являє собою розподілену обчислювальну мережу з центром управління. Кожен мультиплексор має мікропроцесорний контролер, що забезпечує функції контролю і управління. Усі мікропроцесорні контролери підключені до локальної мережі управління. Приклад архітектури EMS наведений на рис.4.3.

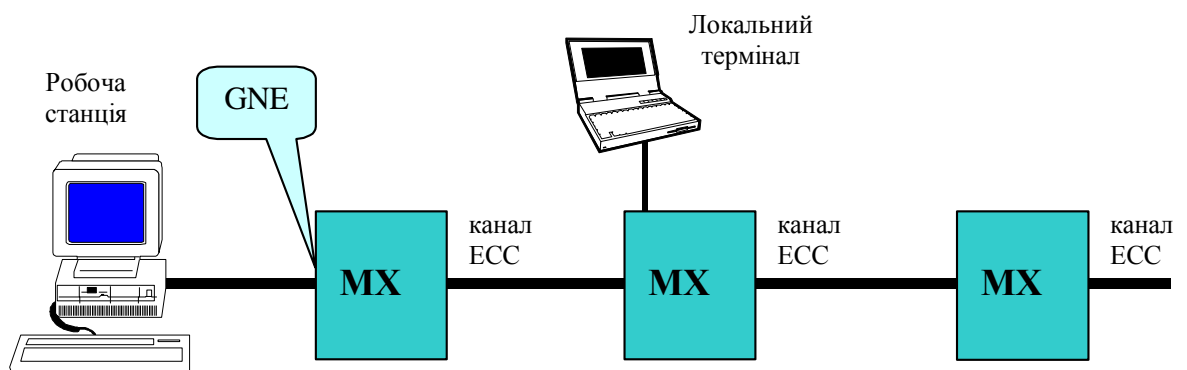


Рис.4.3 Фізична архітектура EMS

Управління елементами мережі (мультиплексорами MX) виконується за допомогою мережі передавання даних, яка реалізована у вбудованому каналі управління ECC. Фізичним рівнем цього каналу є канал DCC.

Для організації каналу DCC використовуються байти D1–D3 заголовку регенераторної секції (192кбіт/с) і байти D4–D12 заголовку мультиплексорної секції (576кбіт/с).

Взаємодія рівня елементів мережі (NE) з робочою станцією здійснюється за допомогою інтерфейсу Q_x. Робоча станція підключається до мережних елементів за допомогою локальної мережі Ethernet через перехідний елемент (GNE), що встановлюється на одному з мультиплексорів мережі.

Функції операційної системи EMS і робочої станції (WS) реалізовані на одному обчислювальному комплексі, існує також можливість підключення X-терміналів до мережі Ethernet. За допомогою X-терміналів можна організувати додаткові робочі місця операторів EMS.

У випадках пошкодження EMS, для виконання операцій управління і технічного обслуговування на вузлах зв'язку використовуються локальні термінали, що безпосередньо підключаються до NE.

Функціональність EMS визначена в рекомендаціях МСЕ-T G.784. EMS виконують наступні функції управління NE:

- формування і відображення інформації про стан обладнання;
- контроль стану вхідних цифрових потоків;
- автоматичне переключення на резерв устаткування, джерел синхронізації, цифрових потоків, оптичних агрегатів, зміна напрямку передачі при аварії лінійного тракту;
- установка шлейфів для забезпечення тестування систем передачі;
- установка конфігурації NE і мережі SDH, адрес елементів у мережі Q_x, резервування трибів, резервування лінійних трактів і оптичних агрегатів, пріоритетів резервування джерел синхронізації;
- локалізація пошкоджень;
- спостереження за якістю роботи;
- самодіагностика системи управління;
- захист від несанкціонованого доступу до інформації і до управління шляхом встановлення різних рівнів доступу.

В даний час на ринку телекомунікацій з'явилися системи управління, що мають набір функцій рівня управління мережею. Це забезпечує управління під мережею мережних елементів, що підключені до цієї системи, в тому числі:

- автоматичне формування трас проходження трактів;
- автоматичне формування альтернативних трас.

Автоматичне формування трас може здійснюватися з урахуванням заданих параметрів: довжини, завантаженості мультиплексорної секції (25%, 50%, 75% або 100%), через які елементи повинна (або не повинна) проходити траса та інше. Відображення конфігурації мережі і її стану здійснюється в графічному режимі.

Одна система управління може забезпечити управління підмережею, що складається з 256 і більше елементів мережі.

В цілому функціональність систем управління мережними елементами (EMS) відповідає рекомендації ITU-T G.784, але алгоритми, по яким реалізуються ці функції, не завжди є оптимальними. У зв'язку з цим

EMS, що діють на первинній мережі, мають ряд істотних недоліків, які утруднюють експлуатацію й управління мережами SDH.

Системи управління мережними елементами EMS не є автоматичними, людині приходится дуже часто приймати рішення щодо управління елементами мережі. Наприклад, усі рішення з локалізації пошкоджень приймає людина. Тому процес автоматизації взаємодії з рівнем управління мережею утруднений.

Крім того, не вирішений ряд організаційних питань, пов'язаних з тим, що програмне забезпечення систем управління мережними елементами недоступне користувачам цих систем. Тому супроводження і вдосконалювання програмного забезпечення EMS утруднено. Оператор мережі знаходиться в постійній залежності від постачальника програмного забезпечення і обладнання.

На першій стадії створення СУ ЦМППМ будуть вирішені наступні задачі:

- створення операційної системи управління мережею з застосуванням сучасних програмних і технічних засобів;
- автоматична взаємодія операційної системи управління мережею із системами управління підмережею SDH і системами управління елементами мережі.

Вирішення цих задач дозволить підвищити оперативність управління мережею.

Для того, щоб розпочати практичні роботи з розробки СУ ЦМППМ, необхідно створити програмно-технічний комплекс, що буде забезпечувати розробку, налагодження і супроводження прикладного програмного забезпечення СУ ЦМППМ.

При створенні СУ ЦМППМ виникає проблема реалізації автоматичної взаємодії між рівнем управління мережею і рівнем управління елементами мережі по інтерфейсу Q₃. Ця проблема обумовлена наступними причинами:

- управління елементами мережі здійснюється за допомогою систем управління від різних виробників;
- роботи зі створення операційної системи управління мережею не проводилися; не відпрацьовані прикладні функції управління і функції обміну інформацією по інтерфейсу Q₃.

- існуючі на мережі EMS SDH не забезпечують автоматичної локалізації пошкодження, тому не в змозі автоматично, без участі людини, передавати повідомлення про зміну стану елементів мережі.

Що стосується інтерфейсу Q₃, то його розробка не може бути практично здійснена, якщо не буде існувати операційна система управління мережею.

Розробка СУ ЦМППМ і її інтерфейсів має проводитися в наступній послідовності:

- розробка програмного забезпечення функціональних модулів операційної системи управління мережею;
- розробка програмного забезпечення моніторів взаємодії;
- відпрацювання взаємодії операційної системи управління мережею з рівнем управління елементами мережі за допомогою моніторів взаємодії;
- узгодження інформаційної моделі операційної системи з інформаційними моделями систем управління елементами мережі різних виробників з метою забезпечення сумісності інформаційних моделей у частині ідентифікації об'єктів управління, структури і форматів повідомлень, що передаються у процесі взаємодії;
- вирішення питань сумісності програмно-технічних засобів;
- узгодження інтерфейсів і протоколів взаємодії;
- налагодження взаємодії по інтерфейсу Q₃;

розробка технічних вимог до інтерфейсу Q₃.

- Управління сучасними цифровими системами на рівні

Перша черга системи управління СУ ЦМППМ забезпечує управління мережею, що побудована на обладнанні систем передачі SDH.

Визначається склад, функціональне призначення і принципи взаємодії елементів системи управління СУ ЦМППМ.

До складу СУ ЦМППМ входять(рис.4.4):

- центр управління мережами зв'язку (ЦУМЗ). Одна з операційних систем ЦУМЗ виконує функції управління цифровими первинними магістральними мережами зв'язку;
- центр технічної експлуатації (ЦТЕ);

- робочі станції центрів первинної мережі (ЦПМ);
- робочі станції регіональних центрів управління (РЦУ);
- мережа передавання даних.

Взаємодія при управлінні первинною магістральною мережею SDN показана на рис.4.4.

Взаємодія ЦУМЗ із ЦТЕ та робочими станціями РЦУ і ЦПМ здійснюється мережею передавання даних.

Взаємодія між складовими частинами СУ ЦПМС здійснюється за допомогою інтерфейсів TMN:

F – інтерфейс взаємодії ЦУМЗ із робочими станціями РЦУ і ЦПМ;

Q₃ – інтерфейс взаємодії ЦУМЗ із центром технічної експлуатації (ЦТЕ).

До складу ЦУМЗ входять:

- сервер операційної системи управління цифровою первинною мережею;
- робочі станції підрозділів ЦУМЗ;
- локальна обчислювальна мережа ЦУМЗ.

Локальна обчислювальна мережа ЦУМЗ забезпечує взаємодію робочих станцій підрозділів ЦУМЗ із сервером операційної системи управління мережею.

Взаємодія операційної системи управління мережею з віддаленими об'єктами СУ ЦПМС здійснюється по мережі передавання даних з використанням локальної обчислювальної мережі ЦУМЗ.

Для виконання функцій управління мережею і технічним обслуговуванням до операційної системи управління мережею підключені робочі станції наступних підрозділів ЦУМЗ:

- оперативного управління первинною мережею;
- формування первинної мережі;
- організації орендованих зв'язків;
- технологічного забезпечення;
- супроводження інформаційних систем.

Операційна система ЦУМЗ при взаємодії по мережі передавання даних із ЦТЕ і робочими станціями підрозділів ЦУМЗ і дирекції первинної мережі (ДПМ) повинна забезпечити виконання наступних загальних функцій управління первинною мережею і технічним обслуговуванням:

- збирання й обробка інформації про стан первинної мережі;
- облік і аналіз якості роботи первинної мережі;

- формування і розвиток первинної мережі за результатами аналізу і прогнозування розвитку вторинних мереж;
- управління конфігурацією первинної мережі у випадках надання трактів і каналів в оренду за заявками споживачів;
- управління конфігурацією первинної мережі в аварійних ситуаціях;
- резервування трактів при пошкодженні основних (захист трактів);
- управління проведенням ремонтно-налагоджувальних робіт (РНР);
- формування планів резервування;
- координування робіт при впровадженні планів резервування;
- координування планових і непланових РНР, контрольних вимірів і ремонтно-відновлювальних робіт;

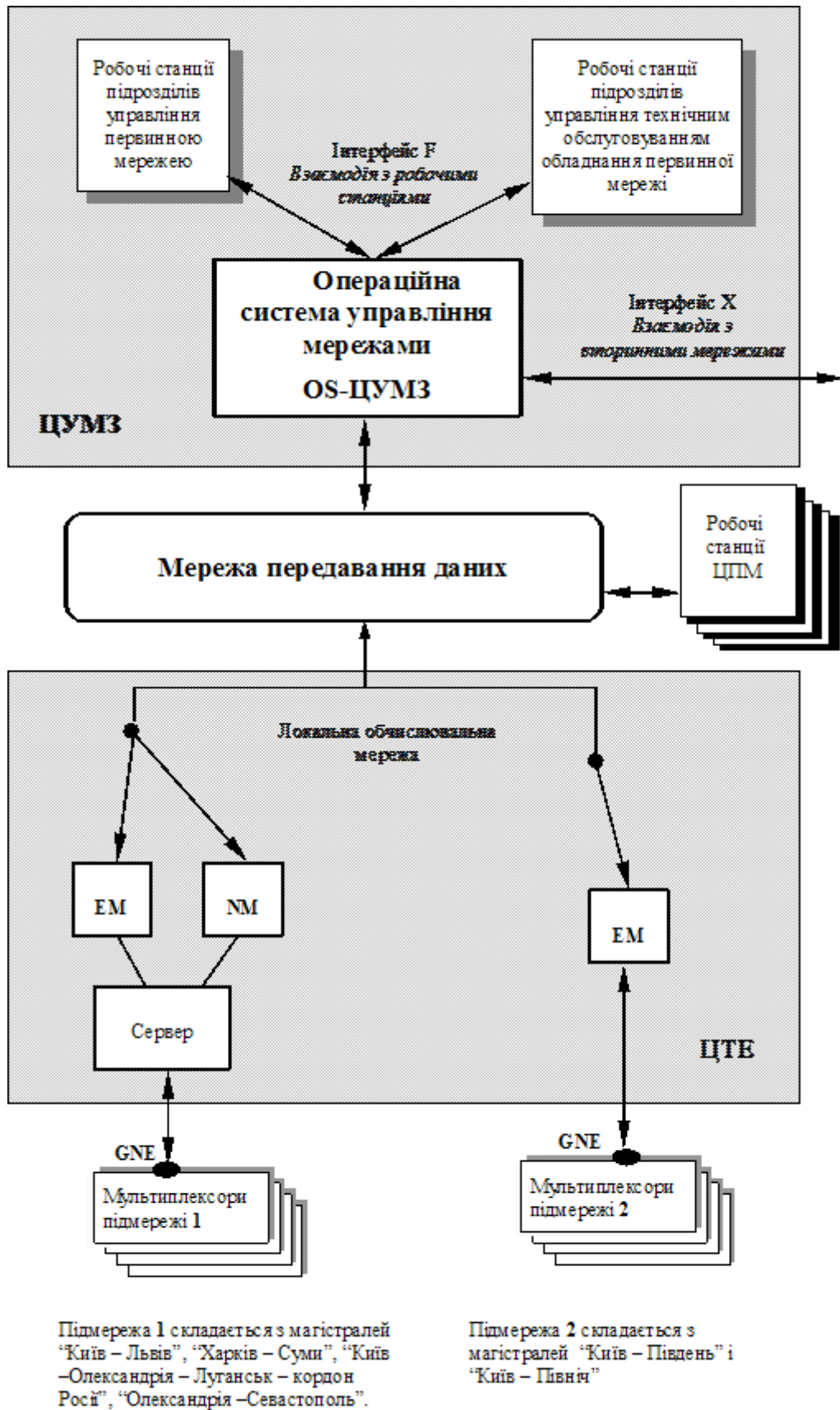


Рис.4.4 Система управління первинною мережею SDH (перша черга)

- оповіщення зацікавлених споживачів про аварії і перебудові на первинній мережі;
- ведення архівів стану мережі;
- надання довідкових даних про стан мережі, про вузли зв'язку (станції), про плани резервування, про ремонтно-налагоджувальні та профілактичні роботи, про наявність резервних трактів і каналів, про устаткування, контрольно-вимірювальну техніку, про автотранспорт та ін.
- взаємодія з робочими станціями ЦУМЗ по інтерфейсу F;
- взаємодія з ЦТЕ по інтерфейсу Q₃.
- захист від несанкціонованого доступу.

Основні функції управління технічним обслуговуванням первинної мережі:

- збирання і обробка інформації про стан обладнання систем передач первинної мережі;
- облік і аналіз якості роботи обладнання систем передачі первинної мережі;
- ведення архівів стану обладнання;
- одержання довідкових даних про лінії передачі, лінійні і мережні тракти, про вузли зв'язку (станції), про обладнання (паспортні дані), про наявність запасних пристроїв і блоків обладнання систем передачі, про наявність вимірювальної техніки, про транспортні засоби, про ремонтні бригади та ін.;
- управління ремонтно-налагоджувальними роботами (РНР);
- управління ремонтно-відновлювальними роботами в аварійних ситуаціях;
- взаємодія з робочими станціями центра технічного обслуговування по інтерфейсу F;
- захист від несанкціонованого доступу.

Робочі станції системи управління первинною магістральною мережею при взаємодії з OS-ЦУМЗ виконують наступні загальні функції:

- введення команд оператора;
- виведення інформації на екран;
- редагування інформації, що вводиться оператором, перевірка її синтаксису і семантики, розпізнавання і перевірка достовірності введення;
- підтримка інтерфейсу людина-машина з використанням сучасних технологій (графічне відображення, піктограми, вікна, меню, підказки, контекстні довідки).

Операційна система OS-ЦУМЗ повинна забезпечити інтеграцію всіх мережних елементів у єдину систему управління мережею. Функції

управління OS-ЦУМЗ повинні відбивати специфіку управління первинною магістральною мережею України.

Для вирішення цієї проблеми необхідно забезпечити узгодження інформаційних моделей між вбудованими NM і OS.

На рис.4.5 позначені функціональні блоки OS-ЦУМЗ, що розробляються з залученням представників фірм-постачальників обладнання.

У нинішній час багато закордонних компаній пропонують програмно-апаратні засоби, платформи, що забезпечують прискорення розробки та впровадження автоматизованих систем управління мережами зв'язку.

Наприклад, створення автоматизованих систем управління мережами зв'язку може бути здійснене за допомогою програмних продуктів компанії Hewlett Packard і Sykora Gmb.

Інтегровані рішення цих компаній дозволяють створити автоматизовані систем управління мережами зв'язку, побудованих на обладнанні різних виробників систем передачі, вирішити питання автоматичної локалізації пошкоджень, автоматизації технічного обліку, планування, проектування мережі й інших задач.

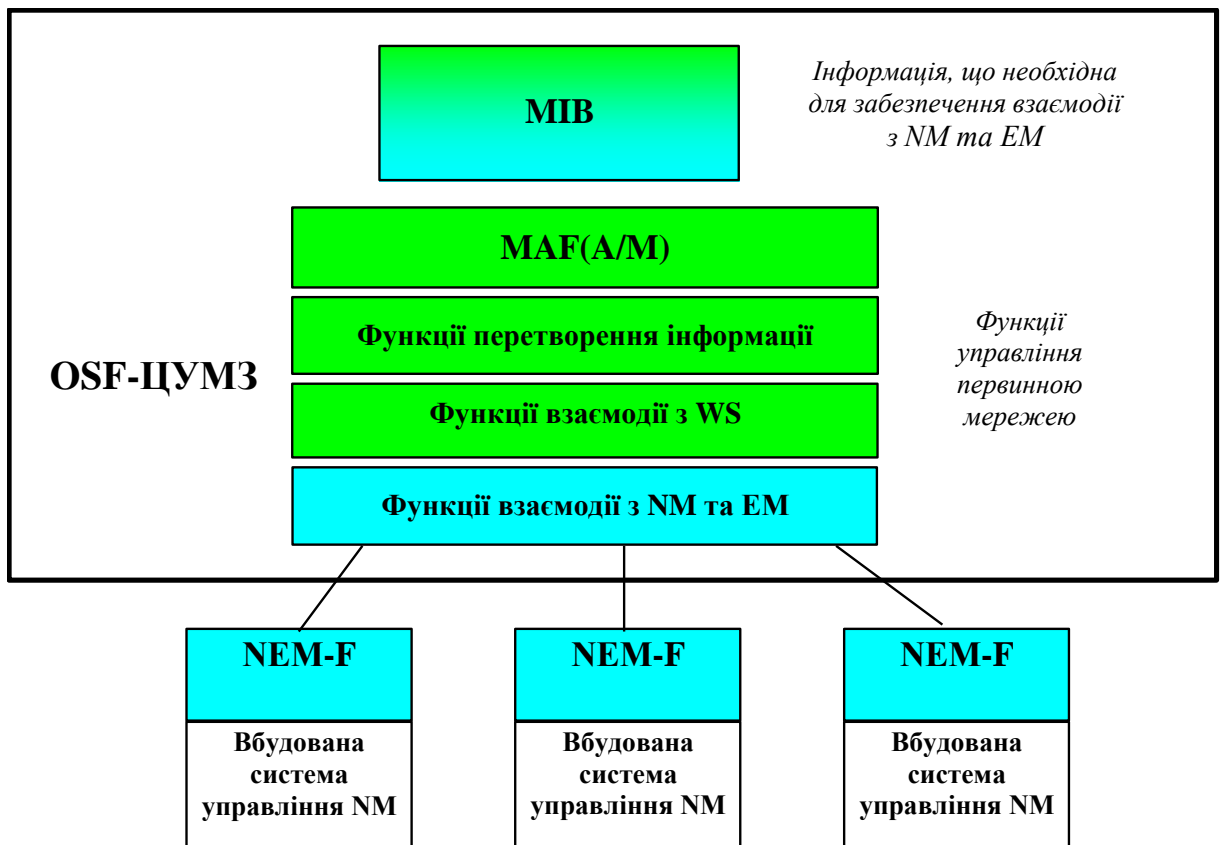
Застосування географічних інформаційних систем (ГІС) дозволить автоматизувати процес управління й обслуговування первинної мережі.

Слід зазначити, що будь-яка система управління вимагає постійного удосконалювання і супроводження, тому всі програмні продукти повинні бути доступні операторам, які обслуговують систему управління. Невиконання цих умов приведе до повної залежності від виробників програмних продуктів.

Створення автоматизованої системи управління доцільно проводити по етапах.

Перший етап створення СУ ЦПМС вирішить задачу створення операційної системи управління мережею з застосуванням сучасних програмних і технічних засобів, що дозволить у значній мірі автоматизувати процеси оперативного управління мережею і привести їх у відповідність з рекомендаціями ІТУ-Т.

Другий етап створення СУ ЦПМС забезпечить автоматична взаємодія рівня управління мережею і рівня управління



- Функціональні блоки, що розробляються спільно з представниками фірм-постачальників.
- Функціональні блоки, що розробляються без залучення фірм-постачальників.

МІВ – база даних інформації управління (Management Information Base).

Рис. 4.5. Функціональні блоки OS-ЦУСС

Завдання оператора найбільш ефективну стратегію інтеграції системи мережного управління (СМУ), що забезпечуватиме співіснування стандартних і нестандартних мережних інтерфейсів і використання різних засобів інформаційних технологій на всіх етапах проектування автоматизованих систем (високо рівневі прикладні програмні інтерфейси засобів інтеграції доступу до даних, засоби людино-машинних інтерфейсів).

4.4. СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МЕРЕЖАМИ DWDM

4.4.1 WDM, ЯК ОБ'ЄКТ УПРАВЛІННЯ

Загальні положення

Існує кілька способів збільшення пропускної здатності в системах передачі інформації. Більшість подальшого нарощування інформаційної ємності систем передачі широко застосовується сполучення одночасно двох або більше методів. В останні роки термін «ущільнення» заміняють терміном «мультиплексування», що в перекладі з англійського означає приблизно те ж саме. Стосовно волоконно-оптичних систем методи ущільнення групових інформаційних потоків можна розділити на два типи: електронне ущільнення й оптичне ущільнення. Більшість із методів ущільнення знаходить широке застосування в сучасних системах зв'язку.

Основи технології спектрального ущільнення були закладені в 1958 році, ще до появи самої волоконної оптики. Однак пройшло біля 20 років, перш ніж були створені перші елементи оптичних мультиплексних систем. Першочергово вони створювались для лабораторних дослідів, і лише в 1980 році технологія спектрального ущільнення була запропонована для телекомунікацій. А ще через п'ять років в дослідницькому центрі компанії AT&T була реалізована технологія щільного спектрального мультиплексування DWDM, коли вдалося в одному оптичному волокні створити 10 каналів по 2 Гбіт/с.

Активне застосування в сучасних системах зв'язку технологій спектрального (частотного) мультиплексування каналів - мультиплексування з поділом по довжині хвилі і щільного мультиплексування з поділом по довжинах хвиль (dense wavelength division multiplexing - DWDM) почалося в 1996 році. Саме в той час був переборений терабітний бар'єр передачі даних по одному волокну, коли компанії AT&T, Fujitsu і NTT успішно продемонстрували рекордну пропускну здатність, мультиплексувавши в одне волокно 55 DWDM – каналів, при швидкості передачі на канал 20 Гбіт/с, що забезпечило сумарну швидкість 1,1 Тбіт/с. А організація All-Optical Networking Consortium повідомила про можливість збільшити пропускну спроможність до 4 Тбіт/с, об'єднуючи 40 каналів по 100 Гбіт/с кожний.

Потім були створені оптичні комутатори спектральних каналів (Optical Crossconnect - ОХС), що забезпечують комутацію набору оптичних каналів «кожного з кожним», і основні елементи мережі, що дозволяють не перетворювати оптичні сигнали в електронні для їхньої адресації й зворотного перетворення в оптичні.

Спочатку спектральне ущільнення використовувалося головним чином на лініях зв'язку великої довжини, де в першу чергу було

потрібно збільшення пропускної здатності без додаткової прокладки волокна. Процедура додавання каналів за допомогою технології WDM, як відомо, не вимагає заміни існуючого волокна і є природним етапом розвитку операторської мережі. Тому, що потреба абонентів у пропускній здатності каналів зв'язку постійно росте, а характер переданої інформації внаслідок активної реалізації нових сервісів в останні роки інтенсивно змінюється, технологія WDM почала широко застосовуватися операторами далекого зв'язку. Сьогодні вже очевидно, що технологія WDM забезпечує найбільш швидкий і рентабельний, з погляду собівартості, спосіб розширення смуги пропускання волоконно-оптичних ліній і мереж зв'язку.

Перші системи WDM мали два канали у вікнах прозорості 1330 і 1550 нм. Потім з'явилися 4-канальні системи, з відстанню між каналами 8-10 нм у вікні 1550 нм. В подальшому "гонка за лідерство" між розробниками й виробниками компонентів WDM призвела до розробки технології щільного хвильового мультиплексування DWDM (Dense WDM) і появи систем з 8, 16, 32, 64 каналами. У цей час стандартною відстанню між каналами вважається 0,8 нм.

Як відбувається процес мультиплексування з поділом по довжині хвилі? Подібно тому, як видиме людським оком світло складається з різних кольорів, на які можна його розкласти, а потім знову зібрати, так і переданий за технологією WDM світловий потік, складається з різноманітних довжин хвиль (λ).

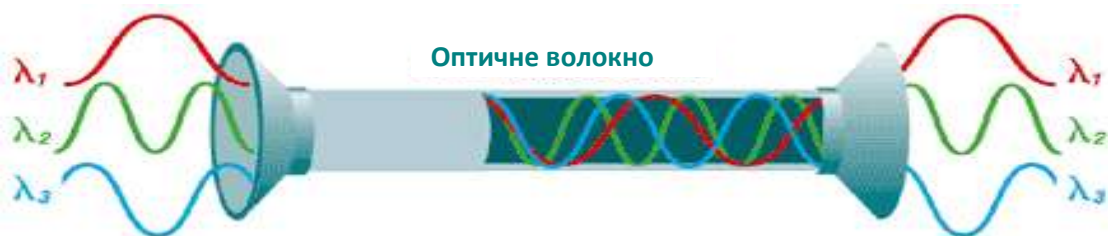


Рисунок 4.6 – Передача інформаційних потоків за технологією WDM

Тобто по одному волокну можна передавати більше сотні стандартних каналів.

Наприклад, така апаратура, що використовується при побудові DWDM-мережі Компанії Транстелеком, у максимальній конфігурації дозволяє задіяти до 160 довжин хвиль.

Принципова схема DWDM досить проста. Для того щоб організувати в одному волокні кілька оптичних каналів сигнали SDH

"зафарбовують", тобто міняють оптичну довжину хвилі для кожного такого сигналу. "Зафарбовані" сигнали змішуються за допомогою мультиплексора й передаються в оптичну лінію. У кінцевому пункті відбувається зворотна операція - "зафарбовані" сигнали SDH виділяються із групового сигналу й передаються споживачеві.

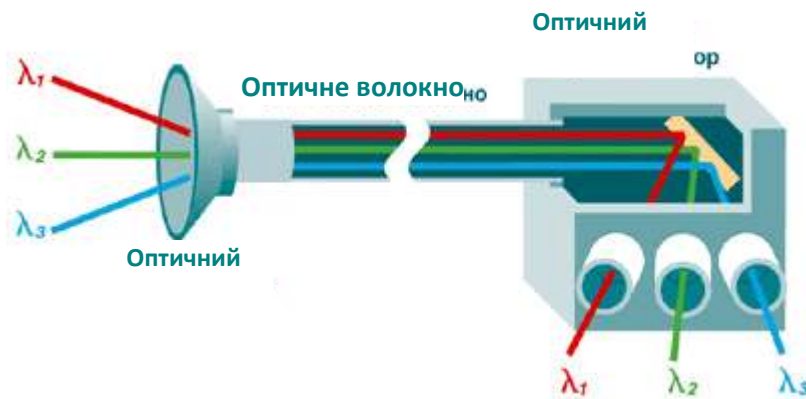


Рисунок 4.7 – Фрагмент схеми передачі даних за допомогою DWDM

Для того щоб передавати по одному волокну безліч хвильових потоків, технологія DWDM забезпечена устаткуванням особливої точності. Так, погрішність довжини хвилі, що забезпечує стандартний лазер, застосований у телекомунікаціях, приблизно в сто разів менше, ніж потрібно в системі DWDM.

Кожний лазерний передавач у системі DWDM видає сигнал на одній із заданих частот. Всі ці сигнали (канали) необхідно мультиплексувати (об'єднати один з одним) у єдиний складений сигнал. Пристрій, що виконує цю функцію, називається оптичним мультиплексором MUX (або OM). Аналогічний пристрій на іншому кінці лінії зв'язку розділяє складений сигнал на окремі канали й називається оптичним демультимплексором DEMUX (або OD). На відміну від систем TDM, у яких подібні операції ущільнення каналів відбуваються в часовій області, де основна увага приділяється точності синхронізації приймача й передавача, у системах WDM мультиплексуванню й

демультиплексуванню піддаються спектральні компоненти окремих сигналів, характеристики яких завжди відомі заздалегідь.

Оптичне мультиплексування й демультиплексування засноване на комбінованих або розташованих послідовно один за одним вузькополосних фільтрах. Зокрема, для фільтрації застосовують тонкоплівчасті фільтри, волоконні або об'ємні бреггівські дифракційні решітки, зварені біконічні волоконні розгалужувачі, фільтри на основі рідких кристалів, пристрої інтегральної оптики (матриці фазових хвильоводних дифракційних решіток або фазарів).

На даний час найбільше розповсюдження отримали пристрої оптичного мультиплексування й демультиплексування з частотним інтервалом між окремими каналами 100 ГГц (~0,8 нм), найбільш розповсюджений в існуючих системах WDM. Мультиплексні пристрої, що почали з'являтися останнім часом надають змогу забезпечити велику щільність розташування каналів з частотним інтервалом 50 ГГц и менше. При подальшому збільшенні щільності розташування каналів в системах DWDM и збільшенні жорсткості вимог до оптичних пристроїв MUX/DEMUX, скоріше за все, почне змінюватись й спектр, що використовуються.

При проходженні по оптичному волокну сигнал поступово згасає. Для того щоб його підсилити, використовуються оптичні підсилювачі. Це дозволяє передавати дані на відстані до 4000 км без перетворення оптичного сигналу в електричний (для порівняння, в SDH ця відстань не перевищує 200 км).



Tx – передавач; Rx – приймач; EDFA – оптичний підсилювач.

Рисунок 4.8 - Схема передачі даних за допомогою DWDM

Переваги DWDM очевидні. Ця технологія дозволяє одержати найбільш масштабний і рентабельний спосіб розширення смуги пропускання волоконно-оптичних каналів у сотні разів. Пропускнуну здатність оптичних ліній на основі систем DWDM можна нарощувати, поступово додаючи відповідно розвитку мережі у вже існуюче обладнання нові оптичні канали.

Хоча теоретичні основи технології DWDM дуже прості, технічна реалізація ідеї стикається із значними труднощами. Досягти її комерційного рівня дозволили розробка широкосмугових оптичних підсилювачів на основі оптичного волокна, легованого ербієм (Erbium Doped Fiber Amplifier - EDFA), і достатньо точних хвильових демультиплексорів.

Зараз існує декілька методів демультиплексування, або виділення каналів. Як приклад розглянемо (схематично) оптично-волоконні решітки Брегга.

Волоконна бреггівська решітка – це, оптичний інтерферометр, вбудований у волокно. Волокно, леговане деякими речовинами (найчастіше германієм), може змінювати свій показник преломлення під впливом ультрафіолетового світла. Якщо опромінити таке волокно ультрафіолетовим випромінюванням з деякою просторовою періодичною структурою, то волокно перетворюється на дифракційну решітку. Другими словами, це волокно буде практично повністю відбивати світло певного, наперед заданого діапазону довжин хвиль, и пропускати світло усіх інших довжин хвиль.

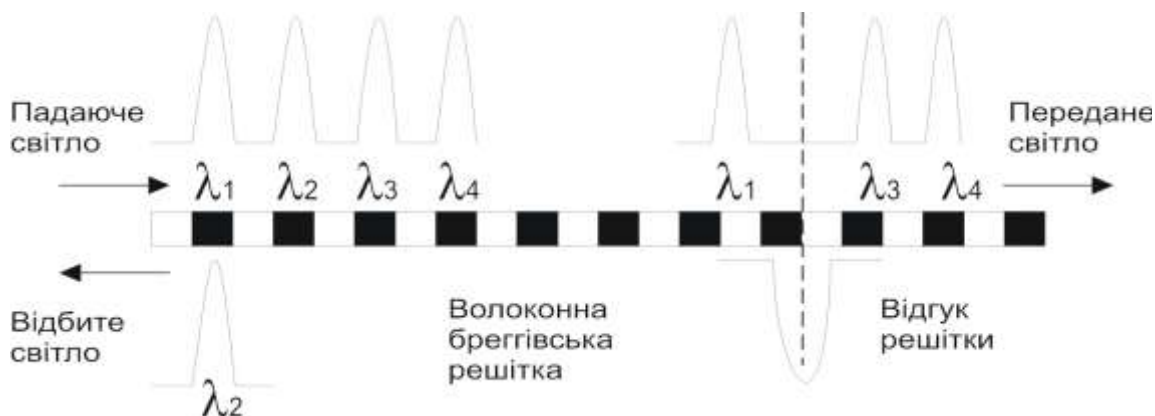


Рисунок 4.9 – Волоконна бреггівська решітка виділяє із складеного сигналу канал певної довжини хвилі

Якщо структура не цілком періодична, і період модуляції її показника переломлення змінюється монотонно (відбувається чирпирування), то виходить дифракційна решітка з лінійно змінюючимся періодом. Такі решітки використовуються для компенсації хроматичної дисперсії у волоконній лінії зв'язку або для корекції чирпированого сигналу лазерного джерела.

Центральна довжина хвилі фільтра на основі регулярної волоконної бреггівської решітки визначається її періодом, смуга пропускання обернено пропорційна її довжині. Ці параметри залежать від температури, тому такі фільтри повинні бути поміщені в термостат або інший пристрій, що контролює температуру.

Волоконна брегівська решітка може використовуватися як оптичний фільтр у пристроях мультиплексування й демультіплексування, як компенсатор хроматичної дисперсії, або в комбінації із циркуляторами в мультиплексах вводу/виводу каналів (Рис.4.9,4.10).

В мультиплексах вводу/виводу каналів волоконна брегівська решітка може використовуватися разом з двома циркуляторами, іноді використовуються в пасивних компонентах систем DWDM самі по собі. Зі сторони порту вводу каналу циркулятор виділяє відбиту хвилю та направляє її в порт виводу (рис.4.10 , ліворуч). Зі сторони порту вводу циркулятор додає в складений сигнал, що передається один канал на тій же довжині хвилі, що була виділена (рис.4.10, праворуч).

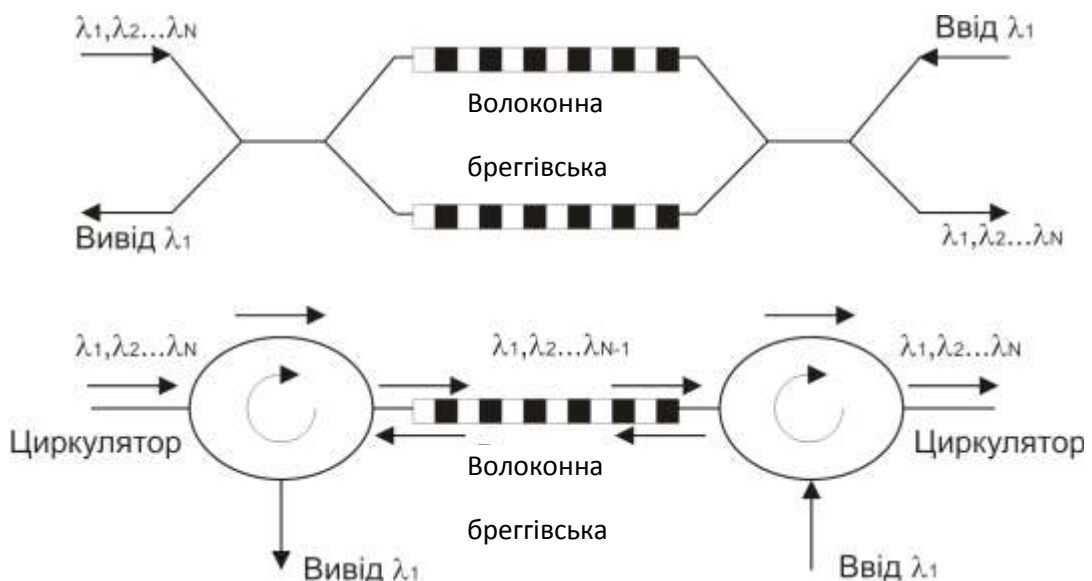


Рисунок 4.10 – Використання волоконних брегівських решіток в мультиплексорах вводу/виводу каналів.

Такі пристрої нерідко використовуються на межі між магістральним каналом и мережею міського або регіонального масштабу. В магістральному каналі зазвичай дуже багато довжин хвиль, на відміну від міських або регіональних мереж де довжин хвиль набагато менше.

Волоконні брегівські решітки в останній час також почали використовуватись у пристроях мультиплексування й демультиплексування разом з інтерферометрами типу Маха-Цендера та в комбінації з іншими типами фільтрів.

Наряду з мультиплексорами й демультиплексорами, розглянута технологія вузькосмугової фільтрації оптичних каналів також використовується для вирівнювання спектра сигналу перед підсилювачами EDFA, для стабілізації довжини хвилі й у хвильових стабілізаторах.

Брегівські решітки є ділянкою волокна, в серцевині якого коефіцієнт заломлення безперервно і періодично змінюється. Ці зміни можна викликати дією ультрафіолетового випромінювання, що прикладається за допомогою інтерферометра або фазової маски. Таким чином одержують просторові дифракційні решітки, що дають змогу дозволити головні максимуми дифракційної картини для кожної з довжин хвиль. Встановивши відповідну матрицю світлоприймачів, виділяють канали з складового сигналу.

Впровадження нових технологій (розробки широкосмугових оптичних підсилювачів та методів демультиплексування) стало основою для побудови комерційно доступних оптично-волоконних транспортних систем. Проте їх широкому розповсюдженню сприяла розробка оптичного мультиплексора введення-виведення каналів (Optical Add-Drop Multiplexer - OADM), за допомогою якого можна було ввести або виділити низькошвидкісний канал, не виконуючи при цьому повного демультиплексування сигналу. Такий мультиплексор встановлюється в будь-якому місці між терміналами. Комерційні пристрої дозволяли виводити або вводити до чотирьох кана ОС-48/STM-16. Особливо підходять OADM у разі чарункової мережі або кільцевої топології, що використовується для підвищення живучості.

На рисунку 4.11 наведено модель взаємодії транспортних систем.

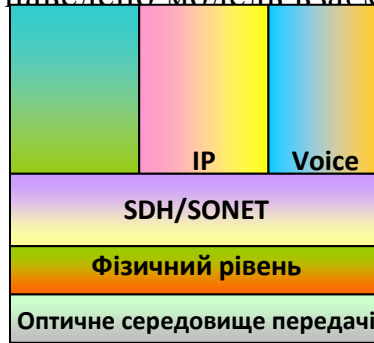


Рис.4.11 - Модель взаємодії систем без DWDM

До появи WDM багаторівнева модель взаємодії технологій передачі сигналу в глобальних мережах, що використовують як транспорт SDH/SONET, складалася з середовища передачі (оптичного волокна) і трьох рівнів (рисунок 4.11). Для передачі трафіку пакети верхнього рівня інкапсулювалися в транспортні модулі STM (Synchronous Transport Module) стандарту SDH або в транспортні сигнали STS стандарту SONET, які потім через відповідний фізичний інтерфейс поступали в оптичне середовище передачі.

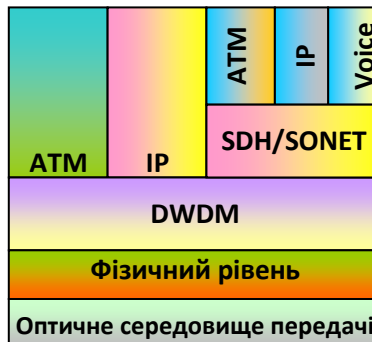


Рисунок 4.12 - Модель взаємодії систем з використанням DWDM

Технологія WDM дещо змінила вид моделі (рисунок.4.12). Тепер осередки ATM і пакети IP вже не вимагають обов'язкової інкапсуляції в блоки STM/STS, що спрощує їх обробку. Безумовно, для збереження спадкоємності традиційних моделей взаємодії ці види трафіку можуть передаватися за допомогою WDM з використанням SDH/SONET як проміжного рівня. Таким чином, DWDM дозволяє надавати послуги, такі, як відео і мультимедіа, як IP-трафік поверх ATM, так і голос поверх SDH/SONET. Не дивлячись на те що ці три формати володіють різними можливостями по управлінню смугою пропускання, всі вони можуть бути передані поверх оптичного рівня DWDM.

Що стосується області вживання DWDM, то, як і для будь якої нової технології, вона постійно розширюється. Цьому сприяють її

сумісність з інстальованою базою оптичного волокна, а також прозорість з існуючими протоколами.

В системі WDM/DWDM сигнали різних довжин хвиль, що генеруються одним або декількома оптичними передавачами, об'єднуються мультиплексором в багаточастотний складений оптичний сигнал, який розповсюджується далі по одномодовому ОВ. При великій протяжності ВОЛЗ в ній встановлюється один або декілька оптичних підсилювачів (ОП). Демультиплексор виділяє з складеного оптичного сигналу початкові частотні канали і направляє їх на відповідні фотоприймачі.

На проміжних вузлах лінії деякі оптичні канали можуть бути додані або виділені з складеного оптичного сигналу за допомогою оптичних мультиплексорів введення-виведення або систем крос-комутації (ОСКК/ОССС - Optical Cross-Connect System) оптичних каналів.

В системах WDM/DWDM застосовують цілком певні діапазони довжин хвиль оптичного випромінювання в межах стандартизованих Міжнародним союзом електрозв'язку (МСЕ-Т) діапазонів для різних видів стандартних одномодових волокон.

Технології DWDM, на відміну від WDM, в якій звичайно використовуються друге і третє вікна прозорості ОВ на довжинах хвиль 1310 нм і 1550 нм (О- і С-діапазони відповідно) або додатково в межах області довжин хвиль 1650 нм (L-діапазон), притаманні дві важливі особливості:

- використання тільки одного вікна прозорості волокна - 1550 нм в межах області довжин хвиль 1530 - 1565 нм (С-діапазон), відповідної максимальному підсиленню волоконних ОП, легованих іонами ербію;

- малий інтервал довжини хвилі між мультиплексними оптичними каналами, зазвичай рівний 3,2 / 1,6 / 0,8 або 0,4 нм.

Саме ці особливості систем DWDM з урахуванням вживання спеціально розроблених одномодових ОВ, ОП, пристроїв компенсації дисперсії і сучасних ЦСП СЦІ/SDH забезпечують максимально високу смугу пропускання і граничну дальність передачі для систем спектрального ущільнення оптичних каналів у високошвидкісних мережах зв'язку.

Пропускна спроможність оптичних ліній на основі систем WDM/DWDM можна нарощувати поступово додаючи по мірі розвитку мережі нові оптичні канали. Вживання волоконних ОП дозволяє створювати повністю оптичні мережі, в яких обробка сигналу електронними компонентами відбувається тільки на початковій і кінцевій точках мережі. Кожний канал електрозв'язку, створений ЦСП СЦІ/SDH відповідного рівня ієрархії (STM-16/64/256), обробляється в системі WDM/DWDM як окремий канал на окремій довжині хвилі, завдяки чому велика частина існуючого мережного устаткування мереж СЦІ/SDH може безпосередньо включатися до складу систем WDM/DWDM. Це дозволяє понизити початкові витрати для установки систем WDM/DWDM в існуючу мережу мереж СЦІ/SDH.

Структура систем WDM/DWDM.

В загальному випадку система WDM/DWDM складається з декількох оптичних передавачів, оптичного мультиплексора, одного або декількох ОП (звичайно це ОП на основі волокна, легованого іонами ербію - EDFA - Erbium Doped Fiber Amplifier), апаратура ЦСП СЦІ/SDH, волоконної лінії зв'язку, оптичного демультимплексора і відповідного числа фотоприймачів, а також відповідного електронного устаткування і системи управління мережею. В системах WDM/DWDM як джерела випромінювання застосовують високостабільні одномодові напівпровідникові лазери з надвузкою спектральною лінією генерації і внутрішньою або зовнішньою модуляцією оптичної несучої частоти.

Така система включає наступні основні блоки: оптичні транспондери (приймачі-передавачі із стабільними по частоті джерелами оптичного випромінювання для перетворення оптичного сигналу ЦСП в сигнал оптичного каналу системи DWDM), оптичні мультиплексори/демультимплексори, ОП потужності або оптичні підсилювачі у складі апаратури DWDM, лінійні ОП (ОПЛ), встановлювані в лінії зв'язку. Така система спільно з волоконними ОП EDFA забезпечує дальність передачі понад 200 км.

Оптичні мультиплексори систем DWDM розраховані на роботу з великим числом N оптичних каналів ($N > 32$) із певними довжинами хвиль і забезпечують можливість мультиплексування (демультимплексування) одночасно як всіх оптичних каналів, так і введення/виведення одного або декількох із загального оптичного потоку з великим числом каналів.

Порівняння систем спектрального і тимчасового ущільнення. В технології TDM апаратура ЦСП СЦІ/SDH приймає синхронні і асинхронні електричні сигнали (звичайно рівня E1 (2 Мбіт/с) або E3 (34 Мбіт/с) і мультиплексує їх в єдиний сигнал - транспортний модуль рівня STM-N, який має швидкість передачі $155 \times N$ Мбіт/с ($N=1, 4, 16, 64, 256$) і може бути представлений як електричним (E), так і оптичним (O) сигналом.

При цьому в ЦСП СЦІ/SDH забезпечується взаємне перетворення електричних і оптичних сигналів по схемі E/O або O/E/O, а по ОВ розповсюджується оптичний сигнал на одній довжині хвилі, що містить безліч каналів ЦСП.

В мережі на основі систем TDM основну увагу надається точності синхронізації приймача і передавача. В технології WDM/DWDM апаратура приймає безліч оптичних сигналів і мультиплексує їх по довжині хвилі. При цьому відсутнє перетворення сигналу і використовується безліч довжин хвиль (оптичних каналів) в одному оптичному волокні. Важливе відмітити, що на кожній довжині хвилі в системі WDM/DWDM може передаватися сигнал систем TDM (СЦІ/SDH), що містить певне, достатньо велике число цифрових каналів.

В технології TDM забезпечується передача по оптичній лінії або мережі зв'язку на одній довжині хвилі безлічі цифрових каналів, різнорідних по типу даних, що передаються. При цьому можливе як синхронне часове мультиплексування (SyTDM - Synchronous Time Division Multiplexing), так і статистичне мультиплексування (StTDM - Statistical Time Division Multiplexing) каналів. Мережі СЦІ/SDH передбачають використання синхронних мультиплексорів з часовим ущільненням каналів SyTDM для надання фіксованої смуги пропускання для виділених каналів незалежних послуг. Саме цей варіант технології TDM найбільш широко поширений і застосовується в ЦСП СЦІ/SDH.

Технологія TDM дозволяє збільшити пропускну спроможність лінії або мережі за рахунок збільшення швидкості передачі інформації в лінії зв'язку. Максимум швидкості передачі систем TDM (в межах фундаментальних обмежень самого ОВ) залежить від характеристик електронних компонентів, що використовуються, в апаратурі ЦСП. При цьому для кожного каналу, незалежно від його необхідної пропускну спроможності, використовується електронне устаткування, що має

пропускну спроможність не нижче за загальну пропускну спроможність лінії зв'язку. За допомогою технології TDM навряд чи буде досягнута сумарна швидкість передачі в лінії зв'язку, сумірна з пропускною спроможністю самого оптичного волокна.

В технології WDM/DWDM канали повністю незалежні, оскільки кожному з них відповідає своя довжина хвилі, а тому такі системи дають велику гнучкість в порівнянні з системами TDM. Технологія WDM/DWDM дозволяє без яких-небудь труднощів розділити лінію зв'язку на безліч оптичних каналів, тип трафіку і швидкість передачі в кожному з яких може істотно розрізнятися. Додавання нових оптичних каналів в існуючу систему WDM/DWDM не викликає особливих проблем.

При необхідності повну пропускну спроможність системи можна збільшити, просто додавши в існуючу систему WDM/DWDM декілька нових оптичних каналів. Технологія WDM/DWDM дозволяє досягти сумарної пропускної спроможності в лінії зв'язку, сумірного з пропускною спроможністю самого оптичного волокна.

В даний час пристрої DWDM впроваджують практично всі ведучі на ринку телекомунікацій компанії. Серед них Alcatel, Bosch, Ciena, Ericsson, Fujitsu, GPT-Siemens, Hitachi, Lucent, NEC, Nortel Networks, NTT. Їх можна розділити на дві групи. До першої відносяться компанії, традиційно випускаючі системи SDH/SONET (наприклад, Alcatel, Lucent, NEC, Nortel), до другої -- "новачки" (Ciena, Eonux, IBM, Osicom). Перші розробляють на базі технології DWDM транспортні засоби для глобальних мереж, тоді як другі працюють в секторі локальних або мереж масштабу міста (Metropolitan Area Networks - MAN).

В системах CWDM можуть одночасно діяти до 18 каналів й використовуватись одномодове, так і багатомодове волокна. У порівнянні з DWDM в системах CWDM довжина волоконних ліній та затрати на побудову мережі зазвичай на декілька разів менше. В останній час технологія CWDM отримує все більше розповсюдження, особливо у міських та регіональних мережах. В містах провайдери здійснюють модернізацію мережі на додачу до систем SDY/ATM/FR, що використовуються за допомогою системи CWDM. Саме вони можуть вирішити проблеми недостатності пропускної спроможності при збільшенні економічної ефективності використання мережі та мінімізації капітальних затрат на її побудову.

Міські та регіональні мережі являють собою найбільш розвинуті сегменти телекомунікаційного ринку та мають на увазі широке застосування для передачі даних великого спектру різноманітних протоколів, швидкостей і мережних топологій. Пристрої CWDM є “прозорими” для будь-якого типу й швидкості трафіку, що передається та мають змогу стати пов’язуючою ланкою між магістральною мережею та мережею доступу.

Термін CWDM використовувався раніше для позначення оптичних несучих з розносом 25 нм для передачі по багатохвильовому волокну в локальних мережах.

Стисла характеристика мережі WDM

Основним параметром в системах WDM/DWDM є відстань між сусідніми оптичними каналами по довжині хвилі випромінювання. Стандартизація оптичних каналів - основа взаємної сумісності устаткування різних виробників систем WDM/DWDM і подальшого його тестування в процесі наладки і експлуатації.

Системи WDM в даний час підрозділяють по числу оптичних каналів і відстані між оптичними каналами по частоті на три типи:

- ✓ звичайні системи CWDM;
- ✓ системи щільного спектрального мультиплексування DWDM;
- ✓ системи високощільного спектрального мультиплексування HDWDM (High Dense Wavelength Division Multiplexing).

В таблиці наведена одна з можливих класифікацій систем зі спектральним ущільненням (СУ). У відповідності з рекомендацією ITU-T G.694.2 в таблиці використані наступні позначення спектральних діапазонів:

- O - початковий, первинний (Original, 1260...1360 нм);
- E - розширений (Extended, 1360...1460 нм);
- S - короткохвильовий (Short wavelength, 1460...1530 нм);
- C - звичайний, стандартний (Conventional, 1530...1570 нм);
- L - довгохвильовий (Long wavelength, 1570...1625 нм).

Таблиця 4.1- класифікація систем зі спектральним ущільненням

	CWDM, (Coarse WDM, грубе СУ)	DWDM, (Dense WDM, щільне СУ)	HDWDM, (High density WDM, СУ високої щільності)
Рознос довжин хвиль (частот) каналів	20 нм або 25 нм	< 1,6 нм (200 ГГц, 100 ГГц, 50 ГГц)	< 0,4 нм (25 ГГц, 12,5 ГГц)
Діапазони, що використовуються	O, E, S, C та L	S, C та L	C та L
Типове число каналів	18 максимальне	Десятки каналів (до декількох сотень)	Десятки каналів
Вартість каналу	Низька	Висока	Висока

В таблиці 4.1 наведені відомості про рознос довжин хвиль каналів у діапазонах, що використовуються для CWDM, DWDM, HDWDM, а також про типові кількості каналів, вартості каналу, відомості з спектральних діапазонів, встановлених редакцією ITU-T G.694.2 (O.E.S.C.L). В діапазоні “С” можна розташувати до 100 каналів використовуючи крок 0,4 нм, що при швидкості передачі в межах 2,5...10 Гбіт/с надає інформаційну місткість одного волокна 250...1000 Гбіт/с. З розвитком систем DWDM збільшується кількість каналів, що передаються, дальність передачі й швидкість у кожному каналі. Так, фірма NEC втілила одночасно передачу 273 каналів на відстані 117 км. Потік інформації, що передавався по одному волокну, склав 10,92 Тбіт/с.

До теперішнього часу відсутній стандарт на класифікацію систем WDM і немає точних меж розділу між ними, проте можна вслід за компаніями Alcatel і ECI Telecom провести класифікацію систем WDM таким чином:

- системи CWDM - системи спектрального ущільнення з тим, що рознесення оптичних каналів (оптичних несучих) по частоті $D_{\text{нн}} \geq 200$ ГГц і числом мультиплексуємих каналів $N \leq 16$;

- системи DWDM - системи щільного спектрального ущільнення з тим, що рознесення оптичних каналів по частоті $D_{\text{нн}} = 100$ ГГц і $N = 40$;

- системи HDWDM - системи високощільного спектрального ущільнення з тим, що розношення оптичних каналів по частоті $D_{\text{пн}} \leq 50$ ГГц і $N \geq 80$.

В цій класифікації число оптичних каналів N для кожного класу систем WDM достатньо умовне, проте частотний інтервал між каналами $D_{\text{пн}}$ є істотною характеристикою. Для систем HDWDM він вже досягає 50 ГГц, а в деяких експериментальних системах - 25 ГГц.

Частотний план МСЕ-Т - це набір стандартних частот на основі базової частоти $\nu = 13100$ ГГц. Стандартні частоти розташовуються вище і нижче за цю частоту з інтервалом в 100 ГГц. Максимально допустиме число оптичних каналів $N \leq 41$ для частотного інтервалу $D_{\text{пн}} = 100$ ГГц і $N \leq 81$ для частотного інтервалу $D_{\text{пн}} = 50$ ГГц. Проте ці показники вже перекриті рядом компаній, що проводять апаратуру DWDM з числом оптичних каналів $N = 160$ (Nortel, Lucent, Siemens) і $N = 256$ (Alcatel).

Реалізація тієї або іншої сітки частотного плану багато в чому залежить від типу оптичних підсилювачів, що використовуються, швидкості передачі в каналі - 2,4 (STM-16), 10 (STM-64), 40 Гбіт/с (STM-256) і впливи нелінійних ефектів у волокні. При цьому рівномірний розподіл оптичних каналів систем WDM дозволяє оптимізувати роботу оптичних транспондерів, перебудованих лазерів і інших пристроїв систем спектрального ущільнення в оптичній мережі зв'язку, а також полегшує можливість її подальшого нарощування.

Оптичний канал, що розноситься, визначається критерієм дозволу сусідніх оптичних каналів по довжині хвилі. Проте із зменшенням відстані між оптичними каналами зростає вплив ефекту чотирьоххвильового зміщення в ОВ лінії зв'язку, що обмежує максимальну довжину ділянки регенерації ВОЛС з системами WDM/DWDM.

По-друге, при зменшенні міжканального інтервалу до $D_{\text{пн}} \approx 4$ нм починають виявлятися обмеження по мультиплексуванню каналів більш високого рівня ієрархії ЦСП СЦІ/SDH (STM-64 і вище). Окрім цього, частотний інтервал $D_{\text{пн}} = 50$ ГГц накладає більш жорсткі вимоги до лазерів, мультиплексорів і інших компонентів апаратури, що веде до збільшення її вартості.

При цьому основним шляхом збільшення числа мультиплексуємих оптичних каналів в системах WDM/DWDM є розширення їх спектральної смуги. Збільшення робочої області спектру підсилення ОП EDFA за рахунок забезпечення більшої лінійності коефіцієнта підсилення у всьому С-діапазоні вже в даний час дозволило здійснити ущільнення і розділення до 160 каналів рівня STM-64 (10 Гбіт/с) з частотним інтервалом 100 ГГц і загальною місткістю смуги 1,6 Тбіт/с в розрахунку на одне ОВ.

Об'єкти та параметри мережі DWDM, якими необхідно управляти

До складу систем WDM/DWDM зазвичай входять наступні основні компоненти якими необхідно управляти і здійснювати моніторинг:

оптичні передавачі, джерела випромінювання, хвильові блокувачі, фотоприймачі, аттенюатори, оптичні комутатори, пристрої оптичної крос-комутації, пристрої уведення-виведення каналів, що адресуються, хвильові розгалужувачі, пристрої компенсації дисперсії, оптичні мультиплексори і демультиплексори, оптичні мультиплексори уведення-виведення каналів, оптичні підсилювачі.

Сучасні оптичні передавачі мають гібридну конструкцію. Лазери і інтегральні мікросхеми, що модулюють випромінювання, з'єднані в єдиний компактний модуль, що дозволяє досягти великих частот модуляції високої надійності. Таким модулем є електронно-оптичний перетворювач, в якому інтенсивність вихідного оптичного сигналу модулюється вхідним цифровим електричним сигналом. Передавач для одного оптичного каналу звичайно є лазером з розподіленим зворотним зв'язком (РІС) з вихідною потужністю в ОВ не менше 1 мВт (0 дБм) і оптичний модулятор (при частотах модуляції понад 2,5 ГГц - зовнішній).

Методами інтегральної оптики створені недорогі і зручні в експлуатації оптичні передаючі модулі, об'єднуючі в одному кристалі лазер, оптичний модулятор і напівпровідниковий ОП. Розроблені також оптичні передаючі модулі, об'єднуючі мультилазери, незалежно генеруючі сигнали на декількох довжинах хвиль, мультиплексор напівпровідниковий.

Модуль оптичного передавача з РОС-лазером звичайно містить також термоелектричний охолоджуючий пристрій для контролю температури, датчик температури, оптичний ізолятор і фотодіод для контролю рівня потужності. РОС-лазери вимагають жорсткого температурного контролю, оскільки довжина хвилі генерації дуже чутлива до зміни температури.

Для систем DWDM достатньо забезпечити на практиці температурну стабілізацію лазерів оптичних передавачів в межах $\pm 0,1^\circ\text{C}$, що дозволяє підтримувати стабільність довжини хвилі в межах $\pm 0,01$ нм. Ефективність промислових РОС-лазерів достатньо висока - вихідна потужність в 1 мВт в ОВ забезпечується при струмі накачування до 40 мА.

Оптичні підсилювачі EDFA на основі оптичного волокна, легованого іонами ербію, за останні декілька років провели революцію в оптичних системах зв'язку. Такі підсилювачі забезпечують безпосереднє посилення оптичних сигналів без перетворення їх в електричні сигнали і назад, володіють низьким рівнем шумів а їх робочий діапазон довжин хвиль практично відповідає вікну прозорості ОВ на основі плавленого кварцу.

Оптичний підсилювач EDFA складається з відрізка ОВ, легованого іонами ербію, в якому оптичні сигнали певних довжин хвиль можуть підсилюватися за рахунок енергії зовнішнього випромінювання накачування. В найпростіших конструкціях ОП EDFA посилення до необхідного рівня відбувається в достатньо вузькій смузі по довжині хвилі (≈ 40 нм) - приблизно від 1525 нм до 1565 нм. Цього вистачає для забезпечення посилення декількох десятків оптичних каналів систем WDM/DWDM. Як джерело випромінювання накачування служать лазери з довжиною хвилі 980 і 1480 нм, відповідної максимумам поглинання іонів ер

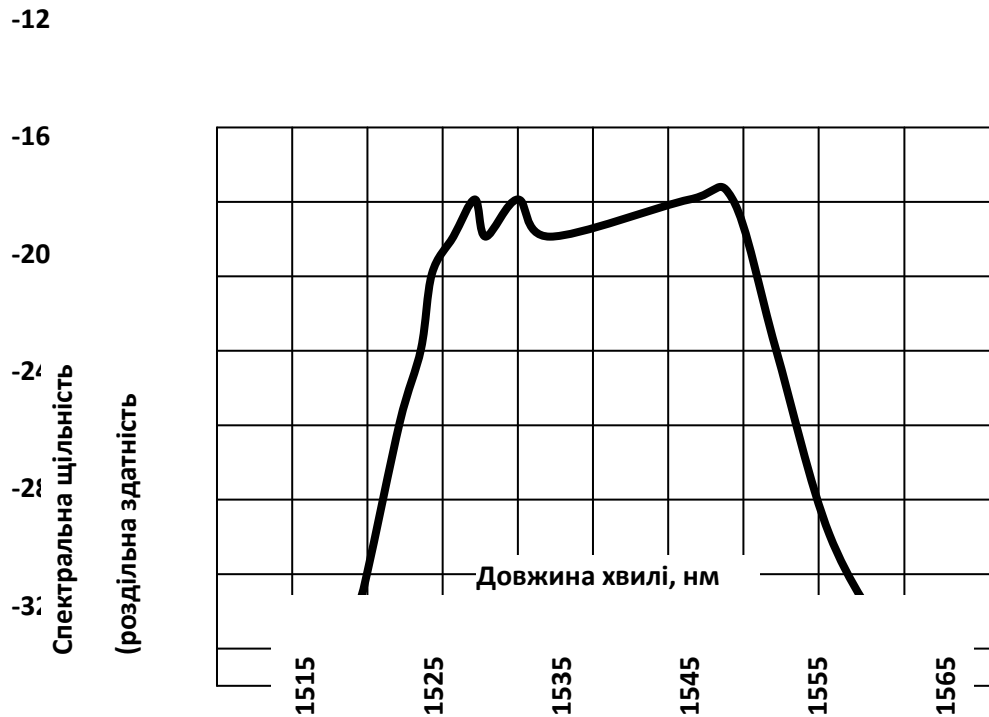


Рисунок 4.13 – Залежність коефіцієнта підсилення EDFA від довжини хвилі

Накачування на довжині хвилі $\lambda_{\text{пн}} = 980$ нм більш ефективне і забезпечує більш низький рівень шумів ($\approx 3 - 5$ дБ). Проте, лазери накачування на $\lambda_{\text{пн}} = 1480$ нм (хоча їх ефективність і складає 70 % в порівнянні з лазерами на $\lambda_{\text{пн}} = 980$ нм), вважаються більш переважними, оскільки вони більш надійні, не вимагають жорсткого контролю довжини хвилі (випромінюють в більш широку смугу поглинання іонів ербію) і разом з тим дозволяють реалізувати достатньо низький рівень шумів підсилювача (≈ 5 дБ).

Звичайні електронні повторювачі, щоб відновити рівень сигналу на дальній лінії зв'язку, зчитують сигнал з волокна, перетворюють його в електричні імпульси підсилюють їх, перетворюють підсилений сигнал знов до оптичної форми й передають далі по лінії зв'язку. На відміну від них, підсилювачі EDFA цілком "прозорі" – не залежать від протоколів, що використовуються, форматів, швидкості передачі й (в межах вказаних вище обмежень) довжини хвиль оптичного сигналу. Оскільки підсилювачі EDFA незалежні від мережного протоколу, їх можна підключати безпосередньо до різноманітного обладнання – комутаторів АТМ або компонентів протоколу ІР – не хвилюючись, що вони будуть заважати один одному. Ця гнучкість –

найголовніша перевага використання їх в системах DWDM. Наряду з цим, при використанні підсилювачем EDFA потрібно брати до уваги їх неоднорідне спектральне підсилення та шум, що вноситься їми за рахунок підсиленої спонтанної емісії ASE (Amplified Spontaneous Emission). Мережі з підсилювачами EDFA мають численні переваги. Пропускнуну здатність таких мереж можна нарощувати економічно й поступово, додаючи нові канали при виникненні росту потреби.

Застосування підсилювачів EDFA дозволяє створювати цілком оптичні мережі, в яких обробка сигналу електронними компонентами здійснюється тільки у початковій (де інформація вперше потрапляє до мережі) та кінцевій (де інформація досягає кінцевого отримувача) точках мережі. Кожна лінія зв'язку рівня OC-48 (STM-16) обробляється в системі DWDM, як окремий канал на окремій довжині хвилі, завдяки чому більша частина існуючого мережного обладнання безпосередньо приєднується до систем DWDM. За рахунок цього початкова вартість вводу систем DWDM в експлуатацію досить низька.

Проблеми, що відносяться до оптичних підсилювачів і їх вживань в оптичних системах і мережах зв'язку, дуже широкий, а сама тема виходить за рамки справжнього огляду і вимагає окремого розгляду.

Методи побудови систем спектрального ущільнення. Докладний розгляд явищ і методів, що лежать в основі побудови систем спектрального мультиплексування і апаратури систем WDM/DWDM, охоплює різні напрями фізики і техніки і дуже обширно, що вимагає по суті окремого спеціального огляду. Тому обмежимося розглядом найпоширеніших систем і проведемо порівняльний аналіз основних широко вживаних методів і технологій спектрального ущільнення і розділення оптичних каналів стосовно промислових систем WDM/DWDM.

В пристроях спектрального мультиплексування/демультиплексування звичайно використовуються одноступінчаті тонкоплівкові фільтри, кожний з яких виділяє з складового сигналу (або додає в нього) один канал. Тонкоплівкові фільтри мають смугу пропускання, відповідну для використання їх в системах WDM з 16 або 32 каналами. В сучасних системах DWDM з більш щільним мультиплексуванням, що розташовує канали застосовуються інші технології.

В оптичних мультиплексорах і демультиплексорах об'ємні брегговські дифракційні решітки (ОБДР) використовують в комбінації з увігнутих фокусуючим дзеркалом і масивом (лінійкою) одномодових волокон по так званій схемі тривимірного оптичного мультиплексування

(ТОМУ). Не дивлячись на високу вартість і складність таких пристроїв, вносимі ними втрати практично не залежать від числа оптичних каналів, що робить цю технологію однією з найпривабливіших для вживання в системах DWDM з великим числом каналів.

В даний час інтегрально-оптичні технології застосовуються при виробництві оптичних розгалужувачів, комутаторів, модуляторів, оптичних хвилеводних підсилювачів, об'ємних брегівських дифракційних решіток, а також для створення масивів хвилеводних решіток (MBP/AWG - Array Waveguide Grating) для систем DWDM.

Масив таких хвилеводних решіток має спектральну характеристику, подібну інтерференційному фільтру. Він виконує функцію дифракційних решіток в інтегрально-оптичному мультиплексорі, що працює на принципі багатопортового інтерферометра Маха-Цендера. Ця технологія зараз стає основною для виробників мультиплексорів і демультимплексорів систем DWDM.

Порівняння технологій спектрального мультиплексування. Представляє інтерес порівняти основні методи побудови систем спектрального мультиплексування для промислових систем WDM/DWDM.

Видно, що вказані методи можуть бути використані при створенні систем DWDM і HDWDM. При цьому технологія ТОМУ (ОБДР) найбільшою мірою розроблялася як промислова технологія, а MBP/AWG, хоча і забезпечує рекордні показники по числу каналів, реалізовані на практиці, поки що залишається експериментальною розробкою.

Бурний зріст Інтернет-трафіку спонукав не менш бурхливі обговорення того, як підняти пропускну здатність мережної інфраструктури. Ніхто не сумнівається в тім, що якщо не прийняти термінових мір у цьому напрямку, мережі почнуть захлинатися трафіком, в "вузьких місцях" з'являться затори. Взагалі ж, немає сумнівів і в тім, що сучасні технології передачі даних самі по собі мають достатній потенціал для рішення прийдешніх і вже сьогоднішніх проблем. Магістралі зі швидкостями в сотні Гбіт/с уже не така рідкість, у всякому разі, у Північній Америці. Терабітні комутатори й мультиплексори вийшли зі стін лабораторій, їх пропонують багато виробників устаткування. Платите гроші, нарощуйте смугу пропускання, і все буде в порядку.

Все це справедливо з одним лише застереженням: міркуючи про основне, тобто створення інфраструктури, здатної впоратися зі стрімко зростаючими інформаційними потоками, не варто забувати про те, що йти до мети можна різними шляхами, платячи абсолютно різні гроші. Ідеальним було б рішення, що дозволяє при відносно невеликих інвестиціях на початковому етапі, нарощувати мережу в майбутньому без істотних перебудов мережі. Саме тут сильна сторона запатентованої технології, що з'явилася недавно на ринку, SWDM, орієнтованої головним чином на міські мережі. Але, щоб тверезо оцінити її можливості, і межі застосовності, варто згадати про переваги й недоліки конкуруючих технологій.

Завдання, які повинна вирішувати транспортна мережа зв'язку, відповідають трьом категоріям мереж:

- ✓ мережне ядро, що з'єднує міста, країни й континенти;
- ✓ міська транспортна мережа;
- ✓ мережа доступу.

Вимоги до пропускної здатності на рівні мережного ядра знаходяться у широкому діапазоні — від одиниць до сотень Гбіт/с. Нижня границя вимог характерна для країн, що розвиваються (до яких належить й Росія), а верхня - для таких регіонів, як Північна Америка (насамперед, США), Західна Європа і Японія. Для рівня міських мереж необхідні (залежно від регіону й масштабу міста) швидкості передачі в діапазоні від сотень Мбіт/с до десятків Гбіт/с. Для мереж доступу ма-ється на увазі пропускна здатність від одиниць до сотень Мбіт/с. При цьому кінцеві користувачі можуть підключатися до мережі доступу в діапазоні швидкостей від десятків кбіт/с до одиниць Мбіт/с.

Донедавна переважною технологією транспортного рівня й для ядра мережі, і для міської мережі була SDH/SONET. Поширення більше швидкісної - DWDM - почалося з тих магістралей, де збільшення смуги пропускання потрібно досягти за всяку ціну. Поступово ця нова технологія стала проникати й у менш швидкісний сектор ринку. Багато експертів думали, що DWDM витисне SDH/SONET і з міських мереж, однак цей процес іде зовсім не тими темпами, які очікувалися. У якомусь ступені результатом цієї затримки й стала поява SWDM, що полегшує й зменшує затрати на перехід до DWDM у міських мережах.

Selective WDM — селективне спектральне ущільнення — унікальна технологія Lucent, компроміс між SDH/SONET і DWDM. Ті самі вузли того самого волоконно-оптичного кільця підтримують і одноканальну передачу даних на довжині хвилі 1310 нм, і спектральне ущільнення в діапазоні 1550 нм. Усе в цілому працює як одна логічна мережа. Гнучке керування забезпечується на рівні лежачих над нею протоколів: TDM, ATM і IP, "сирі" дані можна розподіляти й розгалужувати на більш "тонкі" структуровані потоки.

Переваги SWDM особливо наочно розглянуті при порівнянні з швидкозростаючою мережею SDH/SONET. На початку, коли необхідна пропускна здатність невелика, застосування SDH/SONET здається виправданим, і смуги для передачі на довжині хвилі 1310 нм, що дозволяє розгорнути недороге рішення, досить. Але коли потреба в пропускній здатності різко зростає, нарощування системи можливо тільки за рахунок прокладки нових волоконних кабелів і підключення їх до нових пристроїв. У той же час пристроям SWDM, що успадковують властивості DWDM, не потрібні нові кабелі: все нарощування полягає в "включенні" ще однієї довжини хвилі, для чого може, якнайбільше, знадобитися підключити ще один модуль в існуючий пристрій. Але ця перевага не єдина, а в деяких випадках і не головне: іноді не менш важливо, що не відбувається ускладнення топології мережі, не погіршується її керованість і час, необхідний для нарощування, менший, ніж у випадку із системами SDH/SONET.

Наведемо приклад рішення, побудованого на базі устаткування SWDM. Уявимо мережу типового постачальника комунікаційних послуг. У його розпорядженні є оптично-волоконне кільце, що з'єднує розкидані по місту офіси із центральним офісом. Постачальник послуг планує надати своїм замовникам доступ у мережу за технологією xDSL. Він розраховує на різке збільшення трафіку, але прогнозувати його кількісно й оцінити, яка частина кільця буде зазнавати найбільше навантаження, оператор поки не в змозі. На першій фазі розвитку мережі його цілком улаштовують можливості, які дає передача даних на довжині хвилі 1310 нм, і ні про яку DWDM немає мови.

Через якийсь час один з вузлів мережі починає зазнавати підвищене навантаження. Перехід до DWDM стає необхідністю. Однак у цьому випадку не потрібно модернізувати всю мережу, досить "включити" одну довжину хвилі на ділянці "перевантажений вузол — центральний офіс". При цьому в

конфігурації інших вузлів мережі нічого міняти не потрібно. У випадку якби була встановлена класична мережа DWDM, довелося б нарощувати всю мережу одночасно.

Не виключено, що в результаті росту числа користувачів мережі, буде потрібно, зрештою, перевести всю мережу на DWDM. Як, втім, можлива й ситуація, коли DWDM може так і не знадобитися, і постачальникові послуг не буде змушений витратити чималі засоби для впровадження цієї технології. У кожному разі, гнучкість рішення на базі DWDM не надасть можливості шкодувати про вкладені або не вкладені кошти.

Ще однією найважливішою перевагою встаткування сімейства Chromatis є те, що в ньому реалізується повне завантаження довжин хвиль. В існуючих системах DWDM одна довжина хвилі, як правило, використовується для передачі одного типу трафіку. В устаткуванні сімейства Chromatis на одній довжині хвилі може передаватися всі типи трафіку, підтримувані інтерфейсами уведення/виведення, з результиуючою пропускну здатністю, еквівалентною STM-16. Надалі передбачається збільшити цю пропускну здатність до еквівалента STM-64. Це дозволяє більш ефективно використовувати можливості, що надаються технологією спектрального ущільнення, і відмовитися від використання додаткового устаткування.

4.4.2 Вимоги до системи управління мережами DWDM

Враховуючи перспективи розвитку систем управління телекомунікацій, у відповідності з концепцією TMN з урахуванням положень Smart TMN, автоматизована система управління мережею DWDM (СУМ DWDM) у загальному має забезпечувати:

- автоматизацію повномасштабного управління процесом з моменту ініціалізації його початку до моменту завершення (наприклад, процесом надання послуги);
- організацію обміну інформацією між підпроцесами для забезпечення прозорості управління;
- ефективну побудову спеціалізованих систем (управління мережею, управління послугами, CRM-систем, розрахунку користувачів, фінансового і бухгалтерського розрахунку тощо) шляхом застосування відповідних технологій так, щоб програмні застосування різних виробників легко і надійно (за методом «plug and play») сполучалися в єдиній системі управління. З погляду управління бізнес - процесами ці застосування повинні сприйматися як органічні частини єдиного цілого і їх робота повинна виглядати «прозорою».

Головним призначенням СУМ DWDM є виконання завдань управління, які забезпечують функціонування та ефективне використання ресурсів усіх мереж оператора і гнучке надання послуг телекомунікацій широким верствам населення, суб'єктам ринку, органам управління державою, господарствам в потрібних обсягах, з визначеними показниками якості та надійності.

Система управління являє собою сукупність методів і алгоритмів технічного обслуговування, технічного персоналу, технічних засобів контролю та вимірювань, які забезпечують підтримку будь-якого елемента мереж оператора (об'єкта технічної експлуатації) у межах встановлених норм.

Система технічної експлуатації мережі оператора, яка взаємодіє з системою управління, являє собою сукупність методів і алгоритмів технічного обслуговування, технічного персоналу, технічних і програмно-технічних засобів обладнання телекомунікацій, засобів контролю і вимірів, що забезпечують організацію і підтримку в межах встановлених норм будь-якого об'єкта технічної експлуатації, що є частиною з'єднання.

Система управління мережами телекомунікацій забезпечує планування, введення в дію мереж і послуг телекомунікацій, а також функціональну підтримку систем технічної експлуатації мереж і послуг.

В основі організації управління мережами телекомунікацій в цілому покладені принципи:

- централізації управління з можливістю децентралізації функцій управління;
- інтегрованого підходу до рішення завдань управління мережами телекомунікацій в межах загальної території;
- створення гнучкої архітектури на основі методології відкритих систем, що забезпечує можливість реконфігурації і розширення функцій управління;
- забезпечення високого рівня автоматизації процесів управління і застосування новітніх технологій обробки інформації;
- використання єдиної системи стандартів з технічного, інформаційного і програмно-алгоритмічного забезпечення на базі Рекомендацій ІТУ-Т, міжнародних і галузевих стандартів.

СУМ DWDM має бути органічною складовою частиною єдиної автоматизованої системи управління діяльністю оператора (АСУД).

АСУД повинна забезпечити вирішення завдань стратегічного і оперативного управління.

АСУД має забезпечити вирішення завдань стратегічного управління у процесі, що складається з чотирьох ключових ланок:

- стратегічна діагностика (для прийняття стратегічних рішень необхідний точний діагноз фінансово-економічного стану підприємства і його положення на ринку).

- вибір стратегічних цілей (вони виникають як компроміс можливостей, обмежень і амбіцій, а потім перевіряються на «міцність» шляхом аналізу стратегічних альтернатив, оцінки вигод і ризиків, зв'язаних з реалізацією тієї чи іншої стратегії).

- стратегічне планування (між поточним станом і тим, якого компанія прагне досягти, існує розрив, що заповнюється плануванням і реалізацією проектів, які забезпечують здійснення змін, що ведуть компанію до наміченої мети).

- стратегічне менеджментування (топ-менеджмент оператора повинен мати можливість відслідковувати процес реалізації стратегії за ключовими показниками і коректувати стратегічні плани чи переглядати стратегічні цілі в разі потреби).

Дані, отримані на етапі менеджменту, служать індикаторами, які використовуються при діагностуванні стану підприємства і місця, яке воно займає на ринку, отже, ланцюг стратегічного управління замикається, забезпечуючи безперервність процесу.

Загальна структура створеної перспективної АСУД та місце СУМ DWDM у її структурі мають відповідати рисунку 4.14.

АСУД повинна забезпечувати автоматизацію процесів оперативного управління діяльністю підприємства у відповідності з моделлю ТОМ (Telecom Operations Map) форуму TM Forum. Згідно цієї моделі основні бізнес-процеси підприємства телекомунікацій - постачальника послуг телекомунікацій - мають бути організовані у відповідності з 4-рівневою ієрархією, де на верхньому рівні знаходиться споживач послуг - клієнт, а на нижньому - мережна інфраструктура. Рівні ієрархії розташовуються таким чином:

- 1 - організація взаємодії з клієнтом (Customer Interface Management Processes);
- 2 - обслуговування клієнта (Customer Care Processes);
- 3 - створення та надання послуг (Service Development and Operations Processes)



Рис. 4.14 Модель АСУД

4 - управління мережею та інфраструктурою (Network and Systems Management Processes) – створення цієї системи є кінцевою метою даної концепції створення автоматизованої системи управління мережами DWDM.

Необхідною складовою частиною АСУД є система управління взаємовідносинами з клієнтом (Customer Relationship Management — CRM).

Система CRM у першу чергу повинна забезпечувати функціонування таких основних процесів:

- надання послуг (Service Delivery) - своєчасне та точне надання послуг, які замовлені клієнтом, управління процесом активації послуг;
- забезпечення якості послуг (Service Assurance) - своєчасне виявлення і вирішення проблем, пов'язаних як з функціонуванням мережі у цілому, так і з наданням послуг окремому клієнту, а також будь-яка діяльність, направлена на поліпшення рівня послуг;
- білінг послуг (Service Billing) - своєчасне та точне виставлення рахунків з урахуванням усіх змін у моделі надання послуг даному клієнту, а також розрахунок за послуги.

Для ефективного функціонування цих трьох процесів необхідна тісна інтеграція та взаємодія їх компонентів у рамках загального рішення.

4.4.3 Узагальнена функціональна модель СУМ DWDM

Функціональна модель СУМ DWDM (системи управління мережею та інфраструктурою - Network and Systems Management Processes – рівень 4 моделі ТОМ ТМ Forum) базується на ідеології взаємодії відкритих систем, концепціях TMN та Smart TMN. Вона повинна мати рівневу ієрархічну структуру і включати:

- рівень елементів мережі, який надає необхідну для середовища TMN інформацію від окремих мережних елементів та одержує від середовища TMN команди управління. Цей рівень є межею між інфраструктурою TMN і зовнішнім середовищем по відношенню до неї і складається з елементів мережі, які включають засоби телекомунікацій і допоміжне обладнання, тобто є об'єктами управління.

- рівень управління елементами мережі, який здійснює контроль, відображення робочих характеристик та параметрів, технічне обслуговування, тестування, конфігурування елементів, тощо;

- рівень управління мережею, який забезпечує управління елементами мережі у їх взаємодії між собою, управління усіма ресурсами мережі.

Склад, структура та взаємодія процесів управління, груп функцій та сфер даних СУМ DWDM відповідає моделі рисунку 4.15.

Функції рівня управління послугами концепції TMN виконуються відповідними рівнями загальної автоматизованої системи управління діяльністю оператора (згідно положень Smart TMN - рівні 1-3 моделі ТОМ ТМ Forum):

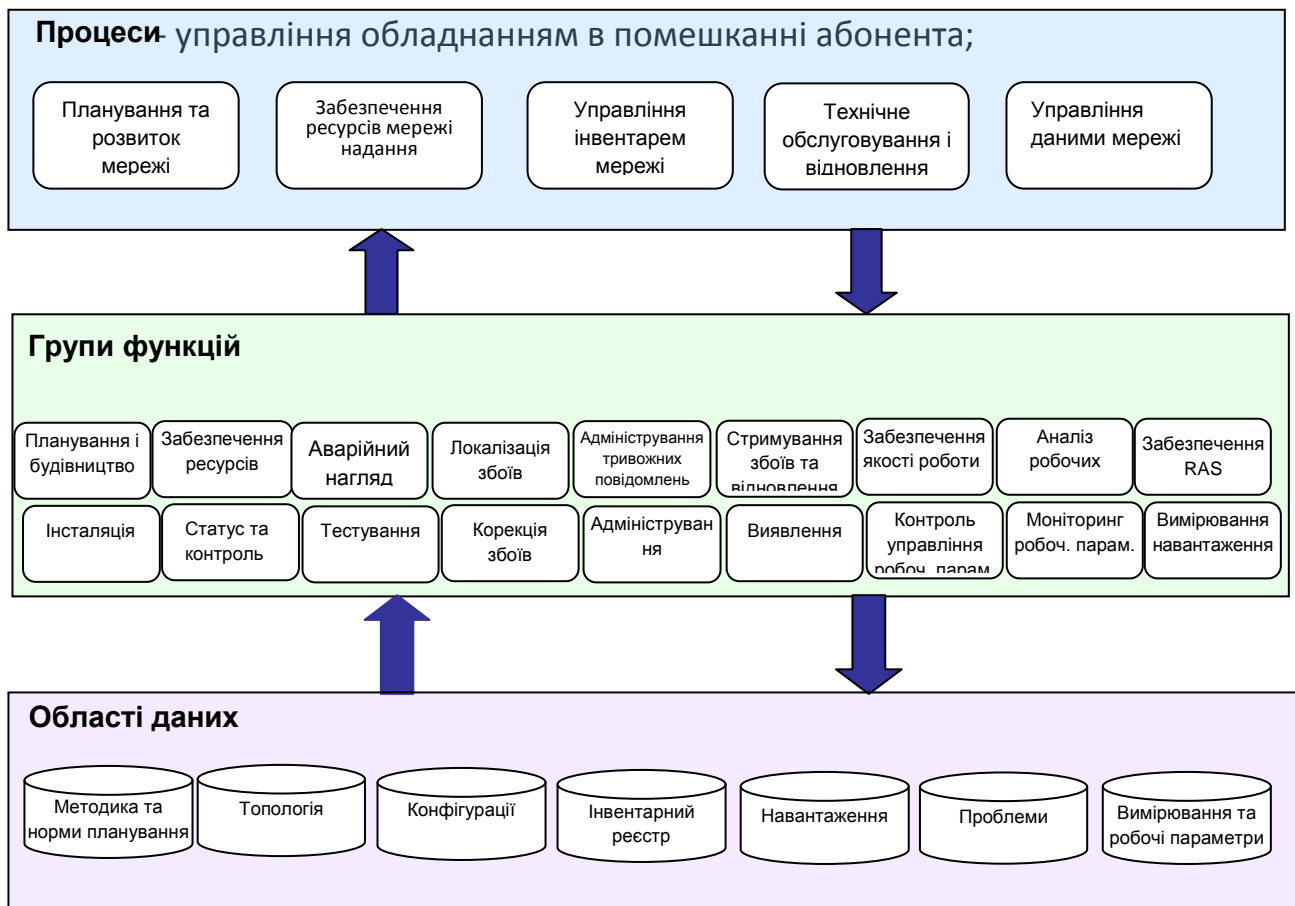
1. організація взаємодії з клієнтом (Customer Interface Management Processes);
2. обслуговування клієнта (Customer Care Processes);
3. створення та надання послуг (Service Development and Operations Processes).

Функції рівня адміністративного управління (управління бізнесом згідно концепції TMN), який забезпечує адміністративне управління мережею, дозволяє оператору (операторам) мережі вирішувати організаційні, фінансові та інші питання адміністративного характеру, вирішуються верхніми рівнями загальної автоматизованої системи управління діяльністю оператора (рис. 4.15).

Власне СУМ DWDM не виконує функцій управління послугами та бізнесом - вона взаємодіє з відповідними рівнями системи управління діяльністю, які виконують ці функції. Порядок взаємодії розробляється у процесі проектування систем.

Повний набір функцій СУМ DWDM повинен забезпечувати виконання таких послуг управління:

- адміністративне управління абонентом;
- адміністративне управління маршрутизацією;
- адміністративне управління вимірюванням трафіку і аналізом вимірювань;
- адміністративне управління тарифами і нарахуванням плати (включаючи розрахунки);
- управління безпекою інформації в мережі управління;
- управління трафіком;
- управління абонентським доступом;
- управління транспортними мережами (канали, тракти, лінії);
- управління комутацією;



Примітка: RAS = Reliability, Availability and Survivability (відновлюваність, готовність, живучість)

Рис 4.15 Робочі процеси, групи функцій та сфери даних СУМ DWDM

- адміністративне управління встановленням обладнання та програмного забезпечення;
- адміністративне управління якістю послуг і робочими характеристиками мережі;
- управління послугою, яка контролюється абонентом;
- управління системами сигналізації, в тому числі СКС № 7;
- управління інтелектуальними мережами;
- відновлення і повернення;
- управління матеріалами;
- складання графіків робіт обслуговуючого персоналу;
- управління власне СУМ DWDM .

Питання розширення номенклатури послуг управління, в тому числі специфічних послуг, наприклад, управління взаємодією з системами моніторингу абонентського трафіку, проробляються на подальших етапах проектування.

Система управління в цілому повинна охоплювати всі сфери управління і у відповідності з класифікацією послуг, що надаються мережею управління електрозв'язком (TMN) (Рекомендації M.3010, M.3200, M.3400) та у відповідності положеннями Smart TMN, повинна забезпечувати:

а) мережне управління, до якого входять:

Управління конфігурацією , що включає:

- реєстрацію пристроїв мережі, їхніх мережних адрес і ідентифікаторів;
- визначення конфігурації елементів мережі;
- визначення параметрів мережної операційної системи;
- опис протоколів мережних взаємодій;
- побудова топологічної карти фізичних з'єднань мережі.

Управління безпекою має на увазі підтримку служб і звітів забезпечення захисту інформації, що дозволяє:

- управління доступом і повноваженнями користувачів;
- контроль і управління міжмережними взаємодіями;
- захист від несанкціонованого доступу ззовні;
- дотримання конфіденційності при наданні даних;
- захист цілості даних;
- виявлення й усунення вірусів.

Управління при відмовах , що включає:

- спостереження за трафіком;
- виявлення надмірного числа конфліктів і повторних передач даних;
- попередження і профілактика помилок шляхом аналізу роботи мережі;
- спостереження за кабельною системою і станом мережних пристроїв;
- моніторинг вилучених сегментів і міжмережних зв'язків.

Управління розрахунками дозволяє спостереження за використанням і оплатою мережних послуг, у тому числі:

- реєстрацію й облік використання мережних ресурсів;
- реєстрацію ліцензій і облік використання програмних засобів;
- управління пріоритетами користувачів і додатків;
- розробку тарифів за засоби і послуги зв'язку, що надаються користувачам;
- обмін інформацією з питань взаєморозрахунків.

Управління робочими характеристиками - оцінка стану ресурсів і ефективності їх використання, що дозволяє:

- збір і аналіз статистичних даних про функціонування мережі;
- аналіз трафіку;
- планування й оцінку ефективності використання ресурсів мережі;
- виявлення вузьких місць мережі;
- аналіз мережних протоколів;
- планування розвитку мережі.

б) управління розподіленими застосуваннями

Управління розподіленими застосуваннями забезпечує моніторинг використання застосуваннями мережних і локальних ресурсів і можливість зміни параметрів управління роботи цих застосувань для досягнення найбільш ефективної експлуатації наявних ресурсів.

Система моніторингу технічного і програмного забезпечення веде візуалізовані бази даних обладнання та програмного забезпечення мереж оператора, в тому числі обладнання СУМ DWDM.

З метою підтримки прийняття рішень щодо модернізації існуючого технічного і програмного забезпечення для ефективного здійснення оператором своєї основної діяльності відповідна експертна система повинна враховувати:

- склад технічних і програмних засобів, що використовуються;
- поточний стан ринку технічних і програмних засобів;
- інформацію про виробників програмного забезпечення і засобів обчислювальної техніки і їхній номенклатурі;
- порівняльні характеристики однотипних технічних і програмних засобів;
- зведення про постачальників технічних засобів і ПЗ (номенклатура, рівень цін, надійність, рівень сервісу тощо).

Після ухвалення рішення про модернізацію і здійснення закупівлі технічного та/чи програмного засобу потрібно впровадити його в існуючу інфраструктуру підприємства, не перериваючи технологічного процесу.

Для адекватного підходу до управління модернізацією необхідна наявність моделі, що представляє поточний стан технічних і програмних засобів і дозволяє аналізувати наслідки тієї чи іншої зміни цього стану. Для цього використовується відповідна експертна система.

Моделювання мереж використовується для обґрунтування прийнятих рішень щодо їх модернізації. Модель мережі повинна забезпечувати:

- візуалізацію топології мережі і розподіли навантажень по окремих сегментах;
- можливість варіювання навантажень відповідно до вимог користувача, що визначаються спектром розв'язуваних завдань;
- відображення роботи мережі з заданими навантаженнями й одержання кількісних характеристик (довжини черг у буферах, затримки при передачі даних, використання смуги пропускання ліній зв'язку і т. п.);

- формування варіантів модифікації як топології мережі, так і пристроїв, її складових.

Для аналізу роботи мережі потрібна інформація, яка вдержується з систем мережного управління. Результати моделювання, у свою чергу, використовуються при прийнятті рішень щодо модернізації мереж. Для моделювання використовується відповідна система імітаційного моделювання або експертна система.

4.4.4 Сценарій побудови системи управління мережею DWDM

З урахуванням вищенаведених вимог, на рисунку 4.8 наведено сценарій побудови загальної системи управління мережею DWDM одного оператора.

Мережні елементи мережі DWDM мають вбудовані Агенти, що підтримують інтерфейс Q₃, але не всі. Деякі мережні елементи мають вбудовані Агенти, що припускають управління по протоколу SNMP.

Адміністратор рівня управління мережею взаємодіє з Агентами, вбудованими в системи управління рівня мережених елементів. Кожна система управління нижнього рівня виконує роль

Агента для Адміністратора верхнього рівня. З метою скорочення обсягу інформації, що циркулює між рівнями управління, такий Агент працює з укрупненою моделлю своєї частини мережі, в якій збирається тільки та інформація, що потрібна Адміністратору верхнього рівня для управління мережею в цілому.

Вимір робочих характеристик мережі на верхніх рівнях дозволяє контролювати угоду про якість обслуговування, що укладається між користувачем мережі і її адміністрацією.

Для взаємодії з іншими системами управління, що функціонують на платформі TMN, використовується інтерфейс X.

Слід відзначити характерну особливість в управлінні мережами DWDM.

Передача великих обсягів інформації, висока вартість утрат трафіка внаслідок ушкодження оптичного кабелю (ОК), велика довжина волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ), необхідність виявлення несанкціонованого доступу до ОК, підтримка характеристик оптичних волокон (ОВ) на належному рівні і забезпечення їхньої безвідмовної роботи висунули на

перший план задачу централізованого контролю і документування стану мережного кабельного устаткування, з можливістю прогнозування і мінімізації часу усунення несправностей, що виникають на ВОЛЗ. Найбільше ефективно поставлена задача може бути вирішена за допомогою автоматизованої системи безупинного дистанційного моніторингу ОК мережі DWDM.

Система безупинного дистанційного моніторингу ОК ВОЛЗ являє собою систему віддаленого контролю ОБ зі строгою прив'язкою топології мережі DWDM до географічної карти місцевості, а так само програмного забезпечення, що забезпечує оперативну обробку результатів контролю оптичних ліній.

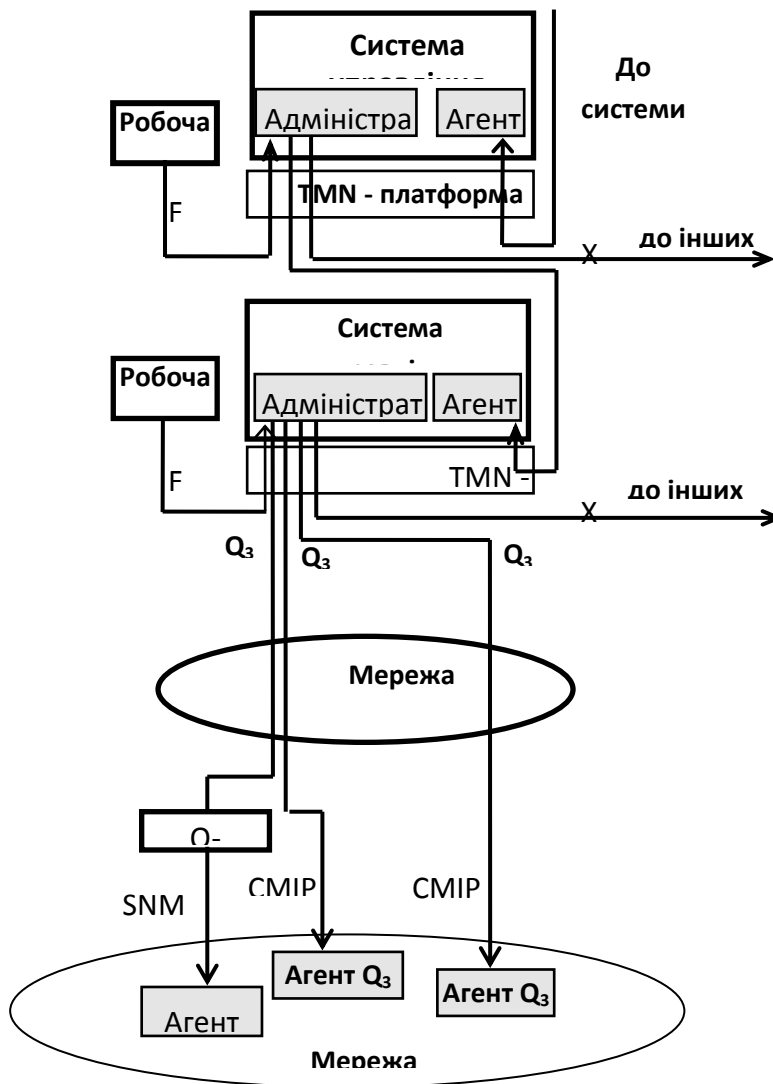


Рисунок 4.16 – Сценарій побудови системи управління мережею DWDM

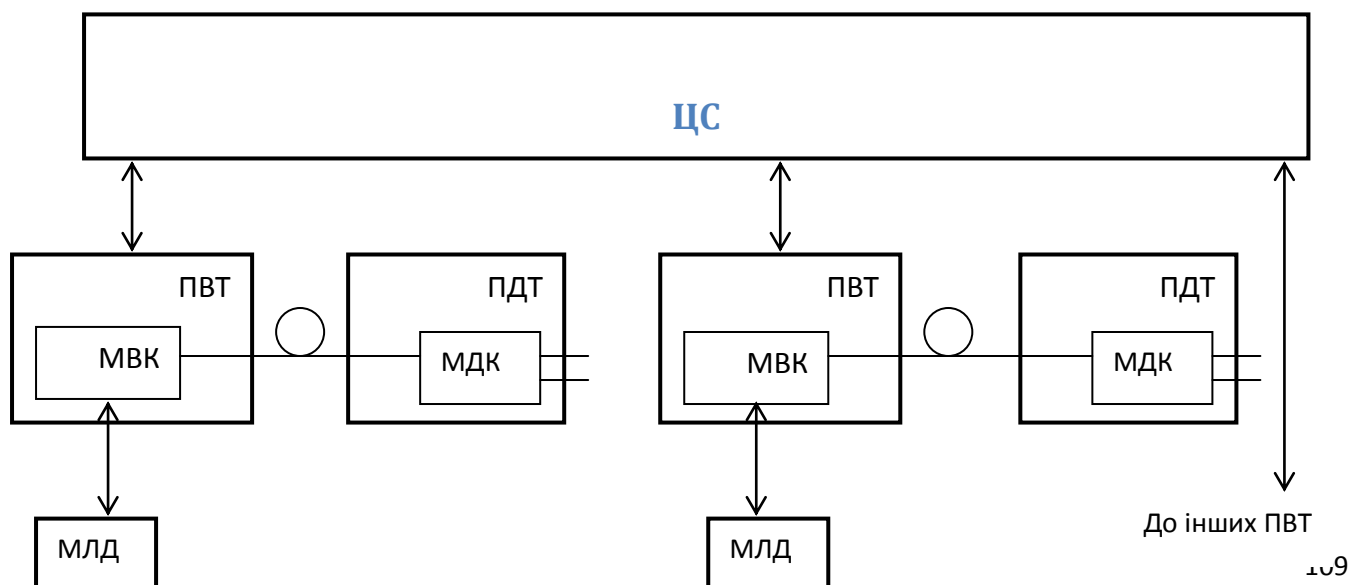
Використання моніторингу дозволить скоротити парк і забезпечити уніфікацію устаткування для тестування, необхідного для обслуговування великої мережної зони, що, у свою чергу, усуне проблеми, властиві використанню різнотипного устаткування.

Загальна схема системи моніторингу ОК ВОЛЗ представлена на рисунку 4.17. Принцип дії системи моніторингу ОК ВОЛЗ заснований на дистанційному управлінні роботою оптичних рефлектометрів (ОР).

Центральний сервер системи являє собою комп'ютер із прикладним програмним забезпеченням адміністрування кабельної мережі, що має інтерфейс.

У системі безупинного моніторингу можна реалізовувати різні варіанти спостереження за станом волокон в ОК. Один з варіантів дозволяє проводити контроль за допомогою резервного ОВ, по якому не передаються дані цифрової мережі зв'язку в момент тестування. По результатам контролю судять про справність усього ОК. В іншому варіанті в лінію зв'язку вводиться зондувальне імпульсне оптичне випромінювання довжиною хвилі відмінної від довжини хвилі, використовуваної для передачі даних (тобто поза використовуваною робочою довжиною хвилі), а на прийомній стороні виробляється поділ цих оптичних частот. На якість передачі основного сигналу такий контроль не впливає.

Відповідно до рекомендації ITU L.41 «Експлуатаційна довжина хвилі для сигналів, переданих у волокнах» стосовно до другого варіанта тестування ОК ВОЛЗ повинне провадитися на довжинах хвиль 1625 чи 1650 нм. При цьому розв'язка, використовуваних оптичних фільтрів між довжинами хвиль, використовуваних у системі передачі, і довжинами хвиль, використовуваних у системах дистанційного моніторингу, повинна складати не менш 30 дБ.



ЦС - центральний сервер; ПВТ - пристрій віддаленого тестування оптичних волокон; ПДТ - пристрій доступу до тестування оптичних волокон;

МВК - модуль віддаленого контролю оптичних волокон; МДК – модуль доступу для контролю ОВ; МЛД - модуль локального доступу.

Рисунок 4.17 - Архітектура системи адміністрування ВОЛЗ

Найважливішою функцією системи безупинного доступу є те, що вона автоматично здійснює систематичне нагромадження в базі даних характеристик і результатів вимірів оптичних елементів. Отже, на основі моніторингу мережі можливе проведення планових і профілактичних ремонтів ОК у мережі, не чекаючи появи серйозних ушкоджень і аварій у кабельній системі, тому що проведення своєчасного ремонту, особливо деяких ділянок магістральних ВОЛЗ, з метою усунення прогнозування погіршення характеристик волокна, в остаточному підсумку, обійдеться набагато дешевше, ніж усунення наслідків відмовлення ОК.

З огляду на специфіку ринку телекомунікацій України, що характеризується, з одного боку, динамічним розвитком, а з іншого боку, - обмеженим використанням систем контролю за станом ОК ВОЛЗ, можна укласти, що можливості системи моніторингу ОК дуже перспективи для застосування на телекомунікаційних мережах.

Нижче розглянемо автоматичну систему моніторингу ВОЛЗ ASTERNA ONMS 4.0.рис.18

Система автоматичного моніторингу ВОЛЗ ONMS сприяє ефективному управлінню великими волоконно-оптичними мережами шляхом документування інформації про кабельне господарство, автоматичного відстежування параметрів оптичних волокон з можливістю точної локалізації і індикації на електронній географічній карті місцевості виниклої несправності ВОЛЗ. Вона забезпечує цілодобовий моніторинг стану ВОЛЗ методом безперервної рефлектометрії (можна встановити будь-який графік тестування), що дозволяє запобігати і знаходити спроби несанкціонованого підключення до мережі і виявляти динаміку зміни параметрів оптичних волокон з метою прогнозування параметрів ОК в процесі експлуатації.

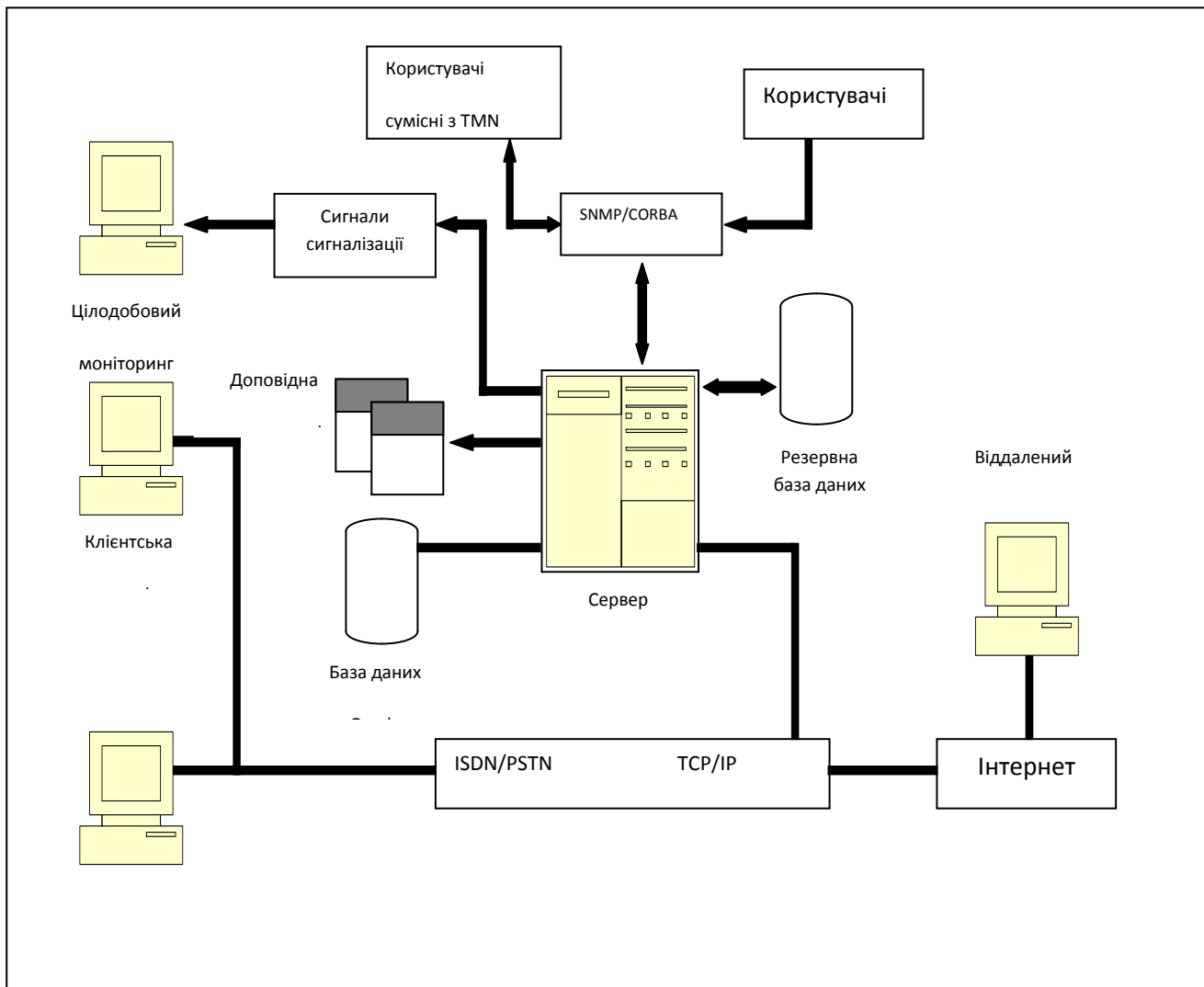


Рис.18 - Система автоматичного моніторингу ВОЛЗ АСТЕРНА ONMS

ONMS може проводити моніторинг мережі безперервно або згідно графіку, сповіщаючи операторів і обслуговуючий персонал про аварії і події при їх виникненні. Всі події і аварії документуються і разом з додатковою інформацією (наприклад про місцезнаходження аварії) передаються в мережний центр управління, де інформація обробляється ще до виїзду персоналу до об'єкту для ремонту і якщо це необхідно, посиляється сповіщення відповідальному за усунення аварій персоналу, при цьому враховується місцезнаходження і кваліфікація персоналу. Також безперервний моніторинг мережі дозволяє видавати попередження про перевищення параметрами встановлених значень. Таким чином, можна не тільки судити про поточний стан параметрів мережі, але і прогнозувати її поведінку в процесі подальшої експлуатації. ONMS є розрахованою на багато користувачів системою і підтримує високий рівень безпеки для захисту

інформації від несанкціонованого доступу. Вся інформація про мережу зберігається на сервері в єдиній базі даних Oracle у вигляді взаємозв'язаної табличної і графічної інформації, що дозволяє створити надійну систему безпеки на основі рівнів доступу користувачів.

Програмне забезпечення, що входить в систему, призначене для зберігання і обробки інформації про волоконно-оптичну мережу (графічні карти, траси оптоволоконних ліній, точки доступу, схеми розводки кабелю в оптичних кросах, описи устаткування мережі, дані тестування різних параметрів оптичних волокон, звіти і т.д.) і дозволяє переглядати, аналізувати дані, створювати звітну документацію (Reports) про стан об'єктів або ділянок мережі з різним ступенем деталізації.

Апаратна частина системи ONMS представлена оптичними тестовими приладами дистанційного моніторингу OTU-9500, які встановлюються в ключових точках мережі, автоматично тестують кабелі і створюють звіти про аварійні стани для системи управління. Кожний з приладів складається з оптичного мультиплексора і одного або двох оптичних модулів, наприклад OTDR - оптичного рефлектометра або DWDM - оптичного аналізатора спектру.

Організація управління мережами доступу повинна здійснюватися у комплексі дій, спрямованих на створення гнучкої, продуктивної системи забезпечення доступу користувачу, а також системи організаційно-технічних і програмно-апаратних рішень управління обладнання для різних типів доступу. Оперативність виявлення проблем, які виникають в мережі, їх усунення і їх попередження, потребують створення надійної системи управління мережею з високими функціональними й експлуатаційними характеристиками.

Виходячи з того, що виробники обладнання в основному застосовують SNMP-системи управління, а повинна бути реалізована система управління, що охоплює всі рівні ієрархії, то доцільно вибрати комбіновану концепцію (TMN+ SNMP), на нижніх рівнях (управління елементами і управління мережею) можуть використовуватись як більш прості, дешеві і поширені SNMP, так і більш складні TMN-системи, а на верхніх рівнях ієрархії-тільки TMN-системи. Взаємодія TMN і SNMP-систем, при необхідності, може здійснюватися за допомогою QA, функції яких можуть виконувати OS SNMP-систем управління мережею.

Отже частина мережних елементів мережі DWDM повинні мати вбудовані Агенти, що підтримують інтерфейс Q₃ (для TMN) а, інші елементи повинні мати вбудовані Агенти, що припускають управління по протоколу SNMP.

Адміністратор рівня управління мережею взаємодіє з Агентами, вбудованими в системи управління рівня мережних елементів. Кожна система управління нижнього рівня виконує роль Агента для Адміністратора верхнього рівня. З метою скорочення обсягу інформації, що циркулює між рівнями управління, такий Агент працює з укрупненою моделлю своєї частини мережі, в якій збирається тільки та інформація, що потрібна Адміністратору верхнього рівня для управління мережею в цілому.

Так як існує багато проблем зв'язаних з експлуатацією обладнання, лінійного тракту, то найбільш ефективно проблема може бути вирішена за допомогою автоматизованої системи безупинного дистанційного моніторингу ОК мережі DWDM.

Система безупинного дистанційного моніторингу ОК ВОЛЗ являє собою систему віддаленого контролю ОБ зі строгою прив'язкою топології мережі DWDM до географічної карти місцевості і програмного забезпечення, що забезпечує оперативну обробку результатів контролю оптичних Система автоматичного моніторингу ВОЛЗ ONMS сприяє ефективному управлінню великими волоконно-оптичними мережами шляхом документування інформації про кабельне господарство, автоматичного відстежування параметрів оптичних волокон з можливістю точної локалізації і індикації на електронній географічній карті місцевості виниклої несправності ВОЛЗ. Вона забезпечує цілодобовий моніторинг стану ВОЛЗ методом безперервної рефлектометрії (можна встановити будь-який графік тестування), що дозволяє запобігати і знаходити спроби несанкціонованого підключення до мережі і виявляти динаміку зміни параметрів оптичних волокон з метою прогнозування параметрів ОК в процесі експлуатації.

ONMS може проводити моніторинг мережі безперервно або згідно графіку, сповіщаючи операторів і обслуговуючий персонал про аварії і події при їх виникненні. Всі події і аварії документуються і разом з додатковою інформацією (наприклад про місцеположення аварії) передаються в мережний центр управління, де інформація обробляється ще до виїзду персоналу до об'єкту для ремонту і якщо це необхідно, посилається сповіщення відповідальному за усунення аварій персоналу, при цьому враховується місцеположення і кваліфікація персоналу. Також безперервний моніторинг мережі дозволяє видавати попередження про перевищення

параметрами встановлених значень. Таким чином, можна не тільки судити про поточний стан параметрів мережі, але і прогнозувати її поведінку в процесі подальшої експлуатації.

ONMS є розрахованою на багато користувачів системою і підтримує високий рівень безпеки для захисту інформації від несанкціонованого доступу. Вся інформація про мережу зберігається на сервері в єдиній базі даних Oracle у вигляді взаємозв'язаної табличної і графічної інформації, що дозволяє створити надійну систему безпеки на основі рівнів доступу користувачів.

Вхідне в систему програмне забезпечення, призначене для зберігання і обробки інформації про волоконно-оптичну мережу (графічні карти, траси оптоволоконних ліній, точки доступу, схеми розводки кабелю в оптичних кросах, описи устаткування мережі, дані тестування різних параметрів оптичних волокон, звіти і т.д.) дозволяє переглядати і аналізувати дані, а також може створювати звітну документацію (Reports) про стан об'єктів або ділянок мережі з різним ступенем деталізації.

Апаратна частина системи ONMS представлена оптичними тестовими приладами дистанційного моніторингу OTU-9500, які встановлюються в ключових точках мережі, автоматично тестують кабелі і створюють звіти про аварійні стани для системи управління. Кожний з приладів складається з оптичного мультиплексора і одного або двох оптичних модулів, наприклад OTDR - оптичного рефлектометра або DWDM - оптичного аналізатора спектру.

Організація управління мережами доступу повинна здійснюватися у комплексі дій, спрямованих на створення гнучкої, продуктивної системи забезпечення доступу користувачу, а також системи організаційно-технічних і програмно-апаратних рішень управління обладнання для різних типів доступу.

Оперативність виявлення проблем, які виникають в мережі, їх усунення і їх попередження, потребують створення надійної системи управління мережею з високими функціональними й експлуатаційними характеристиками.

Виходячи з того, що виробники обладнання в основному застосовують

SNMP–системи управління, а повинна бути реалізована система управління, що охоплює всі рівні ієрархії, то доцільно вибрати комбіновану концепцію (TMN+ SNMP), на нижніх рівнях (управління елементами і управління мережею) можуть використовуватись як більш прості, дешеві і поширені SNMP, так і більш складні TMN–системи, а на верхніх рівнях ієрархії–тільки TMN–системи. Взаємодія TMN і SNMP–систем, при необхідності, може здійснюватися за допомогою QA, функції яких можуть виконувати OS SNMP–систем управління мережею.

Отже частина мережних елементів мережі DWDM повинні мати вбудовані Агенти, що підтримують інтерфейс Q₃ (для TMN) а, інші елементи повинні мати вбудовані Агенти, що припускають управління по протоколу SNMP.

Адміністратор рівня управління мережею взаємодіє з Агентами, вбудованими в системи управління рівня мережних елементів. Кожна система управління нижнього рівня виконує роль Агента для Адміністратора верхнього рівня.

З метою скорочення обсягу інформації, що циркулює між рівнями управління, такий Агент і працює з укрупненою моделлю своєї частини мережі, в якій збирається тільки та інформація, що потрібна Адміністратору верхнього рівня для управління мережею в цілому.

Так як існує багато проблем зв'язаних з експлуатацією обладнання, лінійного тракту, то найбільш ефективно проблема може бути вирішена за допомогою автоматизованої системи безупинного дистанційного моніторингу ОК мережі DWDM.

Система безупинного дистанційного моніторингу ОК ВОЛЗ являє собою систему віддаленого контролю ОБ зі строгою прив'язкою топології мережі DWDM до географічної карти місцевості і так само програмного забезпечення, що забезпечує оперативну обробку результатів контролю оптичних ліній.

4.4.5. Системи XDM, що застосовуються ВАТ Уртелеком

. Основні поняття.

Сімейство продуктів XDM компанії ЕСІ являє собою оптичні мережні платформи для інтеграції всіх транспортних функцій вузла входу в мережу

в одному полочному елементі. Система XDM забезпечує операторам можливості для того, щоб економічним шляхом задовольнити постійно зростаючі потреби в смузі пропускання для транспортування різних видів робочого навантаження, у тому числі голосу та даних, забезпечуючи при цьому сучасні послуги транспортування й управління.

На одній платформі в системі XDM поєднуються функції й особливості чотирьох основних компонентів транспортних систем:

- оптичне мультиплексування зі спектральним ущільненням каналів по довжинах хвиль (DWDM);
- підтримка сигналів TDM PDH/async, Gigabit Ethernet (GbE) і SDH/SONET;
- цифрове перехресне з'єднання (DXC) сигналів;
- мультиплексування вводу/виводу (ADM).

Платформи XDM виконуються у вигляді наступних типів полиць:

- **XDM-500** – комутатор волоконно-оптичної мережі, розрахований на середню інтерфейсну продуктивність
- **XDM-100** – мініатюрна платформа до рівня STM-16 для мультисервісного обслуговування для міських та зонних мереж доступу і сотових мереж
- **XDM-50** – мініатюрна платформа до рівня STM-4 для мультисервісного обслуговування для міських та зонних мереж доступу і сотових мереж
- **XDM-200** – компактна платформа CWDM для міських та зонних мереж доступу;
- **XDM-400** – зменшена версія платформи XDM із збереженням усіх функцій, яка спеціально призначена для мереж міського доступу та різноманітних сотових мереж зв'язку, а також для глобальних додатків
- **XDM-1000** – мультисервісний оптичний комутатор з високою щільністю портів, розрахований на високопродуктивні центральні АТС
- **XDM-2000** – багатофункціональний інтелектуальний волоконно-оптичний комутатор, оптимізований для систем DWDM.

Для спрощення експлуатації та техобслуговування полки XDM-500,1000 та XDM-2000 забезпечують підтримку тих самих типів плат і модулів. Полки відрізняються тільки фізичними розмірами та кількістю слотів.

- **Optical Link** – оптичний сегмент – починається й закінчується MUX/DEMUX, може містити підсилювачі та OADM.

- **3R** (Recovering, Reshaping, Retiming) – більшість карт прийомопередавачів виконують функцію регенерації оптичного сигналу, зміненого під впливом загасання, дисперсії, розсинхронізації.

- **DWDM power budget & control** – документ, розроблений фірмою ECI, що містить всі оптичні рівні WDM – елементів мережі та налагоджуванні оптичних підсилювачів.

- **DPT** (Dynamic Packet Transport Protocol) – технологія передавання IP-пакетів в кільцевій топології, розроблена фірмою CISCO Systems.

. Термінологія DWDM

DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) – щільне мультиплексування з розділенням по довжині хвилі.

DWDM мережа філії “Дирекція первинної мережі ВАТ “Укртелеком” працює в червоній зоні (Red Zone) C – діапазону (C – band) з інтервалом між хвилями 100 ГГц (~ 0.8 нм). Довжини хвиль вказані в рекомендації ITU-T G.692. Нижче приводиться таблиця частотної решітки.

В ній номер оптичного каналу (λ – лямбда) – це останні дві цифри частоти у ТГц.

Таблиця частотної решітки

ITU-T channel number	Sub-band		Channel center frequency (THz)	Channel center wavelength (nm)
	Blue	Red		
21		<input checked="" type="checkbox"/>	192.1	1560.61
22		<input checked="" type="checkbox"/>	192.2	1559.79
23		<input checked="" type="checkbox"/>	192.3	1558.98
24		<input checked="" type="checkbox"/>	192.4	1558.17
25		<input checked="" type="checkbox"/>	192.5	1557.36
26		<input checked="" type="checkbox"/>	192.6	1556.55
27		<input checked="" type="checkbox"/>	192.7	1555.75
28		<input checked="" type="checkbox"/>	192.8	1554.94
29		<input checked="" type="checkbox"/>	192.9	1554.13
30		<input checked="" type="checkbox"/>	193.0	1553.33
31		<input checked="" type="checkbox"/>	193.1	1552.52
32		<input checked="" type="checkbox"/>	193.2	1551.72
33		<input checked="" type="checkbox"/>	193.3	1550.92
34		<input checked="" type="checkbox"/>	193.4	1550.12
35		<input checked="" type="checkbox"/>	193.5	1549.32
36		<input checked="" type="checkbox"/>	193.6	1548.51

OSC (Optical Supervisory Channel) – оптичний канал управління. Призначений для організації службового зв’язку між мережними елементами DWDM по DCC. Довжина хвилі 1510 ± 10 нм.

Основні компоненти DWDM:

- Передавачі, приймачі. **MUX** (оптичні мультиплексори) – збирають оптичні канали в композитний сигнал.

- **DEMUX** - оптичний демультиплексор,
- **OADM** (Optical Add Drop Multiplexer - оптичні мультиплексори вводу виводу).
- **GOADM** (Group Optical Add Drop Multiplexer) - оптичні мультиплексори вводу виводу групи каналів – ([21,22,23,24], [26,27,28,29], [31,32,33,34]).
- **EDFA Amplifiers** – оптичні підсилювачі (без перетворення оптичного сигналу в електричний, підсилення регенерації та перетворення в оптичний сигнал), леговані ербієм. Використовуються в OFA_2 та OFA_M.
- Fiber – оптичне волокно G.652
- **DCF (Dispersion Compensation Fiber)** – блок компенсації дисперсії:
 - DCF-40 (до 700 пс*нм),
 - DCF-80 (до 1400 пс*нм),
 - DCF-95 (до 1600 пс*нм).
- **Transponder** – необхідний для перетворення звичайного оптичного сигналу рівня STM-16 у кольоровий (λ), або регенерації λ ;
- **Combiner** – об'єднує два сигнали Gigabit Ethernet в λ ;
На мережі використовується три типи площадок:
 - **MUX/DEMUX** – всі λ вводяться та виводяться із лінії;
 - **OADM** – вводяться та виводяться лише частина λ , а інші проходять наскрізь.
 - **Amplifier** – оптичний підсилювач: всі λ проходять наскрізь без перетворення в композитному сигналі.

Живлення обладнання XDM.

Живлення обладнання XDM повинне здійснюватися тільки від джерел постійного струму, що відповідають вимогам відповідних розділів ETSI 300 132-2 й FTZ 19S1, а також вимогам SELV або TNV стандарту EN60950. Номінальна напруга живлення становить -48 або -60 В постійного струму (заземлений позитивний провідник); а припустимий діапазон живлення становить від -40 до -75 В постійного струму. Для резервування живлення повинно бути два окремих джерела постійного струму.

Тип полки	Типова потужність	Максимальна потужність
XDM-1000	650 Вт	1500 Вт
XDM-500	650 Вт	950 Вт
XDM-400	500 Вт	700 Вт

Станція елементного управління XDM (EMS-XDM) та випробувальнеобладнання живляться від джерела змінного струму; їхня номінальна напруга становить 110В або 220В, 50/60Гц.

Контрольні запитання

- 1.Привести історію розвитку системи управління(АСТЕ).
- 2.Назовіть склад дослідної зони АСТЕ.
- 3.В чому полягають загальні положення АСТЕ?
- 4.Що собою представляє інформаційна структура АСТЕ?
- 5.Приведіть фізичну архітектуру EMS.
- 6.Які функції EMS при управлінні NE виконуються відповідно рек. G.784?
- 7.Які проблеми виникають при створенні СУ ЦМППМ?
- 8.Чому є труднощі в реалізації інтерфейсу Q3?
- 9.Яка послідовність розробки СУ ЦМППМ і її інтерфейсів?
- 10.Назовіть склад ЦУМЗ.
- 11.Прведіть структурну схему управління ПМ СЦІ(1черга).
- 12.Які завдання вирішує перший етап створення СУ ЦПМС
13. Які завдання вирішує другий етап створення СУ ЦПМС?
- 14.Привести функціональні блоки OS ЦУСС.
- 15.Приведіть вимоги до СУМ DWDM.
- 16.Поясніть призначення АСУД.
- 17.Привести загальну структуру АСУД .Місце СУМ DWDM в ній.
- 18.Приведіть рівні моделі ієрархії ТОМ форуму ТМ.
- 19.Поясніть узагальнену функціональну модель СУМ DWDM.
- 20.Приведіть повний набір функцій СУМ DWDM і перелік послуг управління.
- 21.Що повинна забезпечувати модель мережі?
- 22.Поясніть сценарій побудови загальної системи управління мережі.
- 23.Яка характерна особливість в управлінні мережами DWDM?
- 24.На яких хвилях повинно відбуватись тестування ОК ВОЛЗ відповідноРек.МСЕ-Т L.41?
- 25.Пояснити архітектуру системи адміністрування ВОЛЗ.
- 26.Яка концепція управління рекомендується?
- 27.Що представляє собою система безперервного моніторингу ОК ВОЛЗ?
- 28.В чому суттність ттехнологій TDM та WDM?
- 29.Які основні елементи входять до WDM систем?
- 30.В чому сутність роботи оптичного підсилювача?
- 31.Призначення продуктів XDM компанії ECI?
32. Які документи розроблені фірмою ECI для DWDM ,CWDM?
- 33.OSC-лризначення,,які довжини хвиль застосовуються?
- 34.Виконати аналіз таблиці частотної решітки.

Список рекомендованої літератури

- 1.Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем і мереж зв'язку. ДУІКТ, К-2002, 100с.
- 2.Бондаренко В.Г. Основні положення по застосуванню систем і апаратури синхронної цифрової ієрархії на мережі зв'язку. ДУІКТ К-2002, 84с.
- 3.Правила технічної експлуатації первинної мережі ЄНСЗ України. Частина перша. "Основні принципи побудови та організації технічної експлуатації", КНД-45-140-99 К. ДКЗІУ - 2001 80с.
- 4.Частина друга."Правила технічної експлуатації апаратури, обладнання, трактів і каналів передавання," КНД-45-162-2000 К. ДКЗІУ - 2002 108с.
- 5.Рекомендації МСЕ-Т М 3010, G.784, G.812 -1999р.
- 6.Бондаренко В.Г. Слюсар В.О. Технічна експлуатація систем передавання СЦІ, К-2002, Зв'язок №6 с.55-56; К-2003, Зв'язок №1 с.50-51; №3 с.63-66
- 7.Бондаренко В.Г. Слюсар В.О. Тенденції розвитку автоматизованих систем технічної експлуатації сучасних мереж зв'язку. Зв'язок, 2001, №6 с. 29 -31.
- 8.Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація сучасних цифрових мереж. //Радіоматор-2006 №2, с. 66-70.
- 9.Бондаренко В.Г. Борисович В.І. Розвиток служб і послуг українських телекомунікацій. К. Вісник УБНТЗ, 2005 №1,с. 86-95.
- 10.Бондаренко В.Г. Класифікація мереж зв'язку України. /Радіоматор-2004 №9 с. 57-58
- 11.Бондаренко В.Г. Современные технологии транспортных систем связи /Радіоматор-2006 № 12 с.52-53.
- 12.Стеглов В.К., Кільчицький Є.В. Основи управління мережами та послугами телекомунікацій. – К.: Техніка, 2002.- 438 с.
- 13.Гордеев Э.Н. Новые технологии в системах управления сетями связи. - "Вестник связи, № 1, 2000, с.29-32, № 2, 2000, с.79-83.
- 14.Rec. ITU-T M.3010 Principles for a Telecommunications Management Network, 2000.
- 15.Rec. ITU-T M.3200 TMN Management Services, 1997.
- 16.Rec. ITU-T M.3400 TMN Management Functions, 2000.
17. XDM® Руководство по монтажу и техобслуживанию (ИММ).Февраль 2003 г. Четвертое издание
- 18.Беркман Л.Н., Стеглов В.К. Стан управління первинних мереж України. Вісник УБНТЗ К.2003 №1, с. 71-85.
- 19.Соловьев С.П., Шнепс-Шнеппе М.А. TINA - новая концепция построения сетей связи. -"Электросвязь", № 7, 1997, с. 25 - 28.
- 20.Мешковський К.О. Бондаренко В.Г і інші, під ред. Бондаренка В.Г. синхронні цифрові мережі СЦІ, ТЕХНОЛОГІЇ І СТРУКТУРА WDM СИСТЕМИ. Навчальний посібник з дисципліни ЦСП, ТОТСМ, ТЕСЗ. К-ДУІКТ 2010
21. Бондаренко В.Г і інші. 4. Стан управління первинними мережами України, Зв'язок №5-6/2008с.13-20
22. . Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем та мереж зв'язку. Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком "Телекомунікації" з дисципліни ,ТЕСЗ,-К ДУІКТ 2012 р 847с
23. Бондаренко В.Г.Павелко І.П. Система управління мережами DWDM, Зв'язок №3/2012с.21-26

5. Технічна експлуатація систем передачі і апаратури, каналів, трактів СЦ.

Системи передачі (СП) - це комплекс технічних засобів, що забезпечує створення типових трактів та каналів передачі первинних мереж.

Система передачі включає в себе лінійний тракт (ЛТ) і апаратуру кінцевої станції, апаратуру каналоутворення, типового перетворення та спряження.

Системи передачі синхронної цифрової ієрархії можуть не мати такого чіткого розподілення апаратури [3,15].

В залежності від виду багатоканального сигналу, що на вході ЛТ, СП розподіляються на аналогові (АСП) та цифрові (ЦСП) системи передачі. В залежності від типу лінії передачі, що призначена для СП, є проводові системи передачі та радіосистеми передачі.

До проводових відносяться кабельні та повітряні СП, а до радіосистем - радіорелейні та супутникові системи передачі.

Цифрові системи передачі, що застосовуються на первинних мережах, розподіляються на СП плезиохронної (ПЦІ) та синхронної (СЦІ) цифрових ієрархій. На первинних мережах застосовуються також ЦСП, які засновані на застосуванні асинхронних режимів перенесення (АРП) інформації в вигляді пакетно-орієнтованого режиму, що дозволяє суттєво підвищити пропускну здатність трактів і каналів (АТМ та ІР-мережі) за рахунок статистичного ущільнення.

ЦСП СЦІ є перспективними засобами цифровізації первинних мереж і використовуються при формуванні кільцевих і інших мережних структур при передаванні великих потоків інформації. ЦСП ПЦІ і ЦСП СЦІ повністю сумісні, що і забезпечує їх взаємодію на любых ділянках і рівнях мереж при любых їх конфігураціях. Важливим фактором гармонічної еволюції ЦСП на первинних мережах є повна мережева сумісність технологій ПЦІ, СЦІ, АРП.

Всі функціональні частини ЦСП мають нормалізовані мережні стикові точки, що дозволяє забезпечити взаємне з'єднання функціональних частин, для організації різних порядків і реалізацію транзитів мережних трактів.

Далі коротко розглянемо: системи передачі ЦСП СЦІ; формування модулів СТМ-N; систематизацію логічних функцій обладнання СЦІ; протоколи обслуговування вбудованих в СТМ-N службових каналів; критерії оцінки стану об'єктів технічного обслуговування (ОТЕ) каналів і трактів СЦІ; формування їх узагальнених оцінок стану; сигнали технічного обслуговування апаратури, каналів, трактів СЦІ [8,10].

5.1. Цифрові системи передачі СЦІ та інтерфейси нижчого та вищого рівнів.

Основні особливості ЦСП СЦІ дозволяють організовувати передачу потужних стандартних цифрових потоків (синхронних транспортних модулів СТМ-N) зі швидкостями $155,520 \times N$, де $N=1,4,16,64\dots$, та забезпечують введення та

виведення цифрових потоків різної потужності в мережних вузлах (станціях), гнучке управління мережею, автоматичне резервування секцій трактів і блоків апаратури.

Основні положення організації ЦСП СЦІ на первинних мережах викладені в [3,4,18]. Основною особливістю апаратури СЦІ, з точки зору її технічного обслуговування, є об'єднання засобів передачі інформації і засобів автоматизованої технічної експлуатації. Це забезпечується за рахунок того, що сигнали засобів контролю та управління мережею і апаратурою СЦІ органічно вбудовані в цикли передачі разом з інформаційними сигналами.

ЦСП СЦІ застосовують на одномодових волокняно-оптичних і радіорелейних лініях передачі. Для радіорелейних ліній передачі допускається організація цифрових потоків зі швидкістю 51,84 Мбіт/с.

Основним типом апаратури СЦІ є синхронний мультиплексор (СМ). Цей мультиплексор виконує функції перетворення, оперативного переключення введення/виведення цифрових потоків і передачі в лінії. Відповідно з вищим рівнем синхронного транспортного модулю, який обробляється СМ, розрізняють СМ-1, СМ-4, СМ-16, СМ-64 і СМ-256.

Мультиплексори першого рівня формують із сигналів користувачів СТМ-1, який використовується як лінійний або у внутрішньостанційних з'єднаннях - подається в СМ-4, СМ-16 і інш. для подальшого перетворення. Мультиплексори вищих рівнів сприймають СТМ-N сигнали та сигнали ПЦІ і формують із них нові потоки СТМ-N. Мультиплексори СМ-N працюють як кінцеві мультиплексори і мультиплексори введення/виведення.

Другим типом апаратури СЦІ є автономна апаратура оперативного переключення (АОП). Її функції - переключення цифрових потоків і передавання по лінії. Крім того, АОП є також шлюзом між системами СЦІ та ПЦІ, тобто виконує функції СМ. Можливі також комбінації функцій АОП різних рівнів систем СЦІ і ПЦІ.

Третій тип апаратури - лінійний регенератор СЦІ, що виконує більш складні функції, чим в системах ПЦІ, - глибокий контроль вірності передачі, обробка заголовків, зв'язок з системою обслуговування.

Апаратура ЦСП СЦІ обладнана електричними і оптичними інтерфейсами відповідно до Рекомендацій МСЕ-Т: фізичні електричні характеристики апаратури СЦІ на інтерфейсах мережних вузлів - Рек. G.703; фізичні оптичні характеристики - Рек. G.957; інтерфейс мережного вузла - Рек. G.707[4].

Для взаємодії з центральним управляючим засобом системи обслуговування в локальній мережі даного мережного вузла (станції) використовуються інтерфейси типу Q відповідно Рек. G.773, М.3010. У випадку, коли центральний управляючий пристрій знаходиться на іншому вузлі (станції), зв'язок з ним підтримується по службовим каналам обслуговування (управління), що організовані за допомогою додаткових байтів, які вбудовані в заголовки СТМ-N, відповідно п.8.10 Рек. G.707.

Інтерфейси типу F використовуються для зв'язку з місцевим контрольно-управляючим пристроєм (комп'ютером). Є інтерфейси службового зв'язку, синхронізації та інш.

Оптичні інтерфейси, відповідно Рек.G.957, використовуються для передавання сигналів СТМ-1,4,16 по лініям. Система обслуговування апаратури призначена для контролю і управління всіма операціями, що необхідні для функціонування апаратури і мережі ЦСП СЦІ, і має програмне та апаратне забезпечення.

На апаратному рівні в неї входить центральний управляючий пристрій (мережна робоча станція), місцеві термінали, інтерфейси обслуговування і контролери апаратури. Інтерфейси обслуговування розподіляються на інтерфейси нижчого і вищого рівнів. До інтерфейсів нижчого рівня відносяться інтерфейси щодо сигналізації стойки/ряду/станції і інтерфейси для контролю і управління зовнішньою апаратурою (наприклад, до датчиків несанкціонованого доступу, датчиків пожежі, до джерел синхронізації і живлення). Вони повинні представляти собою групи замкнених чи розімкнених контактів реле (або контактів іншого типу), які керуються за допомогою контролерів апаратури.

До інтерфейсів вищого рівня належать інтерфейси центрального управляючого пристрою та місцевого терміналу. Система обслуговування функціонує на мережному рівні та рівні елементів. На першому рівні утворюються та обслуговуються мережні об'єкти - секції, тракти і канали. На другому рівні утворюються та обслуговуються мережні елементи - вузли та станції мережі. На цих двох рівнях в системі обслуговування виконуються наступні основні операції: доступ в систему обслуговування конфігурування; обслуговування аварійних сигналів; контроль якості; адміністрування (встановлення паролей, контроль якості, архівування даних).

5.2. Формування модулів СТМ-N і функціональні блоки перетворення.

Формування модулів СТМ-N необхідно розглядати разом з функціональними блоками, де відбуваються відповідні перетворення, що повинні відповідати Рек.G.783[4].

На рис.5.1. приведені функціональні блоки, призначення яких наступне:

PI - фізичний інтерфейс, забезпечує перетворення та введення/виведення станційного сигналу;

LPA - адаптація до маршруту VC нижчого рівня, вказує маршрут віртуального контейнера;

LPT - початок/закінчення маршруту VC нижчого рівня, додає заголовок до віртуального контейнера;

LPC - з'єднання декількох VC нижчого рівня;

HPA - адаптація до маршруту VC вищого рівня;

HPT - початок/закінчення маршруту VC вищого рівня;

HPC - з'єднання декількох VC вищого рівня;

SA - опорна точка схеми перетворення системи адміністративного управління;

MSP - захист мультиплексорної секції;

MST - початок/закінчення мультиплексорної секції;

RST - початок/закінчення регенераторної секції;

SPI - фізичний інтерфейс сигналу SDH.

Функціональні і процес перетворення сигналів у функціональних блоках, для утворення модулю STM-N показаний на рис.5.1,5.2., де застосовані типові позначення для перетворення SDH - сигналів.

Формування модуля STM-1 з 2-х Мбіт/с потоку приведено на рис.5.3.

Розглянемо послідовність його утворення, як приклад:

* Формується контейнер C-12, який заповнюється інформацією з каналу доступу швидкістю 2,048 Мбіт/с, яка представляється у вигляді цифрової 32-байтної послідовності і повторюється циклічно з частотою 8 кГц ($2048000/8000=256$ бит або 32 байт).

В процесі формування C-12 можливе додавання вирівнюючих біт, а також інших фіксуєчих, управляючих та упаковуючих біт, отже розмір контейнера C-12 може дорівнювати 34 байт.

* До контейнера C-12 додається маршрутний заголовок POH довжиною в один байт з вказівником маршрутної інформації, яка використовується для збору статистики проходження контейнера. В результаті формується віртуальний контейнер VC-12 розміром 35 байт.

* Формально додавання вказівника TU - Pointer довжиною в один байт до віртуального контейнера VC-12 перетворює його в субблок TU-12 довжиною 36 байт.

* Послідовність субблоків TU-12 в результаті байт - мультиплексування 3:1 перетворюється в групу субблоків TUG - 2 із сумарною довжиною послідовності 108 байт ($36*3=108$).

* Послідовності TUG - 2 підлягає у повторному байт - мультиплексуванні 7:1, в результаті якого формується група субблоків TUG - 3 - кадр довжиною 756 байт ($108*7=756$).

* Отримана послідовність байт - мультиплексування 3:1, в результаті чого формується послідовність блоків TUG - 3 із сумарною довжиною 2322 байт ($756*3=2322$).

* Формується віртуальний контейнер верхнього рівня VC-4 в результаті додавання до отриманої послідовності маршрутного заголовку POH довжиною 9 байт, що формує кадр довжиною 2331 байт ($2322+9=2331$).

* На останньому етапі відбувається формування синхронного транспортного модуля STM-1. При цьому спочатку формується AU-4 шляхом додавання вказівника AU - Pointer довжиною 9 байт, який міститься у секційному заголовку SOH, та, у свою чергу, складається із заголовка мультиплексорної секції MSOH та заголовка регенераційної секції RSOH, а потім формується група адміністративних блоків AUG шляхом формально мультиплексування 1:1 AU-4. До групи адміністративних блоків AU додається секційний заголовок SOH, який формує синхронний транспортний модуль STM-1 з довжиною кадра 2430 байт, що при частоті повторення 8 кГц відповідає швидкості передачі 155,52 Мбіт/с.

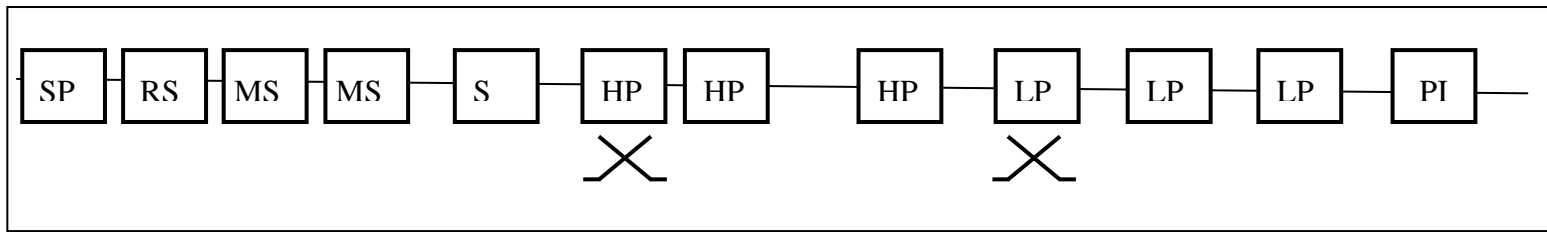


Рис. 5.1

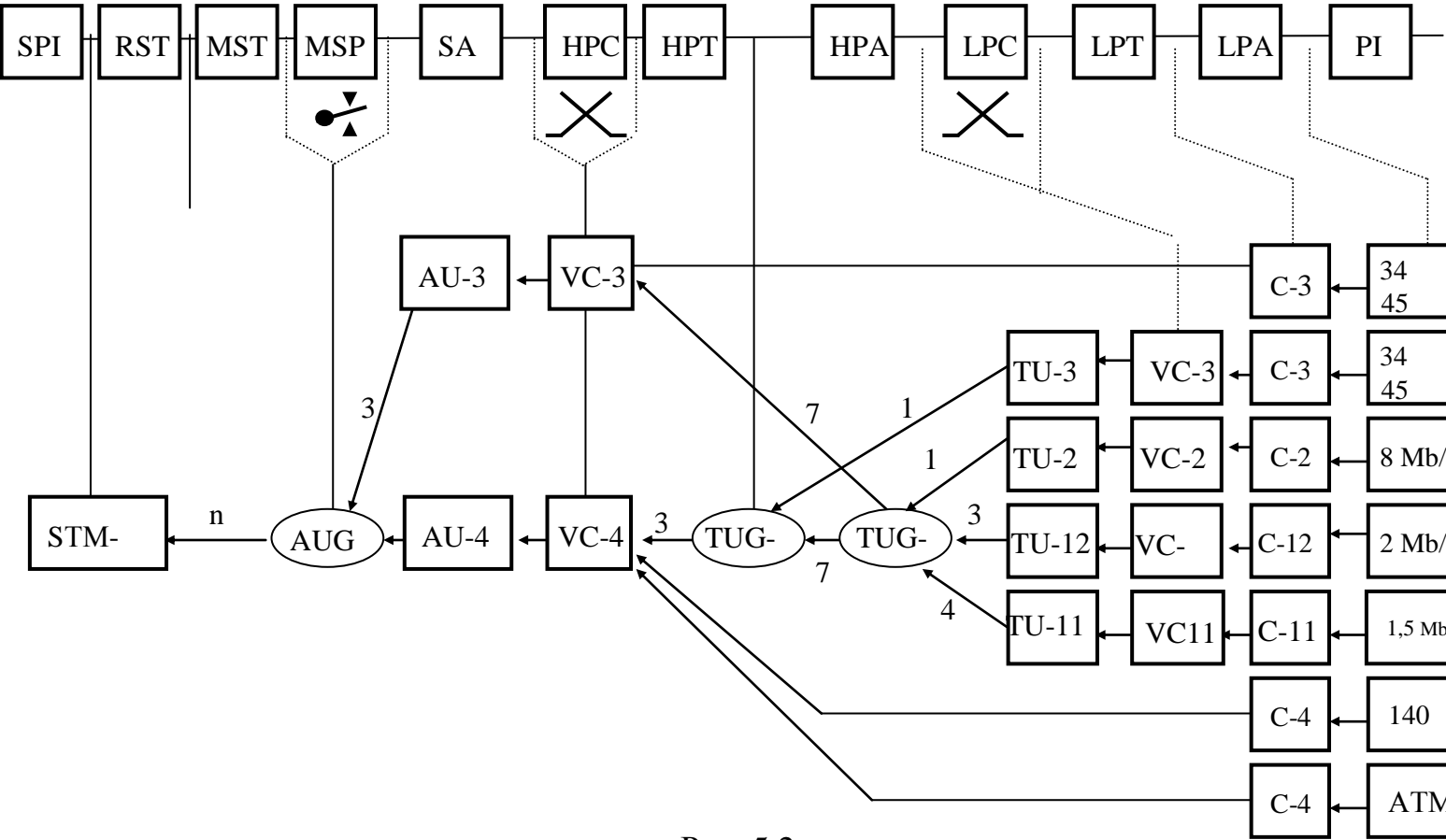


Рис. 5.2

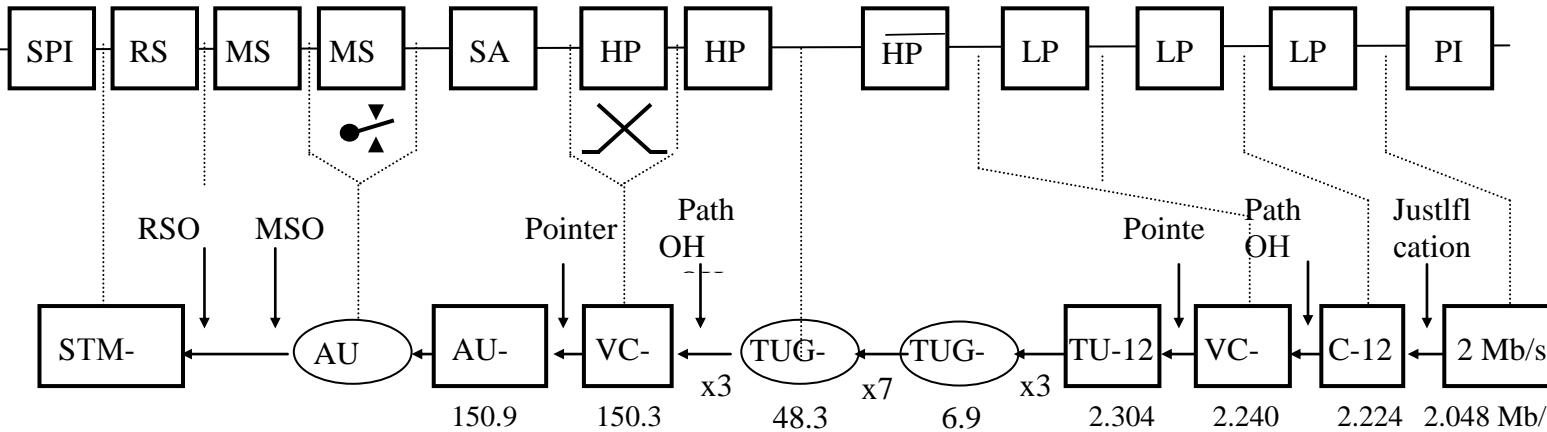


Рис. 5.3

5.3. Систематизація логічних функцій обладнання СЦІ.

На певному етапі розвитку мереж СЦІ, головним чином, в зв'язку з формалізацією завдань управління такими мережами, з'явилась необхідність визначити набір логічних функцій, що виконується обладнанням СЦІ і провести їх систематизацію.

В Рекомендації МСЕ-Т G.782 приведена така систематизація і схема мультиплексування, яка складена із узагальнених логічних блоків, що виконують певну логічну функцію. Узагальнена логічна схема мультиплексування, яка реалізує функції групоутворення СЦІ приведена на рис.5.4, де прийняті наступні скорочення позначень функцій [8,15]:

HCS - контроль з'єднань на рівні віртуального контейнера верхнього рівня;

HOA - складання віртуального контейнера верхнього рівня;

HOI - інтерфейс складання віртуального контейнера верхнього рівня;

HRA - адаптація до маршруту віртуального контейнера верхнього рівня;

HRC - з'єднання декількох віртуальних контейнерів верхнього рівня;

HPOM - контроль трактового заголовку (РОН) верхнього рівня;

HPP - резервування тракту верхнього рівня;

HPT - початок/закінчення маршруту віртуального контейнера тракту верхнього рівня;

HUG - генерація незавантаженого віртуального контейнера верхнього рівня;

LCS - контроль з'єднань на рівні віртуального контейнера нижнього рівня;

LOI - інтерфейс складання віртуального контейнера нижнього рівня;

LRA - адаптація до маршруту віртуального контейнера нижнього рівня;

LRC - з'єднання декількох віртуальних контейнерів нижнього рівня;

LPOM - контроль трактового заголовку (РОН) нижнього рівня;

LPP - резервування тракту нижнього рівня;

LPT - початок/закінчення маршруту віртуального контейнера тракту верхнього рівня;

LUG - генерація незавантаженого віртуального контейнера нижнього рівня;

MCF - функція обміну повідомленнями;

MSA - адаптація на рівні мультиплексної секції;

MSP - резервування мультиплексної секції;

MST - початок/закінчення мультиплексної секції;

N - еталонна точка для регенераційної секції

OHA - функція доступу до заголовку SOH;

P - еталонна точка каналу передачі даних для мультиплексної секції;

PPI - фізичний інтерфейс ПЦІ;

RST - початок/закінчення регенераторної секції;

S - еталонна точка управління, наприклад, аварійне, адміністративне управління;

SEMF - функція управління обладнанням СЦІ;

SETRI - фізичний інтерфейс хронуючого джерела синхронного обладнання;

SETS - хронуюче джерело синхронного обладнання;

SPI - фізичний інтерфейс сигналу СЦІ;
T - еталонна точка джерела синхронізації;
TTF - функція закінчення транспортування віртуального контейнера;
V - еталонна точка інтерфейсу між SEMF і MCF;
U - еталонна точка доступу до заголовку;
Y - еталонна точка формування статусу синхронізації.

Слід вказати, що SPI має три опції: електричну або оптичну в самій станції (вузлі) та оптичну - між станціями (вузлами).
Приведені узагальнені логічні блоки широко застосовуються в керівництвах з апаратури СЦІ різних компаній.

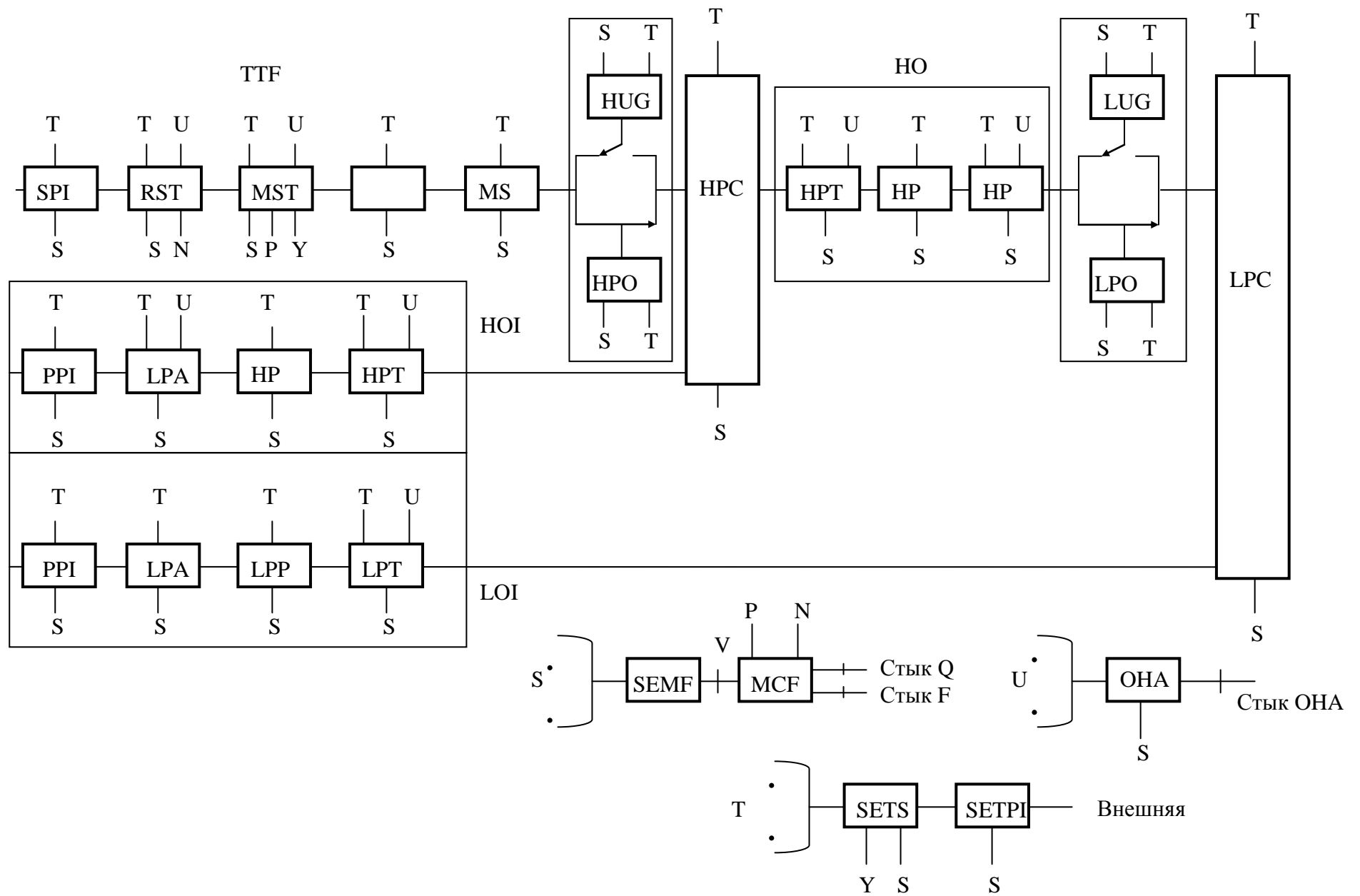


Рис. 5.4

5.4. Протоколи обслуговування вбудованих каналів управління мереж СЦІ.

Внутрішні зв'язки в рамках TMN для оперативного управління та обслуговування трактів і каналів СЦІ підтримуються за допомогою вбудованих в STM-N відповідних заголовків [3,4]. Інформаційне забезпечення функцій експлуатації, адміністрування, обслуговування при передачі інформації в мережах СЦІ реалізується за допомогою вбудованих каналів передачі даних (DCC). При їх побудові використовують набір протоколів еталонної моделі взаємодії відкритих систем OSI. Розглянемо рівні і відповідні їм протоколи, що застосовуються:

- Фізичний рівень - Протокол DCC (не обумовлений DCC) представляє фізичний рівень і працює в регенераторній секції для передавання повідомлень як канал 192 кбіт/с (байти СЦІ Д1÷Д3), а в мультиплексній секції - як канал 576 кбіт/с (байти СЦІ Д4÷Д12).
- Рівень ланки даних (канальний рівень) - Протокол LAPD (Q.921 MCET) забезпечує через DCC мережі СЦІ зв'язок "крапка-крапка" між кожною парою суміжних мережеских вузлів (станцій). Використовує два типи обслуговування: передавання інформації з підтвердженням приймання AITS (квітування) і базуванням на Рек. Q.921; передавання інформації без квітуючого сигналу UITS, яке базується на Рек. Q.921; Q.922 і ISO 8473.
- Мережеский рівень - відповідно Рек. Q.811 використовується протокол ISO 8473. Він забезпечує дейтаграмний сервіс, для високоякісних високошвидкісних мереж. Цей же стандарт визначає протоколи зведення, що використовуються для передавання, як по орієнтованим так і ні, на установлення з'єднань підмереж на рівні ланки даних, для чого використовуються функції якості обслуговування QOS. Її параметри визначаються протоколом ISO 8473 і відносяться до компетенції мережеского оператора.
- Транспортний рівень - його вимогам відповідає протокол класу 4, що забезпечує, в відповідності із Рек. Q.812, надійне доставлення мережею і транспортування, неорієнтованого на установлення з'єднання, нижчележачого мережеского сервіса (див.стандарт ISO 8473/AD2), що реалізується на рівні ланки даних, як через орієнтовані так і ні, на установлення з'єднання підмереж.
- Сеансовий рівень - використовує сеансовий протокол, відповідно з Рек. Q.812, що забезпечує синхронізацію взаємодіючих систем зв'язку при діалозі та управлінні, з врахуванням вимог двох верхніх рівнів запитанням на транспортні з'єднання.
- Рівень представлення - використовує протокол представлення в відповідності з Рек. Q.812. Цей рівень і нотація абстрактного синтаксиса ASN.1 повинні забезпечити можливість розуміння як контексту, так і синтаксиса інформації, що передається з прикладного рівня на нижчележачі рівні.

- Прикладний рівень - використовує Протокол CMIP (див.стандарт ISO 9586). Підтримка протоколу передачі файлу, доступу та менеджмента FTAM не вимагається.

В рамках CMIP використовується слідуєчі опції:

* сервісні елементи загальної управляючої інформації CMISE, дистанційних операцій ROSE та асоціативного управління.

В роботі використані скорочення:

OIS - взаємодія відкритих систем;

ECC - вбудований канал управління;

SDH - синхронна цифрова ієрархія;

LAPD - протокол доступу до ланки даних для D-каналу;

AITS - сервіс: передавання інформації з підтвердженням її прийняття (квітування);

UITS - сервіс: передавання інформації з підтвердженням її прийняття (без квітування);

QOS - якість обслуговування;

ISO - міжнародна організація по стандартизації;

ASN.1 - нотація абстрактного синтаксиса-1;

CMIP - протокол загальної інформації управління;

FTAM - протокол передачі файла дистанційного доступу та менеджмента;

ROSE - сервісний елемент дистанційних операцій;

CMISE - сервісний елемент загальної інформації управління.

5.5. Критерії оцінки стану КО, ОТЕ СЦ, формування узагальнених оцінок.

Критерії оцінки стану КО, ОТЕ каналів, трактів, апаратури первинної мережі окремого оператора зв'язку виробляються за допомогою оперативно-технічного контролю, що представляє собою процес визначення відповідності узагальненим оцінкам стану нижченаведених КО, ОТЕ:

- мережні вузли (станції) - КО-МВ (МС);

- ліній передачі та їх ділянок, мультиплексорних і регенераційних секцій для ЦСП СЦ - КО - ЛП (ДЛП);

- лінійних трактів та їх ділянок - КО-ЛТ (ДЛТ);

- мережних трактів та їх ділянок - КО-МТ (ДМТ);

- каналів передачі - КО-КП.

Для сучасних ЦСП визначення узагальнених оцінок стану повинно виконуватись для всіх ОТЕ. Узагальнені оцінки стану формуються відповідно результатам експлуатаційного контролю. КО (ОТЕ для сучасних ЦСП) характеризуються слідуєчими узагальненими оцінками стану:

"НОРМА" - параметри якості і елементи КО знаходяться в межах установлених допусків (нормальна якість);

"ПОПЕРЕДЖЕННЯ" - параметри якості знаходяться в межах встановлених допусків, але параметри елементів КО, режим і умови праці свідчать про підвищену можливість відказу КО (прийнятна якість);

"ПОШКОДЖЕННЯ" - параметри якості вийшли за межі встановлених допусків в результаті порушення режиму КО та наявності пошкодження в ньому, але КО зберігає стан працездатності (погіршення якості);

"АВАРІЯ" - параметри якості вийшли за межі встановлених допусків в результаті порушення режиму КО або наявності несправності в ньому, в зв'язку з чим спостерігається відказ КО (неприйнята якість).

Оперативно-технічний контроль виконується безперервно без виведення КО із експлуатації. Сповіщення про стан КО передається в СТЕ (ЦУМЗ). Основним параметром оцінки стану трактів при оперативно-технічному контролі є якість передавання сигналів.

В АСП оцінка якості передавання сигналів виконується за рівнями контрольних частот лінійних і мережних трактів.

Якість передавання в ЦСП нового покоління оцінюється відповідно показників помилок (ES і SES), а для ЦСП старого покоління - по коефіцієнту помилок [1,5]. Для КО-ЛТ (мультиплексні і регенераційні секції) та КО-МТ (віртуальні контейнери і компонентні тракти) ЦСП СЦІ формування сигналів узагальнених оцінок стану КО (ОТЕ) слідує:

- "АВАРІЯ" - при реєстрації 10 послідовних секунд вражених помилками (SES) (неприйнятна якість);

- "ПОШКОДЖЕННЯ" - при перевищенні допустимих меж еталонних норм показників помилок (ES, SES) (погіршена якість);

"ПОПЕРЕДЖЕННЯ" - при виникненні несправності в апаратурі чи обладнанні ЦСП СЦІ, не приводить до погіршення якості передачі (прийнятна якість).

Контроль показників помилок реалізується в байтах В1 заголовку регенераційної секції, В2 заголовку мультиплексної секції, В3 заголовку тракту вищого порядку і В5 заголовку тракту нижчого порядку та, при можливості контролю, на компонентних виходах апаратури [3,4].

"НОРМА" - параметри якості ОТЕ знаходяться в межах встановлених допусків (нормальна якість).

Для визначення якісного стану цифрового каналу або тракту за помилками використовують такі показники:

- коефіцієнт помилок по секундам з помилками (ESR) - відношення кількості секунд з помилками до загальної кількості секунд протягом часу готовності з'єднання за визначений час вимірювання;

- коефіцієнт помилок по секундам, які сильно уражені помилками (SESR) - відношення кількості сильно уражених помилками секунд до загальної кількості секунд протягом часу готовності з'єднання за визначений період вимірювання;

- коефіцієнт помилок по бітах (BER) або по блоках з фоновими помилками (BBER) - відношення кількості зіпсованих символів (блоків) до загальної кількості символів (блоків), які були передані протягом часу готовності

з'єднання на визначений період вимірювання. До загальної кількості блоків не входять блоки секунд, які сильно уражені помилками (SES).

В свою чергу секунда з помилками (ES) - це одnoseкундний інтервал, протягом якого має місце принаймні одна помилка (для цифрових каналів) або одnoseкундний інтервал з одним або з декількома блоками з помилками (для цифрових трактів). Блок з помилками (BE) - це блок, в якому один або декілька біт, які належать до цього блоку, зіпсовані.

Секунда, яка сильно уражена помилками, (SES) - це одnoseкундний інтервал, протягом якого коефіцієнт помилок по бітах перевищує або дорівнює 10^{-3} (для ОЦК) або одnoseкундний інтервал, в якому кількість зіпсованих помилками блоків з фоновими помилками перевищує 30% або має принаймні один період з серйозними порушеннями (для ЦТ). Блок з фоновими помилками (BBE) - це блок з помилками, який не входить до складу SES. Для оцінки експлуатаційних характеристик повинні використовуватись результати вимірювань тільки в періоди готовності каналу або тракту. Інтервали неготовності з аналізу вилучаються.

Показники помилок цифрових каналів і трактів - це статистичні параметри і норми, які визначаються з відповідною ймовірністю їх виконання. Для розглянутих помилок використовуються оперативні норми та довгострокові норми. Довгострокові норми визначаються на підставі еталонних норм на показники помилок для міжнародного з'єднання максимальною довжиною 27500 км, які наведені в Рек. G.821 для ОЦК на Рек.G.826 для ЦТ з швидкістю 2048 кБіт/с і вище. Методика їх визначення для мереж України, виходячи з еталонної мережі 2500 км в складі магістральної, внутрішньозонової і місцевої, викладено в ДКЗІ КНД 45-074-97.

На магістральну мережу довжиною 1800 км відводиться 2,9% від загальної норми міжнародного з'єднання. На внутрішньозонову мережу довжиною 250 км з кожної сторони відводиться 7,5% від загальної норми для міжнародного з'єднання. На місцеву мережу довжиною 100 км з кожної сторони відводиться 7,5% від загальної норми для міжнародного з'єднання. На абонентську лінію з кожного боку відводиться 15% від загальної норми. Довгострокові норми перевіряються в експлуатаційних умовах не менше одного місяця.

Оперативні норми розроблені на підставі Рек. M.2100, M.2101, M.2110; M.2120 і потребують для такої оцінки відносно недовгих періодів вимірювання. Серед оперативних норм визнають такі: норми для введення в експлуатацію; норми технічного обслуговування; норми відновлення систем після ремонту.

Норми для введення в експлуатацію використовуються тоді, коли канали та тракти вже пройшли випробування на відповідність довгостроковим нормам. Норми технічного обслуговування використовуються при контролі протягом експлуатації трактів і для визначення необхідності виведення з експлуатації при виході контрольованих параметрів за припустимі межі. Норми відновлення систем використовуються при здаванні тракту до експлуатації після ремонту обладнання. Оперативні норми на показники помилок дозволяють проводити

нормування характеристик помилок ОЦК і ЦТ за секундні інтервали часу при короткочасних вимірюваннях, при цьому забезпечується виконання довгострокових норм. Оперативні норми визначаються для двох показників помилок: коефіцієнту помилок по секундах з помилками (ESR); коефіцієнту помилок по секундах, які сильно уражені помилками (SESR).

Визначення відповідності оперативним нормам відбувається за допомогою оперативно-технічного контролю без перерви зв'язку. Використовують також перевірку відповідності із застосуванням засобів вимірювання з перервою зв'язку.

Розглянемо норми технічного обслуговування цифрових трактів, що використовуються для контролю трактів під час експлуатації, а також визначення необхідності виведення тракту з експлуатації при значному погіршенні показників помилок.

Для сучасних цифрових систем передачі застосовується кероване технічне обслуговування, що виконується шляхом систематичного застосування методів аналізу стану ОТЕ з застосуванням засобів контролю робочих характеристик ОТЕ, засобі управління якістю передавання та усуненням несправностей і направлення на зведення до мінімуму профілактичного технічного обслуговування та скорочення корегуючого технічного обслуговування. На Рис.1.5 показана спрощена структурна схема технічного і оперативно-технічного обслуговування обладнання, апаратури, секцій, трактів і каналів передавання первинної мережі електрозв'язку загального користування (ЕЗЗК).

КТО включає в себе:

- неперервний експлуатаційний контроль;
- оперативно-технічний контроль;
- операції управління та переключення на резерв.

Перевірка тракту протягом технічної експлуатації виконується за допомогою засобів безперервного експлуатаційного контролю показників помилок секцій і трактів за періоди часу 15 хвилин і 1 доба.

До норм технічного обслуговування входять:

- Граничні значення неприпустимої якості. Якщо значення показників помилок виходять за межі цих значень, тракт необхідно вивести з експлуатації.
- Граничні значення зниженої якості. При виході за межі цих значень контроль даного тракту і аналіз характеристик помилок повинні виконуватись більш ретельно і частіше.

Для норм при технічному обслуговуванні трактів, порогові значення для ESR і SESR задаються у відповідності з технічними вимогами, які визначені розробниками даного виду апаратури СП та засобів контролю показників помилок.

Якщо ці порогові значення не виставлені, тоді для визначення необхідності виведення тракту з експлуатації при 15^{ти} хвилинному періоді спостережень можна використовувати значення, які наведені в табл.5.1, де приведені граничні

значення показників помилок ES і SES для виведення з експлуатації цифрових трактів при 15^{ти} хвилинному періоді спостереження.

Таблиця 5.1

Частки експлуат. норм для ділянок тракту довжиною L км	Показники помилок	Граничні значення ES і SES для Виведення з експлуатації				
		Трактів ПЦ і СЦ	Секцій мультиплексування			
			STM-1	STM-4	STM-16	STM-64
від 500 до 2500	ES	120	50	50	65	80
	SES	15	10	10	10	10

Методика визначення норм оперативних і довгострокових приведена в КНД 45-074-97 ДКЗІ.

5.6. Сигнали технічного обслуговування апаратури та трактів СЦІ.

Сигнали ТО представляють собою сигнал індикації аварійного стану (CIAC) секції групоутворення і сигнал відказу на прийомі дальнього кінця (RDI) тракту і помилки в блоці дальнього кінця (REI).

Розглянуті сигнали ТО тракту застосовуються також до трактів вищого і нижчого порядку. На рис.5.5 показана взаємодія сигналів ТО від рівня до рівня та між рівнозначними рівнями, що забезпечується в заголовку СЦІ[8,10].

Якщо втрачається вхідний сигнал регенератора активізується запасний тактовий генератор і в напрямку передавання посилається сигнал, який має дійсний заголовок RSON і сигнал CIAC секції групоутворення (MS-AIS). Це дає можливість при необхідності активізувати функції, що виконуються заголовком RSON.

MS-AIS (CIAC) визначається як всі "1" в бітах 6,7 і 8 байта K2 після дескремблювання.

MS-RDI використовується для повернення на передавальну станцію вказівки, що станція прийому виявила пошкодження вхідної станції або в якості CIAC секції приймання.

MS-RDI визначається як код 110 в бітах 6,7,8 байта K2 після дескремблювання. Вказівка відсутності обладнання ВК-n (n=3,4) чи ВК-4хС - всі нулі в мітці сигналу тракту віртуального контейнера (байт С2) після скремблювання. Так само для тракту нижнього рангу ВК-12/ВК-2 - всі нулі в мітці сигналу тракту нижнього рангу (біти 5-7 байта V5). Цей код вказує кінцевому обладнанню

віртуального контейнера, що даний контейнер навмисно не обладнаний, тому аварійні сигнали повинні бути подавлені.

CIAC трактів TU-n (n=12,2,3) визнається як всі "1" в TU-n разом з його вказівником (TU- AIS) включно. Аналогічно, CIAC трактів AU-n (n=4) визначається як "1" в AU-n разом з його вказівником (AU- AIS) включно. Всі трактові CIAC передаються в сигналах STM-N з діючими SOH.

На рис.5.5 прийняті наступні позначення:

● - виявлення;

○ - генерація;

"1" - введення сигналу, що складається із одних одиниць (CIAC);

AIS - сигнал індикації аварійного стану;

FEBE/REI - помилка на дальньому кінці;

FERE/RDI - відказ на прийомі на дальньому кінці;

LOF - втрата циклу;

LOM - втрата зверхциклу;

LOS - втрата сигналу;

LOP - втрата вказівника;

SLM - невідповідність мітки сигналу, байти C2 (POH, BK-n);

TIM - невідповідність ідентифікації трасировки;

UNEQ - необладнаний сигнал в відповідності "C2" чи "V5";

HOVC - BK вищого порядку (BK-n);

LOVC- BK нижчого порядку (BK- m);

HP - тракт вищого порядку;

LP - тракт нижчого порядку.

Примітки до рис.5.5:

1. Даний стовпець є функцією впровадженого з'єднання, яке присутнє в регенераторі.

2. Введення сигналу, що складається з одних одиниць (CIAC) і сигналу відказу при прийманні на дальньому кінці FERE(RDI), що при деяких дефектах може бути довільним.

На рис.5.5 ці варіанти показані пунктирними лініями.

На рис.5.6 приведений варіант схеми взаємодії сигналів обслуговування, що частіше застосовується в мережних вузлах і станціях.

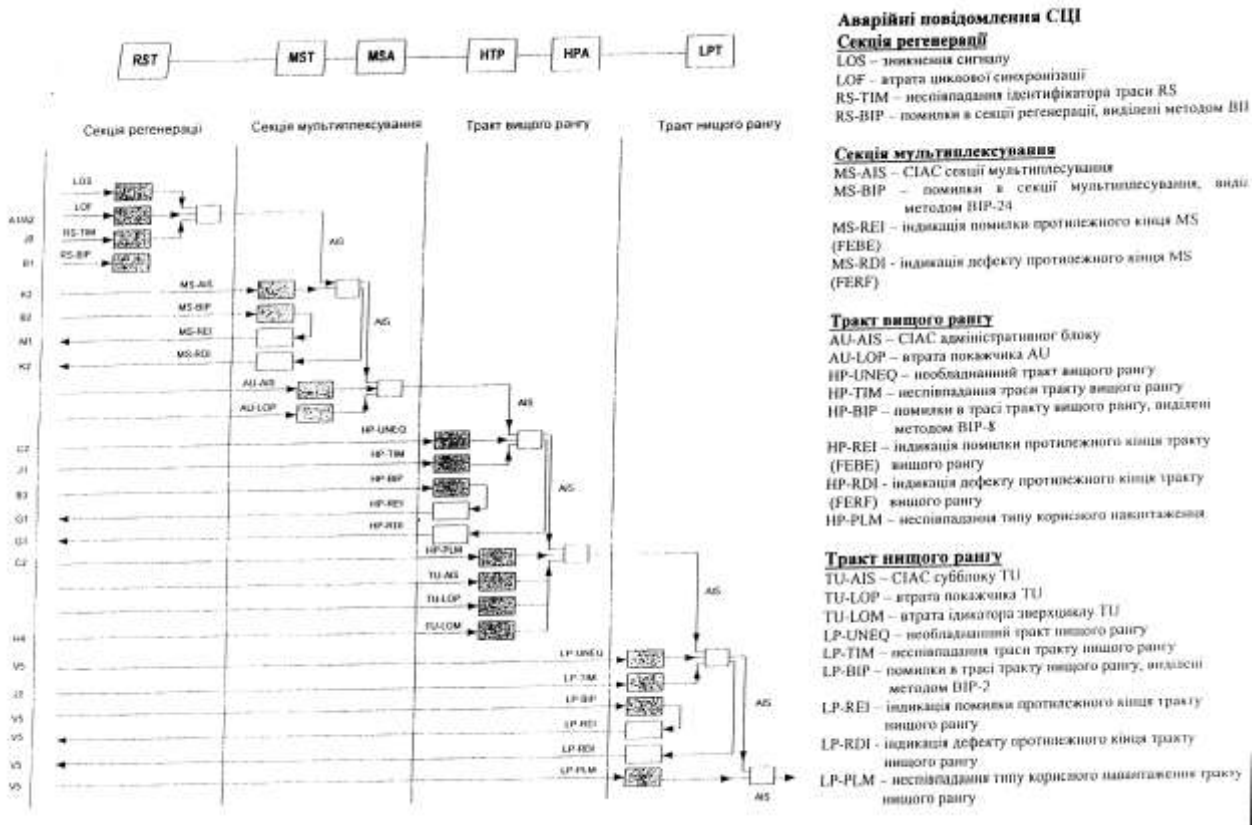


Рис.5.6

На практиці для локалізації й усунення пошкоджень в ЦСП СЦІ використовуються наступні сигнали:

CIAC (Alarm Indication Signals, AIS) - Сигнал індикації аварійних станів надсилається, при наявності пошкодження в напрямку прийому сигналу, в напрямку передачі сигналу. AIS мультиплексної секції (MS-AIS) являє собою всі "1" у бітах 6, 7, 8 байта K2 SOH після дескремблювання. AIS компонентного або адміністративного блоку (TU-n AIS або AU-n AIS) являє собою всі "1" у всьому циклі TU-n або AU-n, включаючи показник.

(Remote Defect Indication, RDI, раніше називався FERF) - Сигнал індикації віддалених дефектів. MS-RDI надсилається на передавальний кінець у випадку аварії на приймальному кінці або прийому AIS й представляє собою код "110" у бітах 6, 7, 8 байта K2 SOH після дескремблювання.

(Remote Error Indication, REI, раніше називався FEBE) - Сигнал індикації помилок на віддаленому кінці. Сигнал MS-REI, формується при перевищенні порога помилок цифрового потоку. Сигнал характеризує аварійний стан цифрових трактів та посилається на передавальний кінець у випадку помилок на віддаленому кінці секції і представляє собою код, що показує кількість помилок; надсилається у байті M1.

Для трактів VC-3,4 сигнал RDI записується в 5-му біті ("1" або "0") байта G1. Для трактів VC-12 сигнал RDI записується у 8-му біті байта V5 у вигляді "1" (пошкодження) або "0" (немає пошкоджень).

Для трактив VC-3.4 сигнал REI записується в певному коді, що показує кількість помилок та надсилається у бітах 1-4 байта G1. Для трактив VC-12 сигнал записується в 3-му біті байта V5 у вигляді “1” (помилки) або “0” (немає помилок).

LOS (Loss of Signal) - утрата сигналу; характеризує стан трактив, пошкодження цифрового потоку. Цей сигнал характеризує одну з трьох причин пошкодження:

- пошкодження оптичного кабелю;
- пошкодження патчкордів;
- пошкодження з'єднувальної лінії;
- пошкодження передавача чи приймача;
- пошкодження живлення мультиплексора.

При усіх випадках порушується зв'язок між мультиплексорами.

LOF (Loss of Frame) - втрата кадру сигналу (циклу). Сигнал, який характеризує порушення синхронізації циклу на прийомі секції регенерації. Як наслідок порушується структура SDH (пропадають усі тракти). Сигнал формується при аварії регенераційної секції.

TIM (Trace Identifier Mismatch) – порушення маршруту траси. Сигнал формується для віртуальних контейнерів при порушеннях траси. При цьому пропадають тракти відповідних віртуальних контейнерів VC4, VC3, VC12.

LOP (Loss of Pointer) – втрата вказівники. Характеризує порушення синхронізації при формуванні віртуального контейнера. При цьому пропадають тракти відповідних віртуальних контейнерів VC4, VC3, VC12.

SLM (Signal Label Mismatch) – невідповідність мітки сигналу. Характеризує порушення мітки виду корисного навантаження сигналу. При цьому пропадають тракти відповідних віртуальних контейнерів VC4, VC3, VC12.

LOM (Loss of Multiframe) – втрата мультифрейму (надциклу). Втрата мультифрейму призводить до аварії VC4. Порушується синхронізація потоків VC12.

TF (Transmission Fail) – збій при передачі.

Для оперативно технічного керування (ОТУ) пропонується формувати такі сигнали стану трактив SDH:

АВАРІЯ - сигнал який характеризує втрату послуг зв'язку по цифровому тракту SDH різних рівнів.

Таблиця 5.2 Формування сигналу “АВАРІЯ” тракту систем передачі SDH

Місце ушкодження	Характер ушкодження трактив SDH (найменування сигналів)	Умовне позначення сигналів SDH
------------------	---	--------------------------------

Секція регенерації	Ушкодження тракту передачі; пропадання сигналу; втрата кадру; помилки по бітах. Повна відмова обладнання (відсутність живлення, аварія оптичного обладнання як основного так і	TF, LOS, LOF, REI (FEBE)
Секція мультиплексуванн	Помилки по бітах; помилки по прийому на дальньому кінці; повна відмова обладнання.	REI (FEBE) RDI (FERF)
У віртуальних контейнерах VC4	Втрата мультифрейму.	LOM

Попередження - поява несправності на обладнанні, що не приводить до погіршення якості передавання.

Перелік сигналів, що характеризують стан **ПОПЕРЕДЖЕННЯ**:

1. Аварія основних джерел живлення;
2. Робота на резервних джерелах синхронізації;
3. Робота на резервній оптичній агрегатній платі (аварія основної агрегатної оптичної плати);
4. Робота на резервному тракті (аварія основного тракту);
5. Аварія вентиляторів обладнання мультиплексора;
6. Порухення роботи системи керування елементами мережі (якщо при цьому трафік не порушується);
7. Порухення роботи контролера мультиплексора (якщо при цьому трафік не порушується);
8. Робота на резервних на трибутивних платах;
9. Живлення мультиплексора від акумуляторів.
10. Перезапуск серверів робочої станції.
11. Фіксація помилок централізованими програмними засобами у трактах високого рівня при нормальній роботі трафіка.
12. Аварія на захистному лінійному тракті.

. Норма

НОРМА-сигнал, який характеризує стан цифрового тракту.

Сигнал формується у випадку, коли тракт з “аварійного” стану, або стану попередження переходить у стан “норма” (відсутні сигнали, які характеризують стан аварія й попередження).

Широкий набір сигналів аварійного стану і перевірка на парність, які вбудовані в байтах заголовків сигналів SDH, підтримують ефективне тестування в робочому режимі (без перерви зв’язку трафіку).

Головний аварійний стан - LOS, LOP, LOF викликають сигнали індикації аварійного стану AIS, які передаються в прямому напрямку.

В залежності від рівня ієрархії обладнання, яке використовується і обслуговується, формуються і відпрацьовуються різні аварійні сигнали.

5.7. Моніторинг експлуатаційних показників ONS15454

На березі ПАТ Укртелекома широко застосовується Обладнання мультисервісних транспортних платформ ONS15454. Тому розглянемо **Моніторинг експлуатаційних показників ONS15454[20]**.

Моніторинг експлуатаційних показників має на меті виявлення тенденцій зміни експлуатаційних показників транспортної мережі і її елементів, а також своєчасне запобігання можливих порушень в їх роботі.

В процесі моніторингу здійснюється збір, обробка, реєстрація, зберігання і відображення статистичних даних про контрольовані параметри ONS15454.

Контрольованими параметрами в ONS є:

- показники помилок відповідно до Рек. G.709 і G.8021;
- показники помилок відповідно до Рек. G.826;
- показники помилок системи FEC;
- оптичні параметри плат.

5.7.1. Моніторинг показників по помилках

Помилки є основним джерелом погіршення якості зв'язку, оскільки впливають як на передачу мовної інформації, так і на передачу даних.

Оцінка цифрового з'єднання по помилках проводиться на основі аналізу експлуатаційних аномалій і дефектів, що фіксуються на одинокосекундних інтервалах. Для цього в кожному функціональному шарі транспортної мережі є засоби контролю, призначені для виявлення експлуатаційних аномалій і дефектів.

Експлуатаційні аномалії і дефекти

Експлуатаційна аномалія виникає в тракті, коли спостерігаються одиничні зміни трактового заголовка відносно його нормального значення без зміни стану всього сигналу, тобто коли тракт не знаходиться в пошкодженому стані.

Перелік експлуатаційних аномалій для секцій і трактів СЦІ і ОТІ:

a_1 – блок з помилками **ЕВ**, виявлений методом VIP-п.

Примітка

Блок з помилками (**ЕВ**) – блок даних, в якому один або більше бітів є помилковими.

Експлуатаційний дефект виникає в тракті, коли спостерігаються зміни всього сигналу відносно його нормального стану.

Перелік дефектів для секцій і трактів СЦІ, що виявляються на ближньому кінці:

- d_1 - зникнення сигналу STM-N (RS-LOS);
- d_2 - втрата циклового синхронізму (RS-LOF);
- d_3 - неспівпадання ідентифікатора STM-N (RS-TIM);
- d_4 - прийом СІАС мультиплексної секції (MS-AIS);

- d₅ - прийом СІАС адміністративного блоку (AU-AIS);
- d₆ - втрата показчика AU (AU- LOP);
- d₇ - неспівпадання траси тракту верхнього рангу (HP-TIM);
- d₈ - не обладнаний тракт верхнього рангу (HP-UNEQ);
- d₉ - неспівпадання корисного навантаження (HP- PLM);
- d₁₀ - втрата індикатора надциклу TU (HP- LOM);
- d₁₁ - прийом СІАС субблоку (TU-AIS);
- d₁₂ - втрата показчика TU (TU-LOP);
- d₁₃ - неспівпадання траси тракту нижнього рангу (LP-TIM);
- d₁₄ - не обладнаний тракт нижнього рангу (LP-UNEQ).

Перелік дефектів для трактів СЦІ, що виявляються на дальньому кінці:

d ₁₅ -	аварія прийому на далекому кінці тракту верхнього рангу (HP- RDI);
d ₁₆ -	аварія прийому на далекому кінці тракту нижнього рангу (LP-RDI).

Перелік дефектів для секцій і трактів ОТІ, що виявляються на ближньому кінці:

- d₁ - зникнення сигналу (OCH-LOS);
- d₂ - втрата циклового синхронізму секції (OTUk-LOF);
- d₃ - неспівпадання ідентифікатора секції (OTUk-TIM);
- d₄ - прийом СІАС тракту (ODUk-AIS);
- d₅ - блокування з'єднання (ODUk-LCK);
- d₆ - роз'єднання з'єднання (ODUk- OCI);
- d₇ - неспівпадання траси тракту (ODUk -TIM);
- d₈ - неспівпадання типу корисного навантаження (ODUk - PLM);

Перелік дефектів для трактів і секцій ОТІ, що виявляються на дальньому кінці:

d ₁₅ -	аварія прийому на дальньому кінці тракту (ODUk-BDI);
d ₁₆ -	аварія прийому на дальньому кінці секції (OTUk-BDI).

Контрольовані події

Аномалії і дефекти є причиною появи наступних подій:

- секунд з помилками (ES);
- секунд, сильно уражених помилками (SES);
- початку періоду неготовності (SUE);
- кінця періоду неготовності (TUE);
- фонових блоків з помилками (BBE).

Секунда з помилками (ES) – інтервал часу тривалістю в одну секунду, протягом якого має місце, принаймні, одна аномалія або дефект, що викликає появу одного блоку з помилками.

Секунда, сильно уражена помилками (SES) – інтервал часу в одну секунду, протягом якого має місце, принаймні, “х” аномалій або одне пошкодження, що викликає появу “х” блоків з помилками.

Початок періоду неготовності секції або тракту (SUE) фіксується при виявленні послідовності з “х” SES. Ці “х” секунд включаються в період неготовності (UAS).

Протягом періоду неготовності секунди з серйозними помилками SES не реєструються.

Кінець періоду неготовності (TUE) фіксується, коли реєструються “х”, що не являються SES. Ці “х” секунд включаються в період готовності (AS).

Фоновий блок з помилками (BBE) – блок з помилками, що не є частиною SES.

У мережевому елементі, як варіант, може додатково здійснюватися моніторинг наступних подій:

- **OFS** – секунда, що містить сигнал **OOF** (збій циклової синхронізації);
- **PJC** – кількість коректувань показчика AU;
- **NPJC** – кількість негативних коректувань показчика AU;
- **PPJC** – кількість позитивних коректувань показчика AU;
- **UAS** – період неготовності секції або тракту.

Приклади фіксації початку і кінця періоду неготовності, а також визначення подій ES, SES, BBE приведені на рис 5.7.1 і рис.5.7.2.

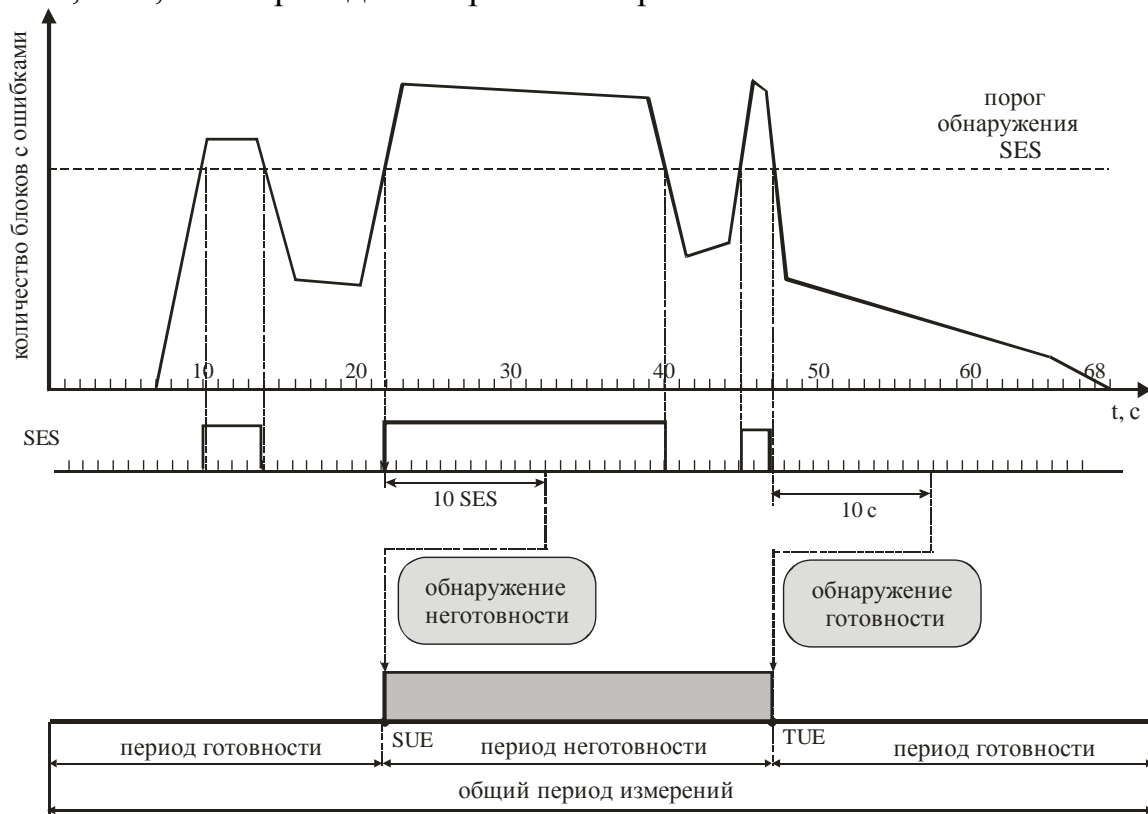


Рис 5.7.1. Приклад фіксації початку і кінця періоду неготовності

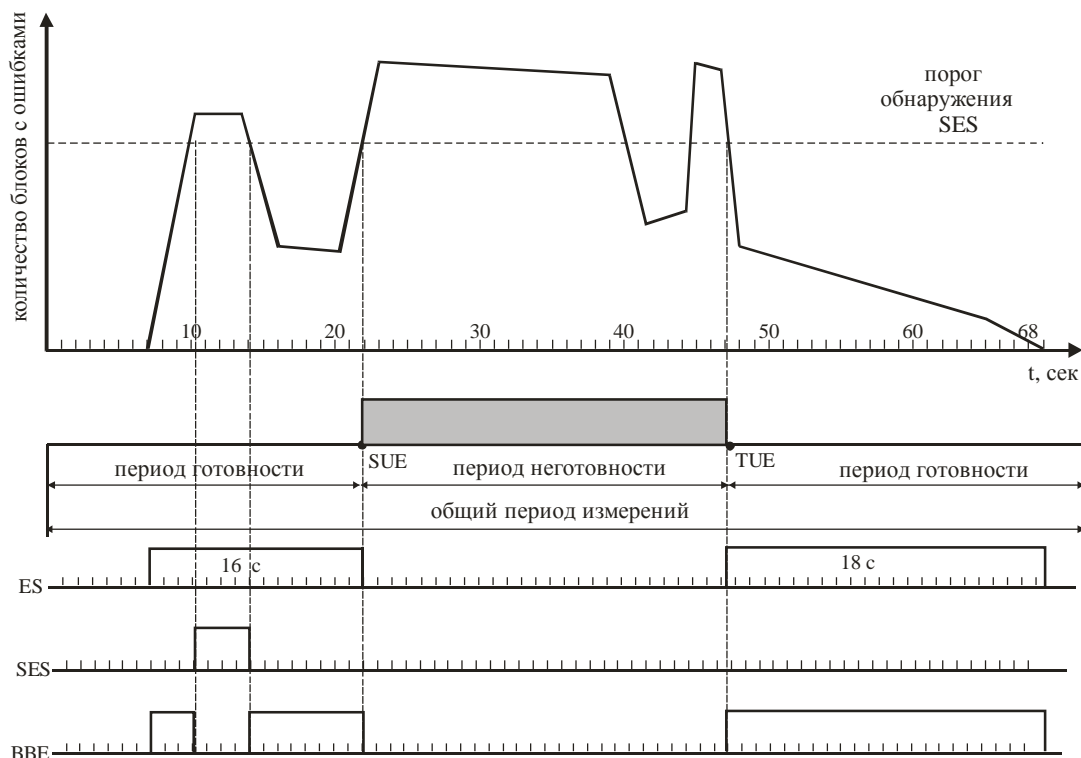


Рис.5.7.2. Приклад визначення подій ES, SES, BBE

Показники помилок

На основі подій по помилках можна обчислити якісні показники контрольованих об'єктів.

Для визначення якості функціонування цифрового (з'єднання) тракту або секції по помилках використовуються наступні показники помилок:

- **коефіцієнт секунд з помилками (ESR)** – відношення суми секунд з помилками до загальної кількості секунд в період готовності з'єднання впродовж вибраного інтервалу вимірів;
- **коефіцієнт секунд, сильно уражених помилками (SESR)** – відношення суми секунд, сильно уражених помилками, до загальної кількості секунд в період готовності з'єднання впродовж вибраного інтервалу вимірів;
- **коефіцієнт помилок по фонових блоках з помилками (BBER)** – відношення числа фонових блоків з помилками до загальної кількості блоків, переданих в період готовності з'єднання впродовж вибраного інтервалу вимірів;
- **коефіцієнт помилок по бітах (BER)** – відношення числа пошкоджених символів до загальної кількості символів, переданих в період готовності з'єднання впродовж вибраного інтервалу вимірів.

Показники помилок повинні обчислюватися в межах часу готовності секції або тракту, а також повинні фіксуватися періоди неготовності. При цьому

$$T_{\text{гот.}} = T_{\text{общ.}} - T_{\text{негот.}}$$

де $T_{\text{гот.}}$ – період готовності з'єднання;

$T_{\text{общ.}}$ – загальний період вимірів;

$T_{\text{негот}}$ – період неготовності з'єднання.

Протягом періоду готовності підраховується сумарна кількість одnoseкундних інтервалів, що мають, принаймні, одну помилку, тобто сума ES і сумарна кількість одnoseкундних інтервалів, що містять більше 30% блоків з помилками, тобто сума SES. Потім розраховуються коефіцієнт секунд з помилками (ESR) і коефіцієнт секунд, сильно уражених помилками (SESR), як відношення, відповідно суми ES або SES до загальної кількості секунд в період $T_{\text{гот}}$. впродовж вибраного інтервалу вимірів.

Об'єкти моніторингу якісних показників

Моніторинг якісних показників може вироблятися в різних об'єктах – місцевих або відалених. Перелік можливих об'єктів моніторингу, а також оброблювані події приведені в таблиці 5.7.1.

Об'єкти моніторингу робочих характеристик

Таблиця 5.7.1

Об'єкт моніторингу	Події, параметри
Ближній кінець регенераційної секції RS Near End	RS-ES, RS-BBE, RS-SES, RS-UAS, RS-ESR, RS-SESR, RS-BBER,
Ближній кінець мультиплексної секції MS Near End	MS-ES, MS-BBE, MS-SES, MS-UAS, MS-ESR, MS-SESR, MS-BBER
Далекий кінець мультиплексної секції MS Far End	MS-ES, MS-BBE, MS-SES, MS-UAS, MS-ESR, MS-SESR, MS-BBER
Ближній кінець секції OTUk Near End	ES-SM, BBE-SM, UAS-SM, SES-SM, ESR-SM, SESR-SM, BBER-SM, BIC, Unc-Word
Далекий кінець секції OTUk Far End	ES-SM, BBE-SM, UAS-SM, SES-SM, ESR-SM, SESR-SM, BBER-SM
Ближній кінець тракту ODUk Near End	ES-PM, BBE-PM, UAS-PM, SES-PM, ESR-PM, SESR-PM, BBER-PM
Далекий кінець тракту ODUk Far End	ES-PM, BBE-PM, UAS-PM, SES-PM, ESR-PM, SESR-PM, BBER-PM

5.7.2 Моніторинг оптичних параметрів плат

Моніторинг оптичних параметрів транспондерів і мукспондерів

Перелік оптичних параметрів РМ для клієнтської і лінійної сторони плат транспондерів і мукспондерів приведений в табл.2.2

Оптичні параметри РМ клієнтської і лінійної сторони

Таблиця 5.7.2

Оптичний параметр	Визначення
Laser Bias (Min, %)	Мінімальне значення струму зсуву лазерного діода у відсотках відносно номінальної величини на інтервалі часу моніторингу РМ
Laser Bias (Avg, %)	Середнє значення струму зсуву лазерного діода у відсотках відносно номінальної величини на інтервалі часу моніторингу РМ
Laser Bias (Max, %)	Максимальне значення струму зсуву лазерного діода у відсотках відносно номінальної величини на інтервалі часу моніторингу РМ
Rx Optical Pwr (Min, dBm)	Мінімальний рівень оптичної потужності, що приймається, на інтервалі часу моніторингу РМ
Rx Optical Pwr (Avg, dBm)	Середній рівень оптичної потужності, що приймається, на інтервалі часу моніторингу РМ
Rx Optical Pwr (Max, dBm)	Максимальний рівень оптичної потужності, що приймається, на інтервалі часу моніторингу РМ
Tx Optical Pwr (Min, dBm) ¹	Мінімальний рівень оптичної потужності, що приймається, на інтервалі часу моніторингу РМ
Tx Optical Pwr (Avg, dBm) ¹	Середній рівень оптичної потужності, що приймається, на інтервалі часу моніторингу РМ
Tx Optical Pwr (Max, dBm) ¹	Максимальний рівень оптичної потужності, що приймається, на інтервалі часу моніторингу РМ

Моніторинг оптичних параметрів підсилювачів

Перелік контрольованих параметрів оптичних підсилювачів приведений в табл.5.7.3.

Оптичні параметри підсилювачів

Таблиця 5.7.3

Оптичний параметр	Визначення
Optical Pwr (Min, dBm)	Мінімальний рівень оптичної потужності на інтервалі часу моніторингу РМ
Optical Pwr (Avg, dBm)	Середній рівень оптичної потужності на інтервалі часу моніторингу РМ
Optical Pwr (Max, dBm)	Максимальний рівень оптичної потужності на інтервалі часу моніторингу РМ

Моніторинг оптичних параметрів плат 32MUX-O, 32DMX-O, 32DMX и 32WSS

Перелік контрольованих параметрів плат мультиплексорів і демультимплексорів DWDM приведений в табл.5.7.4.

Оптичні параметри MUX/DMX
5.7.4

Таблица

Оптический параметр	Определение
Optical Pwr (Min, dBm)	Мінімальний рівень оптичної потужності на інтервалі часу моніторингу РМ
Optical Pwr (Avg, dBm)	Середній рівень оптичної потужності на інтервалі часу моніторингу РМ
Optical Pwr (Max, dBm)	Максимальний рівень оптичної потужності на інтервалі часу моніторингу РМ

5.7.3. Звіти про експлуатаційні показники

Контроллер платформи ONS опитує процесори плат з інтервалом в одну секунду і збирає інформацію про аномалії і дефекти. На основі цих даних лічильники підраховують сумарну кількість подій ES, SES, UAS, VBE на встановленому інтервалі збору даних, і контроллер платформи формує звіти про експлуатаційні показники відповідно до рек. G.784. Звіти про якісні показники можуть бути поточними (плановими) або позачерговими (терміновими).

Поточні звіти формуються на інтервалі збору даних в 15 хвилин або 24 години.

В кінці кожного інтервалу збору даних контроллер платформи передає повідомлення про характеристики, обчислені на даному інтервалі, в лічильник

попередніх звітів, а лічильник поточного звіту встановлюється у вихідний стан (скидається) для початку наступного інтервалу збору даних.

При плануванні звітів оператор вибирає:

- контрольований об'єкт;
- інтервал збору даних: 15-ти хвилинний або 24-годинний;
- порогові значення параметрів якості.

Позачергові звіти можуть передаватися на початку періоду неготовності (SUE) або в кінці періоду неготовності (TUE), а також при перетині порогових значень параметрів, встановлених оператором.

Порогові значення моніторингу робочих характеристик (Performance Monitoring – PM) того або іншого контрольованого об'єкту визначаються призначеним йому профілем PM. Профіль PM містить порогові значення для кожного лічильника PM за даним типом об'єкту. Зазвичай профілі PM набуваються на етапі введення в експлуатацію мережевого елемента.

В кожного об'єкту (у мережевому елементі) є вісім профілів PM. Один з профілів – за умовчанням – встановлюється виготівником (користувач не може його змінити). Об'єкти матимуть порогові значення PM за умовчанням для стандартних профілів, якщо не призначений жоден інший профіль PM (нестандартний).

Для кожного інтервалу збору даних PM (15 хвилин і одну добу) є два порогові значення: нижнє порогове значення (15L і 1DL) і верхнє порогове значення (15H і 1DH).

Якщо значення лічильника PM перевищує верхнє порогове значення, то видається аварійне повідомлення про пересічення порогу.

Для аварійних повідомлень з 15-хвилинним інтервалом аварійне повідомлення знімається після завершення 15-хвилинного інтервалу, на якому не перетинається нижнє порогове значення.

Для аварійних повідомлень з добовим інтервалом аварійне повідомлення знімається в кінці інтервалу.

5.7.4. Відображення даних моніторингу якісних показників

Для перегляду оптичних параметрів плат транспондерів або мукспондерів необхідно виконати наступні операції.

Крок 1. У вікні вузла двічі клацнути на зображенні плати транспондера або мукспондера;

Крок 2. Клацнути на кнопках **Performance > Optics PM**;

Крок 3. Клацнути по кнопці **Current Values** (поточне значення) або **History PM** (історія моніторингу).

Приклад відображення даних моніторингу оптичних параметрів мукспондера приведений на рис. 5.7.3.

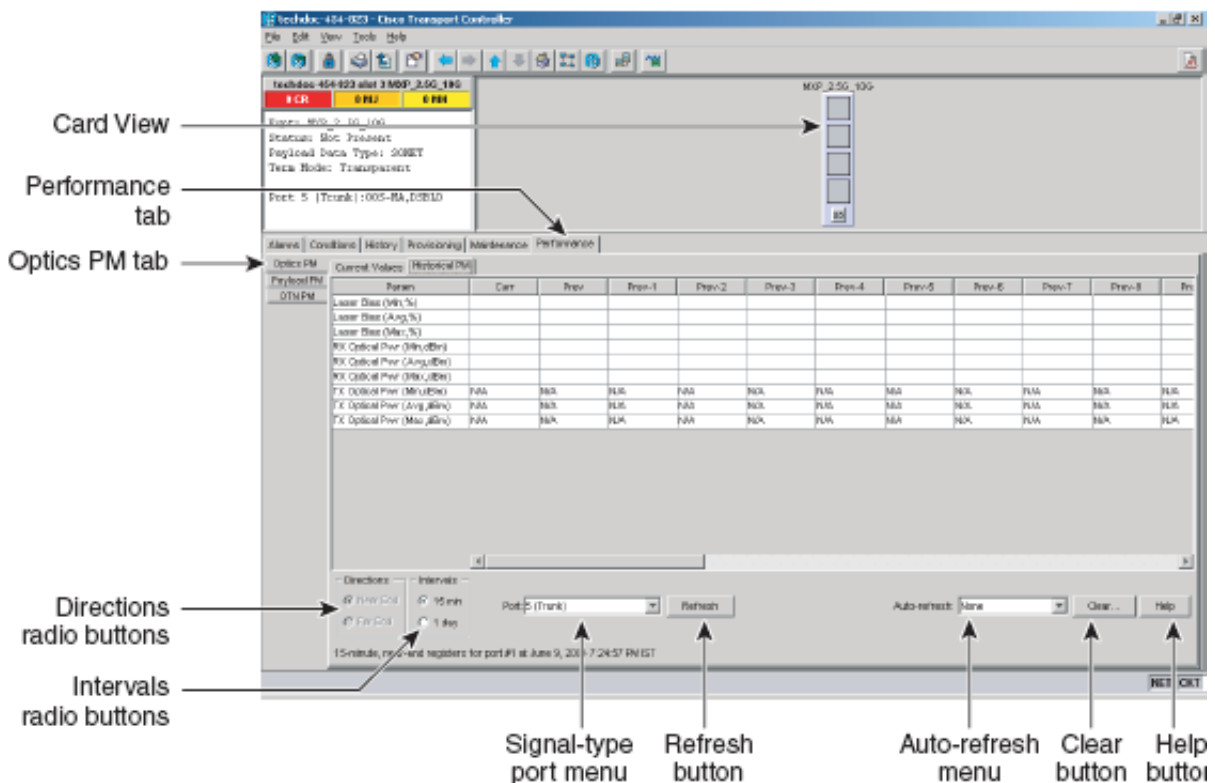


Рис.5.7.3. Відображення оптичних параметрів мукспондера

Значення параметрів відображуються в колонках поточного звіту Curr (Current) і попередніх звітів Prev-n (Previous).

Для перегляду оптичних параметрів плат підсилювачів OPT-PRE, OPT-BST необхідно виконати наступні операції.

Крок 1. Вибрати плату, для цього у вікні вузла двічі клацнути на зображенні необхідної плати оптичного підсилювача, в результаті повинен відображатися вигляд вибраної плати.

Крок 2. Вибрати опцію **Performance > Optical Line**. в результаті повинна відображатися вкладка оптичних параметрів **Optical Line** (рис.5.7.4).

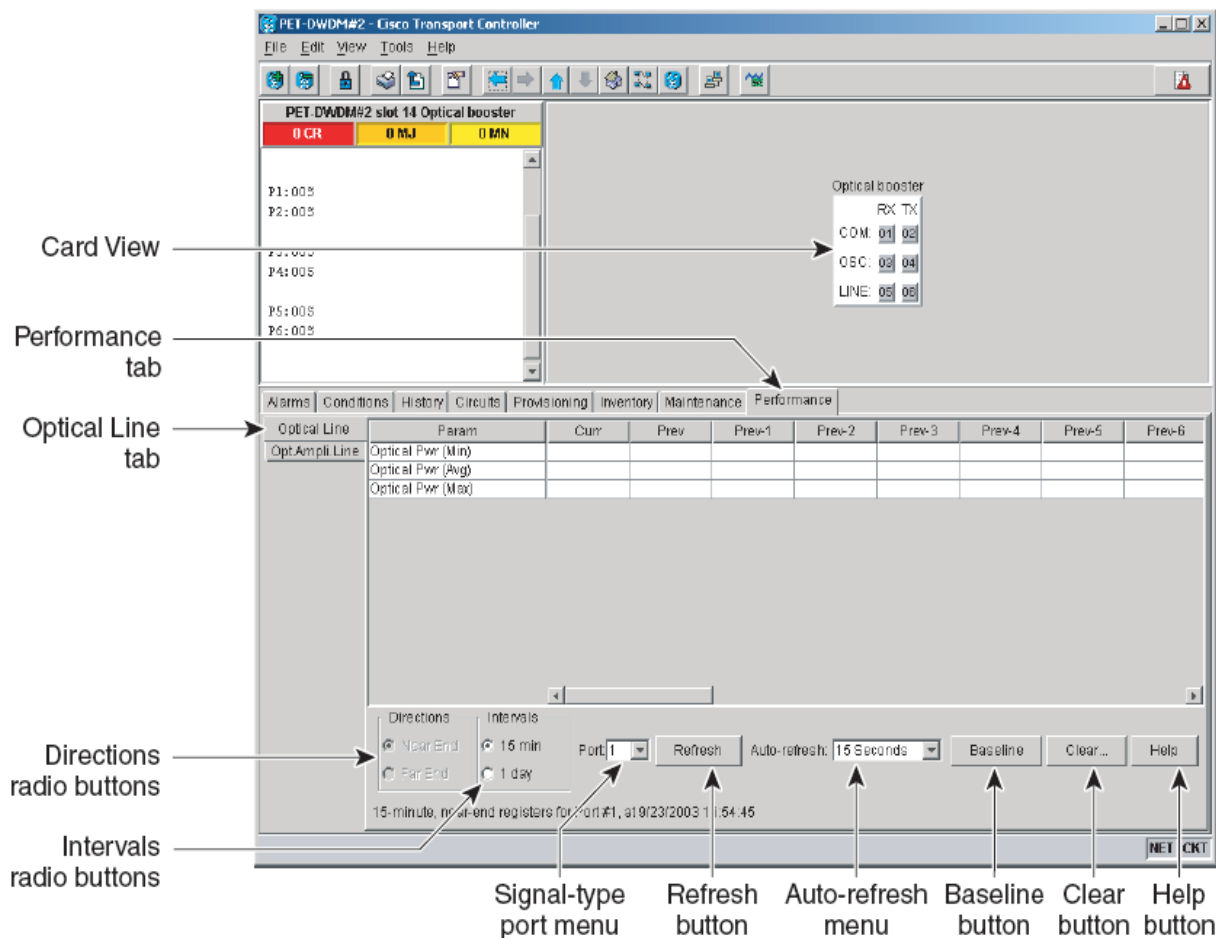


Рис5.7.4. Приклад відображення вкладки **Optical Line**

Крок 3. У розгортаючому списку портів **Port** вибрати оптичний лінійний порт, статистичні дані якого потрібно проглянути.

Для плати OPT-PRE доступний перегляд наступних портів:

- 1 – COM RX;
- 3 – DC RX;
- 4 – DC TX.

Для плати OPT-BST доступний перегляд наступних портів:

- 1 – COM RX;
- 2 – COM TX;
- 4 – OSC TX.

Крок 4. Клацнути на кнопці **Refresh** (відновити) при цьому на вкладці **Optical Line** відображатимуться статистичні дані по рівню потужності на виході вибраного порту.

Крок 5. Вибрати опцію **Performance > Opt. Ampli. Line**, в результаті повинна відображатися вкладка оптичних параметрів передачі **Opt. Ampli. Line** (рис5.7..2).

Крок 6. Для оновлення статистичних даних про параметри вихідного порту оптичного підсилювача (COM TX, Port 02 для плати OPT-PRE і Line TX, Port 06 для плати OPT-BST) клацнути на кнопці **Refresh** (відновити).

Крок 7. Повернутися до вихідної процедури (NTP).

Для перегляду оптичних параметрів плат 32MUX-O, 32DMX-O, 32DMX и 32WSS необхідно виконати наступні операції.

Крок 1. Вибрати плату, для цього у вікні вузла двічі клацнути на зображенні необхідної плати оптичного підсилювача, в результаті повинен відображатися вигляд вибраної плати.

Крок 2. Вибрати опцію **Performance >Optical Chn**, в результаті повинна відображатися вкладка оптичних параметрів **Optical Chn** (рис.5.7.5).

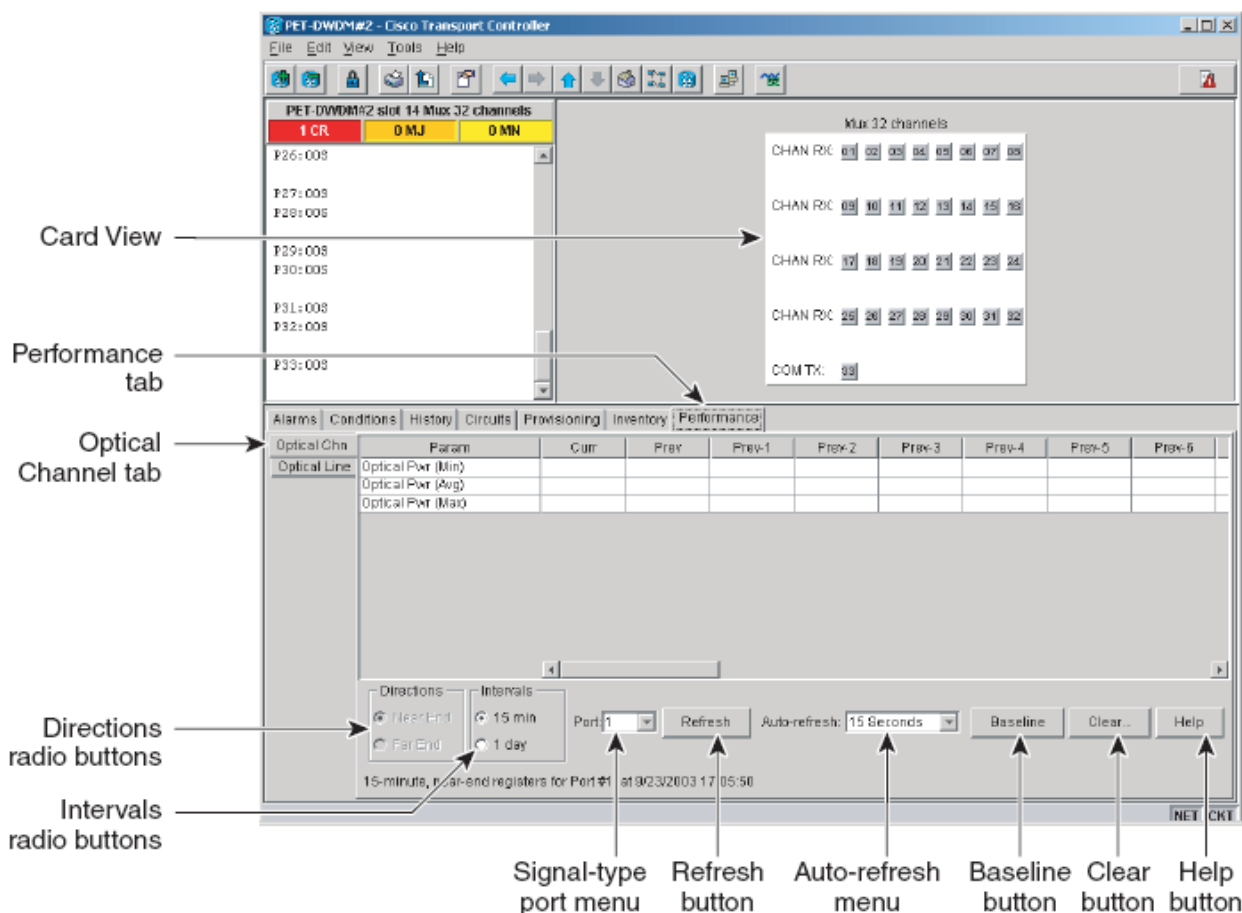


Рис5.7.5. Приклад відображення вкладки **Optical Chn**

Крок 3. У списку портів Port, що розкривається, вибрати порт оптичного каналу, статистичні дані якого потрібно проглянути:

- плата 32MUX-O – порт прийому оптичного каналу (CHAN RX) від 01 до 32;
- плата 32WSS – порт прийому оптичного каналу (ADD RX) від 01 до 32 або при кризній передачі (PT) від 33 до 64;
- плати 32DMX-O, 32DMX – порт прийому оптичного каналу (CHAN TX) від 01 до 32.

Крок 4. Клацнути на кнопці **Refresh** (відновити) при цьому на вкладці **Optical Chn** відображатимуться статистичні дані по рівню потужності

(minimum, maximum, average) на вході/виході вибраного порту оптичного каналу.

Крок 5. Вибрати опцію **Performance > Optical Line**.

Крок 6. Для плати 32WSS вибрати порт, статистичні дані якого потрібно проглянути (65, 66, 67, 68 або 69). Для плат 32DMX або 32 DMX-O за умовчанням вибирається порт 33.

Крок 7. Для оновлення статистичних даних про параметри вибраного порту оптичного каналу клацнути на кнопці **Refresh** (відновити).

Крок 8. Повернутися до вихідної процедури (NTP).

5.8. Тенденції розвитку автоматизованих систем технічної експлуатації сучасних мереж зв'язку.

"В зв'язку з проблемою необхідності рішення питань узгодження систем управління для мереж СЦІ різних фірм-виробників, розглядаються системні аспекти сучасного стану проблеми, фактори що впливають на її рішення, приклади часткового рішення проблеми за допомогою програмних комплексів "СЦІ-менеджер" та "Трафік-менеджер" виробництва "ЗАТ Телесофт Росія". Приведена типова архітектура програмно-технічних засобів управління з урахуванням міжнародних стандартів та рекомендацій з стратегії інтеграції різних систем управління, що забезпечать співіснування стандартних і нестандартних мережних інтерфейсів."

Глибокі зміни, які відбуваються зараз в індустрії зв'язку тісно пов'язані з можливостями та характеристиками автоматизованих систем управління мережею. З одного боку широке застосування програмного забезпечення в складі сучасного цифрового обладнання зв'язку визначає значну гнучкість та керованість елементів мережі. З другого боку оперативне представлення широкого спектру послуг зв'язку, а також ефективне використання ресурсів мережі стає неможливим без обладнання автоматизованого управління.

Приклад еталонної моделі взаємодії системи управління електрозв'язком (СУЕ) та інтелектуальної мережі зв'язку (ІМЗ) приведені на Рис.5.8.

Така модель дозволяє реалізувати одне інтегральне уніфіковане джерело мережних рішень та орієнтує на працю з одним постачальником обладнання при необхідності розширення послуг на всіх ієрархічних рівнях СУЕ і мережах зв'язку всіх типів.

В загальному випадку система управління оператора мережі повинна включати широкий спектр взаємозв'язаних програмно-технічних комплексів, які вирішують завдання оперативного контролю мережі, облік обладнання і ціни послуг, планування і формування, управління конфігурацією та пропусканням трафіку. На відміну від мереж попередніх поколінь, в яких обладнання автоматизованого управління та технічної експлуатації були додатковим і зовнішнім обладнанням, в сучасних і майбутніх мережах таке обладнання є невід'ємною складовою частиною обладнання мережі в цілому.

Зростання ролі систем управління є неминучим і природним наслідком розвитку мереж зв'язку та послуг. Домінантою цього розвитку є інтеграція

обладнання зв'язку та обчислювальної техніки, яка відбулась і значення цього факту все більше зростає. Ця інтеграція має технічні і економічні аспекти.

В технічному плані найважливіші фактори змін такі:

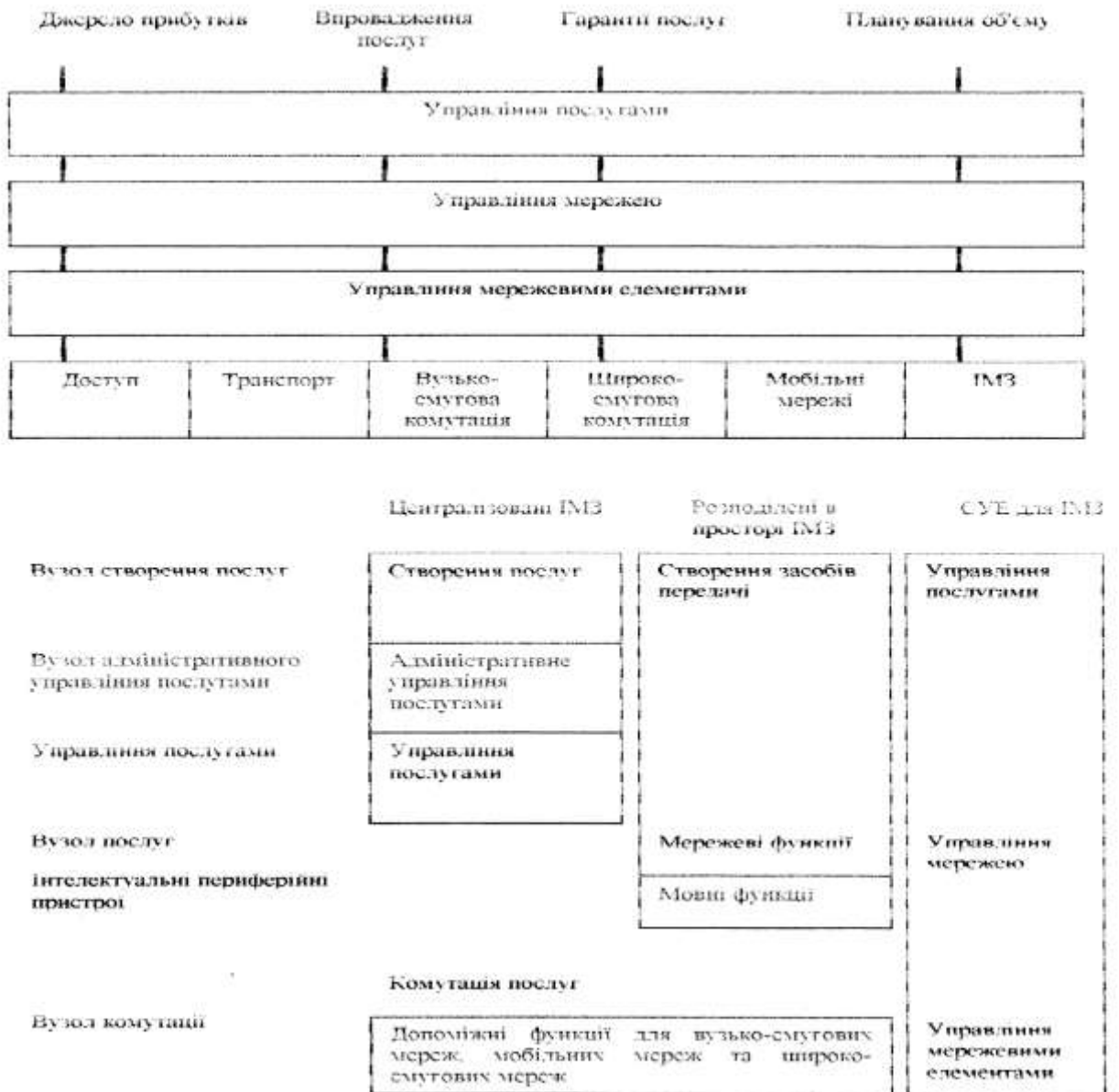


Рис. 5.8

- оператору мережі прийдеться працювати з обладнанням декількох технологій, таких як транспортні (CDMA, xDSL, PDH, SDH) так і комутаційних (традиційна телефонія, АТМ, пакетна комутація даних);
- об'єм та складність мереж буде значно збільшуватись;
- користувачі в більшій мірі будуть вимагати широкого спектру послуг, при цьому частка послуг з передавання даних буде швидко збільшуватись порівняно з іншими;

- постійно зростатиме частка та значимість широкополосних послуг і відповідного обладнання передавання та комутації; – буде зростати частка мобільних послуг.

Є також постійно діючий економічний фактор змін - підсилення конкуренції на ринку послуг і обладнання зв'язку. Він примушує операторів робити пошук нових можливостей, які б забезпечували підвищену ефективність експлуатації мереж зв'язку.

Наведені фактори суттєво впливають на розвиток систем управління.

Основними факторами розвитку систем управління сьогодні можна вважати:

– мультитехнологічна інтеграція, яка охоплює управління для відомих і майбутніх технологій передавання та комутації-АТМ, SDH, традиційна й ІР-телефонія, ІNТЕRNET та інше;

– підвищення інтелектуальності, яка проявляється як в підвищенні ступеню автоматизації більшості технологічних процесів управління і технічного обслуговування, так і в представленні інтелектуальних послуг (що базуються як на можливостях інтелектуальних мереж, так і на можливостях систем управління мережами);

– мультисервісна підтримка, необхідність якої безпосередньо визначається, як згаданою вище мультитехнологічною інтеграцією мереж зв'язку, так і більш широким використанням технологій і обладнання вузькополосної та широкополосної ІSDN;

– перехід до розподіленої об'єктної архітектури як природного проявлення підходів для інформаційних технологій та програмування в цілому;

– підтримка неоднорідного телекомунікаційного середовища на основі обладнання декількох постачальників, що безпосередньо диктується новими економічними умовами, в основі яких лежать конкуренція і відкритість;

– зростання ролі стандартизації як необхідної умови успішної реалізації вищеперелікованих тенденцій.

Аналіз тенденцій розвитку мереж зв'язку та систем управління мережами показує, що майбутні системи управління мережами операторів повинні бути комплексними системними рішеннями в значно більшій мірі, ніж зараз. Ці комплексні системні рішення повинні охоплювати:

– коректно специфіковане обладнання управління зв'язком, котре включає необхідне обладнання управління, яке постачається самим виробником обладнання;

– систему пов'язаних програмно-технічних комплексів управління, частина яких (обладнання універсального застосування, наприклад, платформи управління мережами, обладнання МУБД і аналітичної обробки даних) може купуватися на ринку, а частина - повинна бути розробленою під конкретне завдання;

– комплекс організаційно-технічних заходів розробки та задіяння обладнання управління, включаючи проектування бізнес процесів (технологічних процесів) технічної експлуатації і управління мережею в умовах

автоматизації.

Реалізація подібних пропозицій до операторів зв'язку і розробників обладнання управління пред'являє значно більш високі вимоги як з необхідної широти охоплення завдань, так і з більш широкими рамками проекту в часі. Останнє важливе ще й тому, що повинна змінитись парадигма створення систем управління: їх проектування повинно починатись одночасно з проектуванням самої мережі, так як елементи системи управління суттєво визначають функціональні можливості управління самої мережі і поставляються зараз як частина обладнання зв'язку.

Взаємодія людина-машина виконується через інтерфейс користувача, котрий дає можливість оператору доступу до всіх функціональностей систем і дозволяє йому повністю керувати обладнанням та мережею відповідно його повноважень. Взаємодія відбувається через графічне і/або текстові вікна, які представляють різні області мережі, на які вона логічно розподілена. Об'єктами управління СЦІ-Менеджер є система управління мережевими елементами (ЕМ).

На сьогодні для взаємодії СЦІ-Менеджера з ЕМ використовується інтерфейс класу $Q_{зпс}$. Слідуюча версія буде використовувати також інтерфейс $Q_{зпп}$, якій забезпечує взаємодію з системами управління підмережею.

СЦІ-Менеджер взаємодіє з системами управління ЕМ та системами управління підмережею, дозволяє реалізувати управління обладнанням СЦІ фірм Siemens, Alkatel, Fujitsu, NEC, GPT, Marconi, Italtel.

Трафік-Менеджер- приклад реалізації другої функціональності системи управління - дозволяє відслідкувати та керувати телефонними трафіком, який проходить через цифрові комутаційні станції на національному, регіональному і місцевому рівнях. Це необхідно для того, щоб швидко реагувати на несправностей чи перевантаження, оптимізувати маршрутизацію трафіка мережі, знижуючи таким чином потребу інвестицій в інфраструктуру та представляти клієнтам якісні послуги.

Трафік-Менеджер є стратегічним інструментом оператора зв'язку, бо він дозволяє:

- значно підвищити надійність та доступність мережі;
- оптимізувати використання мережі;
- знижувати втрати трафіку та забезпечувати успіх завершення великої кількості спроб заняття;
- збільшувати доходи оператора від використання мережі;
- реалізувати суттєву підтримку в плануванні інвестицій для покращення інфраструктури мережі.

Менеджер представляє операторам єдиний інтерфейс користувача і єдину технологію управління елементами мережі різних виробників обладнання СЦІ. СЦІ-Менеджер також дозволяє частково керувати послугами, які отримують користувачі. Основними цілями утворення та впровадження СЦІ-Менеджер є:

- збільшення доходів оператора за рахунок: більш ефективного використання ресурсів мережі СЦІ; зменшення коштів і часу на формування трактів СЦІ; покращення якості послуг зв'язку, які представляються

користувачам за рахунок більш ефективного управління резервуванням та знешкодження несправностей; зниження експлуатаційних витрат за рахунок зниження збитків від простоїв ресурсів мережі при своєчасній і точній діагностиці відмов і оперативної перебудові мережі, підвищенні рівня автоматизації операцій управління.

СЦІ-Менеджер, відповідно архітектурі TMN, виконує функції рівня управління мережею. Взаємодія з керованим обладнанням (NE) виконується за допомогою систем управління елементами мережі (EM) фірм постачальників через інтерфейс Q3.

СЦІ-Менеджер має архітектуру клієнт/ сервер, що дає змогу географічного розподілення операторів, підвищуючи надійність управління та обслуговування обладнання. Така архітектура добре узгоджується з децентралізованою організаційною структурою, типовою для операторів мережі зв'язку. СЦІ-Менеджер дозволяє організувати одно або двох-рівневе управління мережею: верхній рівень управління всією мережею; регіональний рівень - рівень на якому знаходяться елементи мережі (EM), а також віддалені робочі місця СЦІ-Менеджер.

До функцій СЦІ-Менеджер відносять: графічне проектування мережі; представлення мережі за шарами (Layering G.803); конфігурації мережі; управління ієрархічною декомпозицією мережі; збірка і маршрутизація трактів; моніторинг сигналів несправності та подій в мережі; вимірювання якості.

Слід також нагадати, що сам проект мережі зв'язку може в значній мірі залежати від можливостей управління. Найбільш наочний приклад - телефонна мережа з динамічним управлінням трафіком, - дозволяє заощаджувати до 15-20% капітальних витрат. Крім того при вирішенні проблем управління необхідне "широке" комплексне трактування завдань управління відповідно Рек. МСЕ-Т М.3010 та ін. Таке трактування має на увазі охоплення завданнями управління різних етапів життєвого циклу мережі, функціональних областей та рівнів управління (включаючи і завдання, які традиційно не рахувались завданнями власне управління, наприклад, облік обладнання та планування розвитку).

Аналіз архітектури систем управління показує, що головна увага операторів зв'язку та виробників буде зміщуватись в бік розробки систем рівнів управління мережею в цілому, а також управління послугами і бізнесом. Така тенденція визначається як зростання конкуренції на ринку послуг й обладнання зв'язку (і відповідно зростанням значення економічної ефективності загальномережевих рішень) так і природним ходом розвитку систем управління: рівень управління елементами мережі можливо рахувати добре відпрацьованим і освоєним виробниками обладнання зв'язку. Вже зараз слід чекати розшарування рівня управління мережі в цілому на підмережні і загальномережний рівні управління. Вже сьогодні ряд виробників обладнання зв'язку включають в склад своїх систем управління програмні додатки підмережного управління. Виправданим і переважаючим рішенням може вважатись використання спеціалізованих програмних продуктів для побудови підрівня загальномережного управління. Так, реалізації програмних комплексів СЦІ-

Менеджер і Трафік-Менеджер виробництва компанії "Телесофт-Росія" вважаються досить вдалими.

Система управління транспортною мережею на основі обладнання СЦІ (СЦІ-Менеджер) дозволяє оператору мережі, побудованій на основі обладнання різних виробників вирішувати завдання управління всієї транспортної мережі в цілому відповідно принципу "із кінця в кінець" СЦІ-Менеджер.

Об'єктами управління в системі Трафік-Менеджер є станції комутації. В діючій версії Трафік-Менеджер дозволяє керувати станціями виробництва Ericsson, Simens.. Працюють над можливостями організації роботи системи з станціями інших виробників.

Обидві системи (СЦІ-Менеджер і Трафік-Менеджер) працюють у відкритому обчислювальному середовищі на робочих станціях (серверах) в операційному середовищі UNIX, розроблені в архітектурі "клієнт-сервер" і при необхідності можуть бути гнучко адаптовані до потреб конкретних операторів.

Серед найбільш актуальних проблем, що визначають загальну ефективність та ціну системи мережного управління (СМУ) є проблема їх інтеграції.

Саме завдання інтеграції не може бути приведено до інших завдань або суттєво спрощено з-за об'єктивної складності і багатомірності функцій управління і економічних причин. Головна із них є постачання систем управління від різних виробників обладнання зв'язку. Дублювання функцій МУ та відповідних програмно-технічних засобах є головною причиною високої ціни систем управління і при ускладненні операторських СМУ значення цього фактору буде зростати.

Важливим засобом зниження ціни комплексу СМУ повинна стати типова архітектура програмно-технічних засобів управління, яка доповнює інші аспекти управління (хоча б визначені за рекомендаціями TMN).

Типова архітектура програмно-технічних засобів управління, що розроблена з врахуванням міжнародних стандартів наведена на рис. 5.8.

Особливо важливе структурування найбільш відповідальної і дорогої частини програмних прикладень: загальні прикладення підтримки (це базові послуги для роботи прикладень управління); загальні прикладення управління (що реалізують стандартизовані і загальні функції для більшості завдань управління); технологічні прикладення управління (що реалізують завдання, які залежать від особливостей конкретних технологій зв'язку або їх комбінацій).

На рис. 5.9 для кожного компоненту програмного забезпечення в класі загальної прикладеної підтримки представлені ті варіанти реалізації, що найкращим чином стандартизовані та апробовані як найбільш перспективні [3,4].

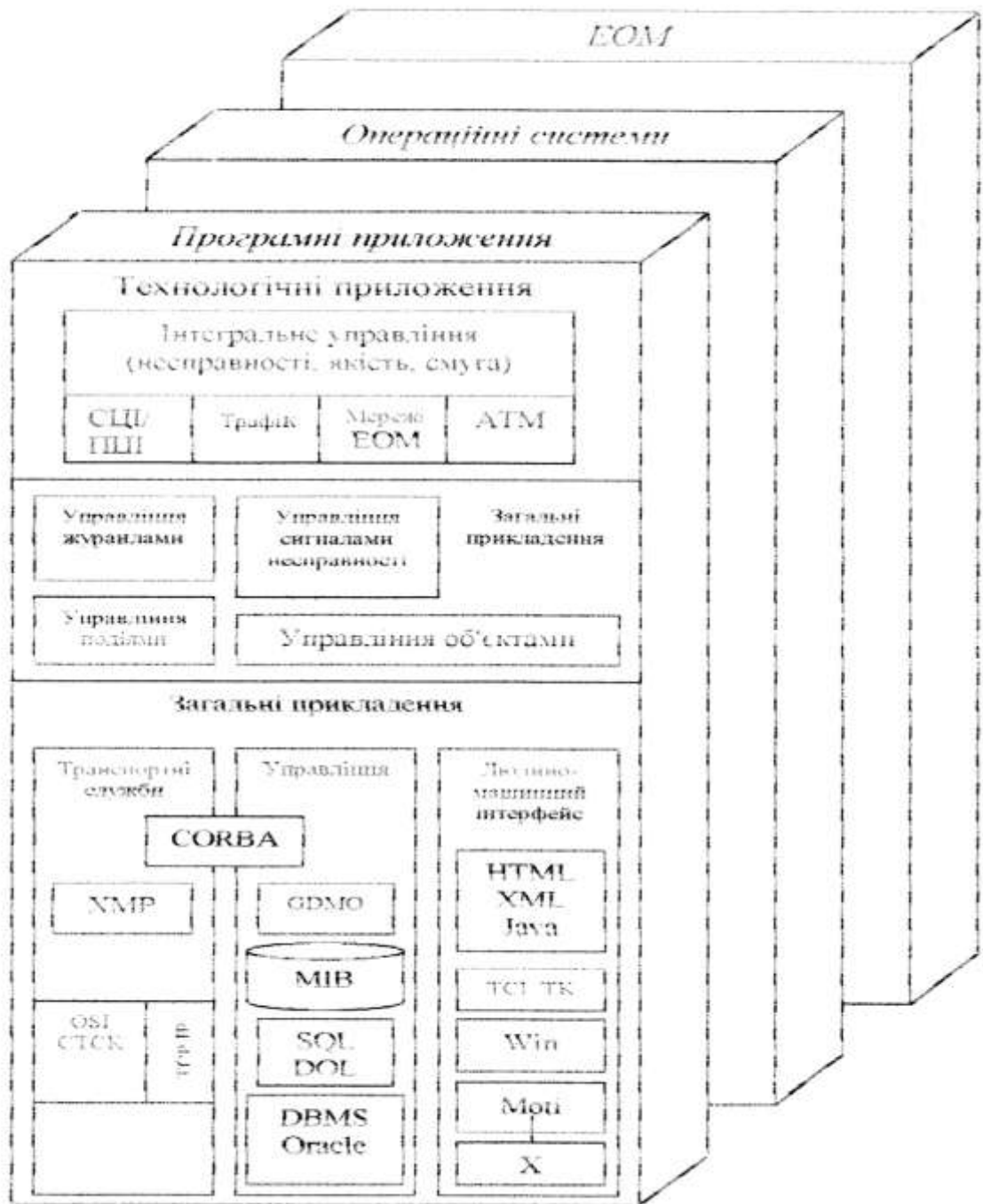


Рис.5.9

Особливо важливе структурування найбільш відповідальної і дорогої частини програмних прикладень: загальні прикладення підтримки (це базові послуги для роботи прикладень управління); загальні прикладення управління (що реалізують стандартизовані і загальні функції для більшості завдань управління); технологічні прикладення управління (що реалізують завдання, які залежать від особливостей конкретних технологій зв'язку або їх комбінацій).

На рис. 5.9 для кожного компоненту програмного забезпечення в класі загальних прикладеної підтримки представлені ті варіанти реалізації, що найкращим чином стандартизовані та апробовані як найбільш перспективні [3,4].

Із приведеного на рис. 5.8 набору інформаційних технологій необхідно для конкретної СМУ вибрати структуру, керуючих особливостями діючого обладнання зв'язку та вже задіяними автоматизованими системами (АС), кваліфікацією розробників, можливостями підтримки, інтегральними техніко-економічними показниками. Необхідно застосовувати найбільш перспективні рішення: інтернет-засобів людино-машинного інтерфейсу, об'єктного середовища (CORBA) "проміжного шару".

Відмічені складності інтеграції СМУ примушують рекомендувати оператору ефективну стратегію інтеграції, що забезпечує співіснування стандартних і нестандартних мережесих інтерфейсів так і використання різних засобів інформаційних технологій на інших рівнях проектування автоматизованих систем: високорівневі прикладні програмні інтерфейси засоби інтеграції доступу до даних, засоби людино-машинних інтерфейсів [9].

Інформацію в систематизованій формі про методи, засоби і ефективність інтеграції СМУ наведені в таблиці 5.8.1

Таблиця 5.8.1

вид інтеграції	Ресурси, що інтегруються	Ефект інтеграції	Проблеми інтеграції
технічне	Технічні засоби (ЕОМ, термінали та ін.)	Зниження витрат на експлуатацію АС засобів	Залежність від постачальника технічних засобів
мережна	Мережі передавання даних	Зниження витрат на розробку та експлуатацію мережі передавання даних АС	Підвищення вимог до ефективності і надійності мережі передачі даних
програмна	Елементи програмного забезпечення (операційні системи, засоби розробки та ін.)	Зниження витрат на розробку та супроводження програмного забезпечення	Залежність від постачальника програмних засобів
даних	Системи управління базами даних, бази даних	Зниження витрат на супроводження МУ БД та ведення даних	Підвищення вимог до ефективності і надійності МУ БД.

доступу	Людино-машинний інтерфейс доступу до завдань управління	Повнота охоплення мережеских проблем та підвищення швидкості прийняття рішень	Підвищення вартості робочих станцій
технологічних	Додатки та технологічні процеси управління	Досягнення глобально-оптимальних рішень	Висока ціна додатків

Володіння технологією мережного управління, є вагомий, а то і вирішальний аргумент при побудові оптимізованої СМУ.

Досить великий досвід в цьому напрямку накопичений розробником систем мережного управління та програмного забезпечення управління ЗАТ "Телесофт – Росія" [9].

Спеціалісти України можуть орієнтуватись на цей досвід, так як в Росії вирішуються ті ж проблеми, що стоять перед Україною.

Контрольні запитання

1. Які основні особливості ЦСП СЦІ?
2. Перелічіть основні типи апаратури СЦІ.
3. Якими інтерфейсами і відповідно яких Рек.МСЕ-Т обладнана апаратура синхронної цифрової ієрархії (СЦІ) ?
4. Формування модулів СТМ-N разом з функціональними блоками, пояснити.
5. Привести функціональні блоки і вказати їх призначення.
6. Чому є необхідність в систематизації логічних функцій обладнання СЦІ?
7. Пояснити узагальнену логічну схему мультиплексування.
8. Пояснити рівні і відповідні їм протоколи що застосовуються при обслуговуванні вбудованих каналів управління.
9. Назовіть і поясніть критерії стану КО, ОТЕ СЦІ.
10. Які показники застосовують для визначення якісного стану цифрового каналу або тракту за помилками?
11. В яких байтах заголовку регенераційної і мультиплексної секцій, заголовках трактів вищого і нижчого порядків реалізується контроль показників помилок?
12. Як визначаються довгострокові норми на показники помилок?
13. На якій підставі розробляються оперативні норми?

14. За який час і за допомогою чого виконується перевірка тракту?
15. Що входить до норм технічного обслуговування?
16. Що представляють собою сигнали технічного обслуговування СЦІ?
17. Перерахувати сигнали ТО, як вони визначаються?
18. Пояснити Рис.5.5,5.6.

19. Пояснити принципи **Моніторингу експлуатаційних показників**

ONS15454

20. Які перспективи розвитку повної автоматизації мереж зв'язку?

Список рекомендованої літератури

1. Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем і мереж зв'язку. ДУІКТ, К-2002, 100с
2. Бондаренко В.Г. Технічне обслуговування цифрових систем передачі первинної мережі. ДУІКТ, К-2002, 50с.
3. Бондаренко В.Г. Основні положення по застосуванню систем і апаратури синхронної цифрової ієрархії на мережі зв'язку. ДУІКТ К-2002, 84с.
4. Бондаренко В.Г. Керівний технічний матеріал по застосуванню систем і апаратури синхронної цифрової ієрархії на мережах зв'язку України К-1998,86с.
5. Бондаренко В.Г. Скрипченко О.М. Параметри каналів і трактів ЦСП, методи вимірювань параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП, ОЦК і типових цифрових трактів. МЗ України К-1996, 51с.
6. Правила технічної експлуатації первинної мережі ЄНСЗ України. Частина перша. "Основні принципи побудови та організації технічної експлуатації", КНД-45-140-99 К. ДКЗІУ - 2001 80с.
7. Частина друга. Правила технічної експлуатації апаратури, обладнання, трактів і каналів передавання, КНД-45-162-2000 К. ДКЗІУ - 2002 108с.
8. Бондаренко В.Г. Слюсар В.О. Технічна експлуатація систем передавання СЦІ, К-2002, Зв'язок №6 с.55-56; К-2003, Зв'язок №1 с.50-51; №3 с.63-66
9. Бондаренко В.Г. Слюсар В.О. Тенденції розвитку автоматизованих систем технічної експлуатації сучасних мереж зв'язку. Зв'язок, 2001, №6 с. 29 -31.
10. Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація сучасних цифрових мереж. //Радіоматор-2006 №2, с. 66-70.
11. Рекомендації МСЕ-Т М 3010, G.784, G.812 -1999р.
12. Системи передавання аналогові та цифрові. Норми на електричні параметри каналів тональної частоти магістральної та внутрішньозонових первинних мереж зв'язку України. К.ДКЗІУ 1998, КНД 45-078-97 85с.
13. Системи передавання цифрові. Норми на параметри основного цифрового каналу і цифрових трактів первинної мережі зв'язку України К.ДКЗІУ 1998, КНД 45-074-97 88с

- 14.Бондаренко В.Г. Гребенніков В.О. Сучасні і майбутні інфокомунікаційні технології України. К. Радіоматор-2004,160 с.
- 15.Слепов Н.Н. Синхронные цифровые сети SDH.- М.: Радио и связь, 1997.
16. Рекомендації ІТУ-Т М.2101, М.2100, G.826.
- 17.Бондаренко В.Г. Сучасні тенденції підвищення надійності мереж зв'язку. К-1998, Радіоаматор №7 с.63
18. Мешковський К.О. Бондаренко В.Г і інші, під ред.Бондаренка В.Г..СИНХРОННІ ЦИФРОВІ МЕРЕЖІ СЦІ, ТЕХНОЛОГІЇ І СТРУКТУРА WDM СИСТЕМИ. Навчальний посібник з дисциплін ЦСП, ТОТСМ, ТЕСЗ. К-ДУІКТ 2010,130с
- .19. Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем та мереж зв'язку.Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком“Телекомунікації” з дисципліни ,ТЕСЗ,-К ДУІКТ 2012 р 847с
- 20.Соломенчук В.Д. Оборудование мультисервисных транспортных платформ ONS15454. Киев. ЦПО. 2009 – стр.111.

6. Автоматизація процесів технічного обслуговування -в мережних вузлах(станціях) первинної мережі.

6.1. Постановка задачі

Технічна експлуатація сучасної апаратури, каналів та трактів первинної мережі являє собою складну проблему. Якщо 10-25 років тому при експлуатації первинної мережі, в основному, опиралися на практичний досвід обслуговуючого персоналу, то в наш час необхідно мати глибокі теоретичні знання в цій галузі. Це пояснюється тим, що технологічні процеси технічної експлуатації первинної мережі (ТЕ ПМ) автоматизуються на базі обчислювальної техніки і теорії великих систем і на їх основі утворюється автоматизована система технічної експлуатації (АСТЕ) ПМ.

Використання АСТЕ дозволяє суттєво покращити показники надійності та якості передачі сигналів каналами та трактами систем передачі, зокрема зменшити потік відмов апаратури за рахунок помилкових дій технічного персоналу, скоротити час відновлення каналів і трактів передачі, підвищити ефективність їх використання, зробити дешевшою експлуатацію ПМ.

Впровадження АСТЕ - це складний та довгий процес, що потребує спеціальних засобів і підготовки експлуатаційного персоналу. Великі труднощі виникають при впровадженні АСТЕ на нижньому ієрархічному рівні (мережні вузли і мережні станції), оскільки на ньому зосереджуються основні програмні та апаратні технічні засоби. Труднощі збільшує те, що діюча апаратура ПМ не завжди пристосована до автоматизованого обслуговування і необхідні додаткові пристрої та системи, що дозволяють адаптувати її до АСТЕ.

6.2. Мережний вузол (станція) як основний об'єкт автоматизації первинної мережі

Значне місце в існуючій системі технічної експлуатації (ТЕ) посідає технічне обслуговування (ТО) каналів, трактів і апаратури, спрямоване на підтримку їх технічного стану в межах норм, своєчасне попередження про появу пошкоджень, їх виявлення і усунення.

Розв'язання завдань ТО ділянок ПМ ЄАСЗ покладається на мережні вузли (МВ) або мережні станції (МС). МВ (МС) являють собою сукупність цивільних споруд, технічних засобів і технічного персоналу. В залежності від обсягу продукції їх значення для первинної мережі ЄАСЗ МВ (МС) можуть відрізнятися організаційною структурою, складом обладнання, кількістю персоналу. Узагальнена структура МВ (МС) представлена на рис. 6.1,а МВ(МС), як КО-на рис.1.6

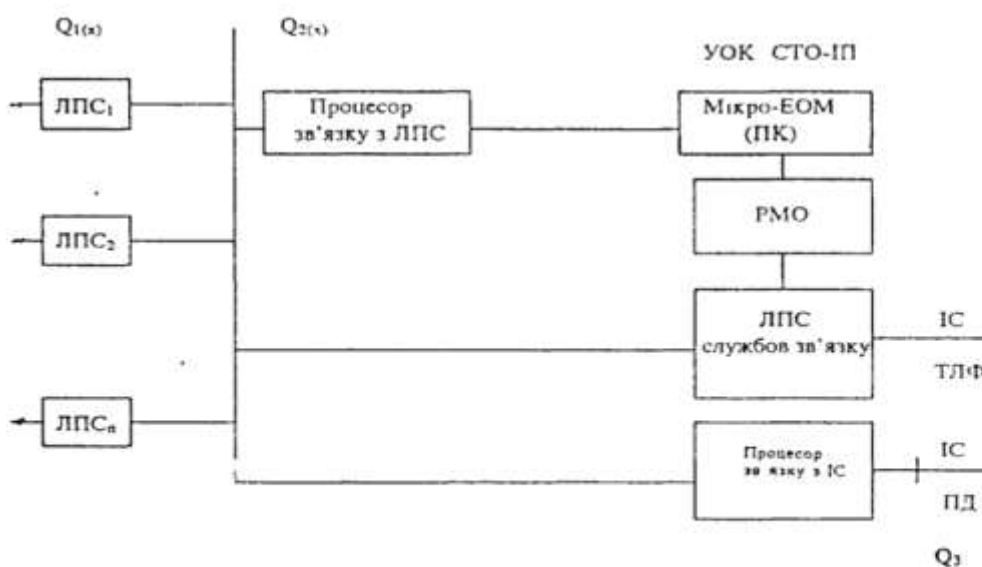
Основним елементом ТО каналів, трактів, апаратури при існуючій системі ТЕ є лінійно-апаратний цех (ЛАЦ) - найважливіший підрозділ МВ (МС), що потребує великих працевитрат. Технічний персонал ЛАЦу бере безпосередню участь в виготовленні продукції галузі (канали і тракти), тісно пов'язаний з іншими ділянками ПМ, вторинними мережами, системою управління і споживачами. Від якості та ефективності функціонування ЛАЦу

суттєво залежать економічні і якісні показники діяльності МВ (МС). Технічний персонал ЛАЦу поділяється на змінний і незмінний. Незмінний персонал зайняті роботою, обсяг і характер якої відомий заздалегідь, змінний - звичайно задовольняє заявки на обслуговування трактів, каналів і апаратури у міру їх надходження. Заявки на обслуговування надходять у зв'язку з відхиленнями контрольованих параметрів об'єктів контролю від норми як на своїй станції, так і на інших ділянках мережі.

Інтенсивність потоку заявок змінюється випадково і у широких межах. Визначальна роль фактора випадковості у роботі змін потребує високої мобільності, узгодженості дій, відповідної технічної озброєності. Розвиток мережі (збільшення типів і кількості апаратури, трактів, каналів у ЛАЦах) і ріст інформаційних потоків по трактах і каналах (передача даних, телеграф, газета та ін.) також потребує вдосконалення ТО МВ (МС) на базі сучасних методів та технічних засобів.



Структурна схема мережевого вузла (станції)



Структурна схема ЛОС мережевого вузла

Рис.6.1

Змінний технічний персонал МВ (МС) у процесі ТО каналів, трактів, апаратури виконує такі основні технологічні процесії:

- збір даних про працездатність лінійних та сіткових трактів, каналів, апаратури; визначення місця виникнення пошкодження в апаратурі каналів і трактів за допомогою організації періодичних та епізодичних вимірювань;

- проведення ремонтно-відновлювальних робіт;

- передача повідомлень зацікавленим службам ТО і оперативному управлінню (ОУ). Виконання технологічних процесів, оцінки технічного стану апаратури, каналів і трактів існуючими методами ТЕ потребує великих працевитрат змінного техперсоналу. Як показали дослідження, автоматизація вказаних технологічних процесів ТО контролю вимірювань значно знижує працевитрати змінного технічного персоналу на обслуговування, скорочує час простою трактів і каналів за рахунок прискорення циклу вимірювання, виявлення і локалізації пошкоджень, автоматизації документування, а також виключає можливості порушень нормального функціонування апаратури і трактів систем передачі через невірні дії персоналу при проведенні вимірювань без закриття зв'язку, що значно підвищує якість передачі інформації.

Так, наприклад, автоматизація виявлення пошкодження лінійного тракту на ділянці обслуговування МВ зменшує тривалість процесу приблизно у 30 разів, автоматизація передачі інформації в службу ОУ - в 12 разів, автоматизація періодичного і епізодичного контролю лінійних і групових трактів - більше ніж у 6 разів і т.д. [5].

6.2.1 Лінійно-апаратний цех (ЛАЦ)

Представляє собою спеціальні служби міжміських телефонних станцій, призначених для організації й технічної експлуатації лінійних і мережевих трактів, каналів широкополосних, каналів тональної частоти і розподілення їх по різних вторинних мережах й інших споживачах. ЛАЦ оснащується каналоутворюючою апаратурою, комутаційним, струморозподілюючим та іншим обладнанням для забезпечення автоматичного, напівавтоматичного, і ручного установа з'єднань між абонентами різних пунктів країни.

Інтенсивний розвиток засобів багатоканального зв'язку зумовив появу на первинних мережах ЄНСЗ великих ЛАЦ, число каналів яких досягає декількох тисяч. Таким чином, стала доречною організація в ЛАЦ великої ємності двох

самостійних служб: служби трактів (СТ-ЛАЦ), з виділеною секцією технічного обслуговування (СТО) і служби каналів -(СК-ЛАЦ).

Канали передачі, утворені в ЛАЦ, за допомогою з'єднувальних ліній передаються всім їх споживачам (комутаторний цех, цех напівавтоматики, тональний телеграф, орендарі, та інш.).

.Класифікація ЛАЦ

На магістральній первинній мережі лінійно-апаратні цехи діляться на:

- ЛАЦ ТСУ-І (територіальних мережних вузлів);
- ЛАЦ СУП-І (мережних вузлів переключення);
- ЛАЦ СУВ-І (мережних вузлів виділення);
- ЛАЦ ТАУК (територіальних автоматичних вузлів комутації);
- ЛАЦ АУК (автоматичних вузлів комутації).

На внутрішньозоновій первинній мережі ЛАЦ по діляються на:

- ЛАЦ СУП-2 (мережних вузлів переключення);
- ЛАЦ СУВ-2 (мережних вузлів виділення);
- ЛАЦ ВСС (внутрішньозонових мережних станцій);
- ЛАЦ ОМС (кінцевих міжмісцевих станцій, організованих в республіканських, краєвих і обласних центрах).

Крім перерахованих, організуються:

- ЛАЦ ОУП (обслуговуваних підсилювальних пунктів);
- ЛАЦ ОРП (обслуговуваних регенераційних пунктів).

. Склад і призначення служб ЛАЦ

В ЛАЦ ТСУ-І, ЛАЦ СУП-І, ЛАЦ ОМС передбачається організація самостійних служб: служби трактів (СТ-ЛАЦ) з виділеною секцією технічного обслуговування (СТОІП) і служб каналів (СК-ЛАЦ).

Служба СТ-ЛАЦ призначена для організації і обслуговування лінійних і мережевих трактів систем передачі, тракту телевізійного мовлення, широкосмугових каналів, їх розподілення і передачу споживачам.

В службі трактів встановлюється слідуюча апаратура: кабельна введення; кінцева лінійного тракту систем передачі; телемеханіки; дистанційного електроживлення; лінійного службового зв'язку; магістрального службового зв'язку; корекції, відгалуження, переключення і контролю трактів телевізійного мовлення; спряження систем передачі; отримання струмів керуючих частот; отримання струмів несучих і контрольних частот; перетворення груп; формування широкосмугових каналів; транзиту групових трактів; переключення первинних, вторинних, третинних групових трактів; виділення групових трактів; струморозподілення; апаратура автоматизованої системи оперативно-технічного управління

Служба каналів (СК-ЛАЦ) призначена для утворення і обслуговування каналів ТЧ і їх розподілення серед споживачів, каналів звукового мовлення по об'єднаним каналам ТЧ, а також для організації й обслуговування систем передачі по повітряним лініям зв'язку. В службі каналів встановлюється слідуюча апаратура: канального перетворення; контрольно-випробувальна; тонального виклику і дифсистем; звукового мовлення по об'єднаним каналам ТЧ; отримання струмів несучих частот для канального перетворення ; підсилювачів каналів НЧ; транзиту каналів ТЧ; систем передачі ВЛС і малоканальних систем передачі кабельних ланцюгів; проміжних стійок переключення (ПСП); струморозподілення; джерело напруги визивного струму; пульт чергового інженера; вимірювальна апаратура.

Секція технічного обслуговування (СТО) призначена для організації експлуатаційно-технічного обслуговування апаратури і трактів СТ-ЛАЦ або ЛАЦ при відсутності розподілу на служби і організації оперативно-технічного управління. В СТО встановлюється робоче місце чергового оператора для експлуатаційно-технічного обслуговування ,на який поступають всі відомості в формі оптичної і акустичної сигналізації про стан лінійних і мережних трактів систем передачі. СТО є робочим місцем техперсоналу СТ-ЛАЦ або ЛАЦ без розподілу на служби. В ЛАЦ без розподілу на служби трактів і каналів встановлюється вся апаратура, призначена для встановлення в СТ-ЛАЦ і СК-ЛАЦ. Одним із основних заходів з автоматизації ТО МВ (МС) є організація секцій технічного обслуговування. Враховуючи, що персонал ЛАЦу виконує

також функції інформаційно-виконавчого пункту (ІП) системи оперативно-технічного управління ПМ, звичайно створюється єдиний підрозділ МВ (МС)-СТО-ІП.

Організація СТО-ІП у МВ (МС) дозволяє реалізувати завдання з автоматизації і централізації процесів ТО. У СТО-ІП характерний тісний зв'язок усіх структурних підрозділів МВ (МС). Персонал СТО-ІП, використовуючи сучасний програмно-технічний комплекс, раціональними діями забезпечує виконання завдань оперативно-технічного обслуговування і управління.

6.3. Завдання і функції секції технічного обслуговування (СТО-ІП)

СТО-ІП призначена для забезпечення ефективного функціонування об'єктів технічного експлуатаційного контролю (ОЕК) і об'єктів, які контролюються (КО), із заданою якістю і експлуатаційною надійністю.

Об'єктами експлуатаційного контролю є технічні засоби ПМ, що мають якісні показники, які перевіряються у процесі експлуатації.

Об'єм і кількість показників для різних ОЕК можуть відрізнитись один від одного. Так, наприклад, якісними показниками ОЕК "лінійний тракт" є рівень власних завад, рівень завад через лінійні переходи, відхилення АЧХ та ін.

ОЕК можуть бути простими і складними. Складні ОЕК містять ряд ОЕК, зосереджених в одному місці або розташованих в різних місцях, з'єднаних середовищем поширення, наприклад, лінією передачі лінійним трактом або мережним трактом.

Завдання СТО-ІП можна сформулювати так:

- забезпечення безперервної дії зв'язку в зоні ТО МВ (МС) шляхом оперативної організації обходів та заміні трактів, зміна режиму роботи обладнання;
- забезпечення працездатності трактів, каналів, обладнання шляхом своєчасного прийняття заходів з локалізації пошкоджень контрольованих об'єктів та їх ремонту;
- координація спільних дій служб мережного вузла, зовнішніх підрозділів, споживачів при проведенні регламентних і ремонтно-відновлювальних робіт;
- облік і аналіз ушкодженості КО.

При вирішенні перелічених завдань СТО-ІП виконує такі основні функції:

- контроль в реальному масштабі часу ОЕК;

- вироблення узагальнених сигналів, які характеризують технічний стан КО на основі аналізу первинних сигналів;
- технічне діагностування ОЕК;
- управління пристроями, що виконують окремі технологічні операції (вимірювання, перемикання, кросова комутація ОЦК та ін.);
- передача інформації у підрозділи технічної експлуатації, що знаходяться вище, і центр технічної експлуатації (ЦТЕ);
- прийом і виконання команд і розпоряджень із ЦТЕ;
- створення і ведення бази даних МВ (МС);
- формування за запитом довідкової інформації;
- участь у виконанні ремонтно-настроювальних і ремонтно-відновлювальних робіт; виконання робіт за паролем, організація робіт з наданням каналів за розкладом і у тимчасове користування;
- перевірка якості і настроювання заново сформованих трактів і каналів, складених у процесі резервування;
- взаємодія (при виникненні необхідності) із вторинними мережами і споживачами; ведення службових переговорів;
- відображення і документування інформації, необхідної для роботи оперативного персоналу.

Підвищення надійності апаратури систем передачі, автоматизація технологічних процесів технічної експлуатації у сіткових вузлах створюють передумови для переведення ряду сіткових вузлів типу СВВ і СВП у режим роботи без обслуговування або обмеженого обслуговування. СТО-ІІІ таких об'єктів працюють в автоматичному режимі, тому частину функцій СТО-ІІІ буде виконувати ЦТЕ. У ЦТЕ зосереджуються технічні засоби і інформація, необхідні для реалізації функцій управління та обслуговування ділянки первинної мережі.

6.4. Принципи реалізації рівня СТО-ІІІ

В основу реалізації програмно-технічних засобів СТО-ІІІ може бути покладено централізованої або децентралізований принцип побудови.

Особливістю централізованого принципу є те, що виконання переважної більшості функцій СТО-ІІІ покладається на одну мікроЕОМ або спеціалізований пристрій управління і логічної обробки. Такий принцип

реалізується порівняно часто при створенні СТО-ІІ і дозволяє вирішувати певне коло завдань, пов'язаних з автоматизацією технологічних процесів у МВ (МС).

У випадку розширення кола вирішуваних завдань, пов'язаних з автоматизацією технічного обслуговування, або при розвитку СВ (СС) виникає необхідність доробки апаратних і програмних засобів. Тому у СТО-ІІ доводиться передбачати певний запас обчислювальних ресурсів і можливість нарощування апаратних засобів. Причому визначити обсяг цього запасу, строки його використання і розмір витрат, пов'язаних із майбутніми доробками, на етапі розробки програмно-технічних засобів дуже важко. Останнім часом для забезпечення гнучкості програмно-технічних засобів СТО-ІІ, адаптивності їх до розв'язання завдань, високої і живучості, можливості легко змінювати в необхідних випадках конфігурацію системи, а також для виключення необхідності апаратної і ; спрощення програмної доробок технічних засобів системи, які є в наявності, доцільна децентралізація обчислювальних ресурсів. Програмно-технічні засоби у цьому випадку повинні являти собою локальну обчислювальну мережу (рис.13), до якої входять управляючий обчислювальний комплекс (УОК), процесор зв'язку з інформаційною мережею (ІМ) і локальними підсистемами (ЛПС), які розташовані на території МВ (МС).

Локальна підсистема являє собою сукупність апаратних і програмних засобів, що забезпечують виконання однієї або кількох функцій СТО-ІІ.

Основою створення локальних підсистем може бути функціональна або топологічна ознака.

Створення ЛПС за функціональною ознакою припускає об'єднання різнотипної апаратури МВ (МС) для рішення однієї функції СТО-ІІ, наприклад, ЛПС контролю, вимірювань, оперативних переключень і т.д., кожна із яких може бути реалізована з використанням окремого мікропроцесора (контролера) або мікроЕОМ.

ЛПС, яка створюється за топологічною (просторовою) ознакою, забезпечує об'єднання однотипної апаратури для виконання кількох функцій СТО-ІІ, наприклад, ЛПС лінії передачі, сіткових трактів і т.д.

Принципи створення і кількість ЛПС визначаються складом систем передачі та перетворювального обладнання МВ (МС).

На сьогодні на найближчу перспективу достатньо мати до 32 локальних підсистем, включаючи УОК, і процесор зв'язку з інформаційною мережею. Обмін інформацією між ЛПС і УОК повинен здійснюватись за стандартним інтерфейсом типу Q_x (наприклад С2), а між процесором зв'язку та інформаційною мережею - Q_3 , згідно з рекомендацією МСЕ-Т G.771.

Інформаційні та управляючі повідомлення, які передаються по локальній обчислювальній мережі до МВ (МС), повинні бути уніфіковані. На ЛПС

покладаються функції контролю стану КО, збору сигналів про стан апаратури і обладнання, часової і логічної обробки сигналів, прийому і виконання команд від УОК, передачі інформації про виконання команд та ін.

На УОК покладаються функції взаємодії з локальними підсистемами, видачі команд на переключення і контролю за їх виконанням, обміну повідомленнями з ЦТЕ, документування і відображення інформації. До складу УОК входить робоче місце оператора (РМО).

Інформаційні повідомлення, які передаються локальними підсистемами в напрямку УОК, доцільно розподілити на два типи:

- інформація про зміни стану КО або обладнання, яка повинна містити послідовність з двох байтів, перший з яких - адреса, а другий - зміст байту стану за цією адресою;

- інформація - повідомлення про виконання команд, яка повинна містити послідовність символів у кодованому вигляді.

Для реалізації згаданих функцій УОК містить базу даних, яка включає інформацію про всі КО, а також опис локальних підсистем.

У базі даних формуються масиви. У них номери КО розташовуються згідно з ієрархією, що дозволяє спростити автоматичне блокування видачі інформації про зміни стану КО, які знаходяться за ієрархією нижче, при "аварії" або "пошкодженні" тих, що знаходяться вище.

Масиви опису ОЕК містять список найменувань ОЕК, точки підключення датчиків контролю ОЕК, місце розташування ОЕК у ЛАЦі (номер ряду ЛАЦу) та інформацію про те, чи може даний ОЕК бути причиною "аварії" або "пошкодження" КО. Інформація про ЛПС у базі даних повинна містити масиви адрес локальних підсистем, їх імена, кількість датчиків контролю, список команд управління та їх зміст. База даних повинна забезпечувати введення і зберігання опису до 32 локальних підсистем.

Розширення функціональних можливостей програмно-технічних засобів СТО-ІІІ забезпечує нарощування локальної мережі в МВ (МС) шляхом включення до неї нових локальних підсистем без порушень роботи цієї мережі. Цим забезпечуються структурна гнучкість та відкритість системи, тобто приєднання нових підсистем не викликає необхідності доробки працюючої системи.

На рис. 6.2 представлена узагальнена структурна схема комплексу програмно-технічних засобів АСТЕ мережного вузла (станції). Частина КПТС встановлюється в окремому приміщенні СТО-ІІІ, технологічне обладнання - безпосередньо в ЛАЦі.

У СТО-ІІІ встановлюються управляючий обчислювальний комплекс і робоче місце оператора, яке включає дисплей і принтер (при наявності

персональної ЕОМ) або монітор і телеграфний апарат (якщо персональна ЕОМ відсутня), а також пульт концентратора службових зв'язків (КСЗ) і перемовно-викликаючий пристрій, які дозволяють технічному персоналу СТО-ІІ здійснювати телефонні переговори з усіх видів службових зв'язків у ЛАЦі.

У ЛАЦі розміщується апаратура збору сигналів, контрольньо-вимірювальна апаратура, апаратура перемикачів та ін. Збір сигналів здійснюється мультиплексором безпосередньо з датчиків контролю лінійних трактів аналогових систем передачі (УНК, УКРО), пристроїв контролю сіткових трактів (ФОКУС), а також з пристроїв сигналізації обладнання вузла.

Інші функції АСТЕ у ЛАЦі здійснюються за допомогою апаратури локальних підсистем:

- контролю цифрових трактів (АКЦТ);
 - контролю мережних трактів систем передачі з ЧРК (КОНТРАСТ);
 - автоматичного вимірювального комплексу (АВК);
 - автоматичного оперативного перемикачів мережних трактів (АОП);
 - технічного обслуговування ліній передачі (АТОЛ);
 - спряження з об'єктами, які не обслуговуються (АСНО). На вузлах, які не обслуговуються, встановлюється спрощення КПТС АСТЕ у складі підсистем (рис.6.2):
 - контролю вузлів зв'язку, які не обслуговуються, КОНУС, що виконують функції УОК і підсистем контролю лінійних і мережних трактів; дистанційного автоматичного вимірювального комплексу (ДАВК);
 - автоматичного оперативного перемикачів сіткових трактів (АОП).
- Технічні відомості про датчики, пристрої, які випускаються серійно, про апаратні і програмні комплекси приведені далі.

6.4.1. Організація контролю лінійних та мережних трактів

Для технічного персоналу МВ (МС) при виконанні технологічних процесів обслуговування і управління суттєве значення має оцінка стану лінійних і мережних трактів. Особливу важливість вона набуває при взаємодії із вторинними мережами і споживачами, оскільки вони повинні мати однакові уявлення про технічний стан КО.

У табл.6.1 дано критерії оцінки КО "Лінійний тракт" і "Мережний тракт", а також узагальнені оцінки їх станів. Із врахуванням цих критеріїв розробляються датчики контролю і програмного забезпечення СТО-ІІІ. Час аналізу для видачі сигналів "Пошкодження" і "АВАРІЯ" встановлюється службою ОУ, але прилади налагоджені на 300 мс. Критерії оцінки стану КО, ОТЕ каналів, трактів, апаратури первинної мережі окремого оператора зв'язку виробляються за допомогою оперативно-технічного контролю, що представляє собою процес визначення відповідності узагальненим оцінкам стану вищенаведених КО, ОТЕ.

Для сучасних ЦСП визначення узагальнених оцінок стану повинно виконуватись для всіх ОТЕ. Узагальнені оцінки стану формуються відповідно результатам експлуатаційного контролю КО (ОТЕ для сучасних ЦСП).

Таблиця 6.1

Оцінка технічного стану КО "Лінійний тракт" і КО "Мережний тракт"

Узагальнена оцінка	Критерії оцінки			
	Системи передачі з частотним розподілом каналів		Системи передачі з часовим розподілом каналів	
	Лінійний тракт	Мережний тракт	Лінійний тракт	Мережний тракт
Норма	Усі ЛКЧ знаходяться в межах встановлених норм	КЧ знаходяться в межах встановлених норм	Коефіцієнт помилок знаходиться в межах встановлених норм	
Попередження	Рівні ЛКЧ знаходяться за межами регулювання АРУ. Поява сигналів телемеханіки	Рівність КЧ знаходиться за межами регулювання АРУ. Зміна рівня одночасно повинна фіксуватися на кінцевій станції тракту.	Завищення	Норми уточнюються
Пошкодження	Зниження рівня однієї ЛКЧ на величину 18-20 дБ і більше	Зниження рівня КЧ на величину 10 дБ і більше при умові появи такого ж сигналу по одному тракту, що знаходиться нижче (або від мови трьох каналів ТЧ)	Завищення $i\Gamma^6 < K\lambda < K\Gamma^3$	Норми уточнюються
АВАРІЯ	Зниження рівня двох і більше КЧ на величину 18-20 дБ і більше	Зниження рівня КЧ на величину 20 дБ і більше при умові появи такого ж сигналу по одному тракту, що знаходиться нижче (або відмови трьох каналів)	Зникнення сигналу на прийомі або $K\lambda > 10^3$	Зникнення сигналу прийом СІАС

Питання контролю лінійних трактів систем передачі з частотним розподілом каналів можна вважати практично розв'язаним. На мережі застосовуються декілька типів датчиків з близькими електричними характеристиками, які задовольняють вимогам АСТЕ.

Найбільше розповсюдження отримав пристрій безперервного контролю (ПБК), призначений для лінійних трактів систем передачі з частотним розподілом каналів (К-60П, К-300, К-1920) за зміною рівнів прийому КЧ лінійного тракту відносно номінального значення приймання.

ПБК забезпечує видачу відповідних сигналів при відхиленні рівнів КЧ за встановлені порогові значення. Ці сигнали передаються у СТО-ІІ для наступної обробки ПБК. Мінімальна тривалість відхилень рівнів, що реєструється, дорівнює 0,3 с, що забезпечує достатню захищеність від неправильних спрацьовувань і практично не вносить затримку у процес формування і обробки інформації. Ними можуть бути забезпечені всі мережні вузли у міру впровадження АСТЕ.

Контроль лінійних трактів на передачі здійснюється спеціальними датчиками за робочим сигналом (УКРО).

Системи передачі з часовим розподілом каналів оснащені датчиками безперервного контролю. Параметром, який контролюється, є коефіцієнт помилок. Складність полягає у виведенні сигналів з апаратури, оскільки це не було передбачено. Зараз розроблені рекомендації щодо виведення сигналів, їх первинної обробки для конкретних типів апаратури і вибору інтерфейсів для взаємодії між КППЗ СТО-ІІ і апаратурою систем передачі ЛАЦу відповідно до рекомендацій МСЕ.

Мережні тракти являють собою понад 80% від загальної кількості КО у мережних вузлах. На первинній мережі для систем передачі з частотним розподілом каналів є перетворююче обладнання двох типів: уніфіковане і "ОКОП". Система контролю і автоматичного регулювання мережних трактів (МТ), створених на базі дуже поширеного на мережі уніфікованого обладнання, має ряд суттєвих недоліків:

- суміщення функцій контролю і регулювання, в результаті чого можливі випадки, коли цикл запиту перевищує 600 с;
- блокування системи при зміні рівня КЧ на величину більшу за ± 3.5 дБ - необхідне втручання технічного персоналу для розблокування;
- низьку надійність через велику кількість електромеханічних реле;

- тривале відхилення рівня передачі від номінальних значень і погіршення якості каналів у трактах, що знаходяться нижче, при появі чи відхиленні рівня КЧ по тракту, що знаходиться вище.

Для первинної мережі запропоновано кілька варіантів модернізації системи контролю МТ, створених на базі уніфікованого обладнання. Одним з варіантів є блок формування, відображення і комутації сигналів управління і стану групових трактів (ФОКУС), що є одночасно значною модернізацією системи АРУ. Найбільш ненадійні електромеханічні блоки замінюються на електронні. Блок ПГ-400 також змінюється на більш потужний, який дозволяє жити одночасно всі 25 моторно-потенціометричних блоків стояка. Встановлюються порогові пристрої, формуються сигнали про зміни рівня КЧ на -10(-20) дБ.

Перевагою варіанту є скорочення тривалості опитування одного МТ у 5 разів, циклу опитування - майже у 6 разів; можливість одночасного регулювання всіх первинних груп (ПГ), що організуються на обладнанні стояка, покращення електричних характеристик каналів, підвищення надійності.

Недоліки: значна вартість модернізації; тривалість циклу опитування 8+(-)2 с, у 2-3 рази вище вимог (3 с), які пред'являються АСТЕ.

інший варіант - апаратура контролю первинних мережних трактів (КОНТРАСТ) - функціонально самостійний пристрій, параметри якого повністю відповідають вимогам АСТЕ. У порівнянні із існуючими пристроями контролю час опитування одного МТ, загальна тривалість циклу зменшуються у 20 разів. КОНТРАСТ дозволяє контролювати МТ, організовані на уніфікованому обладнанні, і перетворюючої апаратури ОКОП.

Однак апаратура КОНТРАСТ не дозволяє покращити надійнісні і регулюючі характеристики системи АРУ МТ.

Порівнюючи обидва варіанти контролю і регулювання МТ, можна зробити такі висновки:

- пристрій ФОКУС доцільно застосовувати у випадку, коли передбачається тривале використання уніфікованого обладнання. Він є переважним для малих мережних вузлів (і-2 стояка УСПП (СПП) через менші капітальні витрати;

- пристрій КОНТРАСТ доцільно застосовувати на об'єктах, де не передбачається тривале використання уніфікованого обладнання.

Для контролю первинних трактів, створених на базі апаратури ОКОП, перспективне застосування пристроїв типу КОНТРАСТ. Для формування первинних сигналів про стан вторинних і третинних трактів можна скористатися датчиками типу УНК, які вбудовуються у блоки перетворювального обладнання.

Перспективна перетворююча апаратура типу "ОКА" обладнана вбудованим пристроєм контролю, виконаним у вигляді локальної підсистеми, і задовольняє вимогам АСТЕ.

6.4.2. Автоматизація вимірювань характеристик лінійних і мережних трактів

У відповідності з "Основними положеннями ЄАСЗ" у МВ (СС) передбачається створення у вигляді локальної підсистеми автоматичного вимірювального комплексу (АВК). АВК повинен забезпечувати:

- можливість дистанційного підключення до вимірювальних об'єктів за командами з ЛАЦу, СТО-ІІ або спеціальної вимірювальної кімнати;
- вимірювання параметрів аналогових лінійних трактів від 12 кГц до 20(60) МГц і цифрових лінійних трактів із швидкістю до 2,5 Гбіт/с;
- зміну рівня корисного сигналу у тракті передачі не більше 0,1 дБ;
- нерівномірність АЧХ вимірювального тракту не більше $+(-)1,0$ дБ;
- підвищення рівня продуктів нелінійності за гармоніками у вимірюваному об'єкті не більше 0,1 дБ;
- захищеність між двома точками підключення комутуючого пристрою до лінійних трактів не менше 90 дБ;
- відображення і документування результатів вимірювань;
- обробку результатів вимірювань.

До складу АВК входять стандартні і нестандартні технічні засоби. До стандартних засобів належать комплекти вимірювальних приладів (КВП), управління якими здійснюється за допомогою обчислювальних засобів, наприклад, для аналогових БСП можуть використовуватись прилади типу МР-62.

До нестандартних технічних засобів належать спеціальні пристрої, які дозволяють здійснювати дистанційне підключення КВП до об'єктів, які вимірюються. Структурна схема АВК представлена на рис.6.3.

Пристрої підключення встановлюються безпосередньо в апаратуру лінійних трактів багатоканальних систем передачі (ЛТ БСП); вони забезпечують високоомне підключення КВП до ЛТ без погіршення їх якості.

Комутатори забезпечують вибір лінії передачі і лінійного тракту при достатній захищеності між ними. Між комутаторами і КВП прокладається вимірювальна лінія (ВЛ) довжиною до 100 м. ВЛ вносить амплітудно-частотні

резервних і підмінних каналів і трактів. Рекомендаціями МСЕ передбачається 3 варіанти організації резервування:

- тип "1+1" - закріплення за робочим трактом одного резервного із одночасною передачею одного і того ж сигналу обома трактами, на прийомному кінці тракту підключення здійснюється таким чином, щоб використовувався тракт із кращими у даний момент якісними ; показниками.

Такий тип може застосовуватись в інтересах пріоритетних користувачів;

- тип "N+1" - надання одного резервного тракту для декількох трактів. Такий тип припускається використовувати переважно для резервування лінійних трактів в межах однієї лінії передачі і для переключення на групові тракти першого резерву, тобто заздалегідь підготовлені резервні тракти між двома вузлами, зокрема, в системі з автономним управлінням резервуванням;

- тип "N+M" - надання декількох резервних трактів, однаково доступних для декількох робочих трактів. Такий тип може використовуватись як у загальносітковій системі резервування, так і у системі з автономним резервуванням'.

Для всіх перелічених типів організації резервування можливо або одночасне переключення двох зустрічних напрямів передачі тракту, або незалежне переключення кожного напрямку одного тракту.

Найбільш вірогідна структура комутаційного поля АОП повнодоступна матриця ємністю 8x8 або 16x16 трактів. Таке рішення визначається, з одного боку, реальними потребами більшості вузлів, з іншого - сучасною елементною базою.

Комутаційне поле забезпечує можливість утворення контрольно-вимірювальних приладів і ліній.

Рекомендаціями МСЕ передбачається 2 типи апаратури переключення для цифрових трактів: з регенерацією сигналу або без регенерації сигналу.

В апаратурі першого типу здійснюється відновлення форми і часових співвідношень цифрового сигналу, що дозволяє встановлювати її на значній відстані ви апаратури утворення трактів, полегшує проектування вузлів первинної мережі. Апаратура другого типу більш проста і може використовуватись для переключення не тільки цифрових, але й аналогових трактів.

6.5. Програмно-технічні засоби для АСТЕ мережного вузла (станції)

6.5.1. Комплекс контролю і управління резервуванням (КОНТУР)

КОНТУР призначений для використання як УВК СТО-ІІІ. Комплекс КОНТУР має централізовану структуру побудови. Проводяться робота з

модернізації цього комплексу, що дає можливість використовувати його як пристрій управління у складі локальних обчислювальних мереж на території МС (МВ).

Комплекс КОНТУР призначений для автоматизації процесів контролю, збору, зберігання, обробки, відображення і документування інформації про зміни стану КО в ОЕК, а також управління перемиканням мережевих трактів на резерв.

Структурна схема комплексу показана на рис.6.2.

Мультиплексор і пристрої безперервного контролю (ПБК) встановлюються у ЛАЦі, інші пристрої комплексу розміщуються у СТО-ІІІ.

Конструктивно блок живлення і пристрої управління мікропроцесорний спеціалізований (УМС) розміщуються у тумбі робочого місця оператора, на якому розташований монітор. Для розміщення телеграфного апарату РТА є підставка. УМС, виконаний на мікропроцесорному наборі КР 580, за спеціальними програмами реалізує алгоритм роботи комплексу.

Комплекс спільно із програмним забезпеченням може працювати у двох режимах: "Контроль і управління", "Автоматизоване введення опису об'єкту".

В режимі "Контроль і управління" забезпечується виконання таких функцій:

- контроль стану лінійних і мережних трактів;
- збір сигналів від 2048 датчиків контролю трактів і обладнання через мультиплексор з періодичністю опитування кожного датчика 2 с при максимальному віддаленні мультиплексора від УМС 500 м по кабелю типу ТСВ або аналогічному йому; формування інформації про зміни стану трактів і обладнання після його трикратного підтвердження;
- визначення стану трактів і обладнання;
- автоматичне блокування формування інформації про зміни стану трактів, то знаходяться нижче згідно з ієрархією при зміні стану трактів, що знаходяться вище; визначення вірогідної причини переходу трактів у стан "АВАРІЯ" або "Пошкодження";
- відображення інформації про зміни стану трактів і обладнання або » інформації, прийнятої із ЦТЕ;
- документування на телеграфному апараті зі швидкістю 100 бод інформації про зміни стану трактів і обладнання, а також інформації прийнятої із ЦТЕ;

- передача інформації про зміни стану трактів у ЦТЕ по телеграфному каналу зі швидкістю 200 бод і напругою $+(-)20$ В або по каналу ТЧ зі швидкістю 1200 бод по стику Сі-ТЧ5;

- накопичення інформації про зміни стану трактів і обладнання мережевого вузла за добу;

- прийом і виконання команд ЦТЕ; блокування, розблокування, управління пристроями перемикачів трактів на резерв (ПЕРЕКАТ та ін.);

- підвищення вірогідності передаваної інформації при взаємодії з ЦТЕ;

- введення з клавіатури телеграфного апарату і виконання наступних команд оператора:

і) ручне блокування і розблокування видачі інформації про зміни стану трактів і обладнання при ремонтно-відновлювальних роботах з автоматичною передачею у ЦТЕ інформації про стан блокування;

2) отримання довідки у вигляді роздруку списку заблокованих трактів і обладнання;

3) встановлення поточного часу і дати;

4) введення власного номера оператора;

5) передача довільної інформації у ЦТЕ;

6) управління перемикачів мережевих трактів на резерв;

7) роздрук добового зведення про зміни станів трактів і обладнання;

8) можливість паралельного введення-виведення дискретних сигналів для взаємодії з пристроями ЛАЦу. Кількість однопровідних каналів з прийому та передачі - 24;

9) можливість спряження із зовнішніми пристроями, які мають інтерфейс ІРПС або ІРПР. Кількість послідовних каналів спряження - 3.

В режимі "Автоматизація введення опису об'єкта" забезпечується можливість - налаштування комплексу на конкретний об'єкт обслуговування на місці експлуатації. Реалізація такого режиму забезпечує ручне (з клавіатури РТА) або автоматичне (з перфострічки або магнітної стрічки) введення даних про тракти і обладнання МВ (МС);

номерів точок підключення датчиків контролю і мультиплексора: формування монтажної таблиці з'єднання датчиків контролю з мультиплексором, корекцію опису МВ (МС) (виключення або додавання нових трактів і обладнання, зміна нумерації трактів та ж.)

6.5.1.1. Структура програмного забезпечення комплексу КОНТУР

Виконання перелічених функцій реалізується за допомогою програмного забезпечення, передаючого в реальному масштабі часу під управлінням базової резидентної системи реального часу (БРС РЧ), яка дозволяє компонувати окремі програмні модулі, раціонально розподіляти обчислювальні ресурси, а також нарощувати додаткові версії у міру розширення кола вирішуваних завдань.

До складу програмного забезпечення входять дві великі програми: "настройка на об'єкт", "контроль і управління". Програма "настройка на об'єкт" забезпечує формування масивів опису МВ (МС) і видачу відповідних документів (список КО, ОЕК, монтажної таблиці підключення датчиків до мультиплектора). Ця програма дозволяє також проводити діагностику складових частин комплексу. В її складі є програма "монітор-налагоджувальник".

Програма "Контроль і управління" працює під управлінням БРС РЧ і складається з 13 задач. До її складу входять такі задачі, як опитування датчиків, визначення стану, формування кодограми, витирання рядків, відображення документування, передача, введення і виведення команд оператора та інш.

Завантаження програм здійснюється у ППЗП при виготовленні комплексу КОНТУР. При завантаженні забезпечується перевірка цілісності програми і видачі повідомлень оператору у випадку її порушення.

6.5.1.2. Шляхи модернізації комплексу КОНТУР

Досвід впровадження комплексів КОНТУР на великих мережних вузлах і станціях показав, що введення опису таких об'єктів з перфострічки потребує багато часу, до 20-30 хвилин у кращому випадку, тобто коли опис введено з першої спроби. Для суттєвого зменшення часу введення опису, особливо це важливо у випадках зникнення живлення, в УМС комплексу КОНТУР передбачається введення модуля енергозалежної зовнішньої пам'яті, за допомогою якого можна буде зберігати опис об'єкта, добове зведення t протягом декількох секунд здійснювати автоматичне завантаження опису при перервах у живленні.

Доцільно також здійснювати введення опису об'єкту або його корекції без припинення контролю стану КО і ОЕК. З цією метою замість модулів ОЗП (2x16 Кбайт) і ППЗП (2x32 Кбайт) в УМС припускається ввести модулі універсальних запам'ятовуючих пристроїв (ЗП) на 48 Кбайт кожен, у якому можна було б довільним чином вибрати співвідношення обсягів оперативної і постійної пам'яті.

Заповнена на етапі розробки комплексу КОНТУР 20-розрядна адреса дає можливість організації сторінкової пам'яті. Доопрацьоване програмне забезпечення і надання відповідним програмним модулям статусу задач, дають можливість виключити режим введення опису.

У зв'язку із створенням локальних підсистем (КОНТРАСТ, АТОЛ, КОНВЗ і т.п.), які мають вихід на стандартний інтерфейс, ведуться дослідження по розробці і введенню в УМС комплектів КОНТУР додаткового мікропроцесорного модуля. Такий модуль дозволяє підключати до комплексу через стандартний інтерфейс до 31 локальної підсистеми, а також уникнути необхідності використання обчислювальних ресурсів для взаємодії з цими підсистемами.

Крім того, для забезпечення можливості взаємодії з віддаленими пунктами, наприклад, з необслуговуваними мережними вузлами, і ПТЗ комплексу КОНТУР передбачається введення мікропроцесорного модуля спряження з об'єктами, які не обслуговуються. Такий модуль дозволить зв'язати віддалені пункти з комплексом КОНТУР за радіальним і кільцевим принципами, використовуючи як канали зв'язку телеграфні канали або канали ТЧ, а також здійснювати взаємодію комплексів КОНТУР з віддаленими пунктами при відповідній програмній підтримці.

6.5.1.3.ПРИКЛАД опису об'єкту для конкретного МВ, який містить одну лінію передачі, вісім лінійних трактів, сорок первинних мережних трактів, вісім вторинних мережних трактів, організованих за допомогою апаратури К-60П, розглянуто у табл. 6.2, 6.3, де наведені мережні номери КО і монтажні з'єднання мультиплексора з датчиками, нумерація ОЕК.

Таблиця 6.2

ПЗ КОНТУР ВЕРС. 4.1. ОБ'ЄКТИ, ЯКІ КОНТРОЛЮЮТЬСЯ, МЕРЕЖНИЙ ВУЗОЛ - 00000

Тип КО	Мережний номер КО
ЛП	00000001.00.0000000
ЛТ	00000001.01.0000000
ВГ	00000001.01.0000010
ПГ	00000001.01.0000011
ПГ	00000001.01.0000012
ПГ	00000001.01.0000013

ПГ	00000001.01.0000014
ПГ	00000001.01.0000015
ЛТ	00000001.02.0000000
ВГ	00000001.02.0000010
ПГ	00000001.02.0000011
ПГ	00000001.02.0000012
ПГ	00000001.02.0000013
ПГ	00000001.02.0000014
ПГ	00000001.02.0000015
ВГ	00000001.03.0000010
ПГ	00000001.03.0000011
ПГ	00000001.03.0000012
ПГ	00000001.03.0000013
ПГ	00000001.03.0000014
ПГ	00000001.03.0000015
ЛТ	00000001.04.0000000
ВГ	00000001.04.0000010
ПГ	00000001.04.0000011
ПГ	00000001.04.0000012
ПГ	00000001.04.0000013
ПГ	00000001.04.0000014
ПГ	00000001.04.0000015
ЛТ	00000001.05.0000000

ВГ	00000001.05.0000010
ПГ	00000001.05.0000011
ПГ	00000001.05.0000012
ПГ	00000001.05.0000013
ПГ	00000001.05.0000014
ПГ	00000001.05.0000015
ЛТ	00000001.06.0000000
ВГ	00000001.06.0000010
ПГ	00000001.06.0000011
ПГ	00000001.06.0000012
ПГ	00000001.06.0000013
ПГ	00000001.06.0000014
ПГ	00000001.06.0000015
ЛТ	00000001.07.0000000
ВГ	00000001.07.0000010
ПГ	00000001.07.0000011
ПГ	00000001.07.0000012
ПГ	00000001.07.0000013
ПГ	00000001.07.0000014
ПГ	00000001.07.0000015
ВГ	00000001.01.0000010
ПГ	00000001.01.0000011
ПГ	00000001.01.0000012

ПГ	00000001.01.0000013
ПГ	00000001.01.0000014
ПГ	00000001.01.0000015
ЛТ	00000001.02.0000000
ВГ	00000001.02.0000010
ПГ	00000001.02.0000011
ПГ	00000001.02.0000012
ПГ	00000001.02.0000013
ПГ	00000001.02.0000014
ПГ	00000001.02.0000015
ВГ	00000001.03.0000010
ПГ	00000001.03.0000011
ПГ	00000001.03.0000012
ПГ	00000001.03.0000013
ПГ	00000001.03.0000014
ПГ	00000001.03.0000015
ЛТ	00000001.04.0000000
ВГ	00000001.04.0000010
ПГ	00000001.04.0000011
ПГ	00000001.04.0000012
ПГ	00000001.04.0000013
ПГ	00000001.04.0000014
ПГ	00000001.04.0000015

ЛТ	00000001.05.0000000
ВГ	00000001.05.0000010
ПГ	00000001.05.0000011
ПГ	00000001.05.0000012
ПГ	00000001.05.0000013
ПГ	00000001.05.0000014
ПГ	00000001.05.0000015
ЛТ	00000001.06.0000000
ВГ	00000001.06.0000010
ПГ	00000001.06.0000011
ПГ	00000001.06.0000012
ПГ	00000001.06.0000013
ПГ	00000001.06.0000014
ПГ	00000001.06.0000015
ЛТ	00000001.07.0000000
ВГ	00000001.07.0000010
ПГ	00000001.07.0000011
ПГ	00000001.07.0000012
ПГ	00000001.07.0000013
ПГ	00000001.07.0000014
ПГ	00000001.07.0000015
ЛТ	00000001.08.0000000
ВГ	00000001.08.0000010

ПГ	00000001.08.0000011
ПГ	00000001.08.0000012
ПГ	00000001.08.0000013
ПГ	00000001.08.0000014
ПГ	00000001.08.0000015

ПЗ КОНТУР ВЕРС 4.1. ЕЛЕМЕНТИ КО МЕРЕЖНИЙ ВУЗОЛ - 00000

СЛПК-01	РЯД -01 п/п
СГП-02	РЯД- 01 п/п
САРН-03	РЯД -01 п/п

Таблиця 6.3

**ПЗ КОНТУР ВЕРС. 4.1. МОНТАЖНА ТАБЛИЦЯ МЕРЕЖНИЙ
ВУЗОЛ - 00000**

ПІДКЛЮЧЕННЯ ДАТЧИКІВ				Датчик або ТРАНСПАРАНТ	Тип КО	Номер КО, ОЕК
Вхід	Мульти плексор	Роз'є м	Кон такт			
0	1	21	1	АВАРІЯ	ЛТ	00000001.01.0000000
1	1	21	2	ПОШКОДЖЕННЯ	ЛТ	00000001.01.0000000
2	1	21	3	АВАРІЯ	ЛТ	00000001.02.0000000
3	1	21	4	ПОШКОДЖЕННЯ	ЛТ	00000001.02.0000000
4	1	21	5	АВАРІЯ	ЛТ	00000001.03.0000000

5	1	21	6	ПОШКОДЖЕННЯ	ЛТ	00000001.03.0000000
6	1	21	7	АВАРІЯ	ЛТ	0000000 .04.0000000
7	1	21	8	ПОШКОДЖЕННЯ	ЛТ	00000001.04.0000000
8	1	21	9	АВАРІЯ	ЛТ	00000001.05.0000000
9	1	21	10	ПОШКОДЖЕННЯ	ЛТ	00000001.05.0000000
10	1	21	11	АВАРІЯ	ЛТ	00000001.06.0000000
11	1	21	12	ПОШКОДЖЕННЯ	ЛТ	00000001.06.0000000
12	1	21	13	АВАРІЯ	ЛТ	00000001.07.0000000
13	1	21	14	ПОШКОДЖЕННЯ	ЛТ	00000001.07.0000000
14	1	21	15	АВАРІЯ	ЛТ	00000001.08.0000000
15	1	21	16	ПОШКОДЖЕННЯ	ЛТ	00000001.080000000
16	1	21	17	АВАРІЯ	ВГ	00000001.01.0000010
17	1	21	18	ПОШКОДЖЕННЯ	ВГ	00000001.01.0000010
18	1	21	19	АВАРІЯ	ВГ	00000001.02.0000010
19	1	21	20	ПОШКОДЖЕННЯ	ВГ	00000001.02.0000010
20	1	22	1	АВАРІЯ	ВГ	00000001.030000010
21	1	22	2	ПОШКОДЖЕННЯ	ВГ	00000001.03.0000010
22	1	22	3	АВАРІЯ	ВГ	00000001 04.0000010
23	1	22	4	ПОШКОДЖЕННЯ	ВГ	00000001.04.0000010
24	1	22	5	АВАРІЯ	ВГ	00000001 050000010
25	1	22	6	ПОШКОДЖЕННЯ	ВГ	00000001050000010
26	1	22	7	АВАРІЯ	ВГ	00000001.06.0000010
27	1	22	8	ПОШКОДЖЕННЯ	ВГ	00000001.060000010
28	1	22	9	АВАРІЯ	ВГ	00000001.070000010

29	1	22	10	ПОШКОДЖЕННЯ	ВГ	0000001 .07.000010
30	1	22	11	АВАРІЯ	ВГ	00000001 080000010
31	1	22	12	ПОШКОДЖЕННЯ	ВГ	00000001.08.0000010
32	1	22	13	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.01.0000011
33	1	22	14	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.01 0000012
34	1	22	15	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.01.0000013
35	1	22	16	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.01.0000014
36	1	22	17	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.01.0000015
37	1	22	18	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.02.0000011
38	1	22	19	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.02.0000012
39	1	22	20	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.02.0000013
40	1	23	1	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.02.0000014
41	1	23	2	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.02.000001
42	1	23	3	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.03.0000011
43	1	23	4	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.030000012
44	1	23	5	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.03.0000013
45	1	23	6	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.03.0000014
46	1	23	7	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.03.0000015
47	1	23	8	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.04.0000011
48	1	23	9	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.04.0000012
49	1	23	10	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.04.0000013
50	1	23	11	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.04.0000014
51	1	23	12	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.04.0000015
52	1	23	13	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.05.0000011

53	1	23	14	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.05.0000012
54	1	23	15	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.05.0000013
55	1	23	1	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.05.0000014
56	1	23	1	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.05.00000 15
57	1	23	18	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.06.0000011
58	1	23	19	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.06.0000012
59	1	23	20	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.06.0000013
60	1	24	1	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001060000014
61	1	24	2	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.06.0000015
62	1	24	3	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.07.0000011
63	1	24	4	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.07.0000012
64	1	24	5	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.07.0000013
65	1	24	6	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.07.0000014
66	1	24	7	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.07.0000015
67	1	24	8	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.08.0000011
68	1	24	9	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.08.0000012
69	1	24	10	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.08.0000013
70	1	24	11	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.08.0000014
71	1	24	12	ПОШКОДЖЕННЯ	ПГ	00000001.08.0000015
72	1	24	13	ДАТЧИК № 1		СЛПК-01 РЯД-01
73	1	24	14	ДАТЧИК № 2		СГП-02 РЯД -01
74	1	24	15	ДАТЧИК № 3		САРН-03 РЯД-01

Для нумерації трактів і каналів ЦСП бажано використовувати нижче приведену інструкцію:

6.5.1.4 ІНСТРУКЦІЯ НЦУ з нумерації трактів і каналів ЦСП (плезіохронної PDH та синхронної SDH цифрових ієрархій)

Нумерація трактів і каналів ЦСП ведеться в традиційній формі, прийнятій на мережі з урахуванням особливостей ЦСП.

Загальний вигляд запису:

№ ЛП, № ЛТ, № ієрархічного рівня, № тракту ОСМЕ, № каналу.

1. № ЛП складається з літерної (до 3 знаків) та цифрової (комбінованої, до 5 знаків) частин.

1.1. Літерна частина відображує середовище передачі та різновид ліній:

К - магістральна кабельна з металевими жилами;

В - магістральна волоконнооптична;

ЦР - магістральна цифрова релейна;

ОК - внутрішньозонова кабельна з металевими жилами;

ОВ - внутрішньозонова волоконнооптична;

ОЦР - внутрішньозонова цифрова релейна;

ГК, ГВ, ГЦР - магістральна на прикордонному переході;

1.2. Цифрова (комбінована) частина складається:

- для магістральних ліній - з номера по порядку задіяння, загального для ВОЛЗ та цифрових РРЛ : ЦР1, В2, В3, ЦР4;

- для з'єднувальних ліній - з номера магістральної лінії з літерою *с": ЦРбс - з'єднувальна радіорелейна до ЦР6,

В10/2с - з'єднувальна ВОЛЗ до ЦР10/2, Вбс - з'єднувальна ВОЛЗ до ЦР6;

- для внутрішньозонових ліній - з номера області та номера лінії по порядку задіяння: ОЦР7/25, ОВ15/4.

2. №ЛТ цифровий складається з 1- 2 знаків після номеру ЛП. ЛТ надається номер по порядку задіяння його на дільниці чи секції мультиплексування даної ЛП В4-2 - другий ЛТ в ЛП В4; ЦР1-1 - перший ЛТ в ЛП ЦР1; ОВ15/4-1 - перший ЛТ в ЛП ОВ15/4;

51

Лінійним трактам кабельних ЛП з металевими жилами надаються номери від 61 і далі по порядку задіяння

3. Розділовий знак після номеру ЛТ вказує на ієрархію ЦСП (фактично - наявність після нього структури ЗОН (УС), або РОН цифрового тракту):

":" - тракт ЗОН; "-" - тракт РОН.

4. Ієрархічні рівні перетворення в ЦСП РОН та ЗОН, їх позначення та функціональні коди (згідно з Рекомендаціями МЕЗ М.1400) наведені в Таблиці 1.

Ієрархічні рівні (аналогія нумерації в АСП)

Таблиця 1

Ієрархічні рівні групових трактів	рон		ЗОН	
	азва	Функціональний код	азва	Функціональний код
Тракт IV порядку	ЦТ	1920 N	С-4	УС45
Тракт III порядку	ЦТ	480 N	С-3	УС35
Тракт II порядку	ЦТ	120 N	С-2	УС25
Тракт I порядку	ЦТ	30 N	С-12	УС125
Тракт I порядку * 3 ОСМЕ		пх30 У		пх30У

де п - коефіцієнт стиснення.

4.1. Групові тракти нижчих ієрархічних рівнів нумеруються залежно від способу формування цифрового тракту РРН або ЗОН, згідно з місцем розміщення їх в структурі групового сигналу вищого рівня. Прив'язка

до фізичних портів виконується на станціях самостійно і в нумерації не відображується.

Якщо груповий тракт присутній лише як віртуальний, в нумерації проставляється "0", якій не може бути пропущений в запису.

4.2. Розділовий знак після номеру тракту IV порядку вказує на спосіб формування тракту ЧЦТ: "." - тракт ЗОН, "-" - тракт РОН.

5. Цифрові тракти, утворені з допомогою обладнання ОСМЕ, ІМАСЗ та ін., нумеруються з літерою "Д". Наступна цифра після літери "Д" вказує на порядковий номер тракту з послідовної нумерації трактів даного напрямку. Максимальна кількість трактів в послідовній нумерації дорівнюється коефіцієнту ущільнення (стиснення), якій може бути від 2 до 12.

Загальний вигляд нумерації в ЦСП наведений в Таблицях 2, 3. В Таблиці 4 наводиться структура цифрових трактів і каналів та можливі способи завантаження.

Приклади:

1. Магістральна ВОЛЗ №4, ЛТ №1, 5ТМ-4, УС-4 №3, групоутворення 50Н, УС-12 № 2, без ОСМЕ, та каналів

В4-1.03.0002, де 03 - номер УС-4, перший 0 - номер УС-3, другий 0 - номер УС-2, 02 - номер \С-12;

2. Внутрішньозонова ВОЛЗ №15/01, ЛТ №3, 5ТМ-1, УС-4 №1 групоутворення РОН, перший ТЦТ, перший ВЦТ, перший ПЦТ без каналів, 2-й ПЦТ має ОСМЕ коефіцієнт, стиснення 1:4

ОВ 15/1-3.01-1-1-1; ОВ 15/1-3.01-1-1-2-Д0/1-30 Д1/1-30

- " - **Д2/1-30**

- " - **Д3/1-30**

3. Та ж ВОЛЗ, ЛТ №3 5ТМ-1, УС-4 №1, групоутворення РОН, ТЦТ №1 без ВЦТ, ПЦТ №15 без ОСМЕ з каналами

ОВ 15/1-3.01-1-0-15/1-30

4. Магістральна ЦРЛ №2, ЛТ №1, 5ТМ-4 - УС-4 №1 - вільний

ЦР2-1.01;

-УС-4 №2, УС-3 №1- РОН без ВЦТ, ПЦТ №16 ЦР2-1.02.1-0-16; -УС-4 №3 - 50Н (63 x 2 МБ), ЦР2-1.03.0001-ЦР2-1.03.0063;

Л/С-4 №4 групоутворення РОН, ТЦТ №3 без ВЦТ, ПЦТ №2 ЦР2-1.04-3-0-2.

5. Внутришньозонова ВОЛЗ № 25/13, ЛТ № 2, РОН-140М, ТЦТ №3 без ВЦТ, ПЦТ №11 без каналів:

ОВ 25/13-2-01-3-0-11

6. З'єднувальна радіорелейна лінія до ЦР6, ЛТ № 2, 50Н, 5ТМ-1, \С-12 №63

ЦРбс-2.01.0063

7. З'єднувальна ВОЛЗ до ЦР10/2, ЛТ №2, РОН-140М, ТЦП №4 без ВЦТ, ПЦП №10 з ОС!\,£ порт 1:

В10/2С-2-1-4-0-10-Д1/1-30.

Ієрархія SDH

Таблиця 2

Назва КО (позначення ієрарх. рівня)	Лінія передачі		рз	ЛТ	рз	VC4	рз	VC3	VC2	VC12	рз	DCME Д	рз	Канали
	1-3	1-2												
кількість символів	1-3	1-2	1	1-2	1	2	1	1	1	2	1	3	1	1-2
склад	XXX	YY	/	YY	-	YY	.	Y	Y	YY	+	ДYY	/	YY

Ієрархія PDH

Таблиця 3

Назва КО (позначення ієрархич. рівня)	Лінія передачі		рз	ЛТ	рз	ЧЦТ	рз	ТЦТ	рз	ВЦТ	рз	ПЦТ	рз	DCME Д	рз	Канали
	1-3	1-2														
кількість символів	1-3	1-2	1	1-2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1-2
склад	XXX	YY	/	YY	-	YY	-	Y	-	Y	-	YY	-	ДYY	/	YY

Де X - літерні знаки номеру

Y - цифрові "-"

рз - розділові знаки (-, ., ., ., /)

Д - ознака тракту, утвореного DCME

Нумерація цифрових трактів і каналів у відповідності до варіантів групоутворення

Таблиця 4

Ієрархія, ЛТ, ГТ	Тракт IV порядку		Тракт III порядку		Тракт II порядку		Тракт I порядку		Тракт утворен. ОСМЕ	Канали
	ЗОН	РОН	ЗОН	РОН	ЗОН	РОН	ЗОН	РОН		
РОН 1.866 Гб/с		12/1-12		4/1-4		4/1-4 або 0		4/1-4 16/1- 16	12/0-11	30/1-30 31/1-31
565 Мб/с		4/1-4		4/1-4		4/1-4 або 0		4/1-4 16/1- 16	”	”
140 Мб/с		1/1		4/1-4		4/1-4 або 0		4/1-4 16/1- 16		”
34 Мб/с				1/1		4/1-4		4/1-4	••	“
8 Мб/с						1/1		4/1-4	«	
ЗОН 2.5 Гб/с	16/1-16		0		0		63/1-63			
622 Мб/с	4/1-4		0		0		63/1-63			“
155 Мб/с	1/1		0		0		63/1-63			
ЗОН з РОН IV порядку	16/1-16 прим. 1	1 прим.2		4/1-4		4/1-4 або 0		4/1-4 16/1- 16		”
ЗОН з РОН III порядку	16/1-16 прим.1		3/1-3	1 прим.2		4/1-4 або 0		4/1-4 16/1- 16	”	”

16/1-16 - в чисельнику кількість трактів даного порядку в тракті вищого порядку, в знаменнику нумерація трактів, згідно з рекомендаціями М.1400 МЕЗ.

Примітка 1 - при комбінованому завантаженні нумерація трактів в РОН і ЗОН в тракті вищого порядку загальна.

Примітка 2 - кількість трактів РОН в ВС того ж порядку.

6.5.2. Апаратура контролю, управління і збору сигналів стану на мережному вузлі (КОНУС - КОНВЗ)

Апаратура КОНВЗ призначена для автоматизації технологічних процесів на мережних вузлах типу СВВ і СВП, працюючих у режимі, що не обслуговується.

В залежності від функціональних можливостей апаратура може мати два варіанти виконання і постачання: КОНВЗ-1 і КОНВЗ-2.

Апаратура КОНВЗ-1 у функціональному відношенні являє собою спрощений варіант виконання і призначена для централізованого збору інформації про стан обладнання, апаратури і трактів на мережному вузлі чи станції і передачі цієї інформації для наступної обробки у секцію технічного обслуговування (СТО) даного вузла (станції) чи на віддалений пункт.

До складу апаратури КОНВЗ-1 входять:

- контролер, виконаний на основі мікропроцесорного набору КР 580;
- комутатори сигналів датчиків стану, кожен з яких розраховано на 120 входів; пристрої живлення;
- програмне забезпечення, носієм якого є ПЗП контролера.

Апаратура КОНВЗ-1 виконана у вигляді блоку із друкованим монтажем між її складовими частинками і являє собою функціонально завершений пристрій із внутрішнім циклом опиту датчиків стану і збереження інформації про зміни стану в оперативній пам'яті.

Основні технічні характеристики апаратури КОНВЗ-1:

- максимальна кількість входів для введення двохпозиційних сигналів від датчиків стану - 600;
- входні пристрої апаратури КОНВЗ-1 забезпечують прийом двохпозиційних сигналів з параметрами: від мінус 24 до мінус 5 В джерела 24 В чи обрив (відсутність сигналу від датчика); +24 В джерела -24 В (наявність сигналу від датчика);
- швидкість опитування датчиків станів задається програмним шляхом і може складати близько 5 тисяч датчиків в секунду;
- прийом двохпозиційних сигналів від датчиків станів забезпечується на відстані до 200 м.

Зчитування інформації на оперативній пам'яті апаратури КОНВЗ-1 і передача її у СТО здійснюються по кільцевому інтерфейсу, який на фізичному рівні реалізує вимоги ІРПС.

Швидкість передачі-прийому інформації при взаємодії з СТО - 9600 біт/с на відстані до 500 м.

Апаратура КОНВЗ-1 може працювати в режимі передачі інформації на віддалений пункт по телеграфному каналу зі швидкістю до 200 Бод.

Передбачена можливість задання власної адреси апаратури КОНВЗ-1 від 1 до 31 для її включення у кільцевий інтерфейс.

Взаємодії із віддаленим пунктом можна організувати також по каналу ТЧ через модем на швидкості 1200 біт/с. Для цього, а також для підключення необхідних термінальних пристроїв в апаратурі КОНВЗ-1 передбачено стик С2.

Електроживлення апаратури КОНВЗ-1 здійснюється від джерела постійного струму -24 В та (або) -60 В.

Потужність від джерела постійного струму, що споживається, не перевищує 20 В А.

Габарити розміри апаратури КОНВЗ-1 становлять 220x220x380 мм.

Маса не перевищує 10 кг.

Апаратура КОНВЗ-2, окрім функцій збору двохпозиційних сигналів від датчиків стану, дозволяє також здійснювати:

- контроль стану мережних трактів аналогових систем передачі (первинних, вторинних) по рівню КЧ у цих трактах;
- контроль стану лінійних трактів аналогових систем передачі по величині напруги випрямлених КЧ на виході приймачів КЧ;
- контроль станів ліній передачі по сукупності станів лінійних трактів в;
- трансляцію управляючих сигналів в на виконавчі пристрой (для ввімкнення, вимкнення, перемикання, дистанційних вимірювань і т.д.) за командами із віддаленого пункту (центру технічної експлуатації).

До складу апаратури КОНВЗ-2, окрім модулів, які входять до складу апаратури КОНВЗ-1, входять:

модуль контролю мережних трактів;

модуль контролю лінійних трактів;

модуль виведення дискретних сигналів. При цьому число входів для введення двохпозиційних сигналів від датчиків стану зменшується-до 240.

6.5.3. Програмно-технічне забезпечення робочого місця оператора СТО-ІІ на основі ПЕОМ

Секція технічного обслуговування інформаційного пункту (СТО-ІІ) є нижчою ланкою автоматизованої системи управління первинною мережею.

УНД13 розроблена програма контролю та управління технічними засобами СТО-ІІ, яка призначена для забезпечення автоматизованого контролю за станом трактів та обладнання ЛАЦ, автоматичною виявлення пошкоджень трактів, вимірювань ЛТ за запитом оператора СТО-ІІ. До складу програмно-технічних засобів СТО-ІІ належать:

- персональна ЕОМ (ПЕОМ);
- контролер керування мультиплексами (КМ);
- прикладне програмне забезпечення (ППЗ);
- вимірювальний комплекс ЕТ-110М з комплектом комутаторів;
- мультиплекси (до 8 мультиплексорів).

Склад та параметри ПЕОМ (якість апаратури і параметрів повинна бути не нижча вказаних):

- тип центрального процесора - 180486;
- тактова частота - 33 МГц;
- ємність оперативної пам'яті - 4 Мб;
- ємність зовнішньої пам'яті на ГМД - і,2 Мб/360Кб;
- ємність зовнішньої пам'яті на ЖМД типу "Вінчестер" - 120 Мбайт;
- тип дисплейного адаптера - VGA;
- паралельний інтерфейс - CENTRONIXS;
- три послідовних інтерфейси - RS-2320;
- принтер (на 136 символів у стрічці, EPSON сумісний);
- маніпулятор "миша".

Програма розроблена з використанням сучасних технологій та дружнього інтерфейсу людина-машина.

Програма має такі особливості:

багаторазові перекриваючі вікна із змінними розмірами;

випадаючі меню;

підтримка "миші";

підказка у будь-якому місці програми;

діалогові вікна;

встромлений пристрій установки кольорів;

стандартна обробка клавіш та натиснення "миши".

Програма дозволяє відображати інформацію про стан трактів та обладнання у відповідних вікнах.

Для контрольованих об'єктів відображають:

стан;

час;

номер КО у відповідній нумерації;

номер взаємодії цього КО;

припущення щодо причини зміни стану;

номер суміжного мережевого вузла та номер КО по взаємодії у суміжному мережевому вузлі.

Для об'єктів експлуатаційного контролю (ЕКО) відображають:

стан;

час;

назву ЕКО:

місце розташування його в ЛАЦ (номер секції, номер стояка га ряд).

Відображення нової інформації про зміну стану тракті в та обладнання виконується в першому рядку відповідного вікна екрану. При цьому попередня інформація зсовується на рядок нижче. Визначення ймовірної причини переходу тракту у стан "Аварія" або "Пошкодження" відбувається за таким алгоритмом:

- у стан "Аварії" лінійного або мережевого трактів аналогових систем передачі виконується автоматичне вимірювання рівнів КЧ, відповідного тракту, на вході тракту у лінійному спектрі. Якщо встановлено відхилення рівнів КЧ, у графі "Причина" формується повідомлення про лінійне пошкодження.

В протилежному випадку ймовірна причина пошкодження визначається за наявністю подій, пошкодження обладнання, яке належить до даного типу тракту і співпадає за часом з подією "Аварія" або "Пошкодження" тракту.

Інформація про зміни стану трактів та обладнання фіксується на жорсткому диску з можливістю вибіркового П друку, копіювання на гнучкий диск (дискету) та вилучення за бажанням оператора. Забезпечується видача переліку трактів та обладнання, які знаходяться у стані, відмінному від "Норми", з позначенням часу початку, закінчення та тривалості знаходження у цьому стані за будь-який час по окремій групі чи по усіх трактах або обладнанню.

Забезпечується дистанційне вимірювання рівнів КЧ приладом ET-110M в автоматичному або ручному режимах за командою оператора СТО-III.

Працездатність програми поновлюється після збоїв та пропадання живлячих напруг. Працездатність апаратних засобів діагностується безперервно.

6.6. Пристрої та апаратура контролю

6.6.1. Пристрій безперервного контролю трактів УНК (ПБК)

ПБК призначено для оцінки стану лінійного тракту за рівнями прийому лінійних контрольних частот (КЧ) у системах передачі К-6ОП, К-300, К-1920, К-1920У.

Пристрій виконує оцінку відхилень рівня прийому КЧ за встановлені межі, видає контрольну інформацію у СТО-ІІ для наступної програмної ОБРОБКИ, а також здійснює оптичну індикацію відхилень стану тракту, який контролюється, від норми. При відхиленні від рівнів КЧ формуються сигнали, які відповідають станам тракту "Пошкодження" чи Аварія". Стан "Норма" характеризується відсутністю вказаних сигналів. Сигнал "Аварія" формується при зниженні рівнів прийому двох КЧ на 20 (10) дБ нижче номінального значення. Сигнал "Пошкодження" формується при відхиленні рівня прийому однієї КЧ на мінус 20 (10) дБ або плюс 5 дБ. ПБК підключається до виходу випрямлювача ПКК. Електричні характеристики пристрою не мають впливу на роботу ПКК і припускають можливість роботи у широкому діапазоні напруг вхідних сигналів (від $+(-)18$ до $+(-)11В$). Вихідні сигнали ПБК узгоджені з мультиплексором. Пристрій може також використовуватись для контролю групових трактів.

Основні технічні характеристики ПБК:

- полярність напруг випрямлених КЧ - від'ємна або додатня;
- вхідний опір ПБК по постійному струму, кОм - більше 100;
- порогова тривалість оцінки рівня КЧ, с - більше 0,3;
- видача вихідних сигналів забезпечується подачею потенціалу "земля" (при струмі навантаження до 10 мА допускається падіння напруг до і В);
- напруга джерела живлення - мінус 24 В $+(-)10\%$;
- струм, який споживається по ланцюгу живлення, А - до 0,06;
- габаритні розміри ПБК, мм - 160x65x16;
- маса ПБК, кг - не більше 0,1;

Конструктивне виконання ПБК передбачає його розміщення у ПКК різних систем передачі або в інших блоках апаратури, яка контролюється.

6.6.2. Пристрій контролю по робочому сигналу для пунктів, які обслуговуються УКРО (ПКРО)

ПКРО являє собою датчик для контролю і локалізації пошкоджень напряму передачі лінійного тракту багатоканальної системи передачі (К60-ІІ, та ін.) в пункті, що обслуговується. ПКРО виконано у вигляді однієї печатної плати і розраховано на встановлення у блоці підсилювача передачі або у вільному відсіку апаратури системи передачі, яка контролюється.

Пристрій високоомним входом підключається до виходу підсилювача передачі тракту, який контролюється, і здійснює безперервний контроль напряму передачі за зміною рівня робочого сигналу, що дозволяє оперативно виявити пошкодження, а

також виключення від номінального режиму експлуатації станційного обладнання у тракті, який обслуговується.

ПКРО формує вихідні сигнали ЗНИЖЕННЯ і ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ. При виникненні пошкодження подається сигнал ЗНИЖЕННЯ, який відповідає зниженню поточного значення рівня передачі багатоканального сигналу на величину, що перевищує встановлений поріг. Сигнал ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ подається при перевищенні максимально припустимого рівня передачі багатоканального сигналу. Вузли аналогової та дискретної обробки ПКРО здійснюють амплітудну селекцію відхилень рівня передачі багатоканального сигналу за встановлені порогові значення, виконує оцінку тривалості відхилень та їх кількості на інтервалі оцінки, а також забезпечує захищеність пристрою від спрацьовувань при впливі імпульсних завад і короточасних перерв. Пороговий рівень реєстрації, який перевищує рівень передачі багатоканального сигналу, фіксовано і вибрано згідно з рекомендацією G.223 МККТТ. Рівень реєстрації знижень у ПКРО автоматично відслідковує зміни рівня багатоканального сигналу, обумовлені зміною завантаження, при цьому порогова величина знижень, які реєструються, лишається незмінною. Видача вихідних сигналів ЗНИЖЕННЯ або ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ забезпечується подачею потенціалу "земля" загальновузлового джерела живлення напругою -24 В. Передбачена можливість дублювання вихідних сигналів у додатковій оптичній чи загальностояковій акустичній сигналізації. До комплекту постачання входить ЗІП.

Основні характеристики ПКРО:

вхідний опір, кОм, не менше - 20;

робочий діапазон частот, кГц, не менше - 12...252;

порогове значення знижень рівня передачі, яке реєструється, дБ, більше - 20 (10.6);

порогова тривалість знижень рівня передачі, яка реєструється, с, більше - 0.3;

порогове значення перевищень пікового рівня передачі, які аналізуються, дБмО, більше - 20.8 (рекомендація G.223 МККТТ);

струм, який споживається від джерела живлення постійного струму із напругою мінус $(24 + (-) 2.4)$ В, мА, не більше - 45;

габаритні розміри, мм, не більше - 155x88x16.5;

маса, кг, не більше - 0.15;

розрахункове напрацювання на відмову, год., не менше - 85000 годин.

6.6.3. Пристрій ФОКУС (ФВКУС) для модернізації уніфікованого обладнання перетворення

Призначений для формування, відображення, комутації і запам'ятовування сигналів управління і стану групових трактів за рівнем контрольного сигналу з наступною передачею сигналів стану трактів при одночасному удосконаленні процесу автоматичного регулювання підсилення (АРП), підвищенні надійності уніфікованого стояка первинного перетворення (УСПП) і скороченні працевитрат на його експлуатацію.

Рекомендується для модернізації УСПП при автоматизації процесів

обслуговування багатоканальних систем передачі із частотним розподілом каналів, а також систем зв'язку різних міністерств (зв'язку, авіації, транспорту, енергетики та ін.). Пристрій ФВКУС складається із пристрою порогового (ПП), генератора Г-400 і п'яти пристроїв комутації (ПК).

Пристрій пороговий призначено для визначення величини відхилення рівня контрольного сигналу від еталонного значення і видачі сигналів управління для генератора і груп комутації.

Генератор Г-400 призначено для отримання *напруг* збудження і управління двигунами, які регулюють підсилення групових трактів у панелях прийому первинних груп (ППрПГ).

Пристрої комутації призначені для комутації напруг управління на ППрПГ, запам'ятовування сигналів управління, що надходять з ПП, і видачі сигналів стану групових трактів.

Контрольний сигнал (КС) з приймача контрольного каналу, який за $8+(-)2$ с підключається почергово до кожного з 25 групових трактів, надходить на ПП.

При відхиленні КС від еталонного значення на величину меншу за 0,4 дБ сигналу на виході ПП відстані. При відхиленні КС на величину, яка перевищує 0,4 дБ, але не більше за 3 дБ, на виході ПП формується команда на регулювання.

При перевищенні рівня КС на величину більшу за 3 дБ або зниженні на величину більшу за 3 дБ, але не більше 10 дБ на виході ПП формується сигнал "> 3 дБ", який передається до СТО-ІІІ.

При зниженні рівня КС на величину більшу за 10 дБ або за 19 дБ на виході ПП з'являється відповідно сигнал "> 10 дБ" або "> 19 дБ", який підходить до СТО-ІІІ.

При відхиленні рівня КС на величину, яка перевищує 3 дБ, зниженні на 10 дБ або 19 дБ одночасно з видачею сигналів у СТО-ІІІ, на ПК горить відповідно світлодіод "> 3" або "> 19 (10)", який відповідає тому

груповому тракту, де було відхилення КС. Сигнали про відхилення рівня КС, що надходять у СТО-ІІІ і відображуються на ПК, зберігаються у запам'ятовуючих пристроях протягом одного циклу контролю.

При наступному циклі контролю, в залежності від величини відхилення КС, відбувається витирання або перезапис цих сигналів.

Пристрій ФВКУС конструктивно виконаний у вигляді субблоків, які встановлюються на місце панелей релейних комплектів, що демонтуються при доопрацюванні стояка УСПП. Ці роботи виконуються силами технічного персоналу підприємств зв'язку у відповідності із вказівками, які приведено у інструкції з експлуатації пристрою ФВКУС.

Основні технічні характеристики пристрою ФВКУС:

- опір відкритого виходу сигналу стану тракту, Ом, не більше - 100;
- опір закритого виходу сигналу стану тракту, МОм, не менше - і;
- напруга управління 25 регуляторами, В, не менше - 6;
- напруга збудження регуляторів, В, не менше - 12;
- сила струму, що споживається від джерела постійного струму з напругою мінус ($24+(-)2,2$ В), А, не більше - 2,35;

- напрацювання на відмову, год., не менше - 20000;
- габаритні розміри, мм, не більше - 580x216x118;
- маса, кг, не більше - 7,5.

6.6.4. Апаратура автоматизованого контролю первинних мережних трактів КОНТРАСТ

Апаратура контролю первинних мережних трактів (КОНТРАСТ) призначена для автоматизації процесів контролю стану первинних мережних трактів систем передачі із частотним поділом каналів, обробки і передачі інформації про стан трактів у СТО-ІІІ.

До складу апаратури КОНТРАСТ входять:

- комплекс комутаторів, що управляються (до 8 шт.), кожен з яких забезпечує мультиплексування 50 трактів на один загальний вихід;
- стояк контролю мережевих трактів, призначений для виділення сигналів контрольної частоти (КЧ), оцінки рівнів цих сигналів, збереження результатів оцінки і передачі їх до УВК СТО-ІІІ по стандартному інтерфейсу;
- програмне забезпечення, яке реалізує разом із апаратними засобами функції, пов'язані з роботою апаратури КОНТРАСТ.

Комутатори, якими можна керувати, мають-конструктивне виконання, що забезпечує їх виконання і монтаж у стояках СКП або СППГ за допомогою спеціальних планок, що входять до комплекту постачання апаратури КОНТРАСТ.

Стояк контролю мережевих трактів виконано на основі базової несучої конструкції БНК "Вертикаль".

Основні технічні характеристики апаратури КОНТРАСТ:

- максимальна кількість первинних мережевих трактів, ям підключаються до апаратури - 400;
- час опиту стану 400 мережевих трактів, с - 4;
- перехідна вгамовність між будь-якими входами в точках підключення апаратури до первинних мережевих трактів, дБ - не менше 100;
- вхідний опір у точках підключення апаратури до первинних мережевих трактів на частоті 108 кГц, кОм - не менше 15;
- вгамовність асиметрії у точках підключення апаратури до первинних мережевих трактів, дБ - не менше 50.

Сигнал "Пошкодження" формується при занижені рівня контрольної частота на 10 дБ по відношенню до номінального значення. Є можливість фіксації заниження чи завищення рівня КЧ програмним шляхом на будь-яку іншу величину по відношенню до номінального значення.

Апаратура КОНТРАСТ забезпечує взаємодії з комплексом КОНТУР по кільцевому інтерфейсу, який реалізується на фізичному рівні вимоги ІРПС.

Швидкість передачі-прийому інформації при взаємодії із комплексом КОНТУР - 9600 Біт/с.

У апаратурі КОНТРАСТ передбачено тестовий самоконтроль працездатності з автоматичним виключенням її від кільцевого інтерфейсу у випадку виявлення

пошкодження.

Передбачена можливість задання власної адреси апаратури КОНТРАСТ від і до 31 для забезпечення її взаємодії з комплексом КОНТУР по кільцевому інтерфейсу. Живлення апаратури здійснюється від джерела постійного струму мінус 24 В \pm 10 %.

Потужність, яка споживається від джерела постійного струму при контролі максимальної кількості трактів - не більше 80 ВА.

Апаратура КОНТРАСТ, в залежності від необхідної кількості трактів, які підключаються до неї, може постачатися у різних варіантах комплектації: на 100, 200, 300 і 400 трактів.

Апаратура КОНТРАСТ виконана на сучасній елементній базі з використанням мікропроцесорного набору КР 580.

6.6.5. Апаратура технічного обслуговування ліній передачі (АТОЛ)

Апаратура технічного обслуговування ліній передачі АТОЛ використовується у мережевих вузлах (станціях) магістральної і внутрішньозонової первинної мережі САСЗ для ліній передачі з апаратурою аналогових систем передачі.

Апаратура АТОЛ призначена для централізованого збору первинних сигналів від систем телемеханіки контрольованих ліній передачі, аналізу сигналів і передачі інформації у СТО-ІІІ.

До складу апаратури АТОЛ входять:

- блок управління мікропроцесорний (БУМ), призначений для управління складовими частинами АТОЛ за спеціальною програмою;
- блоки спряження з телемеханіками К-3600 (БСТМ-3600);
- блоки спряження з телемеханіками eLT-1920 (БСТМ-1920);
- блок живлення (БЖ), призначений для забезпечення напругою живлення складових частин АТОЛ;
- плата ввідних гребінок (ПВ), призначена для з'єднання АТОЛ із зовнішніми пристроями;
- програмне забезпечення, яке разом з апаратними засобами забезпечує функціонування апаратури АТОЛ.

Блоки БУМ, БСТМ-60, БП і плата ввідних гребінок конструктивно виконані у вигляді стояка базової несучої конструкції БНК "Вертикаль".

Блоки БСТМ-3600 і БСТМ-1920 мають конструктивне виконання, що забезпечує їх установку і монтаж у стояках СТМ і УКД відповідно.

Максимальна кількість ліній передачі, обладнаних апаратурою К-60П, що підключаються до АТОЛ, - 8.

Максимальна кількість ліній передачі, обладнаних апаратурою К-3600 і VLT-1920, і які підключаються до АТОЛ, визначається кількістю блоків БСТМ-3600 і БСТМ-1920 і не повинна перевищувати 8 ліній для кожної апаратури.

Апаратура АТОЛ дає можливість обслуговування 8 ліній передачі К-60П, не обладнаних комплектами телемеханіки ТМ ОІП К-60П. Зв'язок блоків БСТМ-3600 і БСТМ-1920 зі стояком здійснюється по віддаленому паралельному інтерфейсу.

Апаратура АТОЛ забезпечує взаємодію з комплексом КОНТУР по кільцевому інтерфейсу, який реалізує на фізичному рівні вимога ІРПС. Крім того, апаратура АТОЛ може працювати у автономному режимі. Для цього випадку передбачена можливість підключення дисплею і телеграфного апарату РТА-80. Швидкість передачі-прийому інформації при взаємодії з комплексом КОНТУР - 9600 біт/с.

6.6.6. Концентратор каналів службового зв'язку КСС

До складу КСС входять:

- ПКСС - пульт концентратора службового зв'язку;
- СКУО - стояк комутаційного і управляючого обладнання;
- СКО - стояк комутаційного обладнання (постачається при кількості каналів до 84 і ліній до 50);
- програмне забезпечення;
- один комплект ЗіП.

Конструктивно пульт виконано у вигляді настільного приладу розмірами 385x162x340, стояки - базова несуча конструкція "Вертикаль" (120x240x2600 мм).

Напрацювання на відмову - 6000 год.

Контрольні запитання

1. Завдання автоматизації МВ(МС).
2. Задачі і функції та принципи реалізації СТО-ІІІ.
3. Автоматизація контролю і вимірювання ЛТ, МТ в МВ(МС).
4. Програмно-технічні засоби для АСТЕ МВ(МС), структурна схема.
5. Приклад опису об'єкта МВ.
6. Перелічити пристрої та апаратуру контролю, управління, збору сигналів.
7. Апаратура АТОЛ-призначення, склад.
8. Поясніть призначення та склад концентратора каналів службового зв'язку (КСС).

Список рекомендованої літератури

1. Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем і мереж зв'язку. ДУІКТ, К-2002, 100с.
2. Бондаренко В.Г. Технічне обслуговування цифрових систем передачі первинної мережі. ДУІКТ, К-2002, 50с.

3. Правила технічної експлуатації первинної мережі ЄНСЗ України. Частина перша. "Основні принципи побудови та організації технічної експлуатації", КНД-45-140-99 К. ДКЗІУ - 2001 80с.
4. Частина друга. Правила технічної експлуатації апаратури, обладнання, трактів і каналів передавання, КНД-45-162-2000 К. ДКЗІУ - 2002 108с.
5. ІНСТРУКЦІЯ НЦУ з нумерації трактів і каналів ЦСП (плезіохронної PDH та синхронної SDH цифрових ієрархій) НЦУ-.1997 8с.
6. Бондаренко В.Г. Слюсар В.О. Стан управління первинної мережі України. К. Вісник УБНТЗ, 2003. №1 с.71-85.
7. Бондаренко В.Г. Методичні рекомендації для виконання комплексних завдань і контрольних робіт з дисципліни "Технічна експлуатація систем зв'язку" для студентів 5 курсу денної форми навчання факультету ТСМ та студентів 6 курсу заочної форми навчання (з лінійно-апаратного цеху) ДУІКТ, кафедра ТС, К-2005, 40с.
8. . Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем та мереж зв'язку. Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком "Телекомунікації" з дисципліни ,ТЕСЗ,-К ДУІКТ 2012 р 847с

7. ПАРАМЕТРИ І ХАРАКТЕРИСТИКИ КАНАЛІВ ТА ТРАКТІВ АНАЛОГОВИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ

7.1. Загальні положення.

До складу будь-якої кабельної (проводової) системи передачі входять: апаратура кінцевих пунктів (кінцеві станції) та лінійний тракт які призначені для організації типових каналів передач (КТЧ), типових сіткових трактів (МТ) та організованих на їх базі широкосмугових каналів (ШК), характеристики яких наведені в табл. 7.1.

Канали ТЧ і мережні тракти (МТ) можуть бути простими без транзитів та складеними з транзитом (відповідно по ТЧ та ВЧ). Тому, норми на параметри і характеристики КТЧ, МТ розподіляються для простих та складових КТЧ та МТ

Максимальна довжина номінального ланцюга каналу ТЧ України (Рис. 7. 1а) складає, **2500** км.

Максимальна кількість транзитів по ТЧ повинна бути не більше -**5**.

З них: - на ділянці магістральної мережі - **1**.

- на ділянках внутрішньозонових мереж - **2**.

- на ділянках місцевих мереж - **2**.

При організації міжнародного каналу довжиною до **25000** км.

Максимальна кількість транзитів по ТЧ може бути до **11**.

Максимальна довжина номінального ланцюга каналу ТЧ магістральної та внутрішньозонової мереж без ділянок місцевої мережі (Рис. 7.1.б) складає, **2300**км.

Максимальна кількість транзитів по ТЧ в цьому ланцюзі повинна бути не більше - **3**.

З них : на ділянці магістральної мережі - **1** ;

на ділянках внутрішньозонових мереж - **2** .

Характеристики каналів і трактів АСП .

Таблиця 7.1 .

Параметри	Кан ТЧ	п/г- п тр-т	п/г- п кан.	ПС Т	пшк	ВМТ	ВШ К	Т МТ	ТШК	ЧМТ	ЧШК
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Робоча смуга частот кГц/мГц	0,3- 3,4	12,3 - 23,4	13- 23	60,- 107, 7	65- 103	312 - 551,4	330- 530,4	812,6- 2043, 7	<u>0,9-</u> <u>1,9</u>	8516- 12388	<u>9,3-</u> <u>11,7</u>
Номинальні відносні рівні передачі на стояках переключення дБМО : на передачі на прийомі	-13 +4	-36 -14	-36 -14	-36 -14	-36 -23	-36 -23	-36 -23	-36 -23	-36 -23	-33 -25	-33 -25
Номинальна величина вхідного опору на вх. / вих. тракта , Ом	600	600	600	150	150	75	75	75	75	75	75
Коефіцієнт розбіжності вхідного опору відносно номінального %	10	15	15	10	10	10	10	10	10	10	10
Залишкове підсилення дБ для току частотою,кГц	17 1,02	22 17,8	22 17,8	13 83,9	13 83,9	13 408,08	13 408,08	13 1555,92	13 1555,92	8 11150,08	8 1555,08
Похибка установки рівня , дБ	0,5	-	-	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Середньоквадратичне відхилення рівня прийому від його середнього значення дБ : простого з АРП та без АРП складового з АРП	1 1	- -	- -	0,5 0,5	0,5 0,5	0,5 0,5	0,5 0,5	0,5 0,5	0,5 0,5	0,5 0,5	0,5 0,5
Відхилення рівня передачі на любій частоті дБ відносно частоти,кГц	-0,6 +1,4 1,02	±1,0 17,8	±1,0 17,8	±1,0 83,9	±1,0 83,9	±1,0 408,0	±1,0 408,08	±1,0 1555,92	±1,0 1555,92	±1,0 11150,08	±1,0 11150,08
Допустима потужність передаваного сигналу, мВтО -за годину; -за хвилину	0,032 2	- -	0,09 6	3,0 4,0	0,38 -	8,0 11,0	1,92 -	15,0 19,0	9,6 -	45,0 52,0	28,8 -
Рівень середнього незваженого шуму кан. (тракту) /за годину/ L = 2500 км , дБМО	- 47,5	-	-	-	-35,0	-28,0	-28,0	-21,0	-21,0	-16,0	-16,0



Рис. 7.1. а Номінальний ланцюг каналу ТЧ.

Максимальна довжина номінального ланцюгу магістральної мережі України(Рис.7.1 б) складає -**1800км**

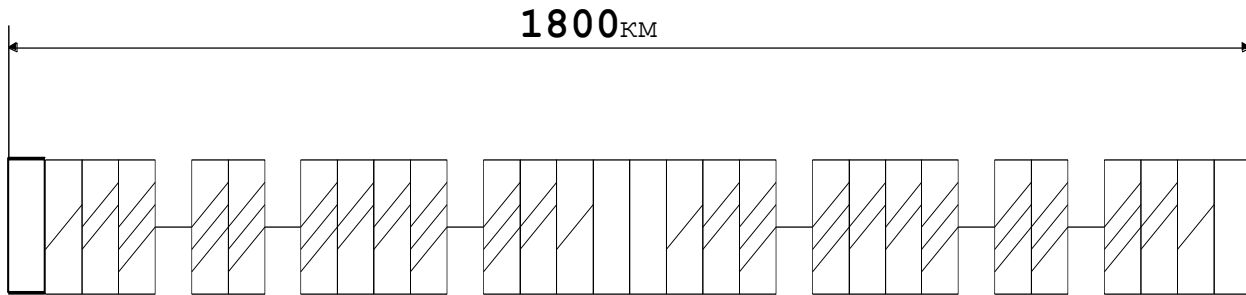


Рис.7.1.б Номінальний ланцюг каналу ТЧ магістральної мережі

Максимальна кількість транзитів по ТЧ в цьому ланцюзі повинна бути не більше - **1**.

Максимальна довжина номінального ланцюга каналу ТЧ зонової мережі (Рис.7.1в) складає - **700 км** .

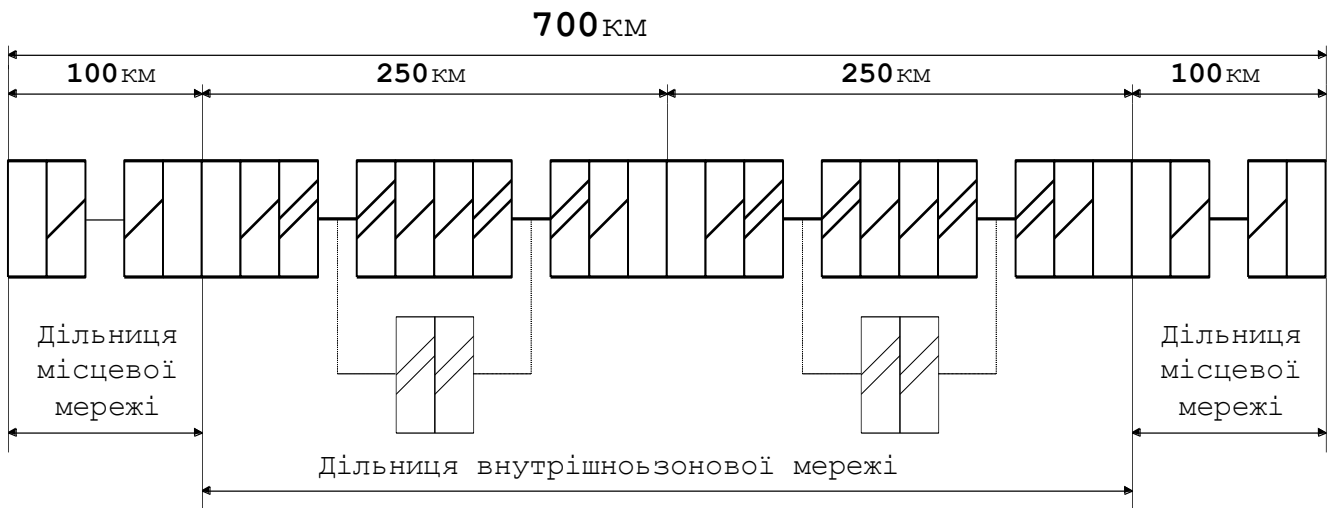


Рис.7.1.в Номінальний ланцюг каналу ТЧ зонової мережі

Максимальна кількість транзитів по ТЧ при цьому повинна бути не більше - **4** .

З них : на ділянках внутрішньозонової мережі - **2** ;

на ділянках місцевої мережі - **2** .

Максимальна довжина номінального ланцюга каналу ТЧ внутрішньозонової мережі (Рис.7.1г) складає - **500 км** .

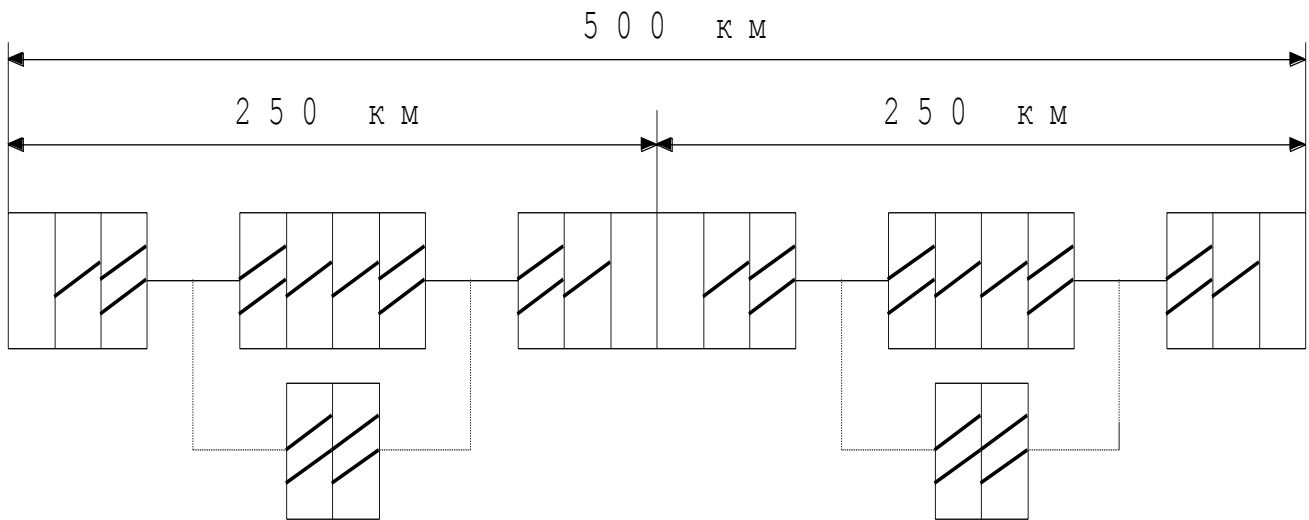


Рис.7. 1г **Номінальний ланцюг каналу ТЧ внутрішньозонової мережі .**

Максимальна кількість транзитів по ТЧ повинна бути не більше - **2** .

Максимальна довжина номінального ланцюга каналу ТЧ місцевої мережі

Рис.7.1д) складає - **200** км .

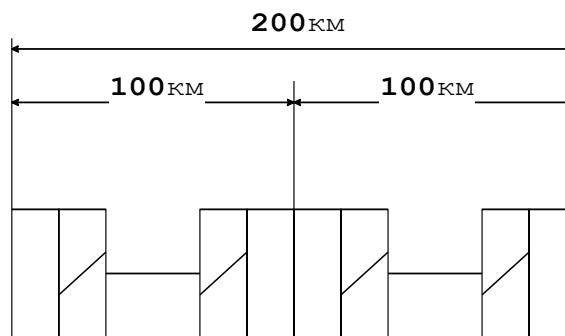


Рис.7. 1д **Номінальний ланцюг каналу ТЧ місцевої мережі .**

Максимальна кількість транзитів по ТЧ в цьому ланцюзі повинна бути не більше - **2** .

Максимальна кількість транзитів по високій частоті (**ВЧ**) в номінальному ланцюзі каналу ТЧ магістральної мережі повинна бути не більше - **6** .

З них по кожному первинному , вторинному , третинному чи трактах

вищого порядку не більше - **2** .

Дозволяється організувати додатково один транзит по **ВЧ** замість транзита **ТЧ** на цій мережі .При цьому загальна кількість транзитів по **ВЧ** в груповому тракті даного порядку повинна бути не більше - **3** .

Максимальна кількість транзитів по **ВЧ** в номінальному ланцюзі каналу ТЧ внутрішньозонової мережі повинна бути не більше - **2** .

Дозволяється організувати додатково два транзити по **ВЧ** замість двох транзитів по **ТЧ**. Загальна кількість транзитів по **ВЧ** при цьому повинна бути не більше - **4** .

В номінальному ланцюзі каналу ТЧ місцевої мережі транзитів по ВЧ не передбачається .

Норми містять вимоги до параметрів і характеристик **КТЧ** і **МТ** , які повинні забезпечуватись при налагоджуванні в процесі експлуатації каналів і трактів , а також методику вимірювання параметрів і характеристик **КТЧ** та **МТ** .

Всі канали і тракти введені в експлуатацію повинні здаватися налагоджувальними організаціями або експлуатаційними підприємствами здійснюючими налагоджування по налагоджувальним нормам .

В процесі експлуатації канали і тракти повинні відповідати експлуатаційним нормам .

Норми розподіляються на :

-загальні параметри КТЧ і МТ , які не підлягають налагоджуванню
-основні характеристики КТЧ і МТ які підлягають налагоджуванню і експлуатаційному контролю;

-додаткові характеристики КТЧ і МТ, які передаються у вторинні мережі для передачі даних , тонального телеграфування , факсимільної передачі , котрі підлягають налагодженню та експлуатаційному контролю .

До загальних параметрів **КТЧ** і **МТ** , які не підлягають налагоджуванню , відносяться :

- смуга ефективно-переданих частот** , робоча смуга частот (**РСЧ**) ;
- номінальні відносні рівні** передачі і прийому ;
- номінальна величина вхідного і вихідного опору** чотирьох провідного каналу(тракту);
- коефіцієнт відбиття** (згасання неузгодженості) в **РСЧ**;
- допустима кількість транзитів по ТЧ** для складених каналів .

До основних параметрів і характеристик **КТЧ** і **МТ**, які підлягають налагоджуванню та експлуатаційному контролю відносяться :

- допустима величина середньоквадратичного відхилення** залишкового згасання ;
- частотна характеристика залишкового згасання** ;
- середня величина рівня** (потужності) зваженого шуму в **КТЧ** за визначений проміжок часу (хвилину , годину) ;
- захищеність від розбірливих перехідних впливів** між різними однотиповими **КТЧ** (**МТ**) .

До додаткових параметрів і характеристик **КТЧ** і **МТ** , які передаються у вторинні мережі для **передачі даних , тонального телеграфування , факсимільної передачі** , та підлягають налагодженню і експлуатаційному контролю , відносяться:

- середня величина рівня** (потужності) не зваженого шуму в точці нульового відносного рівня (**ТНВР**)за хвилину,час ;
- рівень незваженого шуму в ТНВР** при разових вимірах ;
- амплітудна характеристика (АХ)**;
- коефіцієнт нелінійних спотворень** для **КТЧ** ;
- зміна частоти сигналу** (для **КТЧ**) ;

-фазочастотна характеристика ;

-рівень селективних перешкод ;

-сумарний відносний час дії імпульсних перешкод та короткочасних перерв рівня сигналу за годинний проміжок часу ;

- стрибки фази сигналу , який передається .

Ряд параметрів **КТЧ** (середньоквадратичне відхилення залишкового згасання , середня величина рівня зважених і незважених шумів , імпульсні перешкоди і короткочасні зникнення рівня) визначаються параметрами **МТ** .

Тому при відхиленні від норм вказаних параметрів в **КТЧ** слід шукати причини відхилень в **МТ** . По тій же причині при налагоджуванні **МТ** (за допомогою **КТЧ**) ці параметри перевіряються тільки в окремих **КТЧ** .

На складені **КТЧ** (**Ск-ТЧ**) і **КТЧ** , які передаються у вторинну мережу для передачі даних , тонального телеграфування , факсимільної передачі (**ТЧ - Д**) складаються електричні паспорти , в яких фіксуються відповідність нормам електричних параметрів і характеристик **КТЧ** , фіксуються відхилення від норм вимірюваних параметрів і характеристик , ділянка і причина відхилення. Паспортизація проводиться під керівництвом головної керуючої станції з документуванням (**ГКС- Д**). Паспорт складається кожною кінцевою станцією (**ГКС-Д** , **ГКС**) в одному екземплярі .Паспорт на **КТЧ**,якій задовольняє нормі, затверджується "**постійно**" технічним керівником **ЛАЦ ГКС-Д** , а на **КТЧ** з відхиленням окремих параметрів і характеристик від норм "**тимчасово**" головним інженером підприємства , **ЛАЦ** якого здійснює функції **ГКС-Д** .

На **ГКС** після звірки з паспортом , затвердженим **ГКС Д** , записується дата і строк затвердження (**постійно** , **тимчасово до**), посада і прізвище особи, яка затверджувала паспорт. Запис завірюється особою, яка проводила звірку .Паспорт представляє собою картку з твердого паперу , розміром **148x203** мм , заповнену з лицьової сторони , яка зберігається в картотеці .

Заповнюється паспорт тушею , чорнилами або шариковою ручкою .

Форма паспорта наведена на стор . - .

На складені **КТЧ** і на **КТЧ**,які подаються у вторинні мережі для передачі дискретної інформації, складаються електричні паспорти відповідно до форм **Ск-ТЧ** і **ТЧ-Д**, залежно від форми організації та виду передаваної інформації в заголовку паспорта підкреслюється відповідне означення (**ТЧ-С** або **ТЧ-Д**) .

Паспорт на канал ТЧ

ТЧ-С , ТЧ-Д

Паспорт на канал ТЧ		ТЧ-С , ТЧ-Д	
технічний номер каналу			
експлуатаційний номер каналу		використання каналу	
ГРС-Д		вид інформації	
ГРС		потужність завантаження	

Таблиця даних каналу

Номер пункту	Номер каналу тракта	Схема включення	Тип апаратури ЛТ	Відстань (км)
1	2	3	4	5

Номер розпорядження і дата
здачі каналу в експлуатацію

Підстави для зняття ел. паспорту :

Вимірювач :

(посада)

_____ (прізвище)

постійно

Затверджую:

Тимчасово

_____ (посада , прізвище)

Дані паспортизації .

Тип каналів	Кількість каналів, що підлягають	Кількість каналів які мають електр. паспорти	Кількість каналів які не мають електр.паспортів	З них тимчасово з відхиленнями
1	2	3	4	5
прості				
Складові				

1. Основні характеристики каналу .

Пункт нормування	Найменування електричної характеристики	Норма	Відповідність електр. хар-ки нормі А ↔ Б
1	2	3	4

2 . Додаткові характеристики каналу .

Пункт нормування	Найменування електричної характеристики	Норма	Відповідність електр. хар-ки нормі А ↔ Б
1	2	3	4

Причина і ділянка відхилення ел . характеристик від норм :

Особливі помітки :

Карта обліку каналів в ПТ

КУ каналу

Номер тракту : _____

ГРС-

№ кан	Тип кан-у	№-и кінцевих пунктів	Експлуатаційний №-використ-ог кан.; транзит,служб.зв'яз. і т.п.	Загрузка (мкВт)	Підстави вводу каналу у експлуатацію	Дата затвердження паспорта
1	2	3	4	5	6	7
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Схема організації каналу складається у вигляді " таблиці даних каналу " і заповнюється у відповідності з назвою граф :

- в графі " **Номер пункту** " вказується номери кінцевих і транзитних пунктів ;
- в графі " **Номер каналу , тракту** " вказується номери каналу , тракту ;
- в графі " **Схема включення** " вказується тип апаратури індивідуального перетворення (СИП-60,СИП-300 і т.п.) для **КТЧ** і тип апаратури транзиту для сіткових трактів (СТВГ, СТІГ-АК) ;
- в графі " **Тип апаратура ЛТ** " вказується тип апаратури лінійного тракту на ділянці між даним і наступним пунктом ;
- в графі " **Відстань** " вказується довжина каналу відповідно по ділянкам ;

-в графі " Підстави для зняття електричного паспорту " робиться запис "введення в експлуатацію" або " зміна схеми організації " .

В таблицях 1 та 2 " Основні (додаткові) характеристики каналу. " у графах 1,2 розраховані електричні характеристики , норми яких при паспортизації підлягають розрахунку (наприклад , відхилення АЧХ , захищеність між прямим і зворотним напрямком і т.п.). В графі 4 цих таблиць відмічається відповідність вимірюваних електричних характеристик нормам для двох напрямків передачі з значенням " $n \setminus n$ ". При наявності відхилень від норм робиться запис " nn ", а причина і ділянка відхилення записується під таблицями .Якщо яка-небудь характеристика не була виміряна , робиться запис в графі "Особливі помітки " і вказується причина . Складається також " Картка обліку каналів в ПГ", форма якої наведена на стор.14. В графі 2 цієї форми фіксується тип каналу : складений - СК , простий - ПК , вільний звукового мовлення - ЗВ . В графі 5 фіксується нормоване значення потужності , завантаження в каналах дискретної інформації .Крім того, в цій же формі узагальнюються дані про кількість каналів, які підлягають паспортизації , про кількість каналів , які мають і не мають паспортів а також про ті, які мають тимчасові паспорти.

Аналогічно складаються паспорти на сіткові і лінійні тракти АСП.

Перелік електричних параметрів і характеристик каналів і трактів , їх нормування і методика вимірювання приводяться у відповідних нормативних документах затверджених Держкомзв'язку України (ДКЗ) .

Нижче розглядаються електричні параметри і характеристики простих та складених каналів ТЧ і типових сіткових трактів (первинних – ПМТ, вторинних – ВМТ, третинних – ТМТ, четвертинних – ЧМТ) магістральних первинних мереж та їх нормування.

В загальному випадку, виходячі із специфіки і функціональної розбіжності електричні параметри і характеристики КТЧ і МТ, утворені АСП з ЧРК, можна розподілити на наступні п'ять груп:

- параметри входу і виходу КТЧ і МТ,
- залишкове згасання і його характеристики,
- фазочастотні характеристики КТЧ і МТ,
- перешкоди в КТЧ і МТ,
- специфічні параметри КТЧ і МТ.

7.2. Параметри входу і виходу каналів та мережних трактів .

До параметрів входу і виходу каналів та трактів відносяться : робоча смуга частот (РСЧ); номінальний вхідний ($R_{вх}$) і вихідний ($R_{вих}$) опір; коефіцієнт відбиття (δ); згасання розбіжності (Аб).

Звичайно (в багатьох випадках) $R_{вх} = R_{вих} = R_0$, R_0 - опір зовнішніх ланцюгів , який вважається дійсним і постійним в РСЧ .

$$\delta = \left| \frac{Z_{к(тр)} - R_0}{Z_{к(тр)} + R_0} \right|$$

де $Z_{к(тр)}$ - повний вхідний або вихідний опір каналу (тракту)

$$Аб = 20 \lg 1/\delta , \text{ дБ}$$

Параметри входу і виходу **КТЧ** і **МТ** та їх нормування вказані в табл.7.2.

Таблиця 7.2

Вид каналу (тракту)	R_0 , Ом	δ , %	A_δ дБ	Частоти вимірювань (δ, A_δ); кГц	Робоча полоса частот кГц
1	2	3	4	5	6
КТЧ	600	≤10	≥20	0,3; 1,02, 3,4	0,3.....3,4
ПМТ	150			62;83,92;106	60,6..107,7
ВМТ	75			315;408,08;549	312,3..551,4
ТМТ	75			814;1555,92;2040	812,6...2043,7
ЧМТ	75			8518;11150,09;12387	8516..12388

7.3. Залишкове згасання та його характеристики.

Як відомо, залишкове згасання (A_r) **КТЧ** і **МТ** визначається величинами рівней передачі ($p_{пер}$) та прийому ($p_{пр}$) вимірюваного сигналу на визначеній встановленій частоті ($f_{вмт}$) (для **КТЧ** і **МТ**) і характеризується помилкою встановки $A_r(\Delta)$ та середньоквадратичним відхиленням $A_r(\delta)$. Значення цих параметрів для 4-провідного входу (виходу) **КТЧ** і **МТ** вказані в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3

Вид каналу (тракту)	$p_{пер}$ дБ	$p_{пр}$ дБ	A_r дБ	Δ дБ	δ дБ	$f_{уст}$ кГц
1	2	3	3	4	6	7
КТЧ	-13	4	-17	±0,5	1	1,02
ПМТ	-36	-23	-13	±0,15		83,92
ВМТ	-36	-23	-13		0,5	408,08
ТМТ	-36	-23	-13			1555,92
ЧМТ	-33	-25	-8			11150,08

Від'ємна (мінусова) величина A_r , означає, що **КТЧ** (**МТ**) має місце залишкове підсилення (S_b), $S_b = -A_r$, дБ.

До характеристик залишкового загасання **КТЧ** і **МТ** відносяться частотна характеристика залишкового загасання (**ЧХ** A_r) та амплітудна характеристика (**АХ**).

Як відомо, **ЧХ** A_r є залежністю A_r від частоти вимірюваного сигналу в межах робочої смуги частот **КТЧ** (**МТ**) при постійному рівні передачі $P_{пер}$,

$$A_r = \varphi(f)$$

$$p_{пер} = p_n$$

Нормується **ЧХ** A_r як відхилення залишкового згасання (ΔA_r) на поточній частоті в межах робочої смуги частот **КТЧ** (**МТ**) ($A_r f$) від величини A_r на встановленій частоті ($A_r f_{вст}$) на тих же умовах ,

$$\Delta A_r = \varphi(f) \Big|_{p_{пер.} = p_{н.}}$$

Норма (шаблон) **ЧХ** A_r для простого **КТЧ**(**МТ**) довжиною **2500**км.та для складеного **КТЧ** (**МТ**) довжиною **12500**км. і чотирьох тразитів по **ТЧ** представлена на Рис.7.2 , а для **МТ** (простого **ПрТ** і складеного **Склад.Т**) на Рис . 7.3 .

АХ **КТЧ** (**МТ**) є залежністю A_r від $p_{пер.}$ при постійній частоті вимірюваного сигналу, яка дорівнює встановленій ($f_{вст.}$) , т. ч. $A_r = \varphi(p_{пер.})$ на $f = f_{вст.}$

Нормується **АХ** у вигляді залежності величини відхилення залишкового згасання (ΔA_r) (при поточному значенні $p_{пер.}$ ($A_r p_{пер.}$)) від величини A_r пр. при $p_{пер.}$, яка дорівнює номінальному ($A_r p_{пер. н.}$) , від величини відхилення $p_{пер.}$ ($\Delta p_{пер.}$) (при поточному значенні $p_{пер.}$ від величини $p_{пер.}$, яка дорівнює номінальному

$$(p_{пер. н.}) , \text{ т. ч. } \Delta A_r = \varphi(\Delta p_{пер.})_{f=f_{вст.}}$$

де $\Delta A_r = A_r p_{пер.} - A_r p_{пер. н.}$; $\Delta p_{пер.} = p_{пер.} - p_{пер. н.}$

Норма (шаблон) **АХ** для **Пр.К** представлена на рис. 7.2.

Виміри **АХ** **КТЧ** проводяться на $f_{вст.} = 1,02$ кГц .

Трактовка норми **АХ** для **Пр.К** наступна при збільшенні $p_{пер.}$ (відносно $p_{пер. н.}$) на **3,5** дБ. **АХ** (ΔA_r) повинна бути прямолінійна з точністю $\pm 0,3$ дБ.

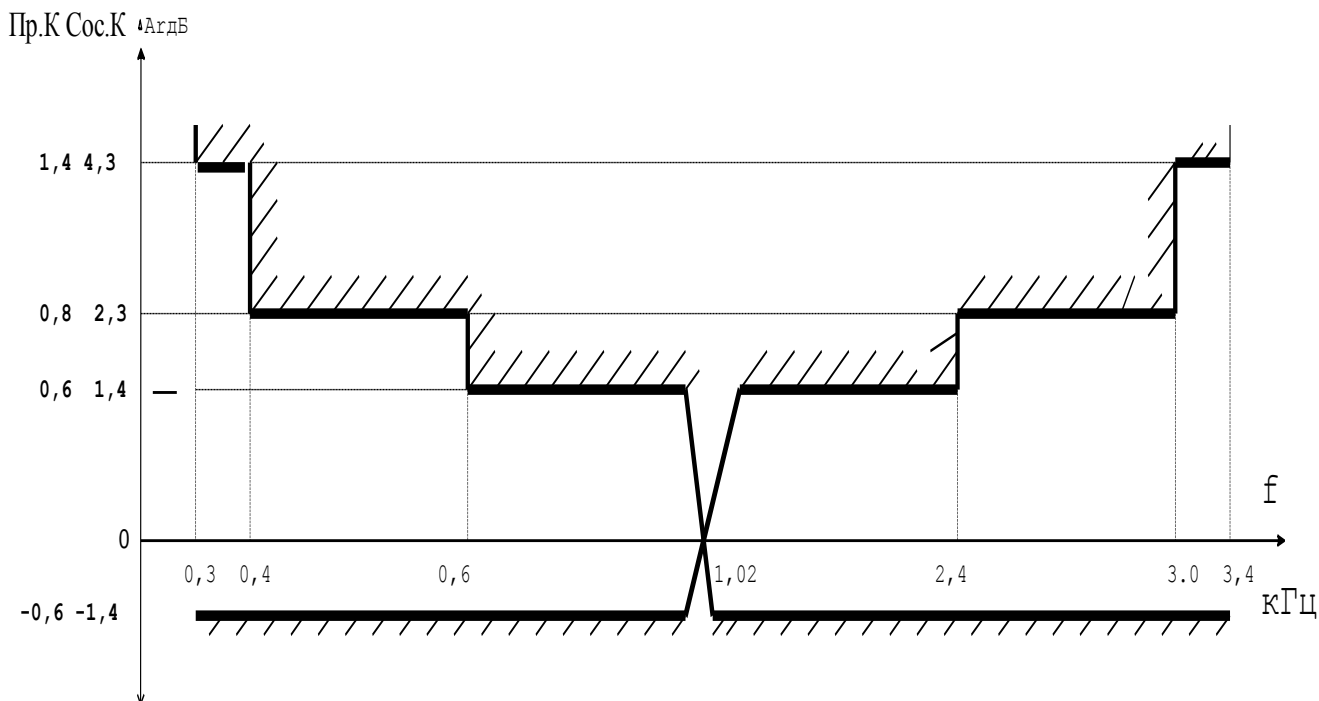


Рис.7.2

Пр. Т,Скл.Т ΔA_r дБ

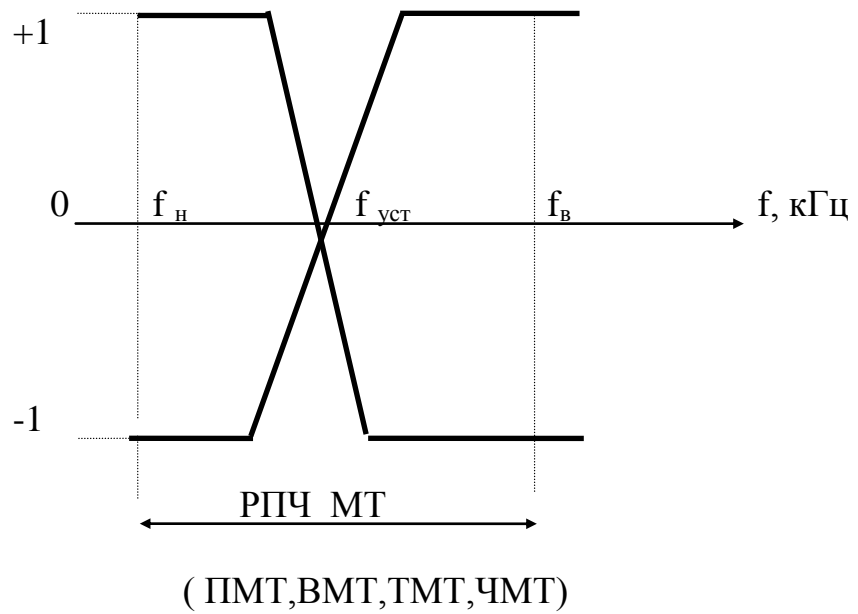


Рис. 7.3 .

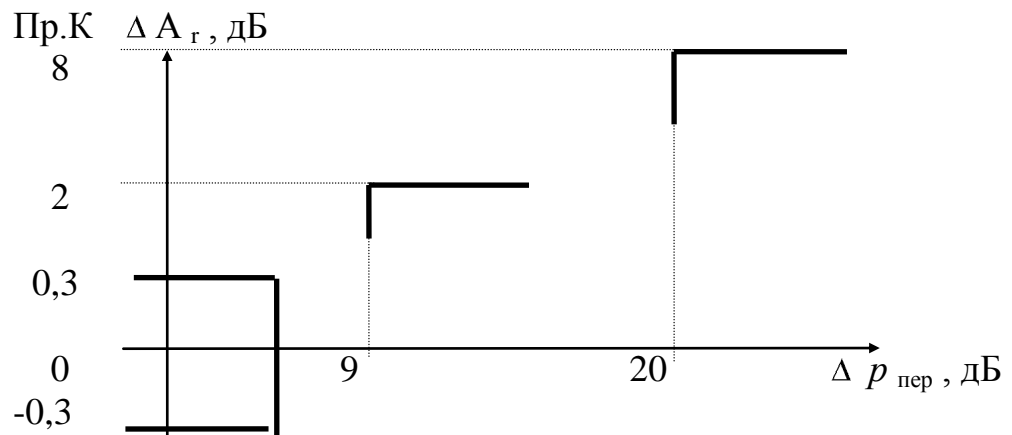


Рис. 7.4 .

(точка $\Delta p_{\text{пер}}=3,5$ дБ.), відповідає зміні $p_{\text{пер}}$ до порогу обмеження амплітуд, підключеного на 4-провідному вході (КТЧ); при збільшенні $p_{\text{пер}}$

(відносно $p_{\text{пер.н}}$) на 9дБ. і 20дБ. залишкове згасання КТЧ повинно збільшитися не менше, чим на 2дБ. і на 8дБ. відповідно (точки $\Delta p_{\text{пер.}} = 9$ дБ. і 20дБ. відповідають зміні $p_{\text{пер}}$ за порогом обмеження , обмежуюча амплітуда).

Наприклад , при 4-провідному вході (виході) КТЧ точці $\Delta p_{\text{пер.}} = 3,5$ дБ. відповідає $p_{\text{пер.}} = - 9,5$ дБ. , при цьому A_r повинно бути в межах 17,3..16,7дБ.

($S_r=16,7..17,3$ дБ.); точці $\Delta p_{\text{пер.}} = 9$ дБ. і 20дБ. відповідають $p_{\text{пер.}} = - 6$ дБ. і +7дБ., при цьому $A_r \geq 15$ дБ. ($S_r \leq 15$ дБ.) і $A_r \geq 9$ дБ. ($S_r \leq 9$ дБ.) відповідно.

Для складених КТЧ норми для АХ визначаються у відповідності з формулою: $\Delta A_r \text{ скл.к} = \Delta A_r \text{ скл.к} \cdot 0,5 \sqrt{n+1}$, де n-число транзитів по ТЧ .

Норма (шаблон) АХ при Пр.Т і склад. Т показана на Рис. 7.5 ,

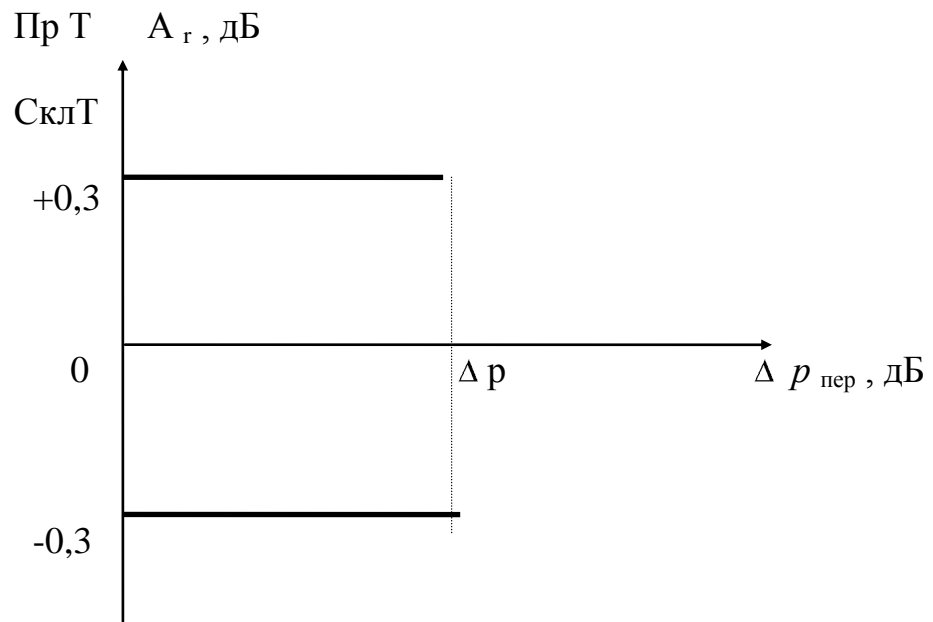


Рис. 7.5.

де Δp представлений в таблиці 7.3 .

Таблиця 7.4

$\Delta p, \text{дБ}$			
1	2	3	4
ПСТ	ВСТ	ТСТ	ЧСТ
24	26	28	30

7.4. Фазочастотні характеристики.

Оскільки на якість передачі сигналів впливає не абсолютна зміна фази " β ", а зміна " β " при зміні частоти переданого сигналу, то для оцінки **ФЧХ** використовують параметр, який називають груповим часом проходження (ГЧП) $(t_{\text{гчп}}) = t_{\text{гчп}} = d\beta/d\omega$.

Нормують **ЧХ** $t_{\text{гчп}}$ як відхилення групового часу проходження ($\Delta t_{\text{гчп}}$) на поточній частоті в межах **РСЧ КТЧ** ($t_{\text{гчп}} f$), по відношенню до $t_{\text{гчп}}$ на частоті **1,9** кГц ($t_{\text{гчп}} 1,9$): $\Delta t_{\text{гчп}} = t_{\text{гчп}} f - t_{\text{гчп}} 1,9$

Так як фазові спотворення не впливають на якість телефонного зв'язку, то **ЧХ** $t_{\text{гчп}}$ нормують тільки для **КТЧ**, які використовуються для передачі нетелефонних сигналів (наприклад сигналів дискретної інформації).

Норма **ЧХ** $t_{\text{гчп}}$ для простих **КТЧ** (**Пр.К**) (при **9** транзитах по **ВЧ**) представлена на Рис. 7.6 .

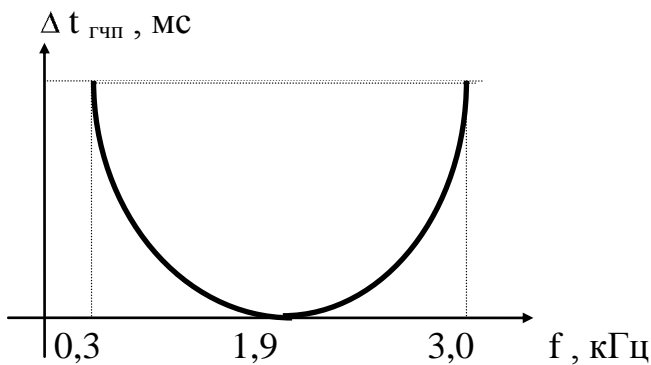


Рис.7.6.

Для складових **КТЧ** (Склад. К)

$$\Delta t_{\text{гчп скл. к.}} = \Delta t_{\text{гчп пр. к}} (n+1)$$

Для простих **СТ** нормування $\Delta t_{\text{гчп}}$ здійснюється на краях робочої смуги частот (**РСЧ**) від номінального значення, визначеного (шляхом вимірювання).

Норми $\Delta t_{\text{гчп}}$ представлені в таблиці 7.5 .

Для складених **МТ** норми $\Delta t_{\text{гчп}}$ збільшується пропорційно числу транзитів по **ВЧ**, т. ч. $\Delta t_{\text{гчп скл.к.}} = \Delta t_{\text{гчп пр.к.}} (m+1)$ де **m**- число транзитів по **ВЧ** .

Таблиця 7.5.

Тип МТ	$\Delta t_{\text{гчп}}$, мс
ПМТ	30
ВМТ	25
ТМТ	15
ЧМТ	10

7.5. Завади у каналах ТЧ та мережних трактах .

Розрізняють : флуактаційні , селективні та імпульсні завади .

Флуактаційні завади визначаються :

-тепловими завадами лінії та власними перешкодами лінійних підсилювачів (**ЛП**), - завадами нелінійного походження (**ЗНП**) та завадами лінійних переходів (**ЗЛП**) . Дія завад в **КТЧ** оцінюється психофотметричною потужністю (напругою) завад , яку називають також потужністю (напругою) зважених перешкод :

$$P_{з. психоф.} = K^2 P_{з. інт.} ; U_{з. психоф.} = K U_{з. інт.} ,$$

де $K_{п.} = 0,75$ - психофотметричний коефіцієнт;

$P_{з. інт.}$, $U_{п. інт.}$ - відповідно інтегральна потужність і інтегральна напруга завад (потужність і напруга незважених завад) .

Згідно з рекомендаціями **МСЕ-Т** для еталонного гіпотетичного ланцюга (**ЕГЛ**) довжиною **2500**км середня за **ЧНН** психофотметрична потужність завад у **ТНВР** не повинна перевищувати **10000**пВт O_n , з яких:

-**7500** пВт O_n відводиться на завади **ЛТ**,

-**2500** пВт O_n відводиться на завади кінцевих і транзитних пунктів (станцій);

$$P_{з. доп. егл} = P_{з. доп. лт} + P_{з. доп. кс.}, \text{ т.ч.}$$

$$P_{з. доп. егл} = 7500 \text{ пВт } O_n + 2500 \text{ пВт } O_n = 10000 \text{ пВт } O_n$$

Дозволена психофотметрична потужність завад для **КТЧ** (простих та складових) визначається у відповідності з виразом :

$$P_{з. доп. ктч} = P_{з. доп. лт} + P_{з. доп. кс.} + n_{тч} P_{з. тч} + n_{пг} P_{з. пг} + n_{вг} P_{з. вг} + n_{тг} P_{з. тг} + \dots + n_{в} P_{з. в},$$

де $P_{з.доп.лт}$ - допустима потужність завад лінійного тракту, обумовлена ВП, ЗНП, ЗЛП.

$$P_{з.доп.лт} = P_{вп} + P_{зп} + P_{злп} = P_{з.доп.1км} \cdot L \text{ пВт Он ,}$$

де $P_{з.доп.1км}$ - допустима потужність завад на один кілометр .

Якщо вважати, що джерела завад розподілені по довжині лінії передачі рівномірно, тоді $P_{з.доп.1км}$ для більшості БСП складає :

$$P_{з.доп.1км} = P_{з.доп.лт} / L_{егл} = 3 \text{ пВт Он / км.}$$

Для міжнародного зв'язку цю норму знижують до 1,5 і навіть до 1,0 пВт Он / км

В лінійних трактах по коаксіальним кабелям $P_{з.доп.1км}$ розподіляється

наступним чином : $2/3 P_{з.доп.1км}$ - на ВП і $1/3 P_{з.доп.1км}$ - на ЗНП .

У ЛТ по симетричним кабелям.

$1/4 P_{з.доп.1км}$ - на ВП , $1/4 P_{з.доп.1км}$ - на ЗНП і $1/2 P_{з.доп.1км}$ - на ЗЛП .

$P_{з.доп.кс}$ - потужність завад двох кінцевих станцій ; $P_{з.доп.кс} = 500 \text{ пВт Он}$

$P_{з.тч}$ - потужність завад одного транзиту по ТЧ; $P_{з.тч} = 500 \text{ пВт Он}$;

$P_{з.пг}$ - потужність завад одного транзиту по ПГ; $P_{з.пг} = 333 \text{ пВт Он}$;

$P_{з.вг}$ - потужність завад одного транзиту по ВГ; $P_{з.вг} = 217 \text{ пВт Он}$;

$P_{з.тг}$ - потужність завад одного транзиту по ТГ; $P_{з.тг} = 116 \text{ пВт Он}$;

$P_{з.в}$ - потужність завад , які вносяться в тракт прямого проходження

апаратурою виділення каналів ;

$$P_{з.в} = 30 \text{ пВт Он .}$$

$n_{тч}, n_{пг}, n_{вг}, n_{тг}, n_{в}$ - відповідно кількість транзитів по ТЧ, ПГ, ВГ, ТГ і пунктів виділення каналів (ПВК) .

Допустима потужність незважених завад для СТ (простих і складових) визначається відповідно з виразом :

$$P_{з.доп.ст} = Q P_{з.доп.ктч} , \text{ пВтО ;}$$

$$\text{де } Q \approx (1 / \kappa\pi)^2 \times (\Delta f_{ст.}) / (\Delta F_{ктч}) - \text{ коефіцієнт ,}$$

який визначається відношенням ширини РСЧ СТ ($\Delta f_{ст}$) до ширини РСЧ КТЧ ($\Delta F_{ктч}$).

Наприклад , для ТСТ $Q = 1 / 0,56 \times (2043,7 - 812,6) / (3,4 - 0,3) = 706,9 \approx 707$

Значення коефіцієнту Q для типових МТ представлені в таблиці 7.6 .

Таблиця 7.6

Q	Тип МТ			
	ПМТ	ВМТ	ТМТ	ЧМТ
	27,6	138	707	2224

Селективні завади уявляють собою синусоїдальний сигнал (або суму таких сигналів) , які попадають у смугу частот **КТЧ** і **МТ** .

Основними джерелами селективних завад для **КТЧ** є джерела живлення на будь-якій частоті (**50,100,150, 200,250 Гц**) , залишки струмів несучих частот ($f_{\text{нес}}$) , струмів частот виклику ($f_{\text{вик}}$) в смузі частот **КТЧ** .

Норми для рівнів селективних завад в **КТЧ** і **МТ** , в залежності від виду завад , представлені в таблиці 7.7.

Таблиця 7.7

Вид завад	$P_{\text{зав}}$ дБм0		
	КТЧ Пр.К,Скл	МТ Пр.Т	МТ Скл.Т
від джерел живлення	-50	-	-
від струму $f_{\text{нес}}$	-40	-50	-26
від струму $f_{\text{вик}}$	-50	-	-
від залишків струму $f_{\text{кч}}$	-	-45	-26

Імпульсні завади можуть з`являтися за рахунок відсутності контактів і короткочасних перевантажень в **ЛТ** . Нормуються по сумарному відносному часу їх дії (**СВЧД**) .

Для простих і складових **КТЧ** і всіх **МТ** (але не призначених для організації по них **ШК**) довжиною $L_{\text{км}}$ імпульсні завади , які перевищують поріг аналізу по рівню мінус **15** дБм0 та тривалістю більше **500**мкс

$$(P_{\text{із}} > -15 \text{ дБм0}, t_{\text{із}} > 500 \text{ мкс}),$$

також короткочасна відсутність рівня сигналу більше, чим на **18...20**дБ.

вважається припустимою , якщо за годинні проміжки часу

$$\text{СВЧД} < 6 \cdot 10^{-5} L / 12500.$$

Крім розповсюдження видів завад в **КТЧ** і **МТ** можуть утворюватися також чіткі перехідні завади між каналами і трактами.

Ці чіткі взаємні впливи можуть з`являтися за рахунок нелінійних спотворень в вузлах **МТ** , більш високих порядків, за рахунок недостатнього екранування з`єднувальних ліній в апаратурі організації трактів (**АО МТ**) , а також взаємного впливу між ланцюгами симетричного кабелю , по яким роблять одноіменні **БСП**.

Ступінь чіткого взаємного впливу оцінюється параметром захищеність від чітких завад (**Аз чз**) .

За нормою для простих **КТЧ**: $A_{\text{з чз}} > 70 \text{ дБн0}$ і $A_{\text{з ел}} > 65 \text{ дБн0}$ відповідно для **90%** і **100%** можливих комбінацій між каналами розміщення по 2 з **N** однотипних каналів з яких один впливовий другий - піддається впливу.

Для складових **КТЧ** ця норма знижується :

$$A_{\text{з чз}} > 58 \text{ дБн0} \text{ і } A_{\text{з ел}} > 52 \text{ дБн0}$$

відповідно для **90%** і **100%** можливих комбінацій між каналами .

Вимірювання $A_{\text{з чз}}$ здійснюється на $f_{\text{вст.}} = 1,02 \text{ кГц}$.

Для простих **МТ** на будь-якій частоті **РСЧ**: $A_{\text{з чз}} > 78 \text{ дБн0}$ і $A_{\text{з ел}} > 74 \text{ дБн0}$ відповідно для **90%** і **100%** можливих комбінацій між трактами .

Для складених **МТ** норма знижується на величину **10 lg m** (**m** - число транзитів по **ВЧ**). Для **БСП**, які працюють на паралельних ланцюгах симетричного кабелю норми **Аз** чз для **КТЧ** і **МТ** знижуються (норма для **КТЧ** і **МТ** довжиною **L=12500** км виконуються тільки на **L = 2500** км).

Для **БСП**, які працюють на паралельних ланцюгах **ПЛЗ** чіткі впливи не збільшуються (за рахунок інверсії і зсуву частот лінійного спектру), хоча ланцюги **ПЛЗ** мають невисоку захищенність.

7.6. Специфічні параметри каналів і мережних трактів.

До специфічних параметрів **КТЧ** і **МТ АСП** відносяться: зсув частот (Δf) та стрибки фази ($\Delta\delta$). Оскільки в **АСП** використовується односмугова **АМ** без передачі сигналу несучої частоти, то на прийомі використовують автономні задаючі генератори (**ЗГ**) і за рахунок розбіжності частот **ЗГ** між приймачем та передавачем з'являється зсув частот переданого сигналу.

Це мало впливає на якість переданого телефонного сигналу навіть в межах відхилень частоти **ЗГ** на $\Delta f = \pm 20$ Гц.

Однак це є неприйнятним для передачі сигналу дискретної інформації.

Згідно з нормою для простих **КТЧ**; **L = 2500** км, без транзитів по **ВЧ** складає $\Delta f \leq 0.5$ Гц.

Для простих **КТЧ** і складених **МТ** (**L = 2500** км, з 9-ма транзитами по **ВЧ**) складає $\Delta f \leq 1$ Гц.

Для складених **КТЧ** і **СТ** (**L = 12500** км з 49-ма транзитами по **ВЧ** і **ТЧ**) складає $\Delta f \leq 1.5$ Гц.

З метою підвищення надійності роботи **ЗГ** в **АСП** використовується його гаряче резервування одним або декількома **ЗГ**, які знаходяться в робочому режимі. У разі переключення генераторного обладнання **ГО** на резервний **ЗГ** відбувається стрибок фази переданого сигналу. Це може призвести до збоїв при передачі сигналів дискретної інформації (**ДІ**).

Тому встановлені наступні норми за мінімально дозволений час (t_{\min}) між появами зсувів фази в **КТЧ** і **МТ** (**L = 12500** км, з 49-ма транзитами по **ВЧ** і **ТЧ**), які представлені в таблиці 7.8.

Таблиця 7.8

	КТЧ	ПМТ	ВМТ	ТМТ	ЧМТ
t_{\min} , год.	1,5	2.0	2,5	3.0	3,5

З іншим числом транзитів (**n**):

$t_{\min n} = t_{\min 49} \sqrt{49/n}$, год, де **n**- число транзитів по **ВЧ** і **ТЧ**.

Слід відзначити, що **ШК**, які організовані на базі **МТ**, мають аналогічні параметри та характеристики з тою ж величиною їх нормування, як і відповідні **МТ**

Розбіжності тільки в робочій смузі частот (**РСЧ**) та допустимій потужності передаваного сигналу ($P_{\text{доп.с}}$), значення, яких для **ШК** і відповідних їм **МТ** представлені в таблиці 7.9.

Таблиця 7.9

Параметри	МТ і ШК							
	ПМТ	ПШК	ВМТ	ВШК	ТМТ	ТШК	ЧМТ	ЧШК
РСЧ,кГц	60,6... ..107,7	65.... ..103	312,3.. ..551,4	350... 530,4	812,6.. 2043,7	900... 1900	8516.. 12388	9300.. 1170
$P_{доп.с}$ мВт0 за год	3.0	0,384	8.0	1,92	15.0	9,6	45.0	28,8

7. Параметри і характеристики лінійних трактів АСП .

Як відомо лінійні тракти(ЛТ)АСП, які працюють по провідним лініям зв'язку складаються з кінцевої апаратури(КА ЛТ),проміжної апаратури(ПАЛТ) а також ділянок ліній зв'язку між ними.

Структурна схема ЛТ АСП представлена на Рис.7.7

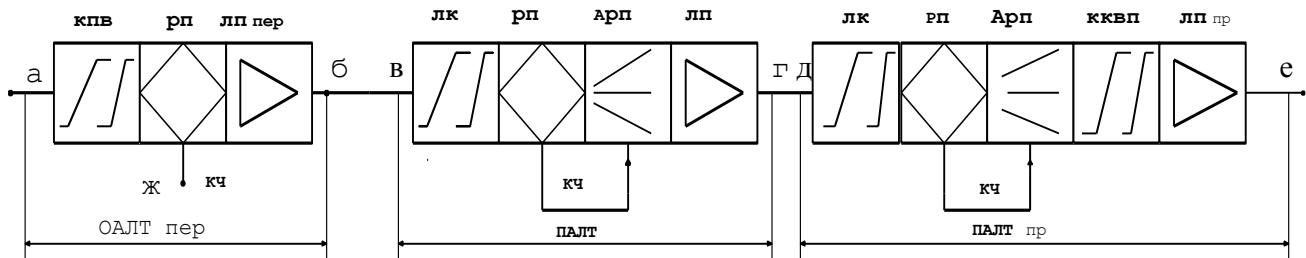


Рис.7.7

- ВП** - контур попереднього викривлення;
- ККПВ** - контур компенсації попереднього викривлення;
- РП** - розв'язуючий пристрій;
- АРП** - пристрій автоматичного регулювання підсиленням;
- ЛП** - лінійний підсилювач.

До основних параметрів та характеристик ЛТ АСП належать :

- діаграма рівнів ЛТ (ДРЛТ),
- частотна характеристика залишкового згасання ЛТ (ЧХ A_r ЛТ) ;
- амплітудна характеристика ЛТ (АХ ЛТ) ;
- точність узгодженого вхідного і вихідного опору апаратури ЛТ з номінальними значеннями (δ вх (вих)) ;
- захищеність від перехідних впливів (А з. пв) ;
- нелінійні викривлення ЛТ .

ДР ЛТ є одною з найважливіш характеристик ЛТ і представляє собою графік значень вимірювального рівня ($p_{вим.}$) на входах та виходах КА ЛТ та ПА ЛТ (точки а,б,в,г,д,е,ж) на Рис. 7.7 .

ДР ЛТ вимірюється та нормується звичайно на віртуальних несучих частотах верхнього і нижнього в лінійному спектрі КТЧ ($f_{вирт.в}$, $f_{вирт.н}$) , а також на частоті основного контрольного сигналу , в якості якого використовується сигнал основної КЧ ($f_{кч}$) . Для перших двох ДР ЛТ початкової і кінцевої точками ДР ЛТ - точки ж,д .

Відхилення ДР ЛТ від номінальної ДР ЛТ свідчить про порушення роботи ЛТ і як слідство - про погіршення якості передачі сигналів по КТЧ . Так при збільшенні Рвим. від Рвим. Ном. у верхніх точках ДР ЛТ (точки в,г,е) призводить до різкого збільшення нелінійності ЛТ і слідом - до збільшення взаємних впливів між КТЧ та збільшення потужності нелінійних завад в КТЧ , а зменшення Рвим. від Рвим.ном в нижніх точках ДР ЛТ (точки в,д) призводить до зменшення захищеності від власних завад (А з. в з) підсилювального устаткування ЛТ і слідом - до збільшення потужності власних завад (Р сп) .

Точність установлення ДР ЛТ визначається похибками корекції амплітудно-частотних викривлень ділянок ЛТ і складає як правило $\pm (0.4...0.7)$ дБ .

При контролі ДР ЛТ (в процесі експлуатації АСП) необхідно враховувати сезонні зміни згасання у фізичних ланцюгах у вигляді відповідних поправок .

Ці поправки приводяться в технічній документації конкретної АСП .

Розраховується ДР ЛТ для максимальної , середньої і мінімальної температури ґрунту на глибині заковки кабеля .

ЧХ Аг ЛТ також є важливою характеристикою ЛТ .

Величина нерівномірності ЧХ Аг ЛТ визначається відносно номінальної величини Аг ном. ЛТ на частоті, вказаній в технічній документації конкретної АСП . Як правило ця частота вибирається близькою до частоти основного контрольного сигналу (основної КЧ) : $\Delta A_r = A_r f - A_r f_{ном.}$; $f_n \approx f_{кч}$.

Нерівномірність ЧХ Аг ЛТ (ΔA_r) , як правило не повинна перевищувати декількох долей дБ .

Ці норми залежать від довжини ЛТ (числа підсилювальних ділянок) , що оговорюється в технічних вимогах на устаткування ЛТ конкретної АСП .

АХ ЛТ визначається на тій же частоті , що і ЧХ Аг ЛТ та представляє собою залежність Аг ЛТ від рівня вхідного сигналу :

$$\Delta A_r = \varphi(p_{вх}) \quad \left| \quad \begin{array}{l} \\ \mathbf{f} = \mathbf{f}_н \end{array} \right.$$

Нормується : $\Delta A_r = \varphi(\Delta p_{вх})$, де $\Delta A_r = A_r p_{вх ном.}$, $\Delta p_{вх} - p_{вх ном.}$

Відомо , що АХ ЛТ близька до АХ ідеального обмежувача амплітуд . Тому для неї нормують лише ступінь прямолінійності при збільшені $p_{вх}$ від $p_{вх ном.}$ на визначене значення конкретної АСП , вказаній в технічній документації (наприклад для СП К-300 $\Delta p_{вх} = 26$ дБ). При цьому відхилення АХ ЛТ від горизонтальної прямої повинно бути не більше 1дБ : $\Delta A_r \leq \pm 1$ дБ .

Для ЛТ сучасних потужних АСП АХ ЛТ не нормується . Нормується лише АХ проміжних станцій , які входять до складу ЛТ цих АСП .

Точність узгодження вхідного (вихідного) опору апаратури АТ з їх номінальним значенням оцінюється коефіцієнтом розбіжності ($\delta_{вх (вих)}$) :

$$\delta_{вх (вих)} = \left| \frac{Z_{вх (вих)} - Z_{ном}}{Z_{вх (вих)} + Z_{ном}} \right| 100\%$$

Для більшості ЛТ $\delta_{вх (вих)}$ не повинен перевищувати 10% у всьому робочому діапазоні частот ЛТ .

Рівень власних завад ЛТ ($P_{вз}$) визначається як допустимий рівень незважених (інтегральних) завад на вході ЛТ в смузі частот КТЧ у ТНВР

($p_{з\text{ інт ЛТ}}$, дБМО). Контроль $p_{з\text{ інт ЛТ}}$ як правило здійснюють не тільки на вході ЛТ , але і на виходах підсилювачів проміжних пунктів(ППП) , які входять в ЛТ .

При цьому контролюючі рівні можуть знаходитись у слідуючих межах :

$$p_{з\text{ інт. ппп}} \leq (-90 \dots -60) \text{ дБМО.}$$

Захищенність від перехідних впливів ($A_{з\text{ пв}}$) як параметр використовується тільки для ЛТ АСП , які працюють по паралельним ланцюгам симетричного кабелю . $A_{з\text{ пв}}$ визначається для синусоїдальних сигналів на ділянках робочого діапазону частот ЛТ . Норма на $A_{з\text{ пв}}$ встановлюється у відповідності з довжиною ЛТ і вказується в технічній документації конкретної АСП .

Нелінійні спотворення ЛТ кількісно визначаються як згасання по другій і третій гармонікам ($A_{2г}$, $A_{3г}$) сигналів розміщених на різних ділянках робочого діапазону частот ЛТ . Як правило частоти та рівні сигналів , а також спосіб вимірювання і норми на $A_{2г}$ та $A_{3г}$ вказуються в технічній документації конкретної АСП .

Звичайно $A_{пг}$ ($n = 2, 3$) для ЛТ АСП досить значні (до 110 дБ), із збільшенням довжини ЛТ (L) $A_{пг}$ буде зменшуватися на величину $10 \lg L / L_{\text{норм.}}$

де $L_{\text{норм.}}$ - довжина ЛТ , для якої нормовані $A_{пг}$.

Контрольні запитання

1. Типи каналів і трактів АСП ЧРК.
2. Яка кількість транзитів по ТЧ і ВЧ допускається на різних ділянках первинної мережі (місцевих, внутрішньозонових, магістральних)?
3. Структура типових мережних трактів, формування широкосмугових каналів.
4. Які параметри і характеристики каналів ТЧ та мережних трактів відносяться до основних і які – до додаткових?
5. На які канали ТЧ складаються електричні паспорти?
6. Порядок складань і форма електричного паспорту на канали ТЧ?
7. Які параметри відносяться до параметрів входу і виходу каналів ТЧ та мережних трактів і як вони нормуються?
8. Залишкове загасання каналів ТЧ та мережних трактів, його характеристики і їхнє нормування.
9. азочастотні характеристики каналів ТЧ та мережних трактів, їхнє нормування.
10. Типи завод у каналах ТЧ та мережних трактах і чим вони обумовлені.
11. Яка припустима потужність завод для кабельних гіпотетичних ланцюгів і як вона розподіляється?
12. Які завади відносяться до флюктуаційних і як оцінюється їхня дія в каналах ТЧ та мережних трактах?
13. За рахунок чого виникають селективні завади в каналах ТЧ та мережних трактах і як вони нормуються?
14. За рахунок чого виникають імпульсні завади в каналах ТЧ та мережних трактах і як вони нормуються?
15. Що відноситься до спеціфічних параметрів каналів ТЧ та мережних трактів, за рахунок чого вини виникають і як вони нормуються?
16. За рахунок чого виникають виразні перехідні впливи в каналах ТЧ та мережних трактах і як вони нормуються?
17. Що відноситься до параметрів і характеристик лінійних трактів АСП і як вони визначаються?

Список рекомендованої літератури.

1. Бондаренко В.Г. Скрипченко О.М. Параметри і характеристики каналів та трактів аналогових систем передачі. ДУІКТ, К – 2002, 31 с.
2. Бондаренко В.Г. Многоканальные системы передачи первичной сети связи Украины., МС Украины, УМО “Связь Украины”. К – 1994, 50 с.
3. Правила технічної експлуатації первинної мережі ЄНСЗ України . Частина перша. “Основні принципи побудови та організації технічної експлуатації”, КНД – 45 – 140 – 99 К. ДКЗІУ – 2001 80 с.
Частина друга. Правила технічної експлуатації апаратури, обладнання, трактів і каналів передавання, КНД-45-162-2000 К. ДКЗІУ-2002 108 с.
4. Бондаренко В.Г. Методичні вказівки та контрольні завдання з дисципліни “Технічне обслуговування телекомунікаційних систем та мереж” для студентів 5-го курсу факультету дистанційного та заочного навчання спеціальностей: “Телекомунікаційні системи та мережі” “Інформаційні мережі зв’язку” ДУІКТ – 2000 – 10 с.
5. Бондаренко В.Г., Чупенко А.О. Методичний посібник до лабораторних занять № 1 - 3 з дисципліни “Технічне обслуговування телекомунікаційних систем та мереж “, К. ДУІКТ 2002, 20 с.
6. Бондаренко В.Г. Комплексне завдання з дисципліни “Технічне обслуговування телекомунікаційних систем та мереж” Для студентів 4 курсу ДФН факультетів ТК, ІМЗ ДУІКТ, К-2002, 7 с.
7. Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем та мереж зв'язку. Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком “Телекомунікації” з дисципліни ,ТЕСЗ,-К ДУІКТ 2012 р 847с

8. Параметри каналів і трактів ЦСП. Методи вимірювання.

8.1. Параметри каналів і трактів ЦСП

8.1.1 Загальні положення

ЦСП створюють типові канали ТЧ (КТЧ) з робочою смугою частот (РСЧ) 0.3....3.4 кГц, основні цифрові канали (ОЦК) зі швидкістю передачі $V=64$ кбіт/с. Канали і тракти ЦСП можуть бути простими (без транзитів) та складеними (з транзитами).

Структура та протяжність номінальних ланцюгів ОЦК, а також максимальна кількість транзитів по ТЧ на всіх ділянках цифрового первинного ланцюга вибираються звичайно такими ж, як і в аналоговій первинній мережі. При цьому максимальне число транзитів регламентується тільки для транзитів по ТЧ (тобто для транзитів з аналого-цифровим перетворенням), оскільки транзит сигналів у цифровій формі (транзит по ЦТ і ОЦК) не викликає погіршення якості передачі інформації, а номінальні ланцюги КТЧ та ОЦК повинні бути єдиними (рис 8.1).

При нормуванні параметрів КТЧ та ЦК цифрової первинної мережі за основу приймаються параметри ОЦК. Далі розглядаються параметри та їх нормування для простих КТЧ (з транзитами або без транзитів по ЦТ), створеними на базі ОЦК.

На рис.8.2 представлена структура ЦСП із зазначенням пунктів лінійного тракту, в яких можуть здійснюватися транзити по ТЧ, по ЦТ та виділення каналів. Можуть бути суміщені пункти виділення І Транзити каналів і трактів (ПВКТ), до складу яких входить апаратура ПВК, ПТ по ЦТ та ТЧ.

На рис.8.3 представлена структура КТЧ, ОЦК, типових первинних (ПЦТ), вторинних (ВЦТ), третинних (ТЦТ) та четвертинних (ЧТЦ) цифрових трактів.

На канали і тракти ЦСП складаються електричні паспорти, форма та зміст яких аналогічні електричним паспортам каналів і трактів АСП, але пристосовуються до параметрів каналів і трактів ЦСП.

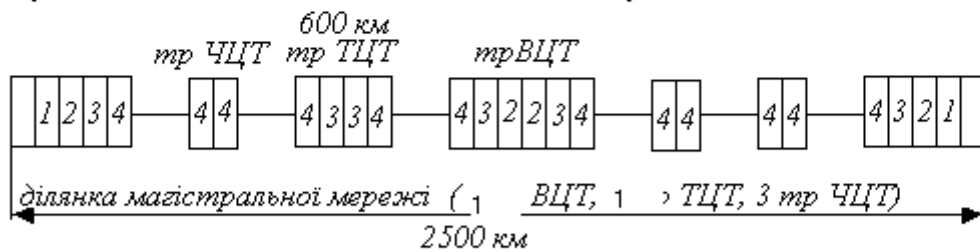
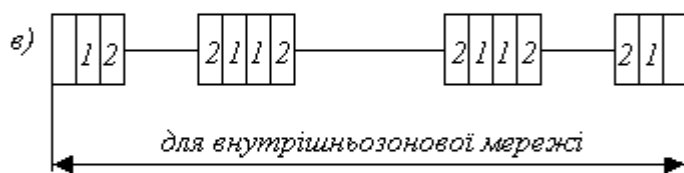
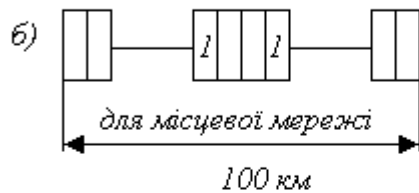
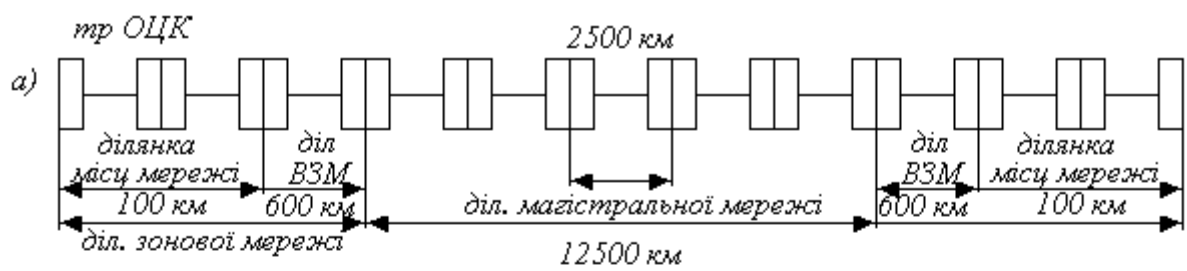
8.1.2. Параметри та характеристики каналів ТЧ ЦСП

Параметри і характеристики КТЧ ЦСП нормуються за рекомендаціями МККТТ і, в основному, співпадають з відповідними параметрами КТЧ АСП. Однак є специфічні параметри КТЧ ЦСП, пов'язані з аналого-цифровим перетворенням сигналів в ЦСП. Тому параметри і характеристики КТЧ ЦСП можна розділити на 3 групи:

- параметри КТЧ ЦСП, номінальні значення котрих такі самі, як і параметрів КТЧ АСП;

- параметри і характеристики КТЧ ЦСП, аналогічні параметрам і характеристикам КТЧ АСП, але які мають (в силу специфіки ЦСП) інші номінальні значення; специфічні параметри КТЧ ЦСП.

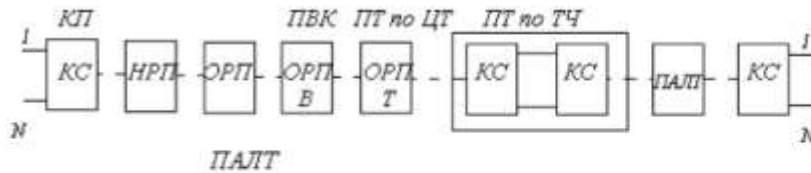
- параметри каналів ТЧ ЦСП, номінальні значення котрих такі ж, як і параметрів ТЧ АСП.



□ - каналотворююче обладнання ОЦК;

□_i - апаратура утворення *i*-го ЦТ (*i*=1, 2, 3, 4)

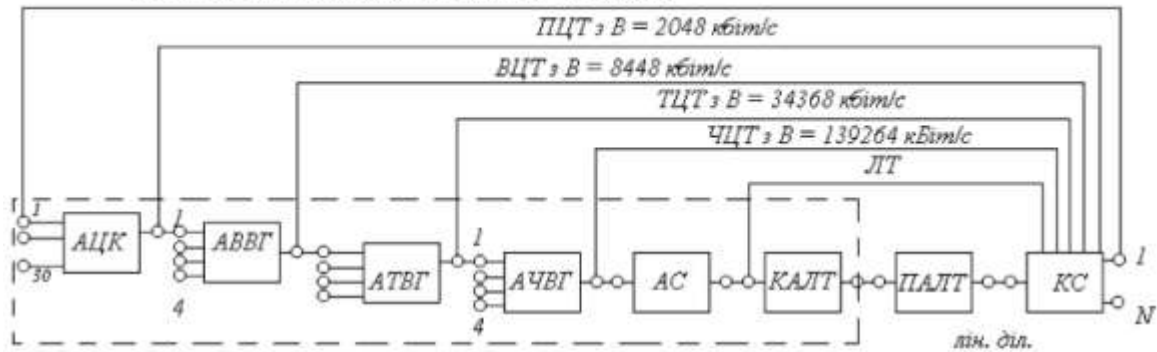
- Рис.8.1.



де *КС* - кінцева станція; *ПВК* - пункт виділення каналів;
ПТ по ТЧ - пункт транзиту по ТЧ;
ПТ по ЦТ - пункт транзиту по ЦТ (ОЦК);
ПАЛТ - проміжна апаратура лінійного тракту.

Мал. 8.2

КТЧ з СЧ 0,3... 3,4 кГц або ОЦК з $B = 64$ кбіт/с



Склад *КС*: *АЦК* - апаратура аналогового та цифрового каналування;
АБВГ, *АТВГ*, *АЧВГ* - апаратура відповідно вторинного, третинного,
 четвертинного, часового групування; *АС* - апаратура спряження,
КАЛТ - кінцева апаратура лінійного тракту.

Мал. 8.3

До даних параметрів належать вхідний (вихідний) опір КТЧ ($R_{вх(вих)}$);
 рівні передачі ($R_{пер}$), прийому ($R_{пр}$);
 величини залишкового згасання КТЧ (A_r) для 2- і 4-провідних закінчень
 КТЧ (2ПР, 4ПР), РСЧ. Значення цих параметрів приведені в табл.8.1.

Таблиця 8.1

$R_{вх(вих)}$, Ом	РПЧ, кГц,	$R_{пер}$, дБ		$R_{пр}$ дБ		A_r , дБ		Примітки
		2ПР	4ПР	2ПР	4ПР	2ПР	4ПР	
600	0,3 3.4	0	-	-7,0	-	7,0	-	Основні можуть бути встановлені
		0	-	-3,5	-	3,5	-	
		0	-	-1,8	-	1,8	-	
		-	13,0	-	+4,0	-	-17,0	
		-	-3,5	-	-3,5	-	0	

$R_{пер}$, $R_{пр}$, A_r вимірюється на $f_n=1,02$ кГц

**Параметри і характеристики каналів ТЧ ЦСП,
аналогічні параметрам і характеристикам каналів
ТЧ АСП, але які відрізняються номінальними значеннями**

До даних параметрів характеристик належать:

частотна характеристика залишкового згасання (ЧХАг), амплітудна характеристика (АХ), фазочастотна характеристика (ФЧХ), захищеність від розбірливих перехідних впливів між КТЧ (Аз рп.),

$$\text{ЧХАг: } \Delta A_{\Gamma} = \varphi(f) \left| \begin{array}{l} \text{де } \Delta A_{\Gamma} = A_{\Gamma f} - A_{\Gamma 1,02} \\ P_{\text{ВХ}} = P_{\text{ВХ.Н}} \end{array} \right.$$

Нормована характеристика (шаблон) для ЧХАг приведена на Рис. 8.4. Форма ЧХАг (ΔA_{Γ}) визначається канальними фільтрами низької частоти (ФНЧ). Для складених КТЧ, які мають n транзитів по ТЧ, норма для ΔA_{Γ} збільшується в $(n + 1)$ разів.

$$\text{АХАг: } \Delta A_{\Gamma} = \varphi(P_{\text{ВХ}}) \left| \begin{array}{l} \text{де } \Delta A_{\Gamma} = A_{\Gamma P_{\text{ВХ}}} - A_{\Gamma P_{\text{ВХ.Н}}} \\ F_{\text{Н}} = 1,02 \end{array} \right.$$

Нормована характеристика (шаблон) для АХ показана на мал. 8.5. Форма АХ залежить від нелінійності індивідуального та групового обладнання ЦСП. При малих входних рівнях ($P_{\text{ВХ}}$) спостерігаються суттєві спотворення, бо рівні $P_{\text{ВХ}}$ сумірні з величиною кроку квантування кодера. Тому пряmolінійність АХ збільшується зі збільшенням $P_{\text{ВХ}}$. При $P_{\text{ВХ}} i > +3$ дБ КТЧ перевантажується, A_{Γ} різко збільшується. Це і пояснюється тим, що даний входний рівень досягає порогу перевантаження $P_{\text{ВХ}} i$ і відповідає максимальному значенню цифрової кодової групи, яка формується кодером.

Під порогом перевантаження розуміють такий рівень входного гармонійного сигналу ($P_{\text{пер}}$), який повністю заповнює весь динамічний діапазон АХ кодера (Δ) і відповідає максимальному рівню квантування (мал. 1.5.). Чисельно $P_{\text{пор}} = 3,14$ дБ. Для складених КТЧ, які мають n транзитів по ТЧ, норма для ΔA_{Γ} збільшується у $(n+1)$ разів.

$$\text{ФЧХ: } t_{\Gamma \text{ВП}} = \varphi(f) \left| \begin{array}{l} \text{де } \Delta t_{\Gamma \text{ВП}} = t_{\Gamma \text{ВП} f} - t_{\Gamma \text{ВП} 1,9} \\ P_{\text{ВХ}} = P_{\text{ВХ.Н}} \end{array} \right.$$

Нормована характеристика $t_{\Gamma \text{ВП}}$ (шаблон) ФЧЧ показана на мал. 8.7. Форма ФЧЧ визначається канальними фільтрами типу ФНЧ. Для складених - КТЧ, які мають n транзитів по ТЧ, норма для $t_{\Gamma \text{ВП}}$ збільшується в $(n+1)$ разів.

Захищеність від розбірливих перехідних впливів

$$A_{\text{з.рп.}} = P_{\text{с}} - P_{\text{рп}},$$

де $P_{\text{с}}$ і $P_{\text{рп}}$ - відповідно рівень сигналу і рівень розбірливих завад на виході КТЧ. Вимірюється $A_{\text{з. рп}}$ на частоті $f_{\text{н}} 1,02$ кГц.

Норми: $A_{\text{з.рп}} \geq 65$ дБМО і $A_{\text{з.рп}} \geq 66$ дБМО відповідно для 100% і 90% комбінацій каналів (при використанні обладнання САЦО-30); $A_{\text{з.рп}} \geq 74$ дБМО і $A_{\text{з.рп}} \geq 77$ дБ відповідно, для 100% і 90% комбінацій каналів (при використанні обладнання САЦК). Для складених каналів, які мають n

транзитів по ТЧ, вказані норми зменшуються на величину $10 \lg(n+1)$.

Аз.рп визначається: якістю екранування індивідуальних аналогових пристроїв, похибками роботи групового АІМ-тракту, а також міжсимвольними спотвореннями цифрового сигналу в лінійному тракці ЦСП.

Специфічні параметри каналів ТЧ ЦСП

До даних параметрів відносяться шуми незайнятого каналу (ШНК), захищеність від шумів, квантування (Аз.кв.). ШНК визначається

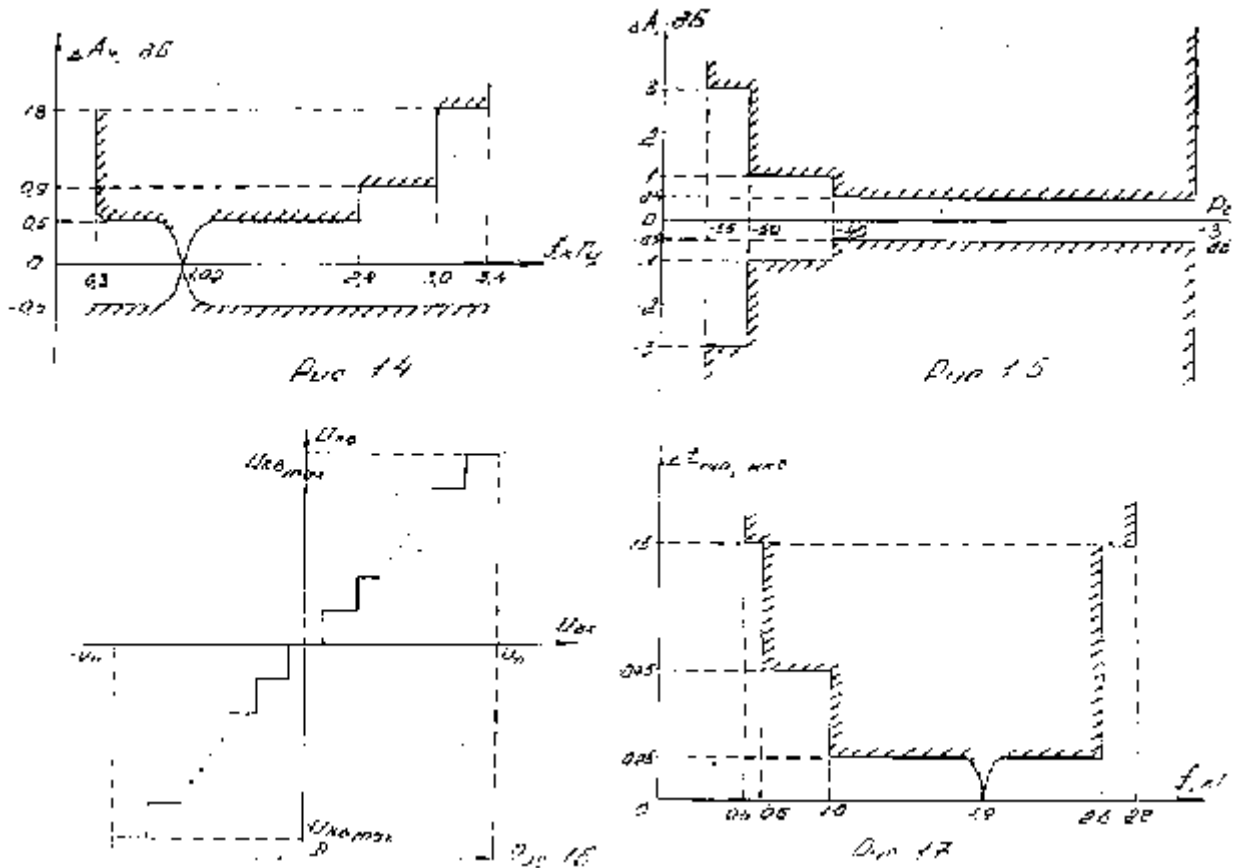


Рис.8.4-8.7

положенням АХ квантування кодера відносно "нульової" точки. Під впливом ряду дестабілізуючих факторів, наприклад, таких як нестабільність джерел живлення, розкиду параметрів елементів аналогової частини кодера, температурних нестабільностей та ін., можлива поява заважаючої напруги, котра викликає відхід "нуля" АХ квантування кодера (мал. 8.4). Це призводить до погіршення якості передачі телефонних сигналів, яке виявляється у збільшенні потужності завад на виході КТЧ.

З мал. 8.4 а,б видно, що ШНК будуть мати місце, якщо напруга шуму на виході КТЧ перевищить відповідно величини $\Delta/2$, $\Delta/4$, де Δ - крок у центральному сегменті АХ квантування кодера. А у випадку, показаному на рис. 8.4 в, ШНК завжди буде мати місце.

Кількісна оцінка ШНК виробляється по величині рівня психофотричної потужності завад в ТНОУ (Ршнк). Нормована величина Ршнк ≤ -65 дБмОп.

Аз кв визначається різницею рівнів сигналу (Рс) шуму квантування (Рш кв), який виникає на виході КТЧ за рахунок помилок квантування в

кодері, тобто: $A_{з.кв} = P_c - P_{ш.кв}$ Як встановлено, шуми квантування визначаються не тільки даними АХ квантування, але й характером перетворень сигналу Тому МККТТ рекомендує нормувати $A_{з.кв}$ як для гармонічного (синусоїдального) сигналу, так для псевдо випадкового сигналу. Під псевдовипадковим сигналом (ПВС) розуміють сигнал, миттєві значення складових котрого в діапазоні частот 0,1..0,2 кГц розподілені за нормальним законом і який має спектр частот, котрий не виходить за межі і 0 35 0 55 кГц, у якому повинно бути не менше 25 складових | з інтервалом між ними не більше 8 Гц. ПВС отримують за допомогою спеціального генератора псевдовипадкової послідовності (ГПВП), на виході якого включений калібровочний полосовий фільтр (КПФ).

Відомо, що $A_{з.кв}$ залежить від рівня сигналу на вході КТЧ ($P_{вх}$). Норми (шаблони) для $A_{з.кв}$ для гармонійного псевдовипадкового сигналів приведені відповідно на мал. 8.5 мал. 8.6

Різке зменшення $A_{з.кв}$ при більших $P_{вх}$ викликано збільшенням шумів обмеження, які зумовлені порогом перевантаження кодера. Виміряна величина $A_{з.кв}$ повинна перевищувати шаблонне значення. Для складових каналів 14, які мають n транзитів по ТЧ, вказані норми зменшуються на величину $10 \lg(n+1)$.

8.1.3 Параметри основних цифрових каналів і типових цифрових трактів

В ЦСП не існує спеціалізованої апаратури створення типових ЦТ, як у аналогових СП.

Сформований типовий цифровий потік (ЦП) звичайно поступає або на наступний ступінь часового групоутворення (АЧГ) для формування ЦТ більш високого рівня ієрархії, або безпосередньо в лінійний тракт (ЛТ) ЦСП (Рис. 8.3). ЛТ ЦСП складається з кінцевої апаратури ЛТ (КАЛТ), проміжної апаратури ЛТ (ПАЛТ) і ділянок ліній зв'язку. Суть утворення цифрового ЛТ полягає в перетворенні коду типового ЦСП в код лінійного цифрового сигналу (на передачі) і зворотного перетворення (на прийомі) з допомогою апаратури спряження (АС). В більшості дровових ЦСП коди типових ЦТ і ЛТ збігаються. В цьому разі початок і кінець ЛТ співпадають з початком і кінцем відповідного типового ЦТ і необхідність в АС відпадає, а основні параметри ЛТ співпадають з основними параметрами типових ЦТ відповідного рівня ієрархії.

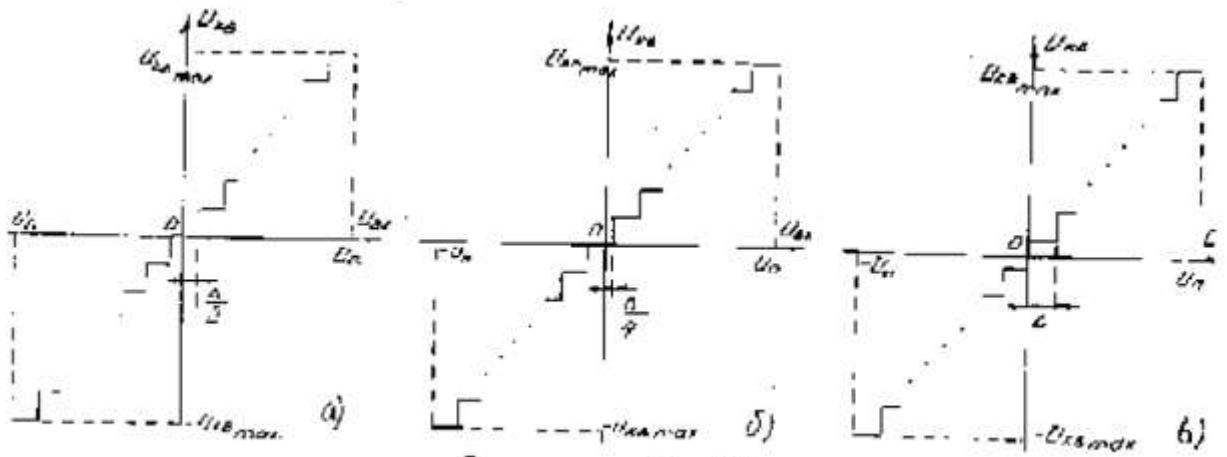


Рис.8.4.

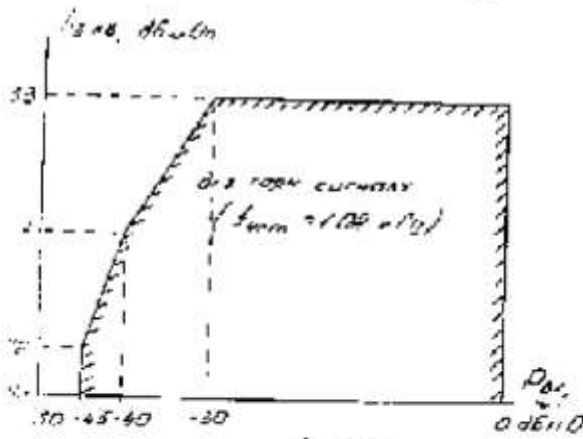


Рис.8.5.

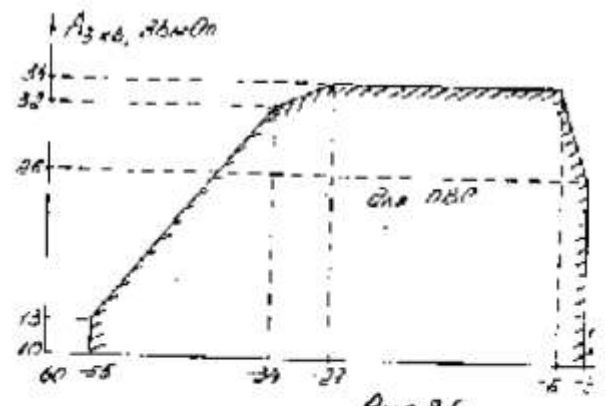


Рис.8.6.

Рис.8.8-8.10

8.1.3.1. Параметри цифрових стиків

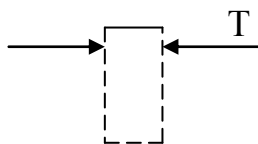
Точки з'єднання двох суміжних рівнів ієрархії ЦТ називають цифровими стиками. Для можливості з'єднання цифрових каналів (ОЦК) і трактів (типових ЦТ) при організації транзитів у цифровій мережі, а також для підключення на їхніх закінченнях користувачів цифрових каналів необхідно виконання визначених вимог до стиків. При цьому очевидно, що мережеві стики повинні бути уніфіковані на кожній швидкості передачі. Наприклад, сітковий стик ОЦК передбачає обмін трьома видами синфазних сигналів: інформаційними (ІС), тактовими (ТС) і октетними (ОС). На сіткових стиках ЦТ передбачається тільки сигналами ІС і ТС.

Як стикових передбачається слідування використання таких видів сигналів: відносного біімпульсного сигналу (ВБС) - для стиків ОЦК; сигналу КВП-3 - для первинного, вторинного і третинного сіткових стиків; сигналу СМ-1 для четвертинного сіткового стика. Принципи формування сигналів ВБС, КВП-3 і СМ-1 показані на рис.8.1.11.

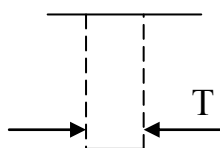
В сигналі СМ-1, так само як і в кодах ЧП і КВП-3, здійснюється чергування полярності імпульсів, при цьому символ "1" представляється у

вигляді відеоімпульсного

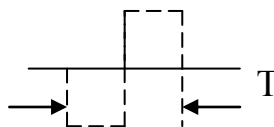
Сигнал виду:



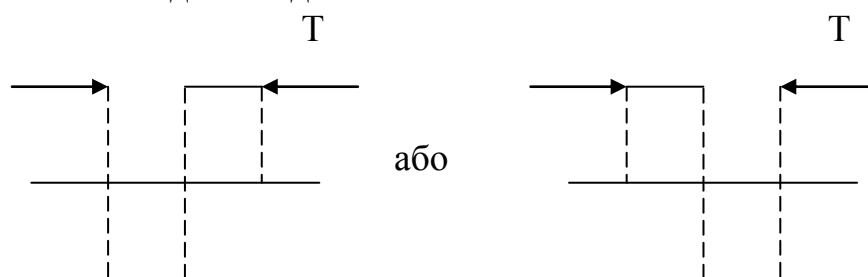
Символ “-1” – сигналу виду:



Символ “0” – сигналом виду:



В сигналі ВБС символи "1" і "0" представляються відеоімпульсними сигналами двох видів:



При цьому з них передається однаковий (з попереднім) вид при появі двійкового нуля. Якщо за допомогою ВБС передається октетний сигнал (ОС) на стику ОЦК, то на кожному тактовому інтервалі (Т), відповідному кінцю октета. (тобто кожному восьмому символу), порушується "біімпульсність" ВБС, тобто на другому напівтакті (Т/2) зберігається полярність попереднього (першого) напівтакту, що на рис.8.12 показано пунктиром.

Крім стикових сигналів (КВП-3,СМ-1,ВБС) до параметрів цифрових стиків ОЦК і ЦТ належать також: вхідний опір цифрового стику (R_{вх}), амплітуда, тривалість і форма імпульсів в стику (A_к, T_і, Ф_і). Згасання з'єднуючої лінії стику (Азл), значення (норми) параметрів цифрових стиків ОЦК і ЦК (крім Ф_і) приведені в табл.8.2, форма імпульсу в стику - на рис 8.13. В Рек. **G.703** приведена повна інформація про фізичні і електричні ієрархічні цифрові стики.

Таблиця 8.2.

Тип кан.	R _{вх} , Ом	A _і , В	T _і , мкс	Тип сигналу в стику	Азл, ДБ
----------	----------------------	--------------------	----------------------	---------------------	---------

ОЦК	120	+3,0	7,8	ОБС	0.6-
ПЦТ	120	+3,0	-2 24,4.10	КВП-3	0...6
ВЦТ	75	+2,37	5,9.10 ⁻²	КВП-3	0...6
ТЦТ	75	+1.0	1,455.10 ⁻²	КВП-3	0..12
ЧЦТ	75	+1,0	3,59.10 ⁻³	СМ1	0...12

8.1.3.2. Параметри якості передачі

Крім параметрів цифрових стиків, ОЦК і ЦК характеризуються також параметрами якості, які визначають якість передачі ними сигналів в цифровій мережі. У відповідності з рекомендаціями МККТТ до параметрів якості передачі належать: вірність передачі, частість просковзання октетів; фазове дрижання.

8.1.3.2.1. Вірність передачі

Вірність передачі характеризується такими параметрами, як коефіцієнт помилок (Кпом) і ймовірність помилок (Рпом).

Коефіцієнт помилок визначається виразом:

$$K_{пом} = \frac{N_{пом}}{N}$$

де $N_{пом}$ - число помилково прийнятих символів;

N - загальне число символів, які були передані за відносно невеликий визначений проміжок часу.

$K_{пом}$, виміряний за великий проміжок часу вимірювання ($T_{вим}$), називається ймовірністю помилки тобто

$$K_{пом} = P_{пом} | T_{вим} \rightarrow \infty$$

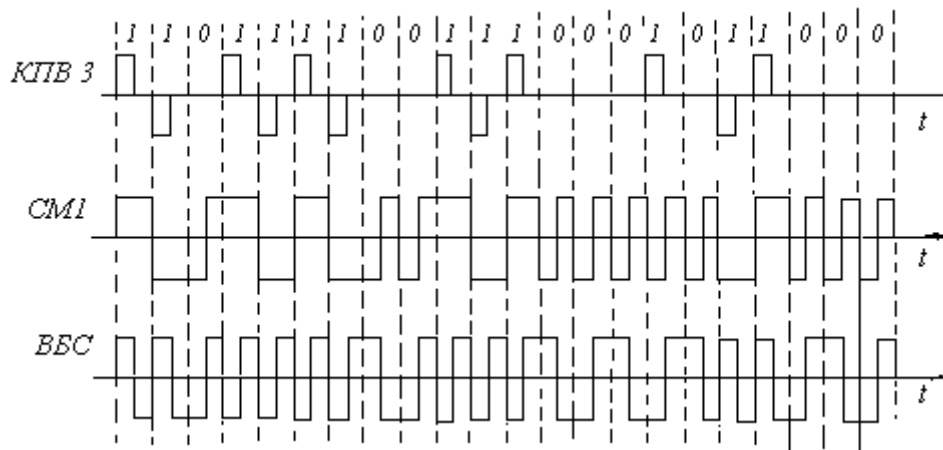


Рис.8.11

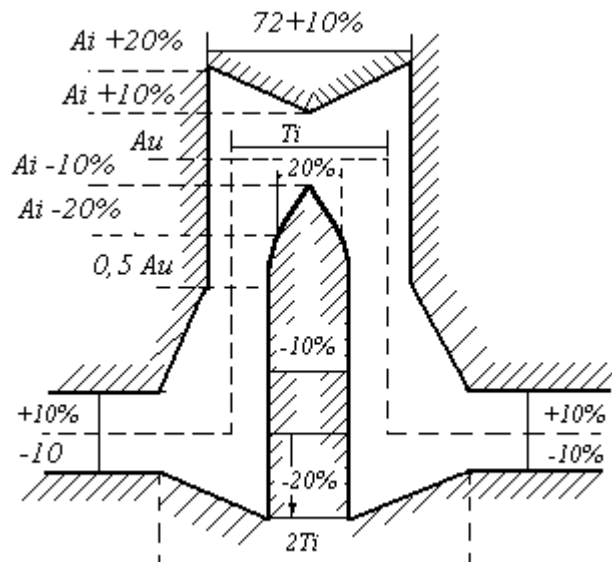


Рис 8.12

Параметром $K_{пом}$ звичайно користуються при вимірюваннях, а параметром $R_{пом}$ - при проектуванні, а також при обчислюваннях великих помилок при роботі регенераторів цифрових лінійних трактів (які входять до складу ОЦК і ЦТ) в умовах дії завод різного типу (власних шумів, шумів лінійних переходів та ін.).

При проектуванні цифрових трактів передачі звичайно бажано забезпечити $R_{пом} \leq 10^{-6}$. Для виконання цієї вимоги при міжнародному з'єднанні, максимальна довжина якого, у відповідності з рекомендаціями МККТТ, складає 27500 км, повинні виконуватися більш жорсткі вимоги до значень $R_{пом}$ на різних ділянках з'єднання. Схема організації міжнародного з'єднання з розподілом значень $R_{пом}$ на різних ділянках показана на рис. 8.13.

Номинальний ланцюг ОЦК ЄАСЗУ представлений на мал. 8.14.

Як видно з мал. 8.13 і 8.14, на кожному з двох національних ділянок міжнародного з'єднання відводиться норма $R_{нац} = 0,4 \cdot 10^{-6}$, котра рівномірно розподіляється між ділянками ланцюга ОЦК; $R_{маг} = R_{вз} = R_{м} = R_{аб} = 10^{-7}$. Тоді нормовані значення ймовірності помилки в розрахунку на 1 км лінійного тракту складуть: $R_{маг1} = 10^{-7}/10000 = 10^{-11}$, $R_{вз1} = 10^{-7}/600 = 1,67 \cdot 10^{-10}$, $R_{м1} = 10^{-7}/100 = 10^{-9}$.

Користуючись цими значеннями, можна визначити вимоги до лінійних регенераторів ЦСП, які працюють на відповідних ділянках ланцюга ОЦК.

У відповідності з Рек. G.821 для ОЦК на міжнародному з'єднанні вводяться такі 3 градації характеристик помилок для оцінки якості передач (або 3 градації параметрів оцінки якості передачі):

- секунди з помилками (СП) - протягом одnoseкундного інтервалу виникає хоча б одна помилка;

- вражені помилками секунди (ВПС) - протягом одnoseкундного інтервалу виникає більш як 64 помилки, що відповідає $K_{пом} > 10^{-3}$, або $R_{пом} = 10^{-3}$;

- хвилини низької якості передачі (ХНЯ) - протягом одnoseхвилинного інтервалу виникає більше 4-х помилок, що відповідає $K_{пом} > 10^{-6}$, або $R_{пом} = 10^{-3} \dots 10^{-6}$.

Якість передачі оцінюється довжиною інтервалів часу (у %), протягом якого виникають помилки.

У відповідності з Рек. G.821 встановлені норми на параметри оцінки якості передачі, котрі представлені в табл.8.3.

Таблиця 8.3

Параметри оцінки якості передачі	Норма, %
СП	Помилки можуть мати менше 8% одnoseкундних інтервалів (тобто не менше як у 92% вимірювань помилок не повинно бути). Помилки можуть мати менше 0,2% одnoseкундних інтервалів (тобто не менш як у 99,8% вимірювань повинно бути не більш 64 помилок). Помилки можуть мати менше 10% одnoseхвилинних інтервалів (тобто не менше як у 90%
ВПС	
ХНЯ	

Ці норми надані для ОЦК (з $V=64$. кбіт/с) і відносяться до міжнародного гіпотетичного еталонного з'єднання (ГЕЗ) довжиною $L_{гез} = 27500$ км. Оцінка ЦТ з більш високими швидкостями передачі (з $V=M*64$ кбіт/с) здійснюється у відповідності з виразом

$$\frac{\sum_{i=1}^j (\frac{n}{N}) * i}{j} * 100\%$$

де $i - i^i$ - секунда в інтервалі 1..j;

j - ціле число одnoseкундних інтервалів протягом всього періоду вимірювань;

n - кількість помилок в i -й секунді при швидкості передачі V ;

N - відношення V'/V .

Притому, якщо $0 < n < N$, то $(n/N)*i=n/N$, якщо $n=N$, то $(n/N)*i=1$.

При визначенні параметрів оцінки якості передачі аналізуються помилки в одnoseкундних інтервалах, а потім із загальної кількості вимірювань виключаються вимірювання, які містять більш ніж 64 помилки. Результати решти вимірювань послідовно групуються в пакети по 60 с і відносяться до одnoseхвилинних інтервалів вимірювань.

Перелічені норми (для ГЕЗ) розподіляються за частинами ГЕЗ різного класу якості ОЦК. Визначені 3 класи якості ОЦК, які входять до ГЕЗ:

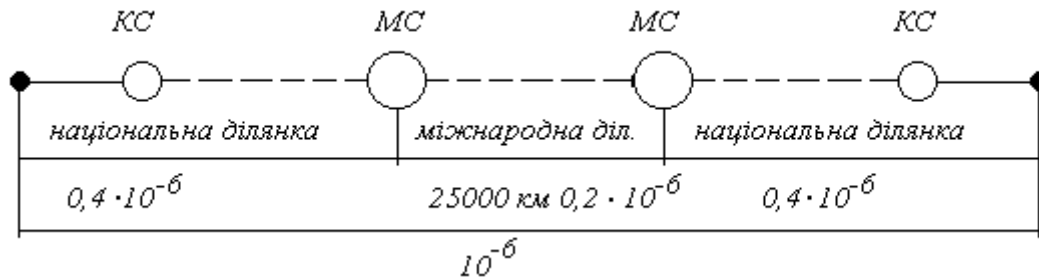
клас нижчої якості (НЯ);

клас середньої якості (СЯ);

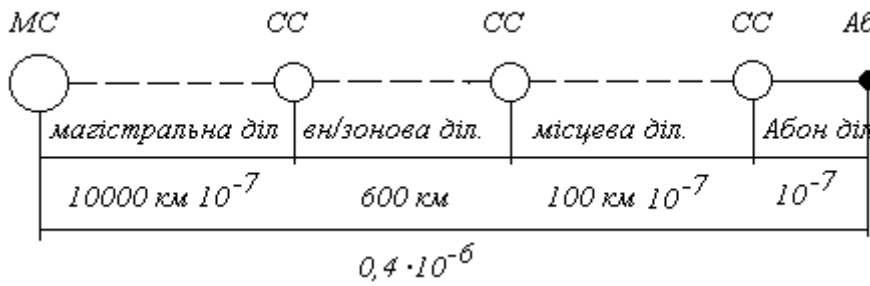
клас вищої якості (ВЯ).

Основні принципи розподілу норм на параметри оцінки **якості** передачі між ділянками різного класу якості ОЦК такі:

- розподілу підлягає "% часу", протягом якого виникають помилки;
- нормовані (порогові) значення Кпом не є предметом розподілу (вважається, що якість реальних ОЦК, які складають ГЕЗ, як правило, буде значно вища, ніж при пороговому значенні ХНЯ, у котрих Кпом > 10⁻⁶);
- ХНЯ і СП розподіляються однаково;
- помилки, які вносяться цифровими комутаційними елементами або цифровим обладнанням групоутворення, до уваги не приймаються (тобто не зараховуються, бо вони малі у порівнянні з помилками, які вносять цифрові лінійні тракти, і ними можна нехтувати).



Аб – абонент КС – кінцева станція МС – міжнародна станція рис.8.13



СС – сіткова станція рис.8.14

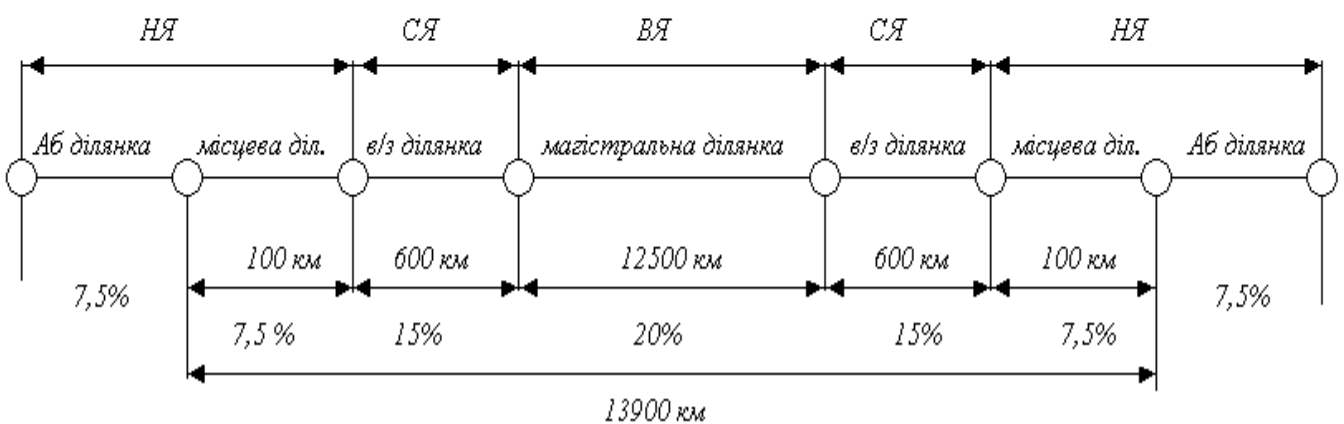
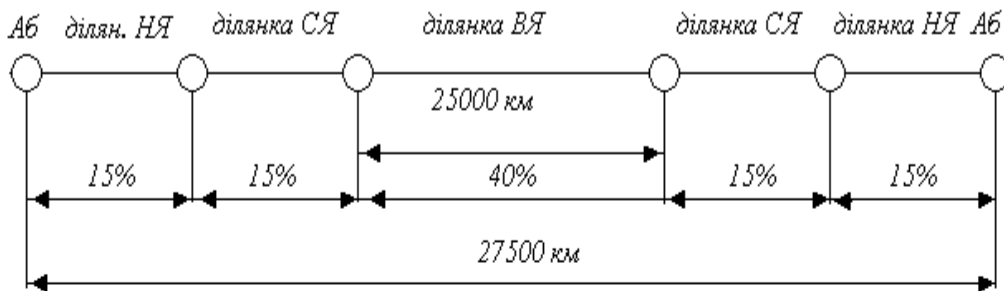


Рис. 8.15-8.16.

Відповідно до Рек. G. 821 загальні норми параметрів оцінки якості передачі розподіляються ГЕЗ так, як показано у табл.8.4.

10% ХНЯ і 8% СП розподіляються так:

на ділянки НЯ і СЯ відводиться по 15% норми незалежно від їх довжини (тобто на всі 4 ділянки (2НЯ+2СЯ) - 60%);

на ділянку ВЯ - 40%;

0,2% ВПС розподіляються так:

0,1%(тобто половина загальної норми) так само, як ХНЯ та СП і 0,1% відводиться на ділянки СЯ і ВЯ на випадок погіршених умов розповсюдження при використанні цифрових трактів радіо (РРСР і СупСП).

Таблиця 8.4

Клас якості	Мережеві норми, %			
	ХНЯ	СП	ВПС	Р/ЛСП
	Кабельні СП (К.К.ВОК)			
НЯ	$10\% \times 0,15 = 1,5$	$8\% \times 0,15 = 1,2$	$0,1\% \times 0,15 = 0,015$	-
СЯ	$10\% \times 0,15 = 1,5$	$8\% \times 0,15 = 1,2$	$0,1\% \times 0,15 = 0,015$	-
ВЯ	$10\% \times 0,4 = 4,0$	$8\% \times 0,4 = 3,2$	$0,1\% \times 0,4 = 0,04$	0.1

Розподіл загальних норм (при використанні кабельних СП) за ділянками ГЕЗ показаний на Рис. 8.15. Якщо перейти від міжнародного ГЕЗ до номінального ланцюга ОЦК ЄНСЗУ, одержимо такий розподіл загальних норм на параметри оцінки якості передачі (Рис. 8.16):

на ділянку магістральної первинної мережі (12500 км), яка входить до складу ланцюга ВЯ міжнародного ГЕЗ, відводиться 20% загальних норм; на внутрішньозоновій первинній мережі (600 км), відповідній ділянці СЯ - 15%, на ділянку НЯ - 15%. Оскільки норми Рек. G.821 враховують всі з'єднання в цілому (від абонента до абонента), то ділянка НЯ в номінальному ланцюзі ОЦК ЄНСЗУ буде складатися з ділянки місцевої первинної мережі (100 км) і абонентської ділянки місцевої вторинної мережі, з'єднання на якій повинні забезпечувати ЦСП вторинних мереж ЄНСЗУ. Тому норма на ділянку НЯ (15%) повинна бути розподілена між ділянкою місцевої первинної мережі (7,5%) і абонентською ділянкою вторинної мережі (7,5%).

Виходячи із вказаного розподілу норм, можна одержати потрібні значення параметрів оцінки якості передачі на окремих ділянках номінального ланцюга ОЦК ЄНСЗУ у відповідності з виразом: $K_{\text{маг.}}(\text{вз.місц.}) = K_{\text{хня}}(\text{впс,сп})_{\text{гез}} \cdot \alpha_{\text{к}}/100$, де $K_{\text{маг.}}(\text{вз.місц.})$ - параметр оцінки якості передачі на магістральній внутрішньозоновій і місцевій ділянках номінального ланцюга ОЦК ЄНСЗУ;

$K_{\text{хня}}(\text{впс,сп})_{\text{гез}}$ - загальна норма параметра оцінки якості передачі міжнародного ГЕЗ, згідно з Рек. G.821,%;

$\alpha_{\text{к}}$ - частина загальної норми параметра оцінки якості передачі,

відведена на дану ділянку номінального ланцюга ОЦК ЄНСЗУ, %.

Наприклад, для магістральної ділянки первинної мережі одержимо такі припустимі значення параметрів оцінки якості передачі **ХНЯ**, ВПС, СП, %.

$$K_{\text{маг хня}} = K_{\text{хня гез}} * 20/100 = 10\% * 0,2 = 2.$$

$$K_{\text{маг впс}} = K_{\text{впс гез}} * 20/100 * 0,2\% = 0,04.$$

$$K_{\text{маг сп}} = K_{\text{сп гез}} * 20/100 = 3\% * 0,2 = 1,6.$$

Значення відповідних параметрів оцінки якості передачі (ХНЯ, ВПС, СП) на весь номінальний ланцюг ОЦК ЄНСЗУ можна одержати у відповідності з виразом:

$$K_{\text{оцк хня(впс,сп)}} = K_{\text{маг хня(впс,сп)}} + 2K_{\text{вз хня(впс,сп)}} + 2K_{\text{місц хня(впс,сп)}}$$

де $K_{\text{маг (вз.місц) хня(впс,сп)}}$ - норма параметрів оцінки якості передачі на відповідній ділянці номінального ланцюга ОЦК ЄНСЗУ, %.

Наприклад, для номінального ланцюга ОЦК ЄНСЗУ одержимо також припустиме значення параметрів ХНЯ, %:

$$K_{\text{оцк хня}} = K_{\text{маг хня}} + 2K_{\text{вз хня}} + 2K_{\text{місц хня}} = 2 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 0,75 = 6,5.$$

Результати відповідних розрахунків приведені в табл.8.5.

Таблиця 8.5

Номінальний ланцюг	Норма, %		
	ХНЯ	ВПС	СП
Міжнародна ГЕЗ (27500 км)	10	0,2	8
Номінальний ланцюг ОЦК	6,5	1,03	5,2
ЄНСЗУ (13900 км)			
Ділянка магістральної мережі (12500км)	2,0	0,04	1,6
Ділянка внутрішньозонової мережі (600км)	1,5	0,03	1,2
Ділянка місцевої мережі (100 км)	0,75	0,015	0,6

Таким чином, у відповідності з Рек. G.821 в принципі формується процент вимірювань, в яких кількість помилок не повинна перевищувати задане порогове значення. При такому підході до оцінки стану каналу або тракту трохи утруднюється експрес-оцінка стану даного каналу або тракту, оскільки необхідне проведення великої кількості вимірювань. Наприклад, кількість одnoseкундних інтервалів в одному місці, рекомендована як загальний час оцінки каналу, складає $2,6 \cdot 10^{-6}$. Одним з шляхів виходу із даного положення є встановлення кілометричних норм на відносне число одnoseкундних інтервалів, в котрих буде міститися хоча б одна помилка (тобто кілометричних норм на СП).

Процент часу для ХНЯ і СП можна віднести до поодиноких помилок, які виникають у процесі регенерації, а для ВПС - до пакетів помилок. Процес пакетування помилок описати статистично важко. Для поодиноких незалежних помилок характерний рівномірний закон появи помилок. Тому якщо припустити, що норми для СП всередині ділянок номінального

ланцюга розподілені рівномірно, то кілометричні норми для СП будуть складати:

на магістральні мережі

$$\frac{1.6}{100} * \frac{1}{12500} = 1.28 * 10^{-6}$$

на внутрішньозоновій ділянці мережі

$$\frac{1.6}{100} * \frac{1}{600} = 2 * 10^{-5}$$

на місцевій ділянці мережі

$$\frac{0.6}{100} * \frac{1}{100} = 6 * 10^{-5}$$

Вказаний спосіб дозволяє відносно простими технічними засобами встановити відсутність серйозних погіршень якості передачі інформації по каналу або Тракту протягом відносно коротких експрес-оцінок.

Наведені в таблиці 8.4 експлуатаційні норми на параметри оцінки якості передачі (ХНЯ, ВПС, СП) в залежності від класу якості ОЦК (НЯ, СЯ, ВЯ) відносяться до ГЕЗ довжиною $L_{gez}=27500$ км і для менших цифрових ділянок (секцій), які входять до складу ГЕЗ. Тобто вимагається подальший розподіл загальних норм ГЕМ для цифрових секцій визначеної довжини (в км). Такий розподіл для умовних (гіпотетичних) еталонних цифрових секцій (HRDS) встановлено Рек. G.821 і показано у табл.8.6.

Таблиця 8.6

Клас якості ОЦК	Клас секції	Довжина HRDS КМ	Експлуатаційна норма (для ХНЯ ВСП, СП в % від їх значень для ГЕЗ)
ВЯ чи СЯ НЯ	1	280	0,45
	2	280	2,0
	3	50	2,0
	4	50	5,0

Для коротших секцій цей розподіл не дає менших значень, тобто норми ті ж самі. Для довших секцій повний розподіл (норми) повинен відповідати (дорівнює) сумарному значенню для цілого числа HRDS, сукупна довжина котрих буде не менше довжини реальної секції.

На практиці потрібно знати норми на параметри оцінки якості передачі (ХНЯ, ВПС, СП) для введення цифрових секцій в експлуатацію (ВЕ ЦС) та для їх технічного обслуговування (ТО ЦС). Ці норми визначаються за допомогою так званого еталонного розрахункового значення якості (ЕРЗЯ), котре представляє собою число подій (ХНЯ, ВПС, СП) за встановлений інтервал часу.

У відповідності до Рек. М.550

$$ЕРЗЯ = ТВ * Дн * Чідоп. де ТВ тривалість;$$

Дн - доля норми;

Чідоп - допустимий час інтервалів.

Наприклад, потрібно визначити число СП для HRDS довжиною 280 км:

вихідні дані: ТВ= 3 дні, Дн = 0,0045 (тобто 0.45% для каналу ВЯ),
Чідоп =0,08 (тобто допустимий час одnoseкундних інтервалів дорівнює 8%).

Тоді :

$$EP3A = \underbrace{3 * 24 * 60 * 60}_{\text{ТВ}} * \underbrace{0,0045}_{\text{Дн}} * \underbrace{0,08}_{\text{Чідоп}} = 93 \text{ с.}$$

Таким чином, EP3A цифрової секції для ОЦК ВЯ складає 93 СП. Визначення EP3A виробляється на довгочасовій основі (очікувана тривалість 1 місяць).

У відповідності з Рек. М.550 передбачається дві норми для ВЕ ЦС:

S1 - норма, відповідна числу подій (ХНЯ, ВСП, СП), при якому об'єкт (ЦС) може бути введений без всякого сумніву;

S2 - норма, відповідна числу подій (ХНЯ, ВСП, СП), при перевищенні котрого вимагається підвищення якості випробовуваного об'єкта (ЦС).

У випадку, якщо при здачі в експлуатацію об'єкта попередні випробування не виконувались, то для визначення S1 використовується жорстке граничне значення, яке в 10 разів краще, ніж EP3A. При цьому період (час) вимірювань (випробувань) декілька днів.

Наприклад, потрібно визначити S1 при введенні в експлуатацію цифрової секції довжиною 250 км при значенні вихідних даних, які і наведені в прикладі для визначення EP3A.

Тоді

$$S1 = 0,1 * EP3A = 0,1 * 3 * 24 * 60 * 60 * 0,0045 * 0,08 = 9 \text{ с};$$

тобто S1=9 с - це поріг, відповідний числу СП, нижче якого секція може бути введена в експлуатацію без всякого сумніву.

Величина S2 визначається по величині S1 з використанням статичного параметра: S2=2*S1=18 с, тобто S2=18 с - це поріг, відповідний числу СП, вище якого цифрова секція може бути введена в експлуатацію після підвищення її якості.

У відповідності з Рек. М.550 також передбачається 2 норми для ТО ЦС: ГЗНЯ - граничне значення несприйнятної якості, ГНПЯ - граничне значення пониженої якості. ГЗНЯ для заданого об'єкта (ЦС) не менше як в 10 разів гірше EP3A. Тривалість контролю може складати від 15 хвилин до 1 години. Наприклад, потрібно визначити ГЗНЯ для тієї ж секції довжиною 250 км при тривалості контролю 15 хв.

Тоді

$$ГЗНЯ = 10 * 15 * 60 * 0,0045 * 0,8 = 3,24 = 3 \text{ с.}$$

ГЗПЯ для заданого об'єкта (ЦС) у 2 рази краще EP3A. Тривалість контролю залежить від швидкості передачі в цифровій ієрархії. Наприклад, потрібно

визначити ГЗПЯ для тієї ж секції довжиною 250 км для ОЦК, тривалість, контролю протягом доби. Тоді

$$\text{ГЗПЯ} = 0,5 * 24 * 60 * 60 * 0,0045 * 0,08 = 15,5 \text{ с} = 15 \text{ с.}$$

Тобто ГЗПЯ=15 с - це поріг, відповідний числу СП, вище котрого цифрова секція вважається зниженої якості. При досягненні цієї норми технічний персонал повинен одержати сповіщення.

8.1.3.2.2. Частість проскакування октетів

Під "проскакуванням" розуміють можливе зникнення восьмибітових комбінацій в цифрових комутаційних вузлах (станціях) плезіохронної цифрової мережі. В такій мережі окремі цифрові секції (ділянки) працюють синхронно в межах своєї ЦСП, а між собою цифрові секції (ділянки) взаємодіють плезіохронно. Проскакування є одним з факторів, який викликає погіршення якості цифрового з'єднання.

Експлуатаційні норми на частість проскакування октетів, (ЧПО) для ОЦК у міжнародному цифровому з'єднанні встановлені в Рек. G.822 і представлені в таблиці 8.7.

Таблиця 8.7

Показник ЧПО	Середня частота проскакування	Доля часу, %
А	не більше 5 за одну добу	> 98,9
Б	не більше 30 за годину	>1,0
В	більше 30 за одну годину	< 0.1

Приведені в табл. 8.7 норми на ЧПО відносяться до ГЕМ довжиною 27500 км з 13 вузлами (станціями), кожен з яких містить задавальний генератор, який відповідає вимогам Рек. G.811 (довгочасна нестабільність - менше $1 \cdot 10^{-11}$). Всі ділянки ГЕМ взаємодіють плезіохронно. При цьому виходять із того, що одне проскакування за 70 діб на кожен плезіохронну ділянку (між двома суміжними вузлами) є максимальною теоретичною ЧПО (при точності стабільності частоти задавальних генераторів вузлів, яка визначається Рек. G.811). Якщо до складу ГЕМ входять всі 13 вузлів (станцій) і всі вони працюють плезіохронно, то номінальна ЧПО могла б дорівнювати одному проскакуванню за $70/12=5...6$ діб.

Загальні експлуатаційні норми на ЧПО наведені в табл.8.7, розподіляються на складові частини ГЕМ. Рекомендоване розподілення загальних норм за складовими частинами ГЕМ застосовано при розбитті норм на долі часу для показників Б В. При цьому на міжнародну транзитну ділянку ГЕМ відводиться 8% від усієї норми, на кожен з двох національних ділянок - 6% (всього 12%), на кожен з двох місцевих ділянок - по 40% (всього 80%).

Згідно з Рек. G.822 попереднє розподілення норм за різними частинами ГЕМ показано в таблиці 8.8

Таблиця 8.8

Частина ГЕМ	Доля часу на частину ГЕМ, %	Доля часу : за показниками ЧПО для частин ГЕМ, %	
		Б	В
Міжнародна транзитна ділянка	8	0,08	0,008
Кожна національна транзитна ділянка	6	0,006	0,006
Кожна місцева ділянка	40	0,4	0,004

8.1.3.2.3. Фазове тремтіння

Як відомо, фазове тремтіння (ФТ) призводить до погіршення якості передачі цифрових сигналів. Особливо і низькочастотні ФТ можуть призводити до спотворення форми сигналу, який приймається через фазові флуктуації групового АІМ - сигналу на виході декодера кінцевого сигналу ЦСП, що утворює додаткові завади на виході каналів ГЧ, а високочастотні ФТ можуть призвести до збільшення коефіцієнтів помилок в лінійному тракті ЦСП через можливе зміщення стробімпульсів в регенераторах. Оцінюються ФТ величиною відхилень часових положень прийнятих імпульсів

. тактових точок лінійного цифрового сигналу ($\Delta\tau_{\text{фТ}}$) по відношенню до довжини тактового інтервалу ($T_{\text{т}}$), $V = \Delta\tau_{\text{фТ}}/T_{\text{т}}$, $T_{\text{т}}$ називають ще одинарним інтервалом (ОдІ), тобто $V = \Delta\tau_{\text{фТ}}/01$.

Згідно з Рек. G.823 нормують і вимірюють дві величини ФТ (V_1 і V_2), норми на котрі представлені в таблиці 8. 9.

Таблиця 8.9

Швидкість передачі, кбіт/с	Сіткова гранична норма (повний розмах в ОдІ)		Вимірювальний полосовий фільтр з нижньою частотою f_1 або f_3 і верхньою частотою зрізу f_4		
	V_1 (вНЧ $f_1 f_4$)	V_2 (вНЧ $f_3 f_4$)	f_1	f_2	f_3

64	0,25	0,05	20 Гц	3 кГц	20 кГц
2048	1,5	0,2	Гц	18 кГц (700 Гц)	100 кГц
8448	1,5	0,2	20 Гц	3 кГц (80 кГц)	400 кГц
34368	1,5	0,15	100 Гц	10 кГц	800 кГц
139264	1,5	0,075	200 Гц	10 кГц	3500 кГц

Примітка до табл. 8. 9.

1. Значення частот у дужках відносяться лише до деяких національних мереж.

2. Величина ОдІ (Тт) для швидкості 64 кбіт/с складає **15,6** мкс, для 2048 кбіт/с - 488 нс, для 8448 кбіт/с - 118 нс, для 34368 кбіт/с - 29,1 нс, для 139264 кбіт/с - 7,18 нс.

Норми на максимально допустимі величини В1 В2 (мережні граничні норми, представлені в табл. 1.9) при всіх умовах експлуатації і незалежно від кількості обладнання (вузлів), включеного в тракт перед цифровим стиком, який розглядається, визначені у відповідності з мінімальним допуском на ФТ, які повинні забезпечуватися на всіх вхідних точках обладнання мережі.

Для цифрових секцій норми на ФТ визначені рекомендацією G.921. У відповідності з цією рекомендацією максимальні величини ФТ для цифрових секцій (при умові відсутності ФТ на їх вході) представлені в таблиці 8.10.

Таблиця 8.10

Швидкість передачі, кбіт/с	Довжина цифрової секції (HRDS), км	Сіткова гранична норма (повний розмах в ОдІ)		Вимірювальний полосовий фільтр з нижньою частотою f1 або f3 і верхньою частотою зрізу f4		
		В1 (в НЧ:f1-f4)	В2 (в НЧ:f3-f4)	f1	f2	f3
2048	50	0,75	0,2	20 Гц	18 кГц (700 Гц)	100 кГц
8448	50	0,75	0,2	20 Гц	3 кГц (80 кГц)	400 кГц
34368	50	0,75	0,15	100Гц	10 кГц	800 кГц
34368	280	0,75	0,15	100Гц	10 кГц	800 кГц
139264	280	0,75	0,075	200Гц	10 кГц	3500 кГц

8.2. Методи вимірювання параметрів каналів і трактів ЦСП.

8.2.1. Методи вимірювання параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП

Методи вимірювання параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП аналогічні методам вимірювання параметрів і характеристик каналів ТЧ АСП і полягають у використанні спеціальних вимірювальних сигналів, які подаються на вхід каналу ТЧ, і вимірюванні рівнів цих сигналів, а при необхідності - і рівня завад на виході каналу ТЧ, який вимірюється.

І При цьому під поняттям "метод вимірювання" звичайно розуміють вид (тип) вимірювального сигналу, який [використовується для вимірювання того чи іншого параметру або характеристики каналу ТЧ, а під поняттям "принцип вимірювання" - порядок їх вимірювання.

8.2.1.1. Вимірювання залишкової вгамовності

Вимірювання залишкової вгамовності (A_g) каналів ТЧ, створених ЦСП, здійснюється за допомогою гармонічного сигналу для двох або чотирьохпроводного закінчень каналу ТЧ.

Як вимірювальну частоту (f_v) заборонено використовувати субгармоніки частоти дискретизації (f_d). Субгармоніками f_d називають частоти $f_{sg}=f_d/n$, де n - ціле число. Наприклад, частота 800 Гц є субгармонікою f_d при $n=10$:

$$800\text{Гц} = \frac{8000\text{Гц}}{10}$$

тобто період вимірювального сигналу буде дорівнювати десяти | періодам дискретизації . Заборона використання субгармонік f_d обумовлена тим, що величина A_g буде залежати від початкової фази такого вимірювального сигналу, тобто початкова фаза вимірювального сигналу буде викликати похибку вимірювання.

Як видно з рис. 8.17 , відліки вимірювального сигналу для визначеного значення початкової фази, а також їх квантовані значення, взяті через період $T_i=10T_d$, будуть рівні. При цьому в залежності від початкової фази вимірювального сигналу величини відліків і помилки квантування в одній і тій самій тактовій точці будуть мати різні значення. Таким чином, рівень сигналу і величина шуму квантування на виході каналу ТЧ будуть залежати від початкової фази вимірювального сигналу, а цього допустити не можна.

Встановлено, що достатньо малі похибки вимірювання A_g (за рахунок впливу початкової фази вимірювального сигналу) можуть бути отримані на частотах 804...806 Гц, 900 Гц, 1010 Гц, 1020 Гц. На мережі зв'язку України рекомендовано використовувати вимірювальну частоту $f = 1020$ Гц.

Для вимірювання A_g можуть бути використані як традиційні вимірювальні прилади (ВГ, ВО), так і спеціальні вимірювальні прилади, наприклад, прилад експлуатаційних вимірювань ЦСП в сільському зв'язку типу ПЕВ-ІКМ, ПЕВ-С або вимірювач параметрів телефонних каналів типу ІСПТК. До рекомендованих (для вимірювання A_g) приладів можна віднести

ИП-ТЧ, МР-61, МР-62, ЕТ-100Т, П-321М, а в перспективі АИСТ-ТЧ. До приладів, які використовуються тимчасово, відносяться ЕТ-40Т, ЕТ-90Т, П-321.

Для вимірювання Аг каналів ТЧ в апаратурі АЦО-30 замість блока спряжуючих пристроїв (СП) відповідного каналу включають блок вимірювання і контролю (ВК). Схема вимірювання Аг в одному напрямку передачі показана нарис.8.18.

8.2.1.2. Вимірювання частотної характеристики залишкового згасання

Схема вимірювання частотної характеристики (ЧХ) Аг та ж сама (рис.8.18).

Порядок вимірювання ЧХ Аг такий самий, як і у каналів ТЧ АСП, тобто вимірюють і оцінюють

$$\Delta A_{\Gamma} = \varphi(t) \left| \begin{array}{l} \text{де } \Delta A_{\Gamma} = A_{\Gamma f} - A_{\Gamma 1,02} \\ R_{\text{ВГ}} = \text{ОдБ} \end{array} \right.$$

Норма на ΔA_{Γ} приведена на рис.8.4. Особливістю вимірювання ЧХ Аг каналів ТЧ ЦСП є те, що субгармоніка частоти f_d 0,4 кГц з діапазону вимірювальних частот виключається. Вимірювання ЧХ Аг рекомендується проводити **на** таких частотах:

$$f_{\text{ч}} = 0,3; 0,6; 0,805; 1,02; 1,2; 1,6; 2,0; 2,4; 3,0; 3,4 \text{ кГц.}$$

Перед вимірюванням **ЧХ** Аг в каналі ТЧ встановлюється номінальне значення Аг. Для вимірювання ЧХ Аг використовуються ті ж прилади, що і для Аг. Можливі вимірювання за частинами ОЦК, що зараз рекомендується.

8.2.1.3. Вимірювання амплітудної характеристики

Порядок вимірювання АХ такий самий, як у каналі ТЧ АСП, тобто вимірюють і оцінюють

$$\Delta A_{\Gamma} = \varphi(R_{\text{ВГ}}) \quad \left| \begin{array}{l} \\ f_{\text{ВГ}} = 1,02 \text{ кГц,} \end{array} \right.$$

$$\text{де } \Delta A_{\Gamma} = A_{\Gamma_{f_{\text{ВГ}}}} - A_{\Gamma_{f_{\text{ВГН}}}}$$

Норма на ΔA_{Γ} приведена на рис.8.5. Особливістю вимірювання АХ Аг каналів ТЧ ЦСП є те, що $R_{\text{ВГ}}$ змінюють від мінус 55 дБМО до плюс 3 дБМО. Крок змінення $R_{\text{ВГ}}$ береться довільно, але з обов'язковим використанням рівнів мінус 55, мінус 50, мінус 40 і плюс 3 дБМО.

Схема вимірювання АХ каналу Тч приведена на мал.8.19.

Перед вимірюванням АХ в каналі ТЧ встановлюється номінальне значення Аг. Процес вимірювання АХ полягає у здійсненні таких процесів:

- на передавальному кінці за допомогою М31 здійснюють зміни рівня вхідного сигналу від мінус 55 дБМО до плюс 3 дБМО з обов'язковим використанням рівнів мінус 55, мінус 50, мінус 40 та плюс 3 дБМО;

- на приймаючому кінці за допомогою М32 досягають, щоб показники ВУ були постійні для всіх значень змінюваного рівня сигналу на вході каналу; при цьому величина Аг визначається різницею між значенням виведеного в М31 і введеного в М32 згасання магазинів

$$\Delta A_{\Gamma} = A_{\text{М31}} - A_{\text{М32}}.$$

Якщо захищеність від завад (при вимірюваннях на низьких рівнях)

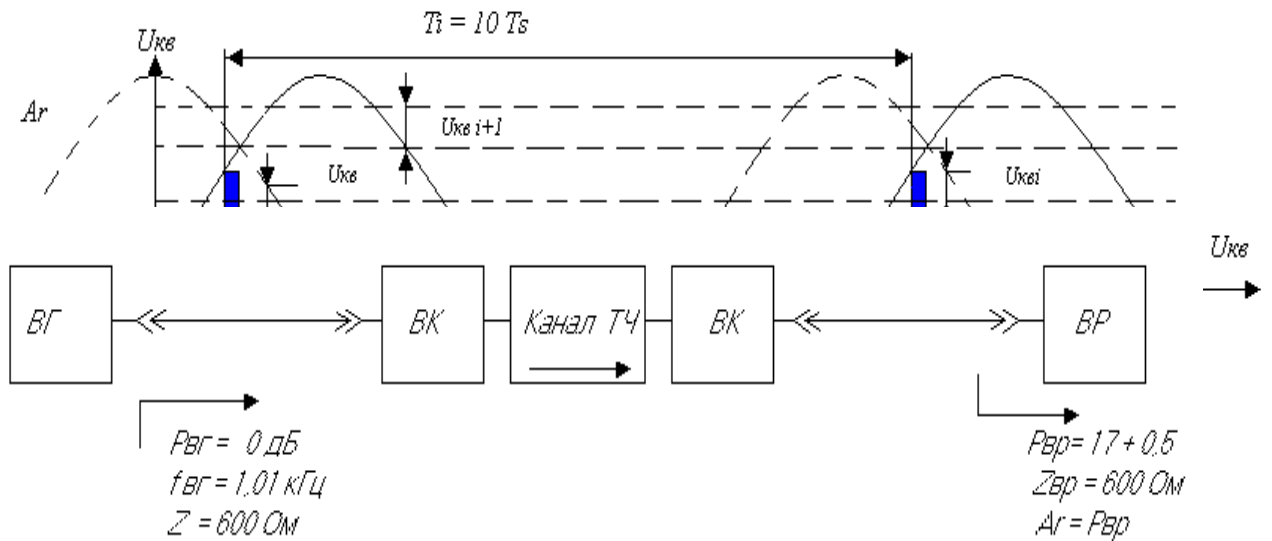


рис.8,18

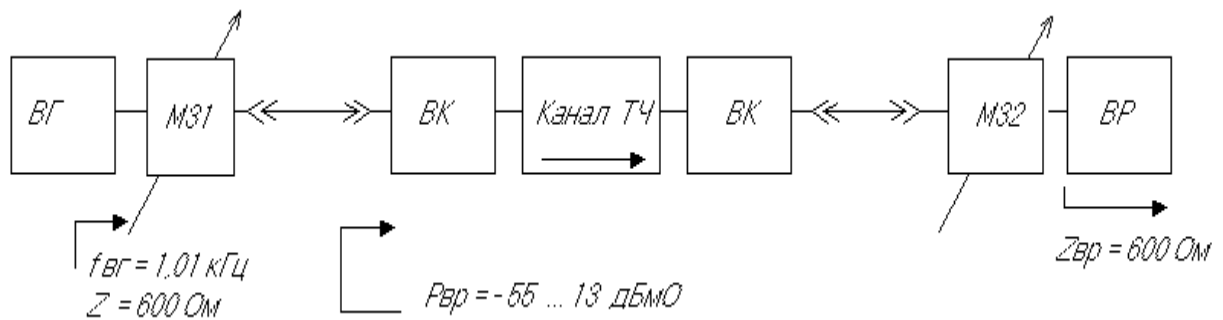


рис.8,19

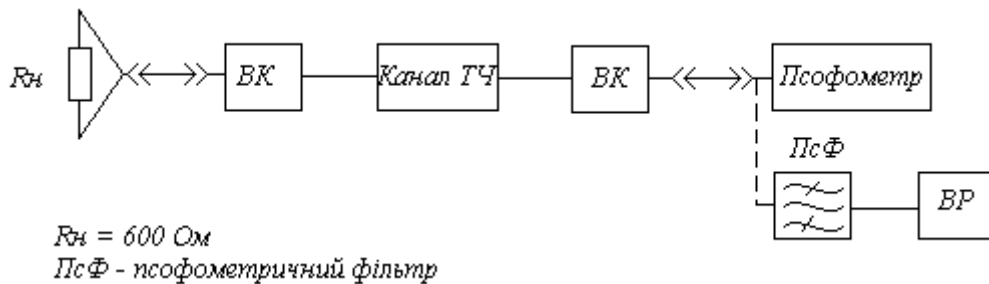


рис.8.20

менше 10 дБ, то на приймаючому кінці потрібно користуватися селективним вимірювачем рівня (СВР). Вимірювання повинні виконуватись під час найменшого навантаження на лініях зв'язку. До рекомендованих для вимірювання АХ можна віднести:

ІП-ТЧ, ЕТ-100Т, МР-61, а в перспективі АИСТ-ТЧ та і зарубіжних фірм. До приладів, які використовуються тимчасово, відносяться ЕТ-40Т + МЗ-600, ЕТ-90Т.

8.2.1.4. Вимірювання рівня шуму незайнятого каналу

Вимірювання рівня шуму незайнятого каналу (Ршнк) з здійснюють при

відсутності передачі рештою каналів ТЧ з тим, щоб виключити перехідні впливи, викликані міжсимвольними спотвореннями. Схема вимірювання Ршнк представлена на мал.8. 20.

Псф - психофотетричний фільтр. Відповідно до Рек. G. 712 для шуму незайнятого каналу встановлена норма: Ршнк ≤ 65 дБМОп.

Перед вимірюванням Ршнк в каналі ТЧ попередньо встановлюється номінальне значення Аг.

До рекомендованих (для вимірювання Ршнк) приладів можна віднести прилад ИШС-НЧ, а в перспективі ИШС-НЧ, IP3-86. До приладів, які використовуються тимчасово, відносяться П-323 ИШ. EPS-73.

8.2.1.5. Вимірювання захищеності від розбірливих перехідних впливів

Вимірювання захищеності від розбірливих перехідних впливів між каналами (Аз. рп) здійснюється не менше, ніж у двох каналах ТЧ, попередніх впливаючому, і не менше, ніж у двох каналах ТЧ, які слідують за впливаючим. Схема вимірювання Аз. рп показана на рис.8.21. Норми на Аз. рп наведені в розділі 8.2.2. Перед вимірюванням Аз. рп в каналах ТЧ попередньо встановлюються номінальні значення Аг.

До рекомендованих для вимірювання Аз. рп приладів можна віднести ИП-ТЧ, ИГ-СКЧ-56, а до приладів, які використовуються тимчасово - ИГ+С5-3, С4-44, С4-48.

8.2.1.6. Вимірювання захищеності від шумів квантування

Вимірювання захищеності від шумів квантування (Аз. кв) потребує передачі по каналу ТЧ спеціальних вимірювальних сигналів. Тому рекомендується два методи вимірювання Аз. кв:

- при передачі гармонічного сигналу з $f_n - 1,02$ кГц;
- при передачі псевдовипадкового сигналу. Схема вимірювання Аз.кв при передачі гармонічного сигналу показана на рис.8.22.

На приймаючому кінці за допомогою ключа вимірюються рівень сигналу P_c (в положенні 1) і психофотетричний рівень шуму квантування $P_{ш. кв}$ (в положенні 2), після чого визначається $Aз. кв = P_c - P_{ш. кв}$, дБМО. Рівень вимірюючого генератора ($P_{вг}$) змінюється від мінус 45 дБМО до 0 дБМО. Крок змінення $P_{вг}$ береться довільно, але з обов'язковим використанням рівнів мінус 45, мінус 40, мінус 30 і 0 дБМО. Оцінка Аз. кв здійснюється за шаблоном МККТТ, який представлено на рис 8.10.

До рекомендованих для вимірювання Аз. кв при передачі гармонічного сигналу приладів можна віднести прилад П И-С-2, а до приладів, які використовуються тимчасово, - прилад П И-С.

Схема вимірювання Аз.кв при передачі псевдовипадкового сигналу показана на мал. 8.16.

ГПСП - генератор псевдовипадкової послідовності.

КСФ - калібровочний фільтр.

ВСФ - вимірювальний фільтр.

М31(2) - магазин згасання (вгамовності).

Процес вимірювань Аз. кв. полягає в наступному:

- на передавальному кінці за допомогою М31 здійснюють вимірювання рівня

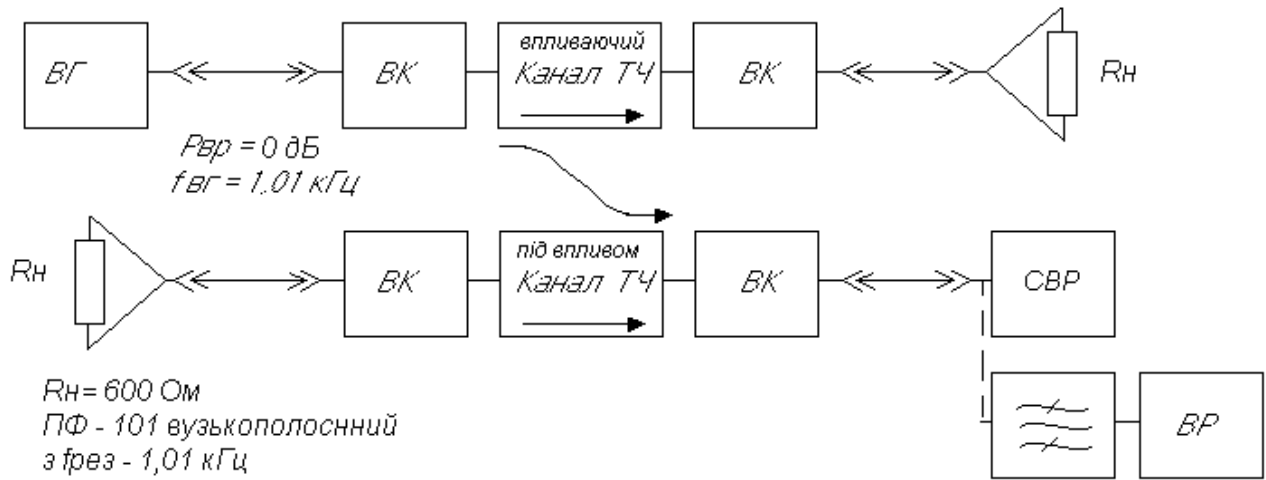


рис. 8.21

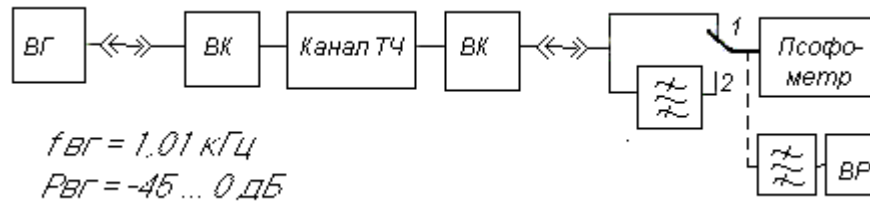


рис. 8.22

№№

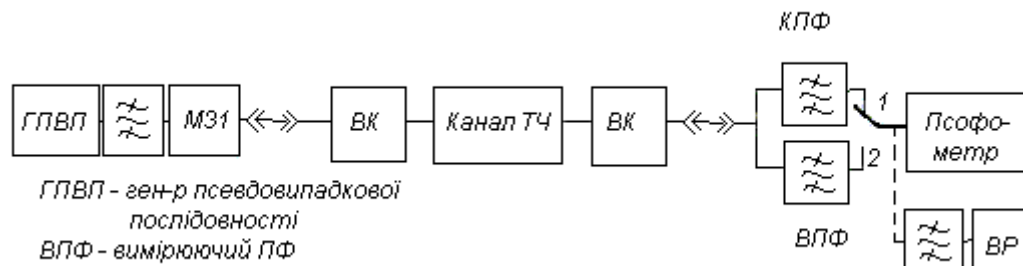
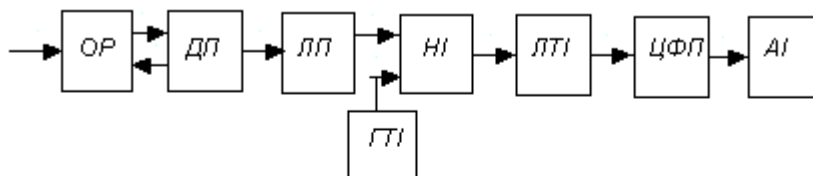


Рис.8.23



ОР - обладнання розподілу; ДП - детектор помилок
 ЛТІ - лічильник тактових імпульсів; ГТІ - генератор тактових імпульсів;
 ЦАП - цифроаналоговий перетворювач;
 аналоговий імітатор

Рис.8.24

вхідного сигналу від мінус 55 дБМО до мінус 3 дБМО з обов'язковим використанням рівнів мінус 55, мінус 34, мінус 27, мінус 6 і мінус 3 дБМО;

- на приймаючому кінці за допомогою ключа вимірюється психофотометричний рівень сигналу P_c (в положенні 1), при цьому на М32 встановлюються визначене згасання (A_{M321}); зручне для відліку показника стрілки приладу (ИУ) ВР, а потім рівень шуму квантування $P_{ш. кв.}$ (положення 2), при цьому, змінюючи (зменшуючи) значення М32 до величини A_{M322} , добиваються, щоб показання ИУ(ВР) в обох положеннях ключа були однакові. За зміною згасання М32 (ΔA) визначають $A_{з. кв.} = \Delta A_{M32} = A_{M321} - A_{M322}$ дБМОп. Оцінка $A_{з. кв.}$ здійснюється за шаблоном МККТТ, представленим на рис.8.10.. До рекомендованих для вимірювання $A_{з. кв.}$ при передачі псевдовипадкового сигналу приладів можна віднести прилад ИШК. Перед вимірюванням $A_{з. кв.}$ (обома методами) в каналі ТЧ.попередньо встановлюється номінальне значення $A_{г.}$

8.2.2. Методи вимірювання параметрів ОЦК і типових цифрових трактів

Як відзначалося в розділі 8.3., до параметрів ОЦК і ЦТ відносяться дві групи параметрів:

- параметри цифрових стиків;
- параметри якості передачі, цифрових сигналів. До параметрів цифрових стиків відносяться амплітуда, тривалість і форма імпульсів (і інші - див. табл. 8.2). Дані параметри вимірюються, використовуючи відомі з курсу "Вимірювання у техніці зв'язку" методи вимірювання імпульсних сигналів. Частіше використовують осцилографічні методи. Решта параметрів (див. табл. 8.2) вимірюються відомими методами. До параметрів якості передачі сигналів по ОЦК і ЦТ на окремих цифрових ділянках (секціях) мережі, створених конкретним типом ЦСП, відносяться вірність передачі (яка характеризується коефіцієнтом помилок) і фазове тремтіння.

8.2.2.1. Вимірювання коефіцієнта помилок

Вимірювання коефіцієнта помилок (Кпом) може здійснюватися двома методами:

- за цифровим інформаційним сигналом;

- за спеціальним випробувальним сигналом, котрим служить псевдовипадкова послідовність імпульсів.

Перший метод використовується, в основному, в системах телеконтролю ЦТ ЦСП і базується на використанні визначених ознак структурної регулярності цифрового сигналу, до яких можна віднести:

- чергування полярності імпульсів (в коді ЧПІ);
- обмеження слідуєчих підряд нулів (тобто пауз з тривалістю більше дозволеної) або імпульсів однієї полярності в кодах КВП та ін.).

Чергове порушення тієї чи іншої з вказаних ознак Визначається помилкою в цифровому інформаційному сигналі. За першим методом працюють прилади контролю вірогідності типу ПКДУ. Структурна схема, яка пояснює принцип вимірювання Кпом за даним методом (в кодах ЧПІ або КВП-3), представлена на рис. 8.2.8. ПР - пристрій розподілу;

ДП - детектор помилок;

ЛП - лічильник помилок;

ГТІ - генератор тактових імпульсів;

ЛТІ - лічильник тактових імпульсів;

ЦАП - цифроаналоговий перетворювач;

АІ - аналоговий індикатор.

На вхід ПР надходить квазітрійковий сигнал (в коді ЧПІ або КВП) . ПР розділяє імпульси цифрового сигналу позитивної і від'ємної полярності. ДП визначає порушення чергування полярності імпульсів в коді ЧПІ або порушення алгоритму коду КВП (наприклад, числа нулів). При кожному порушенні ДП видає в ЛП один імпульс. Водночас від ГТІ через схему "нема" надходять тактові імпульси на ЛТІ. При (Надходженні на ЛП від ДП визначеного числа імпульсів, рівного фіксованому значенню числа помилок (Nпом), ЛП з заповнюється повністю і видає сигнал заборони на схему "нема", яка перериває надходження імпульсів від ГТІ на ЛТІ. При цьому час нарахування (Трах.) ЛТІ буде дорівнювати уіасу вимірювання (Твим), визначається виразом $T_{рах} = T_{вим} = N * T_t$, де N - загальне число імпульсів, підраховане ЛТІ, T_t - тривалість тактового інтервалу. Оскільки $K_{пом} = N_{пом} / N$, то $N = N_{пом} / K_{пом}$. Тоді $T_{рах} = T_{вим} = M_{пом} * T_t / K_{пом} = M_{пом} / K_{пом} * B$, де B - швидкість передачі цифрового сигналу, яка численно дорівнює $1/T_t$.

Таким чином, якщо надходження фіксованого числа помилок відбувається за інтервал часу $T_{рах} = T_{вим}$, то $K_{пом}$ дорівнює визначеній величині; $K_{пом} = M_{пом} * T_t / T_{вим} = T_{пом} / T_{вим} * B$.

Сигнал з виходу ЛТІ надходить на ЦАП і далі у вигляді току або напруги, величина яких залежить від стану ЛТІ, тобто пропорціональна величині підрахованих імпульсів N - на Аі, представляє собою аналоговий індикатор, наприклад, стрілочний прилад, проградуїований в одиницях Кпом.

Звичайно число порушень (тобто число . Nпом) приймають 10...100. Тоді для граничних ЦТ, які містять в собі декілька десятків регенераторів, при нормі $K_{пом} = 10^{-6}$ можна підрахувати Твим. Так, наприклад, час

накопичення 100 помилок в ЦТ з $V = 2048$ кбіт/с буде дорівнювати $T_{\text{вим}} = M_{\text{пом}}/K_{\text{пом}} * V = 100/10^{-6} : 2048 * 10^3 = 50$ с; тобто складає відносно невелику величину.

Для коротких ЦТ, які містять у собі 1...2 регенератора. $K_{\text{пом}}$ може бути порядку $10^{-10} \dots 10^{-8}$ і $T_{\text{вим}}$ може збільшуватись до декількох годин і навіть діб. Тому для визначення $K_{\text{пом}}$ застосовують посередні методи, одним з котрих є метод визначення $K_{\text{пом}}$ регенератора за величиною - співвідношення сигнал/завада ($C/3$) на вході вирішуючого пристрою регенератора. Однак даний метод відноситься вже до другого метода вимірювання $K_{\text{пом}}$, тобто за спеціальним сигналом, яким служить псевдовипадкова послідовність. З попереднім методом визначення $K_{\text{пом}}$ і $C/3$ існує визначена залежність, показана на рис. 8.25, тобто знаючи величину $C/3$, можна визначити $K_{\text{пом}}$. Залежність (рис. 8.25) $K_{\text{пом}}$ від відношення $C/3 = A_i/\sigma$; де A_i - амплітуда імпульса, σ - середньоквадратичне значення завади у вигляді кривої 1 для нормальної завади (тобто a розподілена за нормальним законом у вигляді кривої 2 - для обмеженої завади вона змінюється за усіченим законом).

Відношення $C/3$ визначається методом око-діаграми. При ідеальному прийомі (у відсутності завад) око-діаграма має вигляд, представлений на мал.8.26, де +1, 0, -1 - амплітуди (різних імпульсів: -1, 0, +1 - ідеальні моменти прийняття рішення. При впливі завад зменшується розкриття око-діаграми, пегіршується відношення $C/3$ і збільшується $K_{\text{пом}}$ (рис.8.26). До основного метода вимірювання $K_{\text{пом}}$ в ЦТ будь-якої довжини при використанні спеціального випробувального сигналу можна віднести метод посимвольного порівняння двох псевдовипадкових послідовностей (ПВП) імпульсів. Як Випробувальний сигнал використовуються ПВП імпульси. В цьому випадку відома структура цифрового сигналу на передачі. Тому на прийомі можна генерувати посимвольне (побітне) порівняння двох ПВП для виділення (розпізнавання) помилок. Даний метод використовується в приладах ПВЛТ (пульт випробування ЛТ) та ИКО (вимірювач коефіцієнта юмилок). Спрощена структурна схема приладу представлена на рис 8.28. а

ГВС - генератор випробувального сигналу;

ЗГ - задаючий генератор з $f_t=2048$ і 8448 кГц;

ГПВП - генератор псевдовипадкової послідовності;

ПК - перетворювач коду;

АВС - аналізатор випробувального сигналу;

ВП - вхідний пристрій;

ВТЧ - виділювач тактової частоти;

ДП - детектор помилок;

ПРІ - пристрій розрахунку та індикації;

ЛП - лічильник помилок;

ПІ - пристрій індикації;

ПВП - псевдовипадкова послідовність імпульсів.

ГПВП (в ГВС) генерує ПВП імпульсів у вигляді комбінації, яка повторюється з $2^{15}-1$ символів. ПК (в ГВС) перетворює двійкову ПВП імпульсів в цифровий

сигнал в кодї ЧПІ або КВП. ВП (в АВС) здійснює зворотнє перетворення, Тобто перетворює цифровий сигнал в кодї ЧПІ або КВП у двійковий сигнал в кодї ЧПІ або КВП у двійкову ПВП. ВТЧ (в АВС) здійснює виділення тактової частоти і встановлення початкової фази ГПВП (в АВП). ДП (в АВС) здійснює порівняння ПВП, яка приймається з синфазною з нею еталонною ПВП, що генерується ГПВП в АВС. ЛП (в ПРІ) здійснює рахування помилок в випробувальному сигналі, який приймається. ПІ (в ПРІ) здійснює індикацію цифрового коефіцієнта помилок.

Потрібно визначити, ідо даний метод посимвольного порівняння двох ПВП МККТТ рекомендується для вимірювання часових параметрів якості передачі (ХНЯ, ВПС, СП) на цифрових ділянках (секціях), які входять до складу ГЕМ. Так, для перевірки якості передачі по ЦТ між двома станціями на вхід цього ЦТ підключається джерело псевдовипадкового сигналу (ДПВС) з визначеною послідовністю, яка залежить від швидкості передачі ЦТ.

У відповідності з Рек G.15.1 для цієї мети використовуються випробувальні послідовності сигналів, які показані в табл. 2.1.

Таблиця 8.2.1

Швидкість передачі, кбіт/с	Допустимі відхилення швидкості передачі	Випробувальна послідовність
2048	$+50 \times 10^{-6}$	$2^{15} - 1$ біт
8448	$+30 \times 10^{-6}$	$2^{15} - 1$ біт
34368	$+20 \times 10^{-6}$	$2^{23} - 1$ біт
139264	$+15 \times 10^{-6}$	$2^{23} - 1$ біт

На приймальній секції вихід цього ЦТ підключається до входу приймача вимірювального пристрою (ПВП)

Апаратура (ИПСС, ПИУ) вимірює параметри якості передачі шляхом прямого порівняння псевдовипадкової випробовуючої послідовності (ПВВП), яка передається від ДПВС передавальною станцією, з ідентичною ПВВП, яка генерується в ПИУ. Якість часових інтервалів (з помилками або без них) повинна визначатися і відображатися за період спостереження, встановлений від 1 хвилини до 24 годин, або в ході спостереження.

На завершення можна відзначити переваги та недоліки методів вимірювання показників помилок.

До переваг першого методу вимірювання за цифровим інформаційним сигналом треба віднести можливість вимірювання і контролю без припинення зв'язку. До недоліку даного методу відноситься невисока точність вимірювання.

До переваг другого методу вимірювання за спеціальним сигналом відноситься висока точність вимірювання у порівнянні з першим методом.

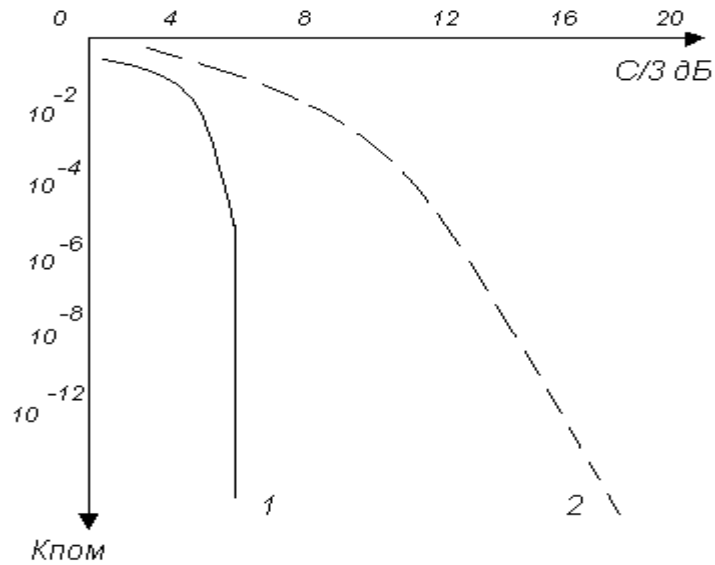


Рис.8.25

До недоліків даного методу відносяться необхідність і складність синхронізації двох псевдовипадкових послідовностей імпульсів, необхідність зв'язку на час вимірювання.

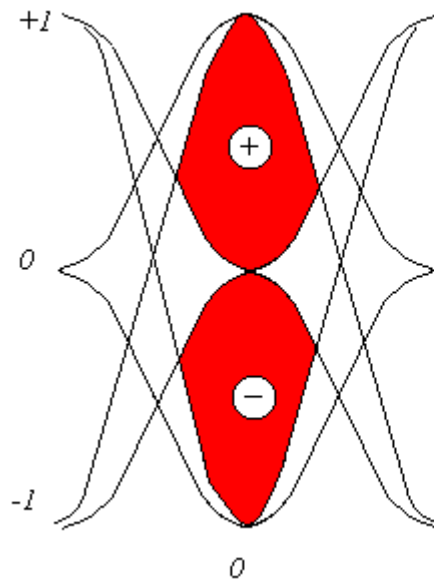


Рис.8.26

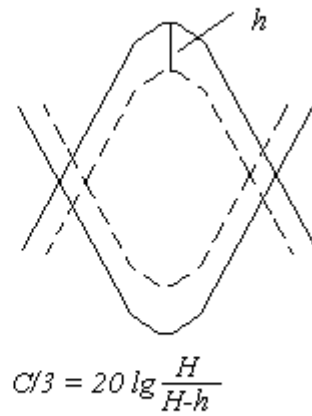


Рис.8.27

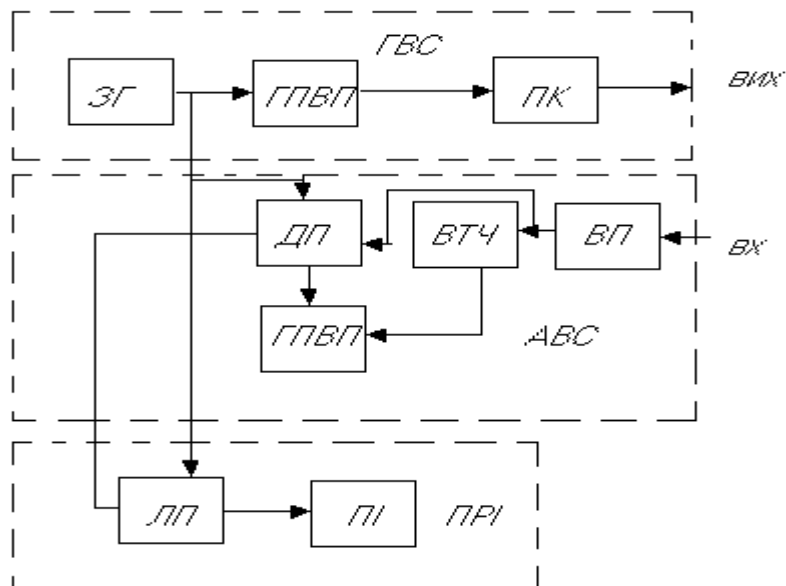


Рис8.28

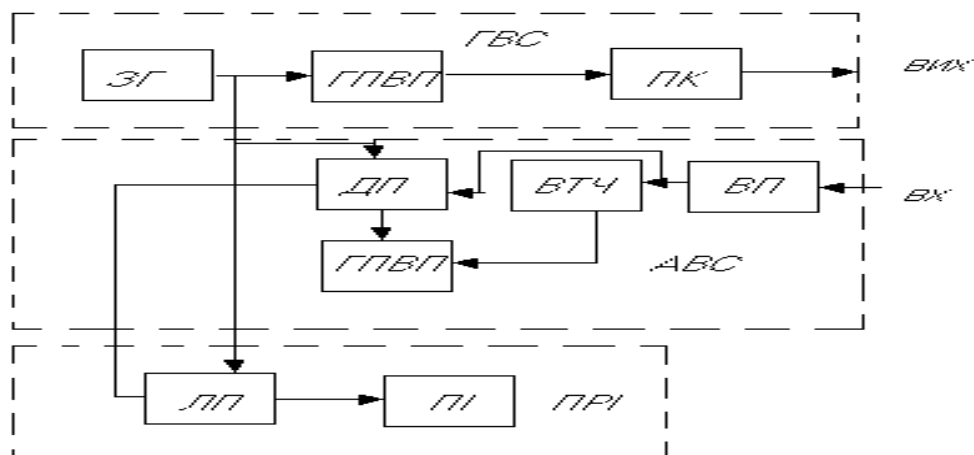


Рис. 8.29

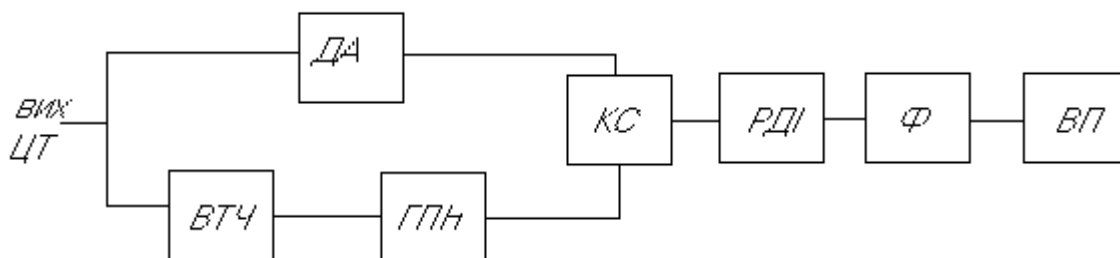


Рис.8.30

8.2.2.2. Вимірювання фазового тремтіння (дрижання)

Вимірювання фазового дрижання також може здійснюватися декількома методами:

- за визначеним (наперед) сигналом, котрий в загальному випадку може розглядатися як квазівипадковий;
- за спеціальним випробувальним сигналом у вигляді псевдовипадкової послідовності імпульсів.

Перший метод застосовується, як правило, в умовах експлуатації, а другий - в лабораторних і заводських умовах, а також при приймально-здавальних випробуваннях

Суть вимірювання при будь-якому методі полягає у тому, що фазові дрижання імпульсів на виході ЦТ перетворюються у зміну амплітуди імпульсів. Структурна схема, яка пояснює принцип вимірювання фазового коливання, показана на мал. 8.30. ДЛ - диференційний ланцюг;

ВТЧ - виділювач тактової частоти;

ГПН - генератор пиловидної напруги;

КлС - ключова схема, РДІ - розширювач довжини імпульсів;

Ф - фільтр;

ВП - вимірювальний прилад.

Часові діаграми, які пояснюють процес вимірювання, показані на Рис. 8.22.

ВТЧ забезпечує фіксацію тактових точок, які співпадають з моментами переходу через нуль пиловидної напруги з виходу ГПН; КлС формує короткі імпульси, амплітуди котрих відповідають значенню пиловидної напруги в момент надходження імпульсів зі виходу ДЛ. РДІ розширює ці імпульси для збільшення їх потужності. Ф виділяє з спектру розширених імпульсів відповідну (по частоті) складову, котра надходить на Вп, проградуирований в одиницях фази.

На мал. 8.23. показана схема вимірювання величини фазового дрижання В1 і В2 на цифровому стику мережі, яка відповідає Рек. G.825.

Детектор фазового дрижання перетворює фазові дрижання імпульсів на цифровому стику у змінення амплітуди імпульсів. ПФ виділяють зі спектру імпульсів на виході детектора відповідні (за частотами зрізу $f1 - f4$ та $f3 - f4$) складові для вимірювання величин фазового дрижання В1 і В2.

Через квазівипадковий характер фазової залежності від інтенсивності обміну (тривалості вимірювання) точні вимірювання повного розмаху фазового дрижання в мережах слід провадити на досить великому відрізку часу. На практиці, використовуючи досвід роботи з конкретними ЦСП, можливо встановити відхилення від норми при вимірюванні на більш коротких інтервалах часу.

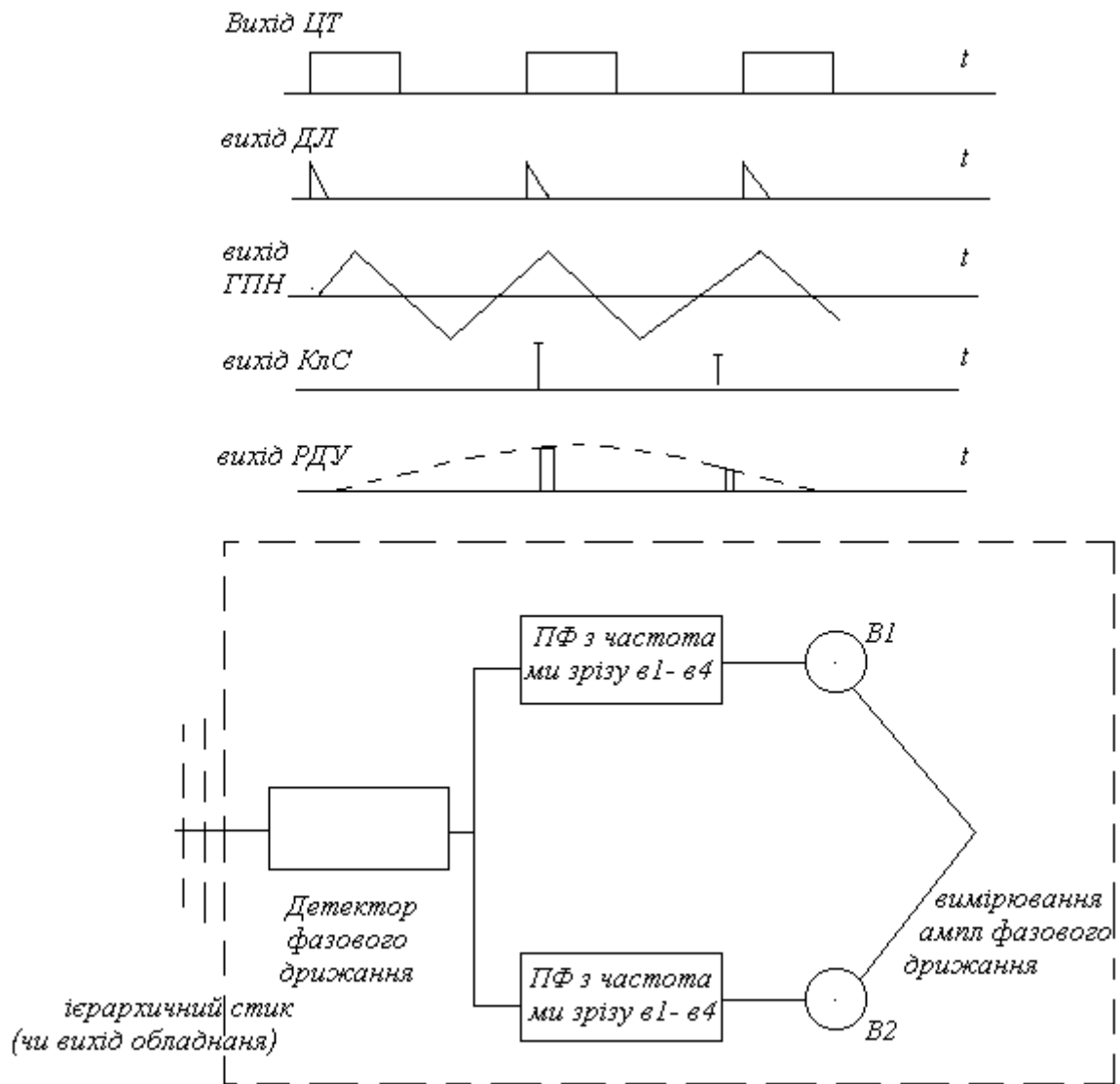


Рис.8.31,рис.8.32.

Контрольні запитання

1. Типи каналів і трактів ЦСП.?
2. Типи транзитів у цифровій мережі і їхня кількість на різних ділянках первинної мережі (місцевих, внутрішньозонових, магістральних).
3. Структура типових каналів і трактів ЦСП.
4. Які параметри і характеристики відносяться до каналів ТЧ ЦСП?
5. Параметри каналів ТЧ ЦСП, номінальні значення яких такі ж як у каналів ТЧ АСП, як вони нормуються?
Параметри і характеристики каналів ТЧ ЦСП, аналогічні параметрам і характеристикам каналів ТЧ АСП, але мають інші номінальні значення, як вони нормуються?
6. Специфічні параметри каналів ТЧ ЦСП, як вони нормуються?
7. Параметри цифрових стиків, їх нормування?
8. Назовіть параметри якості передачі основних цифрових каналів і типових цифрових трактів.
9. Якими параметрами характеризуються вірність передачі? Нормування її оцінок.
10. Які параметри відносяться до часових параметрів якості передачі відповідно до рекомендації G.821 МСЕ-Т, як вони нормуються для міжнародних гіпотетичних з'єднань і для номінального ланцюга ОЦК ЕАССУ?
11. Класи якості ОЦК і як для них нормуються часові параметри якості передачі для міжнародного гіпотетичного еталонного з'єднання і для ОЦК ЕАССУ?
12. Як нормуються часові параметри якості передачі для гіпотетичних еталонних цифрових секцій у залежності від класу якості ОЦК?
13. Що таке еталонне розрахункове значення якості і як воно визначається для ОЦК різних класів якості?
14. Які норми передбачені для введення в експлуатацію цифрових секцій і як вони визначаються?
15. Які норми передбачені для технічного обслуговування цифрових секцій і як вони визначаються?
16. Що таке частіть проскакування октетів і як вона нормується?
17. За рахунок чого виникають фазові тремтіння цифрових сигналів і як вони нормуються?
18. Типи транзитів у цифровій мережі і їхня кількість на різних ділянках первинної мережі
19. За рахунок чого виникають фазові тремтіння цифрових сигналів і як вони нормуються?
20. У чому полягають особливості вимірів параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП?
21. Методи вимірів, схеми вимірів, типи приладів, що можна використовувати для вимірів параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП.
22. Методи вимірів коефіцієнта помилок в ОЦК і типових ЦТ.

23. У чому полягає метод виміру коефіцієнта помилок за інформаційним сигналом? Структурна схема, що пояснює даний метод виміру.
24. Як зв'язані між собою коефіцієнт помилок ($K_{\text{пом.}}$) і час вимірів ($T_{\text{вим.}}$) для різних (за швидкістю передачі) типових ЦТ при використанні методу вимірів $K_{\text{ін.}}$ за інформаційним сигналом?
25. У чому полягає непрямий метод визначення коефіцієнта помилок регенератора за величиною відношення сигнал/перешкода на вході вирішувального пристрою регенератора?
26. У чому полягає метод виміру коефіцієнта помилок за спеціальним випробувальним сигналом? Структурна схема, що пояснює даний метод виміру.
27. У чому полягає принцип виміру фазового тремтіння? Структурна схема і тимчасові діаграми, що пояснюють принцип виміру.

Список літератури:

1. Бондаренко В.Г. Скрипченко О.М. Параметри каналів і трактів ЦСП, методи вимірювань параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП, ОЦК і типових цифрових трактів. МС України Київ 1996-50с.
2. Рекомендації МСЕ – Т М 3010 G.812, G.700.G800.G900.1999 р.
3. Системи передавання аналогові і цифрові. Норми на електричні параметри каналів тональної частоти магістральної та внутрішньозонових первинних мереж зв'язку України. К. ДКЗІУ 1998, КНД 45 – 078 – 97, 85 с.
4. Системи передавання цифрові. Норми та параметри основного цифрового каналу і цифрових трактів первинної мережі зв'язку України. К. ДКЗІУ 1998, КНД 45 – 074 – 97, 88 с.
5. Бондаренко В.Г. Слюсар В.О. Технічна експлуатація систем передавання СЦ, К-2002, “Зв'язок” №6 с. 55-56; К -2003, “Зв'язок” № 1 с. 50-51, №3 с.64-66.
9. Правила технічної експлуатації первинної мережі ЄНСЗ України . Частина перша. “Основні принципи побудови та організації технічної експлуатації”, КНД – 45 – 140 – 99 К. ДКЗІУ – 2001 80 с.
Частина друга. Правила технічної експлуатації апаратури, обладнання, трактів і каналів передавання, КНД-45-162-2000 К. ДКЗІУ-2002 108 с.
10. Бондаренко В.Г. Методичні вказівки та контрольні завдання з дисципліни “Технічне обслуговування телекомунікаційних систем та мереж” для студентів 5-го курсу факультету дистанційного та заочного навчання спеціальностей: “Телекомунікаційні системи та мережі обслуговування ” “Інформаційні мережі зв'язку” ДУІКТ – 2000 – 10 с.
11. Бондаренко В.Г., Чупенко А.О. Методичний посібник до лабораторних занять № 1 - 3 з дисципліни “Технічне телекомунікаційних систем та мереж “, К. ДУІКТ 2002, 20 с.
12. Бондаренко В.Г. Комплексне завдання з дисципліни “Технічне обслуговування телекомунікаційних систем та мереж” Для студентів 4 курсу ДФН факультетів ТК, ІМЗ ДУІКТ, К-2002, 10 с.
- 13.Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем та мереж зв'язку.Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком“Телекомунікації” з дисципліни ,ТЕСЗ,-К ДУІКТ 2012 р 847с

9. Перспективні засоби та технології телекомунікацій

Зближення інформаційних і телекомунікаційних технологій в останнє десятиріччя привело до їх тісної взаємодії і залежності. Саме тому сучасна інформаційна інфраструктура повинна розглядатися в сукупності двох складових: телекомунікаційної та інформаційної. Телекомунікаційна складова повинна мати потужну, дубльовану, закільцьовану транспортну систему (ТС), в яку входять транспортна мережа та мережа доступу (рис.9.1) для повного забезпечення потреб інформаційної інфраструктури

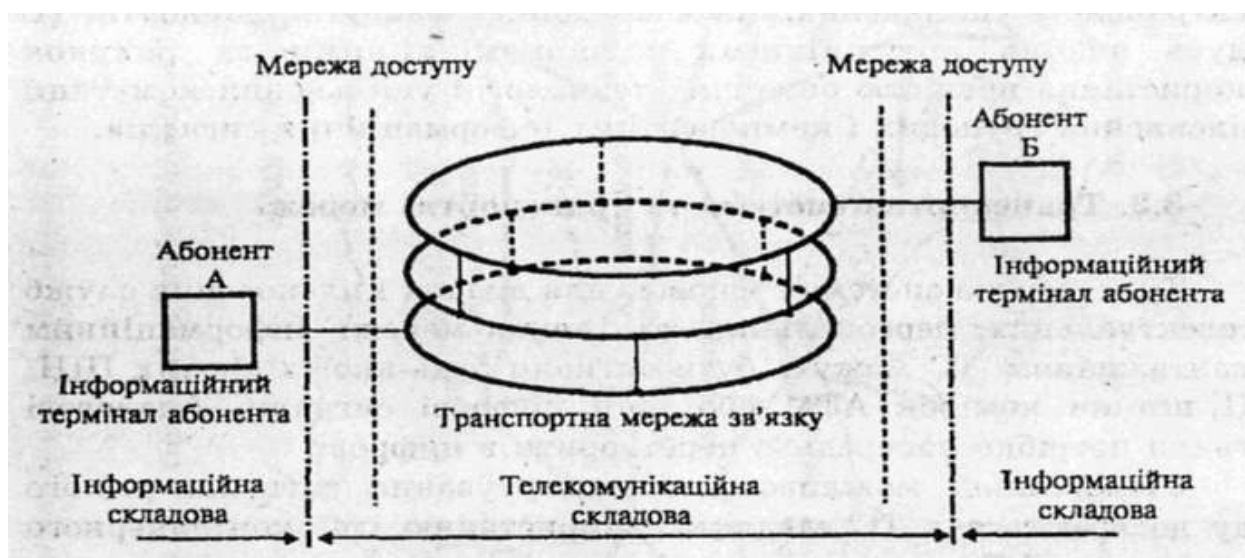


Рисунок 9.1- Телекомунікації як складова інформаційної інфраструктури.

Наступна інформаційна епоха характеризуватиметься різким зростанням обміну інформацією між різними категоріями користувачів в регіонах, країнах, світі. Диспетчерізація, розподіл та транзит великого обсягу трафіку у вузлових пунктах породжує тенденцію розробки та розвитку відповідного обладнання, яке має забезпечити також і широкую номенклатуру послуг (наприклад, мовні послуги, послуги мультимедіа, передача даних, трафік базових станцій GSM, сигналізація ЗКС-7 та ін.)

Варіанти побудови мереж не обмежуються тільки топологією "точка-точка". З'явилися більш надійні і складні топології мережі -самовідновлювана кільцева мережа, комірчаста та інші. Для високоякісного надання сучасних і майбутніх послуг вузлове обладнання мережних структур повинно мати високі характеристики надійності, керованості, фазового "дрижання" та дрейфу, тактової синхронізації сигналів, що передаються.

Зараз створення універсальної ТС базується на принципах синхронної цифрової ієрархії (СЦІ). Така ТС органічно поєднує мережні ресурси, що виконують функції передачі інформації, контролю і керування (оперативного переключення, резервування, експлуатації та ін.). Системи СЦІ,крім того,

стали в більшості країн основою для майбутніх супермагістралей і продовжують вдосконалюватися шляхом застосування оптичної технології спектрального ущільнення, яка має неабияке майбутнє. Майбутні ТС будуть значно потужнішими і економічнішими за рахунок використання повністю оптичних технологій ущільнення, комутації і підсилення групових і компонентних інформаційних сигналів.

9.1. Транспортна система та транспортні мережі

Транспортна система є основою для діючих і планованих служб інтелектуальних, персональних та інших мереж. Інформаційним навантаженням ТС можуть бути сигнали будь-якої з діючих ПЦІ, СЦІ, потоки комірок АТМ або інші цифрові сигнали. Аналогові сигнали потрібно попередньо перетворити в цифрові.

Універсальні можливості транспортування сигналів різного роду досягаються в ТС завдяки використанню ідеї контейнерного перевезення. В ТС транспортуються (переміщуються) не самі потоки інформації або сигнали користувача, а спеціальні цифрові структури - віртуальні контейнери, в які завантажуються ці сигнали або поділена на пакети інформація. Мережні потоки інформації у вигляді контейнерів обробляються незалежно від їх змісту. Після доставки контейнерів на місце і їх вивантаження сигнали приймають початкову форму. Тому ТС СЦІ вже зараз являє собою систему пересилання будь-якої інформації і може негайно використовуватися для створення і розвитку будь-яких мереж і послуг.

За останні десятиріччя первинна (транспортна) мережа зв'язку відзначилась колосальним впливом оптичного волокна на сучасні та майбутні транспортні технології.

Слід зауважити, що можливості інтелектуалізації виникли дякуючи можливості використання біт при передаванні цифрових сигналів по оптичному кабелю. Про це можливо судити по значенню частини допоміжної (службової) інформації в цифровому сигналі, що передається по лінії. Наприклад в лінійному сигналі СЦІ STM-16 доля службової інформації складає близько 17%, в сигналі зі структурою АТМ - 10%, в той час як в четверинному сигналі PDH, що сформований із 64 сигналів 2048 кбіт/с - всього 6%.

З врахуванням високих швидкостей передавання, характерних для СП по оптичним кабелям, відкриваються широкі потенціальні можливості для організації сервісних підсистем. Так, в СП рівня STM-16 для різного роду службових цілей може бути використано 423 Мбіт/с (еквівалент трьох четверинних СП PDH, що складає приблизно 6000 каналів). Цифровізація є стимулятором і каталізатором ряду процесів, таких як інтеграція процесів передавання і комутації, дифузія обчислювальної техніки в телекомунікацію, індустріалізація та автоматизація виробництва апаратури. Однак ці процеси

не могли б бути в повній мірі реалізовані без передавання по оптичному кабелю.

Дякуючи оптичному волокну є добрий ґрунт для інтелектуалізації і мережі.

Інтелектуалізація транспортної мережі в свою чергу супроводжується проникненням в неї технології локальних обчислювальних мереж.

Функціонування сучасної транспортної мережі неможливо представити без розвиненої системи управління, що має свою інтелектуальну підмережу, в котрій завдання управління грають все більшу роль, порівняно з реалізацією контрольних функцій та збору інформації.

Одночасно йде процес інтеграції з мережами доступу та комутованими вторинними мережами.

На транспортних мережах з'являються підсистеми і відповідне обладнання, що забезпечує такі функції як маршрутизація, кросова комутація та ін.

Технологія АТМ разом з СЦІ дозволяє використовувати одне і теж оптичне волокно (як фізичного носія) одночасно для організації різних типів мережних з'єднань, що основані як на принципі комутації каналів так і на принципі комутації пакетів.

Світовий рівень розвитку транспортних мереж і глобальна тенденція на розширення номенклатури та підвищення якості телекомунікаційних послуг роблять актуальною проблему створення широко-смугових мереж з інтеграцією служб (В - ISDN).

Основним видом направляючого середовища в перше десятиріччя ХХІ сторіччя залишиться одномодове оптичне волокно.

Стаціонарне середовище передавання - самий консервативний компонент телекомунікаційної мережі.

Кабелі, що прокладені в кінці ХХ сторіччя будуть ще довго працювати в майбутньому.

Не дивлячись на те, що вже сьогодні кварцеве оптичне волокно можливо назвати квазіідеальним середовищем передавання і що практично вдалося впритул підійти до теоретичної межі мінімізації загасання (0,16 дБ/км для хвилі 1,55 мкм), а широкосмуговість досягається спеціальною технологією (зміщення нульової матеріальної дисперсії та ін.) , процес подальшого удосконалення оптичного волокна і методів передавання ще далекий від завершення і як стимулятор і каталізатор розвитку транспортних технологій ще скаже своє слово.

Вже зараз з'явилися волоконні світловоди з потенційними можливостями, що перевищують на кілька порядків можливості кварцевих світловодів. Це світловоди із халькогенідних і фторидних стекло, які працюють в довгохвильовому ІЧ-діапазоні (2-10 мкм).

Теоретично можливі загасання складають 0,01 - 0,001 дБ/км. Правда, промислове виготовлення має ряд труднощів. Не вдається одержати летючих з'єднань, що легко очищаються від багатьох домішок.

Є надія, що в ХХІ сторіччі вдасться одержати нові волоконні світловоди, що дозволить мати регенераційну ділянку в сотні і тисячі кілометрів та передавати терабіти інформації.

Перехід в інший діапазон довжин хвиль ставить завдання розробки нових джерел та приймачів випромінювання, засобів з'єднання світловодів.

Але, як показав досвід розвитку оптичних технологій, ці труднощі будуть подолані досить швидко.

Мережа України, що була побудована на базі аналогових систем передачі та кабельних металевих ліній, швидко розбудовується на сучасній технології телекомунікаційних мереж-синхронній цифровій ієрархії на радіо та оптичних направляючих середовищах.

Україна має унікальну можливість здійснити якісний стрибок з застосуванням новітніх технологій, не повторюючи етапів попереднього розвитку технологій ПЦІ у Європі та Америці, що продовжувався близько 30 років. В наш час до новітніх технологій телекомунікацій належать WDM та ІР мережі.

Транспортні мережі, які базуються на ТС СЦІ, складаються з систем передавання, систем контролю, резервування (оперативного переключення), управління та експлуатації на відповідних рівнях. Так, фірма ERICSSON представляє транспортну систему і її архітектуру (ETNA) розподіляючи її на мережі:

- національну транспортну;
- регіональну транспортну;
- локальну транспортну.

Локальну транспортну мережу такої ТС можна розглядати як мережу доступу, а регіональну та національну транспортні мережі як основну транспортну мережу універсальної мережі зв'язку.

Такий поділ є характерним для існуючої концепції ТС. Однак сучасні цифрові комутаційні станції з програмним управлінням вже включають до свого складу вбудовані оптичні системи передавання. Наприклад, китайська

комутаційна станція C&CO8 може поставлятися з вбудованою системою передавання серії 8B8. Сигнали між різними пристроями у такій станції комутації передаються "прозоро", аналогічно принципам класичних ТС.

Спостерігається рішучий відхід від концепції окремих систем комутації і передавання: інтеграція комутаційного обладнання та обладнання передавання дозволяє підняти пропускну спроможність системи, одночасно зменшивши витрати на обладнання та технічне обслуговування.

Приклади модульної побудови мереж та взаємного з'єднання мереж на основі цифрової комутаційної станції з програмним управлінням C&CO8 наведені в додатках [1].

Особливих коментарів ці приклади побудови сучасних комутаційно-транспортних систем не потребують. Тим більше, що завдяки останнім досягненням технології спектрального ущільнення ВОЛЗ частка витрат на транспортну частину телекомунікаційних мереж невинно зменшується, складаючи зараз, за різними оцінками, величину 10-30 %.

9.2. Перспективні оптичні технології для первинної мережі зв'язку.

Як у світовій практиці, так і на вітчизняних кабельних мережах зв'язку простежується тенденція переходу до повністю оптичних мереж з застосуванням нових оптичних технологій на основі методів спектрального ущільнення, коли по одному волоконному світловоду передається декілька інформаційних потоків на різних оптичних довжинах хвиль, що дозволяє значно підвищити інформаційну ємність ВОЛЗ і зменшити витрати на один канал-кілометр зв'язку. З'явилися системи густого спектрального ущільнення DWDM, які використовують для роботи тільки одне вікно прозорості (діапазон 550 нм) в робочій смузі оптичного підсилювача (1530... 1560 нм) і мають мале рознесення між оптичними каналами (0,4; 0,8; 1,6 нм), а також оптичні мультиплексори демультиплексори, які реалізують функції введення/виведення різних оптичних каналів з різними довжинами хвиль. Пристрої спектрального ущільнення (оптичні мультиплексори/ демультиплексори) є чисто пасивними пристроями, які вносять досить велике загасання (до 12 дБ) в лінійний тракт. Тому виникає необхідність встановлення оптичних підсилювачів перед або за оптичним мультиплексором.

Відповідно до Рекомендації G.692 ІТУ-Т регламентована величина рознесення між оптичними каналами становить 50 ГГц ($\Delta\lambda=0,4$ нм), однак поки що більш широке застосування знаходять системи з частотним рознесенням між оптичними несучими у 100 ГГц ($\Delta\lambda=0,8$ нм). Конкретний частотний план для діапазону 1550 нм також регламентований в Рекомендації C.692.

Розвиток технології оптичного підсилення на основі ербійлегованих волоконних світловодів (EDFA) суттєво змінив методологію волоконно-оптичних систем зв'язку. За цією технологією можна реалізувати підсилення сигналів в оптичному діапазоні без перетворення їх в електричні (на противагу традиційним регенераторам) і значно збільшити довжину регенераційних ділянок (до 260-600 км). Типовий коефіцієнт підсилення оптичних підсилювачів сягає 25 дБ. Габарити підсилювача 120x20x170 мм, маса 0,25 кг, споживана потужність близько 10...12 Вт.

В міжнародній практиці систем частіше застосовуються оптичні комутатори (ОК). Час спрацьовування ОК визначається перехідними процесами в електричних колах управління ОК, і на сьогодні не перевищує одиниць мікросекунд. Оптичний комутатор - це один з найбільш важливих елементів повністю оптичних мереж зв'язку, без якого неможливо побудувати масштабовану телекомунікаційну архітектуру. ОК характеризуються такими основними параметрами: перехідні завади, внесені завади, швидкість переключення, керуючі напруги. Зараз застосовуються ОК, які працюють на базі направлених відгалужувачів, мостових балансних інтерферометрів, пристроїв на схрещених оптичних хвилеводах та ін. Найбільш поширені ОК, в яких використовується лінійний електрооптичний ефект, що полягає в змінюванні показника заломлення матеріалу пропорційно напруженості прикладеного електричного поля.

В оптичних мережах зв'язку широке застосування знаходять оптичні конвертори, які здійснюють чисто оптичне перенесення сигналу з однієї довжини хвилі на іншу. Таке перетворення повністю прозоре відносно частоти модуляції і не вносить затримки в електричний сигнал.

Повністю оптичні мережі можуть забезпечити практично необмежену смугу пропускання як для сучасних, так і для майбутніх, інформаційних потоків. Ведуться інтенсивні дослідження і вже розроблене більш досконале устаткування: багатоканальні оптичні спектральні мультиплектори DWDM (більше 1000 каналів), лазери з настроюваною довжиною хвилі, широкосмугові оптичні підсилювачі на ЕВС (EDFA), оптичні комутатори. Створені оптичне волокно з нульовою дисперсією в робочій смузі хвиль, відгалужувачі, з'єднувачі, фільтри та інші елементи, необхідні для побудови повністю оптичних мереж. Розробляються необхідні стандарти.

Темпи розвитку в цьому напрямку розвитку систем передачі вражають. Так, в 1996 р. прогнозувалось на 2000 рік застосування WDM-пристроїв для американського ринку систем зв'язку на суму близько 330 млн. дол. Однак вже в 1997 р. обсяг продажу цих систем перевищив 1 млрд. дол., а технологія DWDM (ущільненого WDM) знайшла застосування на всіх основних мережах магістрального зв'язку США вже в кінці 1997 р. Технологія DWDM дозволяє значно збільшити пропускну спроможність одномодового волокна (теоретично до 60 Тбіт/с)

Технологічна реалізація багатоканальної системи через оптичне волокно показана на рис.9.2.

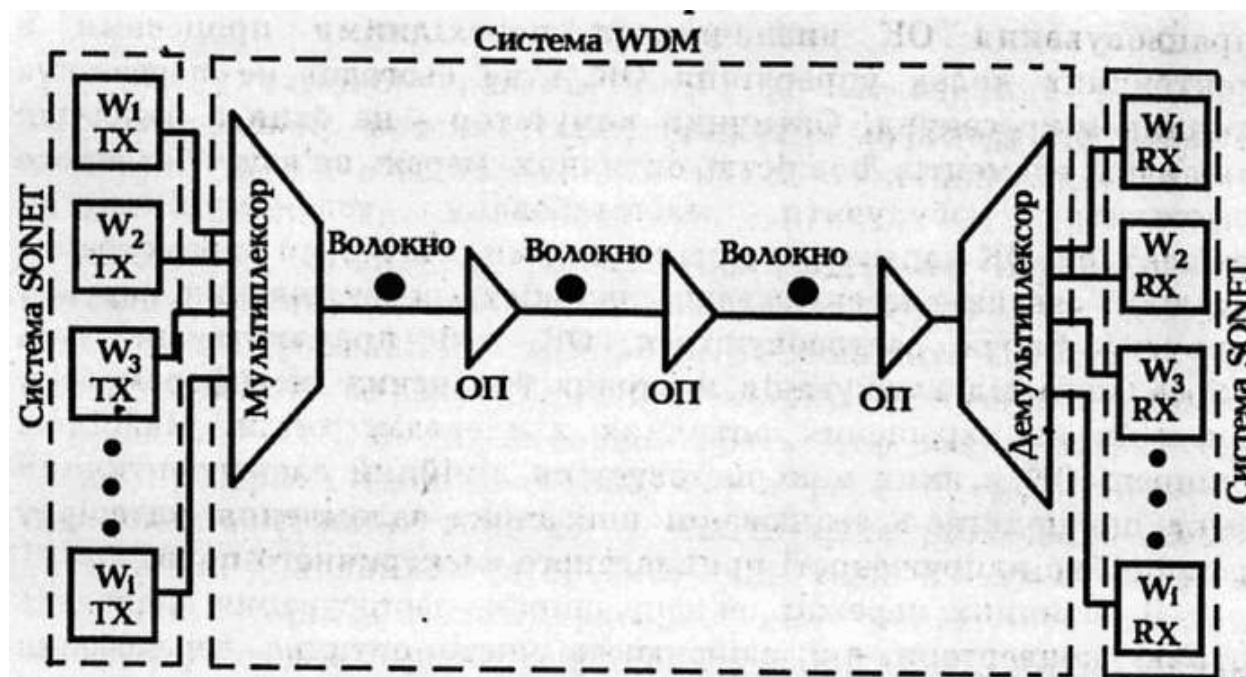


Рисунок 9.2 –перспективні засоби та технології телекомунікацій.

Спектральний мультиплексор об'єднує сигнали з різними несучими частотами з декількох вхідних волокон та забезпечує передавання цих сигналів по одному транспортному магістральному волокну. Мультиплексування виконується пасивними пристроями, функціонування яких базується на відомих явищах фізичної оптики - дисперсії, дифракції, інтерференції. Зворотну операцію виконує спектральний демуплексор. Він виділяє одноканальні сигнали з багаточастотного сигналу магістрального волокна та спрямовує їх в окремі волокна.

У магістральному одноволоконному тракті між мультиплексором і демуплексором використовуються досить поширені сьогодні підсилювачі на EDFA, які одночасно обслуговують всі канали волокна. В таких підсилювачах випромінювання лазера накачки поглинається атомами домішки (ербій), введеної у волокно, а потім накопичена в них енергія вивільнюється у вигляді оптичного сигналу. Оптичні підсилювачі встановлюють за десятки кілометрів один від одного. Деякі WDM-системи дають можливість довести цю відстань до 260-600 км (система NONET компанії Huawei Technologies, Китай).

Наявне обладнання мультиплексування-демуплексування дозволяє вводити каналні потоки в багатоканальний потік або виділяти з нього задані канали без повторного мультиплексування-демуплексування різних каналів. Ці пристрої (мультиплексор введення/виведення – add/drop

multiplexer, ADM) забезпечують зв'язок місцевих мереж з транспортними мережами.

Системи WDM не виключають також і часового мультиплексування. Зазвичай, пропускна спроможність одного оптичного каналу розподіляється між його підканалами на основі часового розподілу (TDM) з використанням технології SONET/SDH з своїми, нижчими номіналами швидкостей. У такому випадку виникає завдання узгодження спектрального мультиплексора (демультиплексора) з апаратурою SONET/SDH, яка випускається різними виробниками. Поки що відсутність детальних стандартів на технологію WDM не дозволяє в цілому вирішити це завдання.

Якщо частоти (довжина хвиль) передавачів компонентних потоків SONET/SDH та несучих оптичних каналів мультиплексора відрізняються, то між ними застосовують багатоканальний частотний конвертор. Якщо ж частоти однакові, то застосовується WDM без перетворення довжини хвиль. Оптичні підсилювачі на основі EDFA працюють тільки в визначеній області вікна прозорості 1550 нм (діапазон 1530-1560 нм). Для цієї смуги ІТУ-Т затвердив сітку частот з рознесенням 100 ГГц (0,8 нм). Крім того, вирішується питання про прийняття сітки з рознесенням 50 ГГц. Різницю між частотами сусідніх каналів вибирають, виходячи з характеристик апаратури, вимог до пропускної спроможності каналів та характеристик апаратури і вимог до пропускної спроможності каналів та характеристик нелінійних ефектів у волокні.

Всі ці фактори взаємопов'язані. Так, WDM з рознесенням 50 ГГц важко реалізувати на швидкості, передачі 10 Гбіт/с через перекривання спектрів сусідніх каналів. У DWDM-системах передача ведеться, як правило, на 4,8 чи 16 частотах зі швидкістю 2,4 Гбіт/с. Є також системи на 32, 40 каналів по 10 Гбіт/с і розробляються 64- та 128-канальні системи. Рекорд корпорації Lucent Technologies (США), отриманий в Bell Laboratories зараз становить 1024 канали в одному оптичному волокні. Реалізація такого ступеня ущільнення в серійному обладнанні очікується через 1,5-2 роки.

Метод звичайного WDM був визнаний перспективним вже наприкінці 80-х років. Традиційно він застосовувався на міжміському телефонному зв'язку та телемовленні. На цій технології засновані сучасні багатоканальні системи трансокеанського зв'язку. Зараз вже прокладено більше 100 тис. км підводного волоконно-оптичного кабелю, який з'єднує більше 90 країн. Завдяки WDM швидкість передачі по вже прокладених кабелях можна збільшити у 4,8 і більше разів.

Слід зауважити, що властивості WDM-технології можуть бути найкраще використані тільки при створенні нових мереж. Такою є мережа SEA-ME-WE-3, від Сінгапуру до Німеччини, яка зв'язує між собою 10 країн Південно-Східної Азії (SEA), Середнього Сходу (ME) та західної Європи

(WE). Її фізичну основу складає кабель з двома парами волокна, в кожній з яких заплановано до восьми каналів STM-16 (2,4 Гбіт/с). Підключення до магістрального кабелю виконується через мультиплексори введення/виведення. Трансатлантична мережа Atlantic Crossing-1(AC-1) повинна з'єднати США, Великобританію, Нідерланди, Німеччину. Порівняно з TAT-8, першою волоконно-оптичною кабельною системою (1988 р., 560 Мбіт/с), сумарна швидкість передавання інформації в AC-1 зростає в 250 разів.

Сучасні WDM-системи забезпечують підводний зв'язок на відстані 8 тис. км при ємності 16 каналів STM-16 або 8 каналів 5 Гбіт/с. Розробники планують збільшити дальність зв'язку до 12 тис. км. В експериментах вдається організувати передачу 32 каналів зі швидкістю 5 Гбіт/с кожний на відстань 9,3 тис. км. Проте, щоб одержати такі результати, в реальних підводних мережах необхідно значно вдосконалити технологію WDM. Поява технології DWDM дозволила формувати в одному волокні десятки каналів і вести передавання з сумарною швидкістю більше 1 Тбіт/с. Наукові лабораторії різних фірм активно працюють над удосконаленням технологій WDM та DWDM засобів для їх реалізації.

WDM-обладнання випускають практично всі основні виробники обладнання зв'язку: ABC, Alkatel, Bosch, Ericsson, GPT – Siemens, Hitachi, Lucent Technologies, NEC, Nortel Networks, Pirells, Tellabs та інші. Спектральні мультиплексори пропонує фірма IBM. Значного успіху досягла молода фірма Ciena, яка за перший рік свого існування одержала прибуток 192 млн. дол.

Декілька молодих компаній планують в недалекому майбутньому випустити на ринок маршрутизатори нового класу, які дозволять формувати мережну інфраструктуру з більшою відмовостійкістю, надавати користувачам широку смугу пропускання за меншу ціну. Наприклад, нові пристрої фірм Monterey Networks та New Access орієнтовані на підвищення рівня "інтелектуальності" технології DWDM, яка поступово поширюється в оптичних магістральних каналах мереж операторів. Головна технічна ідея - це оперативна зміна топологій мереж DWDM при встановленні в їх вузлах оптичних маршрутизаторів. Ці маршрутизатори здатні приймати трафік від DWDM - мультиплексорів, а потім комутувати потоки інформації, які передаються на індивідуальних несучих.

Як відомо, основний недолік технології DWDM пов'язаний з можливістю її застосування тільки в з'єднаннях "точка-точка". При збої кінцевого обладнання на одному кінці з'єднання транспортування всіх даних по ньому припиняється. Процес передавання поновлюється тільки після формування альтернативного шляху передачі і поновлення всіх індивідуальних сеансів.

Поява оптичних маршрутизаторів дозволить комутувати вхідний DWDM -трафік на окремих довжинах хвиль і, таким чином, створити повнозв'язані мережі. На практиці застосування такого підходу означає підвищення надійності функціонування мережі, час простою якої практично буде зведено до нуля. Оптичні маршрутизатори можуть автоматично "спілкуватися" один з одним, що дозволить при їх високій інтелектуальності швидко направляти трафік в обхід непрацюючих ділянок мережі. Більш ефективне управління пропускнуою здатністю мереж означатиме для користувачів зниження цін на послуги передавання інформації.

Розглянемо більш детально так званий оптичний маршрутизатор фірми Monterey Networks, який здатний виконувати переключення світлових DWDM -потоків з одного волокна на інші(рис.9.3).



Рис. 9.3 – Оптичний маршрутизатор

Припустимо, що потік, який передається з Сан-Франциско в Чикаго, потім повинен бути переадресований в Нью-Йорк. Встановлений в Чикаго оптичний маршрутизатор прийме потік із Сан-Франциско у вхідний порт, що перетворить його в електричний сигнал, а потім, після прийняття рішення про переадресацію, виконає зворотне перетворення у світловий сигнал з необхідною довжиною лінії несучої, який через один з вихідних портів буде направлений до Нью-Йорку. Таким чином, даний пристрій ніколи не аналізує пакети в оптичній формі. Суттєво, що розміщені в мережі оптичні маршрутизатори повинні виконувати обмін один з одним інформацією про свій стан, доступність смуги пропускання та іншими експлуатаційними даними.

На відміну від фірми Monterey Networks, зусилля якої спрямовані на підвищення ефективності функціонування магістральної частини мережі оператора, фірма New Access зосередилась на поліпшенні параметрів локальних волоконно-оптичних ліній доступу.

Таким чином майбутнє - за повністю оптичними мережами, які також називають фотонними(Рис.9.4).

Коротко розглянемо основні пристрої нових фотонних мереж, базованих на технології обробки оптичних сигналів.

Фотонна мережа поєднує WDM-технологію та технологію обробки оптичних сигналів. Найбільш важливою особливістю

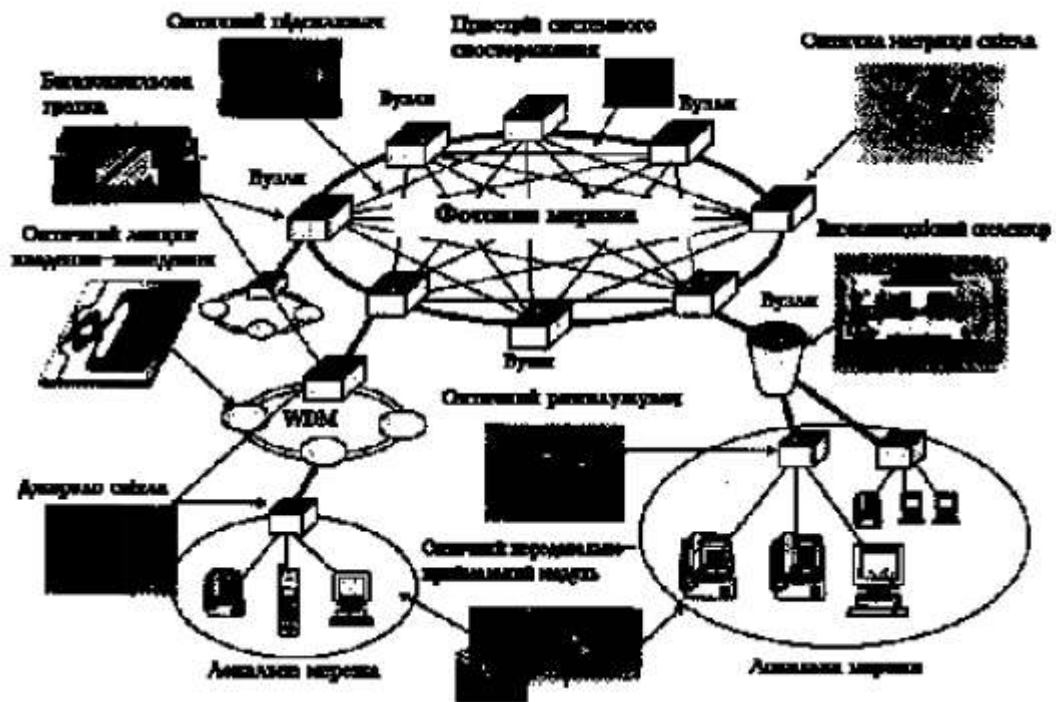


Рис. 9.4 – фотонна мережа

WDM- технології є те, що сигнали, еквівалентні 2,5- або 10-Гбіт/с-системам переносяться на своїх окремих довжинах хвиль, а також та обставина, що високорівнева, специфічна для кожної хвилі обробка, виконується самим світлом. Це дає можливість такої обробки сигналів, яка не залежить від характеристик електронних схем. Сучасні тенденції в НДДКР з розробки оптичних пристроїв (ключових для фотонної мережі, яка є інфокомунікаційною інфраструктурою наступного покоління) висвітлені в [1].

Необхідні функції та ключові пристрої фотонної мережі

Спрощена схема фотонної мережі показує, що основними її елементами є WDM-передавач, оптичні кросові пристрої та оптичні мультиплексори (АДМ). Ключові пристрої, які використовуються для них, - це стабілізовані за частотою джерела світла, багаточастотні джерела світла, перетворювачі частоти, оптичні комутатори та частотні фільтри.

Джерела світла для WDM-систем

Стабілізовані за довжиною хвилі лазери (які мають стабільну частоту коливань) та підстроювані за частотою лазери (частота може варіюватись у широкому діапазоні) є необхідними як джерела світла в WDM-системах. Для стабілізації частоти лазера, як правило, використовується лінія поглинання таких молекул, як ацетилен або амоній. При цьому повинен витримуватись критерій відповідності кожної частоти константі мультиплексування. Для перестроюваних за частотою лазерів, так званих лазерів з Брегівським резонатором на спеціальних суперструктурованих розподілених решітках (880-BBK), досягається точність підстроювання краще 100 нм. У фотонній мережі необхідно одночасно отримати багато наперед детермінованих частот, тому тут використовується метод підстроювання необхідного числа лазерів, кожен з яких має трохи іншу частоту коливань.

Пристрої оптичного мультиплексування

Оптичний мультиплексор введення/виведення (ADM) використовується для вирізування з мультиплексного сигналу певної довжини хвилі і спрямування її до іншого напрямку передачі або для додання нового сигналу з певною довжиною хвилі та його передачі.

Пленарна світловодна схема (PLC) об'єднує матричну хвилеводну решітку (AWG) та термооптичний перемикач (TOSW) і є добре відомим ADM-пристроєм. AWG виконує функцію дифракційної решітки шляхом інтерференції з оптичними сигналами, що випромінюються до численних оптичних хвилеводів з різними довжинами хвилі і, отже, додають або вирізують довжини хвиль. Таким чином, AWG є ключовим компонентом WDM-технології. Проводиться вивчення хвиле-чутливого перемикача, який комбінує А^С та напівпровідниковий оптичний перемикач, для його застосування як пристрою для селективного відбирання необхідної довжини хвилі.

Оптичні кросові пристрої

Оптичний крос виконує комутацію напрямів передачі на вузлах, причому, кожний напрям комутується шляхом демультимплексування всіх довжин хвиль. Комутація напрямку виконується за кілька мілісекунд, отже, після хвильового розщеплення в А^С комутація може виконуватись з допомогою TOSW. Була розроблена спеціальна PLC типу 16x16 TOSW для систем передачі великої ємності, в яких комутується багато напрямів введення/виведення. Для кросування між сигнальними каналами з різними довжинами хвиль виконується перетворення довжини хвилі з допомогою частотного конвертора і тільки потім здійснюється заміщення сигналу. Операції можуть виконуватись після демультимплексування довжини хвилі у будь-якій комбінації.

Пристрої системного спостереження

Еволюція оптоволоконних підсилювачів стала значним внеском до системних Інновацій волоконно-оптичного зв'язку. Оптичний підсилювач, який має узгоджені підсилювальні характеристики у широкому діапазоні довжин хвиль, є необхідним у AWG-системі. Спостереження за рівнем оптичного сигналу та довжиною хвилі є також важливими. На рис.3.6 показано 8-канальний елемент детектування сигналу, що являє собою прототип ключового пристрою для спостереження. AWG та вісім фотодіодів, об'єднані на 4-мм-квадраті напівпровідникового чіпа, дозволяють використовувати їх для спостереження сигналу на кожній довжині хвилі.

Це є прикладом застосування напівпровідникової фотонної інтегральної мікросхеми, яка збільшує придатність напівпровідників для реалізації пристроїв з удосконаленими функціями у невеликому об'ємі завдяки інтеграції лазерів та фотодіодів.

Майбутні розробки

Фотонні мережі стануть інфраструктурою мультимедійного інфозв'язку 21-го сторіччя. Щоб це реалізувати, абсолютно необхідні WDM-базовані мережі та WDM-технології пристроїв. Зараз проводяться НДДКР з метою застосування інтегральних оптичних пристроїв, що використовують PLC та напівпровідники у фотонних мережах. Об'єднання технології створення економічних оптичних компонентів, призначених для побудови оптичної абонентської мережі з технологією компактних та недорогих ключових пристроїв з новими функціями, що скоро будуть розроблені, зробить можливою реалізацію фотонних мереж наступного покоління.

З метою забезпечення дуже широкої смуги пропускання як для сучасних, так і майбутніх мережних інформаційних застосувань, активно ведуться розробки з побудови різних архітектур з пасивною та активною хвильовою маршрутизацією, з застосуванням мультиплексорів, демультиплексорів, хвильових конверторів та ОПТИЧНИХ комутаторів. Переваги матимуть ті архітектури, що дозволять поступово нарощувати свої ресурси у більш широкі межі. При цьому важливо забезпечити прозорість мережі та можливість користувачам передавати дані будь-якого вигляду та формату.

На рис.9.5 показано розвиток ієрархічного представлення рівнів.

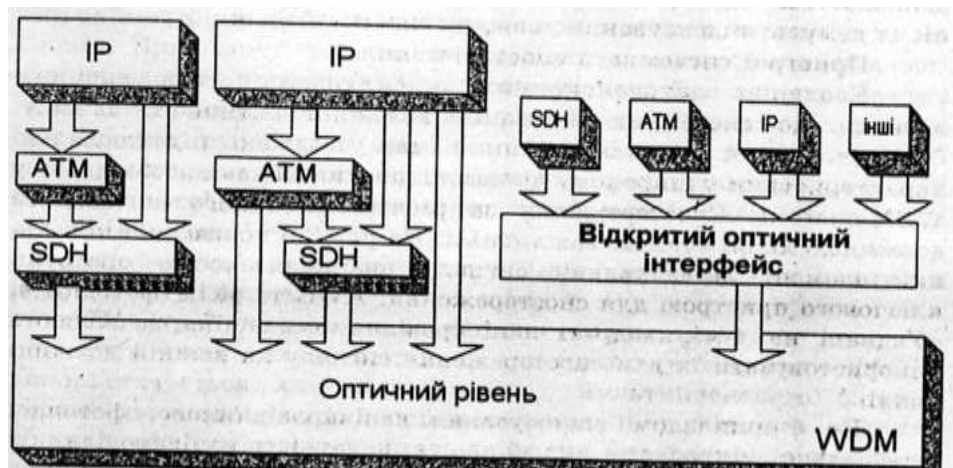


Рисунок 9.5 – Розвиток ієрархічного представлення рівнів.

На першому етапі підтримуватиметься СЦІ. З появою відкритого оптичного інтерфейсу (ВОІ) діючі і нові технології передавання та служби можуть звертатись прямо до оптичного транспортного рівня з допомогою ВОІ (наприклад, оренда довжини хвилі та ін.)

Нижче приведені схеми сучасних мережних структур України (рис. 9.6) та короткі основні відомості з WDM.



a)

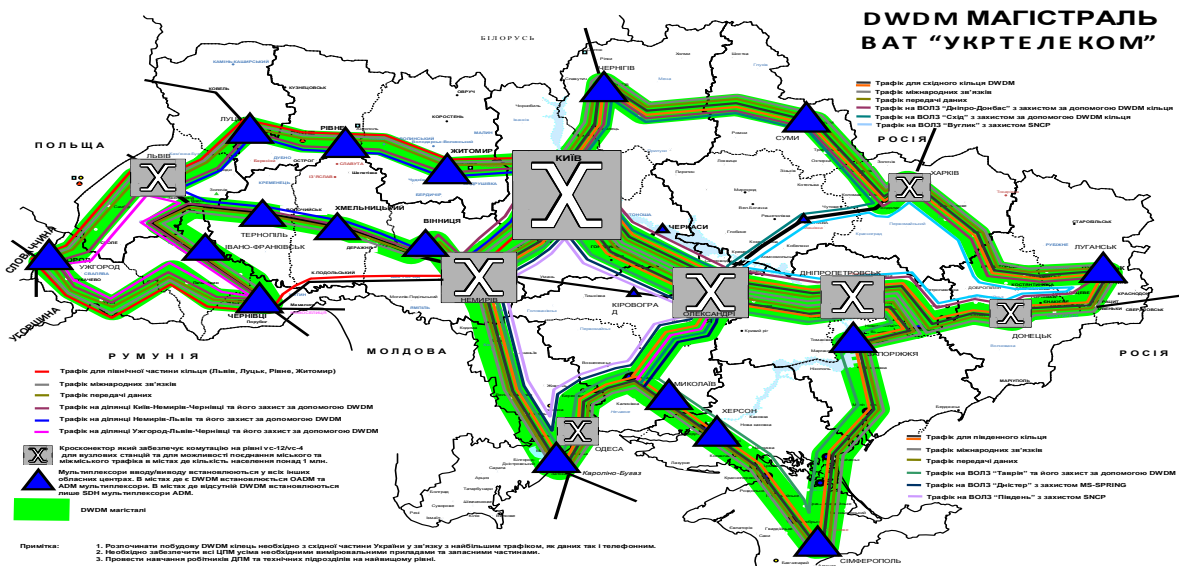


Рис. 9.6(а,б) б)

В техніці транспортних мереж зв'язку відбулася революція завдяки застосуванню оптичних технологій і їх швидкому розвитку. На даному етапі прогрес пов'язаний із застосування спектрального ущільнення.

Одноточасна передача по волоконному світловоду багатьох незалежних інформаційних каналів на різних оптичних несучих дозволяє використовувати всю оптичну смугу пропускання світловоду. Ця технологія в зарубіжній літературі отримала назву WDM.

Таблиця 1

	CWDM, (Coarse WDM, Грубое СУ)	DWDM, (Dense WDM, Плотное СУ)	HDWDM, (High density WDM, СУ высокой плотности)
Разнос длин волн (частот) каналов	20 нм или 25 нм	<1,6 нм (200 ГГц, 100 ГГц, 50 ГГц)	<0,4 нм (25 ГГц, 12,5 ГГц)
Используемые диапазоны	O,E,S,C и L	S,C и L	C и L
Типичное число каналов	18 максимум	Десятки каналов (до нескольких сотен)	Десятки каналов
Стоимость канала	Низкая	Высокая	Высокая

В таблиці приведена одна із можливих класифікацій систем із спектральним ущільненням (СУ). В відповідності до рекомендації ITU-T G.694.2 в таблиці використанні наступні позначення спектральних діапазонів

- O- початковий, первинний (Original,1260...1360 нм);

- E- розширений (Extended, 1336...1460 нм);
- S – короткохвильовий (Short wavelength, 1460...1530 нм);
- C – звичайний, стандартний (Conventional, 1530...1570 нм);
- L – довгохвильовий (Long wavelength, 1570...1625 нм).

Грубе спектральне ущільнення (CWDM) характеризується тим, що відстань між сусідніми каналами дорівнює 20 нм (в деяких випадках 25 нм). Це в десятки разів більше, ніж відстань між каналами при щільному спектральному ущільненні (DWDM). У відмінності від інших форм WDM, технологія CWDM використовує суттєво більш широку смугу частот, яка може включати декілька стандартних для оптичних систем зв'язку діапазонів частот (вікон прозорості).

В системах CWDM можуть одночасно працювати до 18 каналів і використовуватись як багатомодові, так і одномодові волокна. У порівнянні з DWDM в системах CWDM довжина волоконних ліній і витрати на побудову мережі зазвичай в декілька разів менші. В останній час технологія CWDM отримує все більше розповсюдження, особливо в міських і регіональних мережах. В містах провайдери здійснюють модернізацію мережі в додаток до тих систем, що використовуються SDH/ATM/FR з допомогою системи CWDM. Саме вони можуть вирішити проблеми недостачі пропускної здатності при збільшенні економічної ефективності використання мережі і мінімізації капітальних витрат на її побудову.

Міські і регіональні мережі є найбільш розвинуті сегменти телекомунікаційного ринку розуміє широке застосування для передачі даних великого спектру різних протоколів, швидкостей і мережних топологій. Пристрої CWDM є «прозорими» для будь-якого типу і швидкості передаючого трафіку і можуть стати зв'язуючою ланкою між магістраллю і мережею доступу.

Термін CWDM використовувався раніше для позначення оптичних несучих з рознесенням 25 нм для передачі по багатомодовому волокну і у локальних мережах. Робочі довжини хвиль лежали в межах першого (850 нм) і другого (1310 нм) вікон прозорості. В середині 1990 років почали широко запроваджувати оптичні підсилювачі на основі волокон легірованих ербієм (EDFA) і активно розвивати технологія щільного спектрального ущільнення DWDM. У зв'язку з тим, що основний робочий діапазон EDFA лежить в межах довжин хвиль 1525...1565 нм розробники систем DWDM прагнули внести в цей діапазон якомога більше каналів.

В таблиці приведені результати про рознесення довжин хвиль каналів і діапазони, які використовуються для CWDM, DWDM і HWDM, а також про типове число каналів, вартість каналу, результати про спектральні діапазони, встановлених рекомендацією ITU-T G.694.2 (O.E.S.C.L). В діапазоні «C» можна розмістити до 100 каналів при кроці 0,4 нм, що при швидкості передачі в межах 2,5...10 Гбіт/с дає інформаційну ємність одного волокна

250...1000 Гбіт/с. З розвитком системи DWDM збільшується кількість каналів передачі, дальність передачі і швидкість у кожному каналі. Так фірма NEC здійснила одночасну передачу 273 каналів на відстань 117 км. Потік інформації яка передана по одному волокну складала 10,95 Тбіт/с.

Відомі два розвитку перспективних СУ DWDM.

- *Аналогово фотонні транспортні мережі* побудовані на підсиленні і керуванні частотами а не бітами. В процесі розвитку системи WDM втратили інженерну простоту яка належить СЦ, припинили підтримувати технологію “plug-and-play”. При вирішенні багатьох технологічних питань які пов'язані із дальністю передачі, впливом дисперсії, шириною пропускання на етапах планування, розробки, побудови і моніторингу системи WDM потребують залучення висококваліфікованих спеціалістів. Крім того, були втрачені можливості діагностики управління послугами зв'язку наскрізь, які були доступні в мережах СЦ, тобто простоту і гнучкість СЦ в системах WDM змінили масштабування і прозорість.

Іншим напрямком розвитку СУ DWDM є *цифрова оптична мережа* на основі оптоелектричних перетворювачів (ОЕО)-Рис.9.7. Перед цифровою оптичною мережею поставлені завдання значного спрощення різних операцій, а також збільшення швидкості надання послуг і гнучкості багатоканальних оптичних транспортних мереж за допомогою об'єднання тієї смуги пропускання, яку може надати технологія WDM, з простотою управління трафіком, проектуванні і реконфігурацією мережі, яка належить цифровим оптичним системам. Це досягається шляхом впровадження доступного ОЕО-перетворення в кожному вузлі і організації «цифрового» управління смугою пропускання мережі WDM на кожній довжині хвилі.



Рис.9.7 Цифровий вузол з ОЕО перетворенням

Забезпечуючи електронний доступ до всієї інформації на кожному вузлі «цифрова» мережа найкраще використовує все багатство можливостей електроніки і програмного забезпечення для функцій мультиплексування введення/виведення каналів, перевірки виробництва і цифрового захисту

даних на кожній довжині хвилі. Такий розвиток підштовхує провайдерів підвищувати гнучкість надання послуг, швидко переконфігурувати мережу, а також збільшити її виробництво.

Постійний і дешевий цифровий доступ з використанням цифрової оптичної мережі веде до зменшення кількості аналогових оптичних частин всієї мережі, що спрощує мережеве планування, проектування і виконання різних операцій. В той же час, цифровий транспорт дає можливість операторам зв'язку використовувати нові засоби цифрового адміністрування, контролю і профілактики, необхідні для забезпечення точної цифрової діагностики і повного управління послугами.

До сьогодні вважалось, що ОЕО-перетворювачі дуже дорогі, тому їх число на мережі повинно бути мінімальним. Ця тенденція підштовхує до створення повністю оптичної мережі. Альтернативним шляхом розвитку є розробка дешевих ОЕО-перетворювачів, це дозволить здійснити більш дешеву комутацію трафіку в кожному вузлі мережі. Доступне ОЕО-перетворення може бути застосоване там, де воно дозволить позбавитися від складностей мереж WDM і при цьому збереже багаточастотне масштабування і невелику вартість оптичної смуги пропускання.

Таке ОЕО-перетворення вже існує, завдяки новому відкриттю, яке повинно покінчити з труднощами існуючих мереж WDM. Цим технологічним проривом в області оптичних мереж є розробка монолітного оптичного інтегрального пристрою (PIC-Photonic integrated Circuit) масового виробництва. PIC об'єднує основні оптичні компоненти, необхідні для реалізації системи WDM (лазери, модулятори, детектори, мультиплексори і демультиплексори), в одному оптичному компоненті, справжньої «WDM системи в мікросхемі».

Провайдери послуг можуть встановлювати цифрові вузли там, де захочуть, надаючи широкосмугові послуги і «внутрішньомережний» доступ до своїх мереж, незалежно від географічного положення чи мережної топології. Це також дозволить їм застосувати загальну (однакову) системну платформу багатоканальних регіональних і муніципальних мережах та мережах дальнього зв'язку, при цьому уніфікуючи мережу і спрощуючи мережні операції. Використання переваг цифрового транспорту систем СЦІ в мережах WDM особливо вигідно для операторів зв'язку.

Будуючи «цифрову оптичну мережу», оператори зв'язку отримують можливість надавати широкий спектр нових і традиційних широкосмугових послуг без обмежень, зв'язаних із складністю оптичного проектування частотного планування і точністю прогнозів з послуг зв'язку. Такі мережі повертають колишні працездатність і контролювання, які зробили мережі СЦІ високонадійними з досить легким управлінням.

9.3 Технології IP / MPLS

Основні переваги технологій IP/MPLS[19.20.21]:

- висока швидкість просування IP-пакетів по мережі за рахунок скорочення часу обробки маршрутної інформації;

- можливість організації інформаційних потоків в каналах зв'язку.

- за допомогою міток кожному інформаційному потоку (наприклад, несучого телефонний трафік) може призначатися необхідний клас обслуговування (CoS).

- потоки з більш високим CoS отримують пріоритет перед усіма іншими потоками. Таким чином, за допомогою MPLS забезпечується якість обслуговування (QoS), притаманне мереж SDH і ATM;

- повне відокремлення один від одного віртуальних корпоративних мереж за рахунок створення для кожної з них своєрідних тунелів; прозорий пропуск через ядро IP / MPLS трафіку протоколів Ethernet, Frame Relay або ATM, що дозволяє підключати користувачів, що використовують всі ці різноманітні протоколи.

Топологія побудови зонової DWDM мережі приведена на рис.9.8

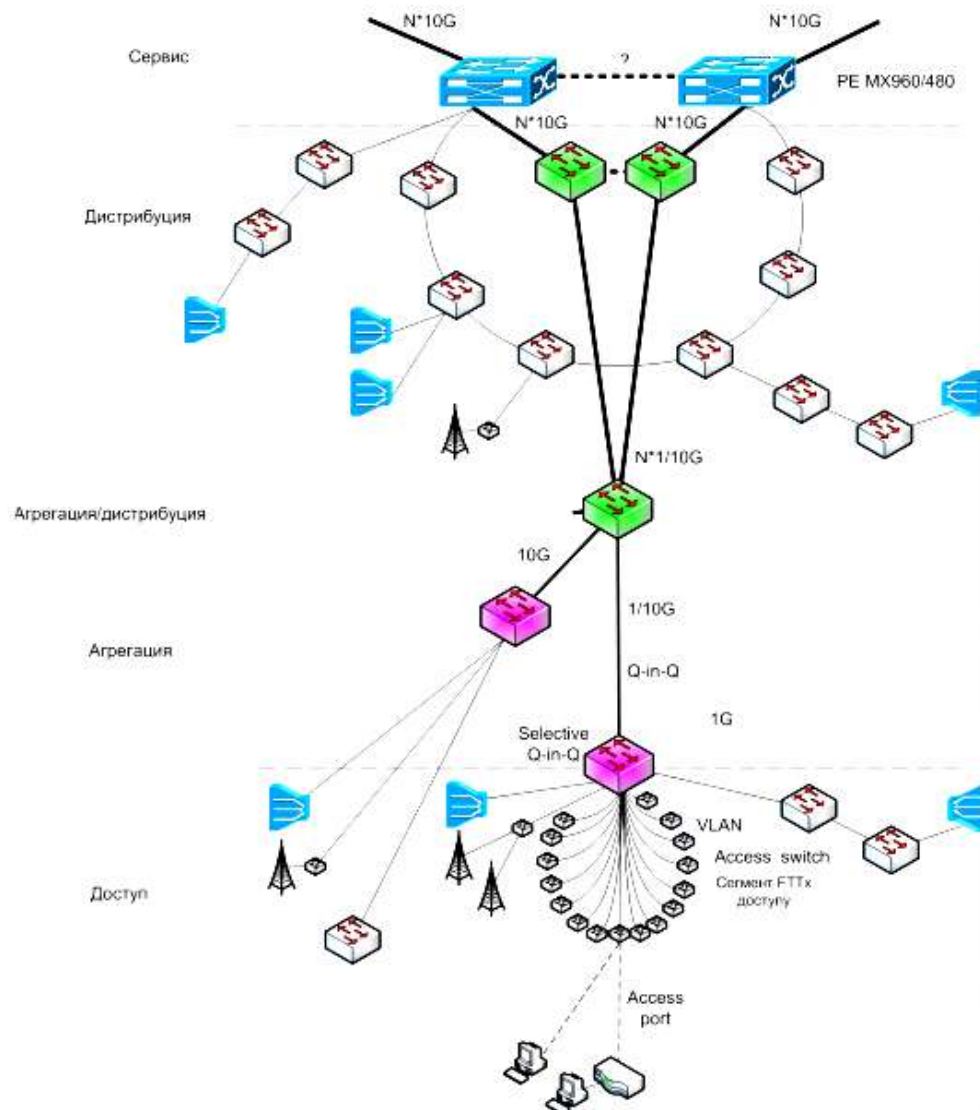


Рис.9.8 Топологія побудови зонової DWDM мережі

На основі цієї загальної топології на рис. 9.8 приведена структурна схема побудова DWDM в Донецькій обл.

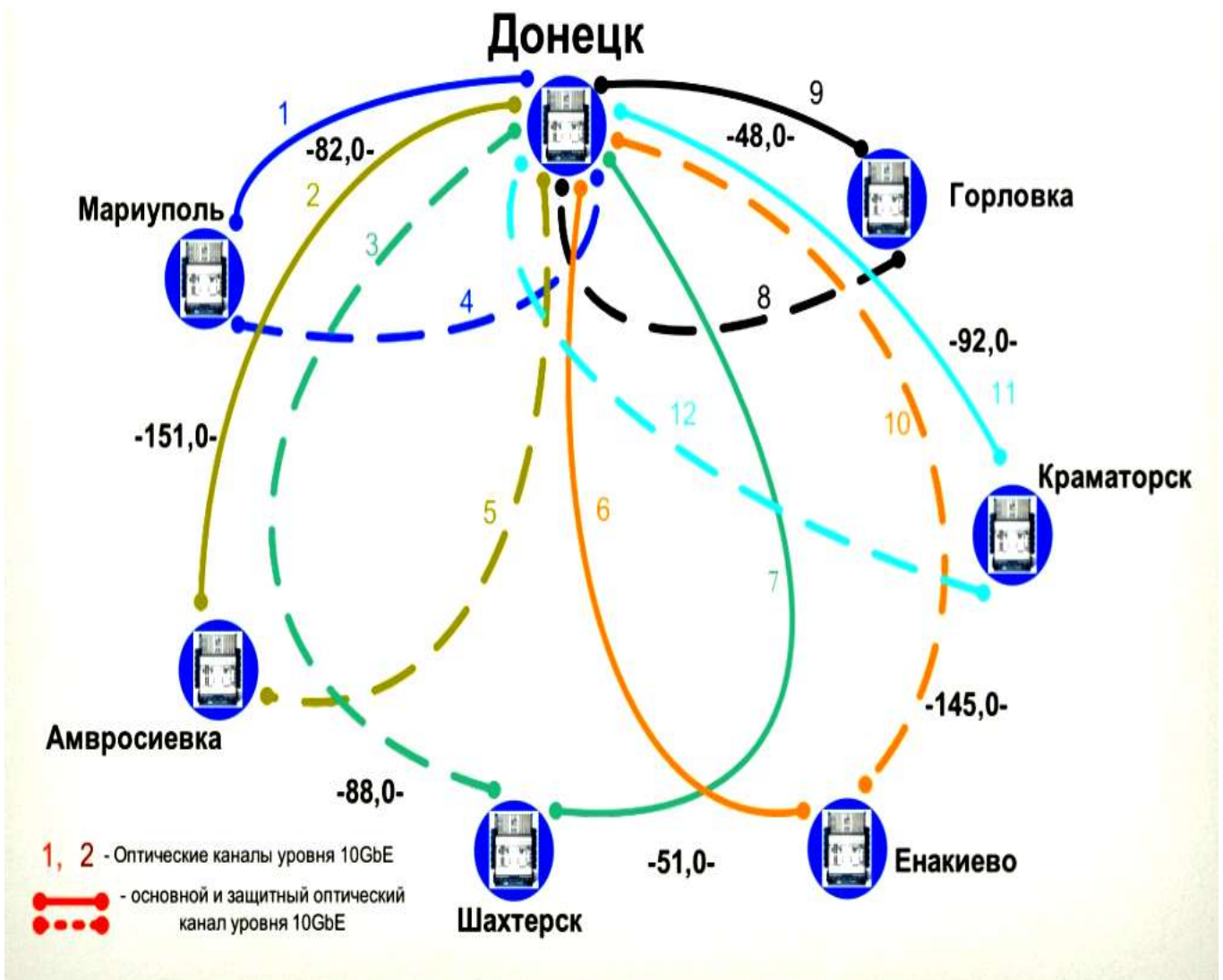


Рис.9.9 Структурна схема побудова DWDM в Донецькій обл

Із аналізу методів можна рекомендувати для малих внутрішньо зонних мереж застосовувати технологію СЦІ або CWDM, для великих внутрішньо зонних мереж слід застосовувати технологію IP/MPLS.

Контрольні запитання

1. Пояснити склад сучасної інформаційної структури.

2. На чому базується ТС ,перспективи її розвитку?
3. Що може бути базою для створення В-ISDN?
4. Які перспективи розвитку застосування оптичного волокна?
5. Як будуть розвиватись ТК України?
6. Що представляє собою модульна побудова мереж?
7. Яка тенденція сучасного розвитку мереж?
8. Що представляє собою система зв'язку WDM ?
9. Назовіть складові елементи оптичної мережі.
10. Пояснити структурні схеми ПМ зв'язку ВАТ Укртелеком: а. СЦІ, б. DWDM.
11. Привести класифікацію систем із спектральним ущільненням
12. Пояснити роботу цифрового вузла з оптоелектричним перетворювачем.
13. *Пояснити принципи технології IP/MPLS.*

1.4. Виконати аналіз схем рис., 9.8, 9.9.

Список рекомендованої літератури

1. Бондаренко В.Г. Гребенніков В.О. Сучасні і майбутні інфокомунікаційні технології України. К. Радіоматор-2004, 160 с.
2. Сучасний стан та перспективи використання ВОЛЗ. Матеріали міжнародної конференції. – Укртелеком, 2002. Наукові керівники конференції-і редактори матеріалів -Бондаренко В.Г. Катоков В.Б.,
3. Бондаренко В.Г. Современные технологии транспортных сетей связи. – К.,: Радіоматор.-2006.-№12.-С.50-52.
4. Бондаренко В.Г., Чупенко А.А. «Оптические усилители»// Радіоматор.-2007.-№10.-С.52-53.
5. Катоков В.Б. Волоконно-оптичні системи зв'язку К-1999.
6. Белевитина В.В., Вольфсон А.М. Критерии внедрения DWDM на транспортных сетях. Подходы к проектированию оборудования DWDM //Электросвязь.- 2002, №9.
7. A. Girard. Guide to WDM Technology and Testing. EXFO Electro-Optical Engineering Inc. Canada 2000.

8. XDM™ Интеллектуальные Масштабируемые Оптические Сетевые Решения. Техническое описание LIGHTSCAPE NETWORKS
- 10.Чернов Б.К., Каминецкий И.О. Технология грубого спектрального уплотнения CWDM/Lightwave.- 2004.-№2.-С.20-24.
- 11.Серж М. Цифровые оптические сети обеспечивают более простое, быстрое и гибкое предоставление услуг// Lightwave.-2005.-№3.-С.19-20.
12. Бондаренко В.Г. «Основні положення по застосуванню систем і апаратури СЦІ на мережі зв'язку».ДУІКТ К.-2002,81с.
- 13.Бондаренко В.Г. Мережа наступного покоління NGN// Радоіаматор.-2005.-№9.-С.56-57.
- 14.G.652 – Характеристики одномодових волоконно-оптичних кабелів.
- 15.G.653 - Характеристики одномодових волоконно-оптичних кабелів зі зміщеною дисперсією,
- 16.G.654 - Характеристики одномодових волоконно-оптичних кабелів з сунутим частотним зрізом.
- 17.G.655 - Характеристики одномодових волоконно-оптичних кабелів з ненульовою дисперсією.
- 18.Мешковський К.О. Бондаренко В.Г і інші, під ред.Бондаренка В.Г.СИНХРОННІ ЦИФРОВІ МЕРЕЖІ СЦІ, ТЕХНОЛОГІЇ І СТРУКТУРА WDM СИСТЕМИ. Навчальний посібник з дисциплін ЦСП, ТОТСМ, ТЕСЗ. К-ДУІКТ 2010,130с.
- 19./Internet файл IP|MPLS
- 20.Пилипенко Г.В.Структура IP|MPLS мережі “Доповідь на науковій конференції Сучасні тенденції розвитку технологій в інфокомунікаціях та світі К.ДУІКТ 2011,ДПМ.
21. Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем та мереж зв'язку.Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком“Телекомунікації” з дисципліни ,ТЕСЗ,-К ДУІКТ 2012 р 847с

10. Стан та розвиток телекомунікацій в Україні

Метою данного розділу є аналіз стану та розвитку телекомунікацій України, накреслити шляхи та визначити концептуальні основи побудови і розвитку в подальшому.

10.1. Етапи розвитку українських телекомунікацій

Світове суспільство переходить до глобального інформаційного. Новий етап у розвитку українських телекомунікацій – це етап перетворення українського суспільства на основі конвергентного об'єднання інформатизації і телекомунікації в електронно-інформаційне суспільство на основі Закону “Про телекомунікації” і інших регламентних документів.

В Україні зв'язок є одним з найбільш стійких секторів економіки. Його стійка якісна робота є найважливішою умовою діяльності держави і суспільства. ЄНСЗУ спільно з засобами обчислювальної техніки та інформаційних технологій складає технічну основу інфраструктури інформатизації українського суспільства. ЄНСЗУ є технологічною основою майбутнього “електронного” суспільства України, зв'язана з мережами електрозв'язку інших країн і повинна зайняти важливе місце у світовому інформаційному просторі у Глобальній і Європейській інфраструктурах, що розвиваються (ГП, ЄП).

Основою телекомунікацій України в післявоєнні роки були німецькі трофейні лінії зв'язку - симетричного кабелю та повітряні мережі і трофейна апаратура ущільнення-MG-15; ME-8; TFB; підсилювачі НЧ ST-38. Були побудовані такі магістралі як Вінниця-Київ, Київ-Харків, Київ-Дніпропетровськ та інш. Вони ще довго працювали, модернізувались і застосовувались, дякуючи грамотному і талановитому інженерно-технічному персоналу зв'язківців України.

Деся в 1946 році на повітряній магістралі №68 Москва-Київ була встановлена сучасна американська апаратура J-2, яка забезпечувала 12 каналів 0,3-3,4кГц і дозволяла одержати 24 канали діленних - 0,4-1,8кГц.

Потім, в Радянському Союзі були розроблені ряд систем ущільнення повітряних, кабельних ліній симетричного і коаксіального кабелів. Це системи В-3, В-12, К-12, К-24, К-60п, К-1920, К-3600 та інш, які застосовувались на мережах України. Активно будувались республіканські, союзні і міжнародні лінії зв'язку, на яких і застосовувалась ця апаратура ущільнення.

В той же час активно розроблялись системні питання розбудови мереж зв'язку всієї держави, в тому числі і України. Головна ідея, що зв'язок з зовнішнім світом – тільки через Москву і забезпечення внутрішніх потреб.

Вченими ЦНДІЗ та його відділеннями була розроблена Єдина Автоматизована Мережа Зв'язку СРСР, яка застосовувалась в країнах СНД

до 1995 року, дякуючи відмінній нормативній документації, її ідеології та стандартам та застосовується і зараз в багатьох випадках [4].

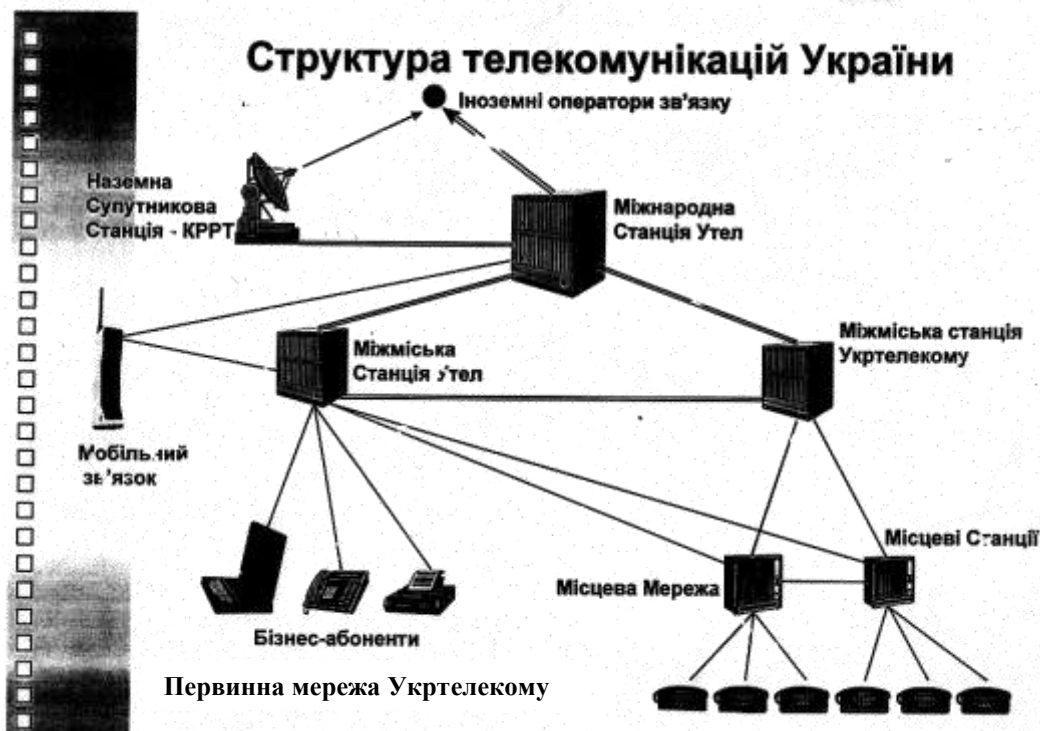


Рис.10.1

Першими кроками розбудови системи зв'язку незалежної України була реалізація структури телекомунікацій, що приведена на рис.1. Незалежний вихід на іноземних операторів був виконаний через наземну супутникову станцію – КРРТ (пункт Золочів). Були закуплені 30 цифрових станцій EWSD і 5ESS, обладнання РРЛ та інш. Так була реалізована ця структура і активний подальший розвиток первинної мережі України, дякуючи плідній співпраці МЗ України і таких організацій, як «УКРТЕК», «ДПРОЗВ'ЯЗОК», «УНДІЗ» і інш.

Слід відзначити роль секції «ЗВ'ЯЗОК» товариства «ЗНАННЯ» України та роль секції «ПРОВОДОВИЙ ЗВ'ЯЗОК» товариства «НТТ РЕЗ» України, які проводили міжнародні і республіканські наукові та науково-технічні семінари і конференції з актуальної тематики сучасних телекомунікацій і їх впровадження в Україні.

Подальші етапи пов'язані зі створенням ЄНСЗ України, що є спадкоємницею Єдиної автоматизованої мережі зв'язку (ЄАМЗ), яка існувала в СРСР із 1963р. до 1992р.[4]. Розвиток телекомунікацій України базується на відповідних нормативних документах.

Це закони України: “Про зв'язок” (1995), “Про Концепцію Національної програми інформатизації” (1998), “Про Національну програму інформатизації” (1998), “Про радіочастотний ресурс України” (2000), “Про

телекомунікації” (2003), “Про електронний цифровий підпис” (2003), “Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки” (2007).

Укази Президента України: “Про заходи щодо розвитку національної складової глобальної інформаційної мережі Інтернет та забезпечення широкого доступу до цієї мережі в Україні” (2000), “Про першочергові завдання щодо впровадження новітніх інформаційних технологій” (2005).

Постанова Верховної Ради України: “Про Рекомендації парламентських слухань з питань розвитку інформаційного суспільства в Україні” (2005).

Постанови Кабміну України: “Про затвердження Положення про формування та виконання Національної програми інформатизації” (1998), “Про утворення Національного підготовчого комітету із забезпечення участі України у Всесвітньому саміті з питань інформаційного суспільства” (2003), “Про утворення Державного комітету інформатизації України” (2008).

Розпорядження Кабміну України: “Про затвердження плану заходів з виконання завдань”, передбачених Законом України "Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007 - 2015 роки" (2007).

Чисельні рішення, що приймалися у різний час, різними групами фахівців без розгляду, як цілісної системи. В прийнятих рішеннях дуже багато, в основному правильних, декларацій про наміри та мало пропозицій щодо реальних конкретних дій, спрямованих на досягнення суспільно значимих результатів в умовах слабкої економіки України. І цілком закономірно, що реалізація цих рішень або затягується або зосім припиняється і розвивається тільки за ініціативами в комерційних інтересах підприємців. З огляду на сучасну тенденцію щодо конвергенції телекомунікаційних, інформаційних і комп'ютерних технологій в єдину сферу і враховуючи наявну асистемність рішень щодо розвитку, інфокомунікацій виникає потреба у чіткому формулюванні основних положень нової державної політики та подальшому системному розвитку ЄНСЗУ (ТТМЗУ).

Глибокий аналіз розвитку телекомунікацій в Україні приведений в [1].

Потім на протязі 2008-2010 років В.О.Гребенніков проводив фундаментальні дослідження про стратегію і тактику інфокомунікаційного розвитку України, результати яких були опубліковані в журналах “Зв’язок” №3-8 2008р, №1-2, 12 2009р та інш[5-8].

10.2.Класифікація мереж.

На ЄНСЗУ є безліч мереж, що відрізняються призначенням, типом, характеристиками і розміром.

З метою упорядкування керування мережами електрозв'язку, моніторингу їхнього стану і забезпечення узгодженої взаємодії необхідна класифікація мереж електрозв'язку за різними істотними ознаками (критеріями), яка дозволить визначити місце кожної мережі у всій системі електрозв'язку, виявити властивості мереж з різних точок зору на основі системного підходу. Це дозволить на практиці зіставляти мережі між собою; конструювати вимоги до мереж і створювати мережі за заданими характеристиками та бажанням операторів і проектувальників.

Варто відрізнити мережі електрозв'язку від інфокомунікаційних мереж:

мережа зв'язку (чи телекомунікаційна мережа) — це технологічна система, що складається з ліній і каналів зв'язку, вузлів, кінцевих станцій і призначена для забезпечення користувачів електричним зв'язком за допомогою абонентських терміналів, що підключаються до кінцевих станцій:

інфокомунікаційна мережа (раніше застосовувалися також терміни "інформаційна мережа", "комп'ютерна мережа" і ін.) — це технологічна система, що містить у собі крім мережі зв'язку, також засоби збереження, обробки і пошуку інформації і призначена для забезпечення користувачів електричним зв'язком і доступом до необхідного їм інформації.

Процеси інтеграції і конвергенції зв'язку і засобів інформатизації будуть сприяти перетворенню телекомунікаційних мереж у інфокомунікаційні мережі.

ЄНСЗУ повинна складатись з мереж наступних категорій:

- мережа зв'язку загального користування;
- виділені мережі зв'язку;
- технологічні мережі зв'язку;
- мережі спеціального призначення.

Мережа зв'язку загального користування (ЗК) призначена для надання послуг електрозв'язку будь-якому користувачу на території України. Мережа зв'язку ЗК включає мережі з географічної (ABC) і не географічної (DEF) системою нумерації. Мережа зв'язку ЗК являє собою комплекс взаємодіючих мереж зв'язку, включаючи мережі зв'язку для поширення програм телевізійного і радіомовлення. Мережі загального користування України повинні мати приєднання до мереж зв'язку загального користування іноземних держав.

Виділені технологічні, а також мережі зв'язку спеціального призначення утворюють групу мереж обмеженого користування (ОК). Тому що контингент їхніх користувачів обмежений корпоративними клієнтами.

Виділені мережі зв'язку — це мережі, призначені для надання послуг обмеженому колу користувачів. Такі мережі можуть взаємодіяти між собою, але не мають приєднання до мереж загального користування ЄНСЗУ, а також до мереж зв'язку загального користування іноземних держав. Виділена мережа може бути приєднана до мережі загального користування з переходом у категорію мережі загального користування, якщо вона відповідає її вимогам.

Технологічні мережі зв'язку призначені для забезпечення виробничої діяльності організацій і керуванні технологічними процесами. При наявності вільних ресурсів ці мережні ресурси можуть бути приєднані до мережі загального користування ЄНСЗУ з переходом у категорію мереж загального користування і використані для надання відшкодованих послуг будь-якому користувачу.

По функціональній ознаці мережі ЄНСЗУ розподіляються на мережі доступу і транспортні мережі.

Транспортною є та частина мережі зв'язку, що виконує функції переносу (транспортування) потоків повідомлень від їхніх джерел з однієї мережі доступу до одержувачів повідомлень іншої мережі доступу шляхом розподілу цих потоків між мережами доступу.

Мережею доступу мережі зв'язку є та її частина, що зв'язує джерело (приймач) повідомлень з вузлом доступу, що є граничним між мережею доступу і транспортною мережею.

По типу абонентських терміналів, що приєднуються, мережі ЄНСЗУ розподіляються на:

мережі фіксованого зв'язку, що забезпечують приєднання стаціонарних абонентських терміналів;

мережі рухомого зв'язку, що забезпечують приєднання мобільних абонентських терміналів.

Мережі традиційно розділяються на первинні і вторинні. Первинна мережа являє собою сукупність каналів і трактів передачі, утворених устаткуванням вузлів і ліній передачі (чи фізичних ланцюгів), що з'єднують ці вузли.

Первинна мережа надає канали передачі (фізичні ланцюги) у вторинні мережі для утворення каналів зв'язку.

Вторинна мережа являє собою сукупність каналів зв'язку, утворених на базі первинної мережі шляхом їхньої комутації (маршрутизації) у вузлах комутації й організації зв'язку між абонентськими пристроями користувачів.

По територіальному розподілі мережі розділяються на:

магістральну мережу - це мережа, що зв'язує між собою вузли обласних центрів та Криму з республіканським центром (Київ). Магістральна мережа забезпечує транзит потоків повідомлень між зоновими мережами і зв'язність ЄНСЗУ, є стратегічно важливим компонентом ЄНСЗУ;

зонові (чи регіональні) мережі - мережі зв'язку, утворені в межах території одного чи декількох суб'єктів України (регіонів).

місцеві мережі - мережі зв'язку, утворені в межах адміністративної чи певної за іншим принципом території яка не стосується регіональних мереж зв'язку. Місцеві мережі підрозділяються на міські і сільські;

міжнародна мережа - мережа загального користування приєднана до мереж зв'язку іноземних держав.

По кодах нумерації мережі розділяються на два класи:

мережі коду ABC - це мережі стаціонарного зв'язку, що охоплюють територію 8-мільйонної зони нумерації ABC;

мережі коду DEF - це мережі мобільного зв'язку, яким виділений код DEF.

За організаційно-технічної побудови магістральні мережі ЄНСЗУ розділяються на два класи:

магістральні мережі I класу - мережі, що задовольняють всім організаційно-технічним вимогам ЄНСЗУ в частині забезпечення стійкості і живучості мережі, захищеності від інформаційних погроз і впливу дестабілізуючих факторів;

магістральні мережі II класу - мережі, що не цілком задовольняють цим вимогам

По числу служб електрозв'язку мережі бувають:

моносервісні, призначені для організації однієї служби електрозв'язку (наприклад, радіомовлення);

мультисервісні, призначені для організації двох і більш служб електрозв'язку (наприклад, телефонної, факсимільної і декількох мультимедійних служб).

По видах комутації вторинні мережі розподіляються на:

- некомутовані та комутовані - з комутацією каналів, повідомлень, пакетів.

По характеру середовища розповсюдження мережі розподіляються на провідні, радіо і змішані. У свою чергу, радіомережі розподіляються на супутникові і наземні.

Мережі загального користування розрізняються за обсягом території, що обслуговується:

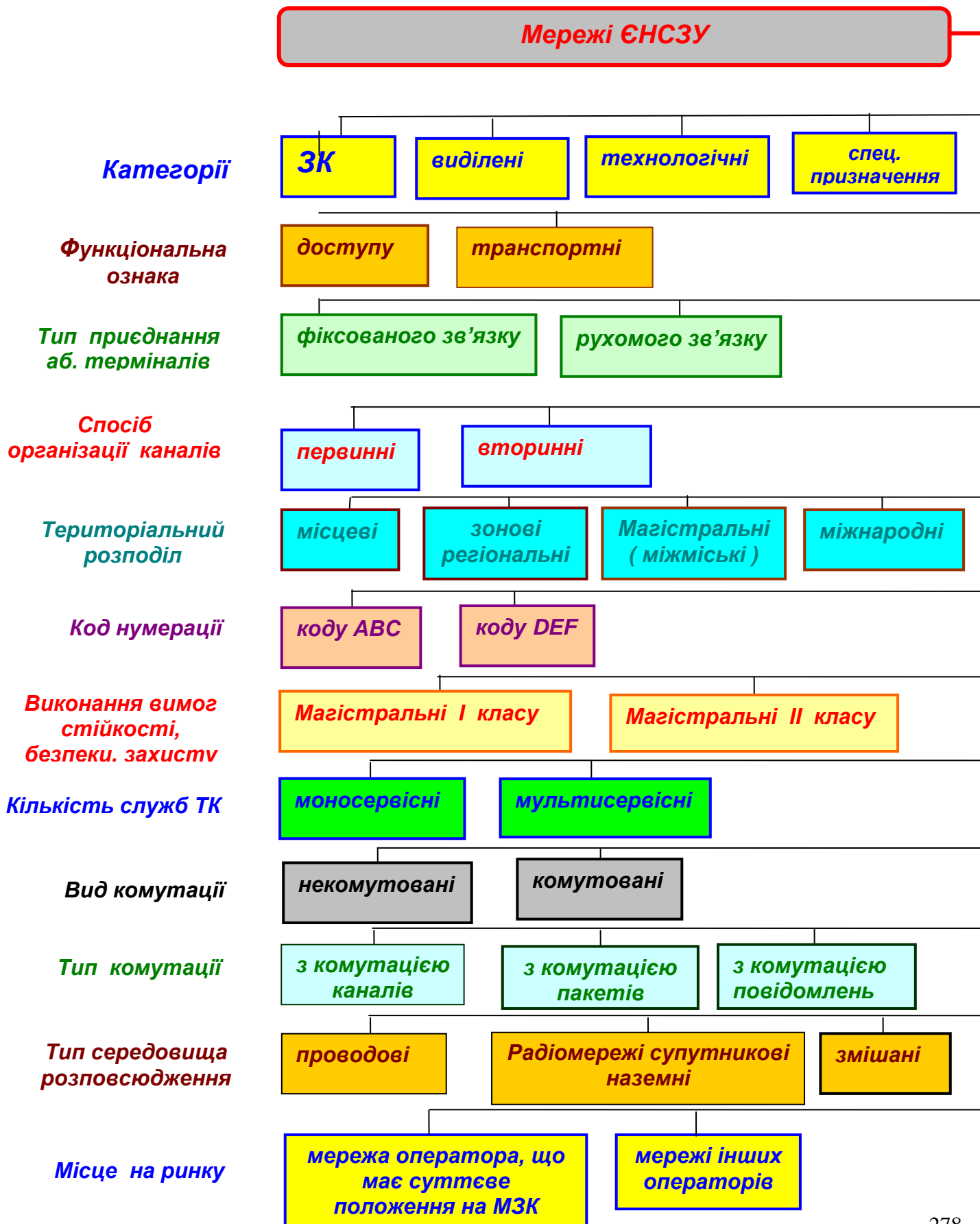
мережа оператора зв'язку, що займає істотне положення (має більш 25% монтованої ємності чи комутації пропускає більш 25% трафіку),

мережі інших операторів.

Класифікація мереж зв'язку, що входять в ЄНСЗУ(ТТМЗУ) в процесі подальшої еволюції мереж буде видозмінюватися й уточнюватися.

На рис.2 зображена повна класифікація за всіма ознаками.

Зараз ДПМ використовує поняття транспортна телекомунікаційна мережа і можливо замість ЄНСЗУ застосовувати назву ТТМУ (транспортна телекомунікаційна мережа України).



10.3. Динаміка розвитку телекомунікацій України

З впровадженням новітніх інфокомунікаційних технологій, як показує досвід України і більшості країн СНД, зв'язок може розвиватися випереджаючими економіку темпами, створюючи умови для прискореного економічного і соціального розвитку країни. Так, незважаючи на кількарізовий економічний спад у 1990-2009 роках, галузь зв'язку, в цілому, розвивалася безкризово. Загальний стан галузі зв'язку і рівень задоволення попиту на послуги зв'язку в Україні на кінець 2009 року можна охарактеризувати наступним чином.

Створена цифрова мережа міжнародного та міжміського зв'язку, яка задовольняє попит на ці послуги. Побудовані волоконно-оптичні лінії зв'язку (ВОЛЗ), що з'єднують Україну з усіма сусідніми державами

Протяжність цифрових каналів міжміської та зональних первинних мереж становить близько 85% від загальної протяжності каналів первинної мережі. Україна брала участь у будівництві міжнародних ВОЛЗ як для забезпечення власних потреб, так і з метою забезпечення транзитів через її територію. За останні роки в Україні побудовано близько 39 тис. км ВОЛЗ. Щорічне будівництво ВОЛЗ доведено до 4 тис. км. на рік. Найближчим часом буде закінчено побудову цифрової первинної магістральної мережі України.

Розглянемо сучасний розвиток телекомунікацій України на прикладі аналізу діяльності філії Дирекція первинної мережі ВАТ Укртелеком за 2009 рік [9,10].

Загальна сума доходів складає 36,7млн.грн. В порівнянні з минулим роком зросли на 16,7%.

Слід зазначити, що функції ДПМ значно ширші ніж у колишнього УКРТЕК.

До обслуговування ДПМ раніше була включена зональна первинна мережа, а зараз філії передані для обслуговування сільські з'єднувальні лінії (СЗЛ).

Протяжність ліній зв'язку транспортної телекомунікаційної мережі (ТТМ) ВАТ «УКРТЕЛЕКОМ» станом на 01.01.2010 становить 172967 км. Утому

числі:ВОЛЗ 38143,3км, КЛЗ з металевими провідниками -134823,7км з них СЗЛ 84366,6км.Протяжність РРЛ складає 4617,3км.

Протяжність каналів ТТМ по монтованій ємності становить 296371 тис. пот*км, по задіяній ємності 258698,3 тис. пот*км. Відсоток задіяння ємності складає 87,3%.На 01.01.2009 було-70,7.Зміни відбулися в зв'язку з тим, що були організовані тракти 10GbE на міжнародних напрямках,дообладнання мережі DWDM,СWDM,а також розвитку ширококутвого доступу(ШСД) і оптимізації мереж.На ТТМ експлуатуються 1398 НРПВ,з них 758 майданчиків на місцевих мережах, задіяно 1366 елементів транспортної магістральної та зонових мереж,а також 1653 елементи мережі цифрових ВОСП місцевих мереж. Монтована ємність мережі ширококутвого доступу та IP/MPLS Філії становить 1,196 млн. портів які організовані на 2234 майданчиках, із задіяних 5813 елементів мережі.

Впродовж 2009 року проведена значна робота для підвищення надійності та потужності транспортної телекомунікаційної мережі.

На мережі DWDM проведені роботи з модернізації Західного, Східного,Південного кілець на дільницях Немирів-Дніпропетровськ, Харків-Донецьк.Організовано канали Київ-Львів та Дніпропетровськ -Донецьк. На мережі DWDM також організовано тракти рівня 10 Гбіт/с у напрямках Київ-Братислава, Київ-Відень з підключенням до Інтернет провайдера, Київ-Варшава на дільниці Ковель-Окопи та Київ-Варшава на дільниці Яворів-Корзова. Модернізовано мережу DWDM на обладнанні ЕСІ- 3 кільця та дільниця Немирів-Дніпропетровськ, на дільниці Харків-Донецьк, до мережі DWDM підключено НРПВ Свердловськ.

З метою організації додаткових трактів 10GbE та розширення мережі IP/MPLS Донецької,Луганської областей встановлена додаткова платформа XDM-500 в ОРПВ Донецьк.

-На мережі CWDM дообладнано діючу мережу в Дніпропетровській та Запоріжській областях.Організовано тракт рівня STM-16.Для забезпечення захисту трафіка GbE для ШСД по об'ємному кільцю модернізовано 4 НРПВ-Широке,Орджонікідзе ,Марганець,Покровське.

Організовано тракт STM-16 на дільницях НРП Солоне-ОРПВ Дніпропетровськ, НРПВ Василівка-ОРПВ Запоріжжя, а також ЦЛТ для потреб Утел.

-На мережі SDH в Харківській області модернізована магістраль В11-3 з заміною обладнання Nortel на ЕСІ прикордонного переходу на Росію.

У Львівській області перенесено AXD620-2 з ОПП Яворів в ЦЕЗ Яворів.Вивільнені оптичні волокна будуть задіяні для розвитку ШСД.

Завершено модернізацію мережі Волинської області

У Чернігівській області організовано об'ємне кільце рівня STM-16 з встановленням мультиплексорного обладнання TN-16X,TN-1X ,NN-1С.

В Одеській, Кіровоградській та Черкаській областях модернізовано діючу магістраль В4-1Б з подальшим вивільненням мультиплексорів в 5-ти ОРПВ,та TN-1X/4 в 7-ми НРПВ. Модернізовані місцеві мережі міст: Вінниця,Житомир, Луганськ, Миколаїв, Полтава, Суми, Севастополь, Тернопіль, Ужгород, Хмельницький та Ялта.

В АР Крим організовано два оптичних тракти між RNC Утел у мм. Херсон, Запоріжжя, Севастополь та міськими кільцями.

Відповідно плану розвитку мобільного зв'язку UMTS, підключено 3 базові станції Утел до ТТМ у м. Симферополь.

У Київській області організовано об'ємне кільце рівня STM-16, на 2-х НРПВ замінено мультиплексорне обладнання на більш потужне. Підключені базові станції Утел до ТТМ у 6-ти населених пунктах Київської області.

Для забезпечення потреб мобільного зв'язку UMTS потоками Е1 розроблені та затверджені схеми організації зв'язку в Херсонській, Кіровоградській, Рівенській, Запоріжській, Хмельницькій областях.

Розроблені пропозиції до технічного завдання щодо переключення базових станцій філії Утел по м. Києву з SDH-трафіку на IP.

Модернізовано схеми синхронізації об'ємного кільця ВОЛЗ "Вуглик" та "Таврія", що забезпечує більш надійну та стабільну роботу джерел синхронізації 2-го рівня, виконано перепаспортизацію 18 SSU, які розміщуються в зонах технічного обслуговування РЦТТМ-1,2,3,4,5,7.

В ЦЛАЦ м. Київ виконано монтаж та тестування джерела синхронізації 2-го рівня OSA 5542B для заміни обладнання синхронізації DCD-521C.

На виконання планів ВАТ «Укртелеком» з модернізації мережі IP/MPLS проводився технічний нагляд за монтажем обладнання Juniper в регіональних вузлах МПД та організовано з'єднання між РВ та ЦВ/РТВ.

Продовжено роботи з модернізації мережної інфраструктури управління Філії та корпоративної комп'ютерної мережі. Організовано нове з'єднання (1 Гбіт/с) між мережами Філії та ВАТ «Укртелеком». Перенесено систему управління (СУ) обладнання Lukent Technologies з м. Кривий Ріг до м. Дніпропетровськ. СУ обладнання Siemens з м. Херсон до м. Симферополь.

Модернізовано менеджер управління та оновлено програмне забезпечення на СУ мультиплексного обладнання ECI (CWDM, DWDM), а також переконфігуровано СУ обладнання BG-20.

Станом на 01.01.2010 ВОЛЗ побудовано в 550 районних центрах та виділених містах (РЦ, ВМ) з 552. Трафік РЦ і ВМ апаратно захищений використанням обладнання CWDM, SDH, Cisco.

Розроблено проект плану розвитку ТТМ на 2009-2012 роки.

Станом на 01.01.2010 вивільнено з експлуатації 4254,6 км аналогових ліній. Залишились в експлуатації близько 2266,6 км.

Метрологічними службами відремонтовано 360 одиниць ЗВТ, виконано перевірку 2625 одиниць ЗВТ та відкалібровано 3461 одиницю.

Якісні показники роботи ТТМ за 2009 рік відповідали встановленим нормативам.

Розвиток ТТМУ не підпорядкований загальному державному плану, а вирішував певні комерційні поточні завдання. Однак, слід зробити висновок про успішну роботу ДПМ з розвитку ТТМ, яка розвивається на сучасних телекомунікаційних технологіях, з врахуванням перспективи розвитку мобільного зв'язку та Інтернету в Україні.

Однак треба зауважити, що все обладнання на ТТМ закордонне, мало узгоджене між собою. Зараз практично Україна не проводить ні наукових, ні промислових робіт з розвитку і виготовлення вітчизняного сучасного телекомунаційного обладнання

В Україні успішно працюють ряд фірм. Так, наприклад, фірма «АТРАКОМ» побудувала біля 20000 км ліній ВОЛЗ і поставляє користувачам оптичні тракти. Але ряд фірм допускають, як конкуренти, неетичні дії. Вони не мають суттєвого контролю з боку держави за системним розвитком і доходять до пошкоджень ліній ВОЛЗ конкурентів [10].

10.4. Розвиток сучасних послуг

Найбільша частина в обсязі послуг припадає на телефонний зв'язок, яким охоплено близько 13,1 млн. абонентів. Телефонна щільність зараз становить близько 26,4 телефони на 100 мешканців, що перевищує середні показники країн з аналогічним економічним рівнем, однак в 3 рази менша, ніж в розвинутих країнах

Загальні результати розвитку галузі телекомунікацій незалежної України можна охарактеризувати таким чином [7]:

- з'явився і досяг насичення на рівні 55,3 млн. активованих SIM-карт новий вид телекомунікацій – рухомий (мобільний) радіозв'язок;

- з'явився і в останні роки почав швидко розвиватися новий вид телекомунікаційних послуг – доступ до інформаційно-комунікаційних послуг Інтернету; кількість швидкісних підключень до Інтернету досягла 2,1 млн, а кількість користувачів Інтернету біля – 10,5 млн.

- кількість абонентів мережі фіксованого телефонного зв'язку зросла у 1,8 разу – до 13,1 млн;

- міжміський і міжнародний трафік зріс майже у 17 разів (до 11,1 млрд телефонних переговорів на рік [7]).

Для об'єктивної оцінки стану розвитку інфокомунікацій (ІКТ) в Україні використовуємо методи, що застосовують міжнародні організації (ITU, WEF) і методики їх оцінок. Це індекси NRI [12] та IDI [11] Визнаним в світі є метод рейтингу окремих країн за значеннями узагальненого показника (індексу). Зміна цього індексу у часі та зміна місця країни у переліку країн за значенням індексу, і є оцінкою успіхів окремої країни.

Питома вага показників галузі телекомунікацій в індексі IDI (ICT Development Indeks) становить біля 70%. Він введений ITU, охоплює 11 показників і дозволяє оцінити прогрес ІКТ.

Оцінка розвитку різних країн світу за індексом NRI (Networked Readiness Indeks) ведеться з 2002 року. У першому звіті WEF (Всесвітній економічний форум), в якому була застосована методика NRI, за 2002-2003 роки було зібрано і проаналізовано показники розвитку ІКТ-сфери 82-х країн світу. Для України тоді індекс NRI склав 2,98 і вона тоді зайняла 70-те місце у рейтингу за значенням NRI. Перше місце у цьому рейтингу посіла Фінляндія з NRI=5,92. У звіті WEF за 2006-2007 роки ІКТ-сферу України оцінено вже значенням NRI=3,46 і вона зайняла 75 місце з 122-х країн світу. Перше місце діталось Данії з NRI=5,71. У останньому звіті WEF за 2008-2009 роки

Україна отримала оцінку NRI=3,88 і зайняла 62-ге місце у рейтингу серед 134 країни світу. Перше місце зайняла Данія з NRI=5,85 [7].

Ціновий кошик ІКТ. Фахівцями ІТУ показники цінової доступності ІКТ-послуг спеціально не були включені як складові до індексу IDI, оскільки цінова доступність ІКТ є дуже важливою оцінкою ІКТ-сфери і, крім того, більш складною у оцінюванні характеристикою. Тому для неї в звіті [26] введено спеціальний вимірюваний показник цінової доступності ІКТ-послуг – “ціновий кошик ІКТ” (ЦК_ІКТ). В цьому показнику комбіновано враховано тарифи на послуги фіксованої та мобільної телефонії і послуги фіксованого швидкісного підключення до Інтернету (ШПІ).

Значний розвиток отримали радіотехнології, особливо в частині цифрового мобільного зв'язку. Системою мобільного зв'язку охоплено територію, де проживає близько 95% населення України. Початок будівництва мереж мобільного зв'язку третього та четвертого поколінь і початок перебудови центральних частин ТТМ за принципами NGN, які спостерігаються в Україні означає початок ери NGN в телекомунікаційній галузі. Варто зауважити, що високі техніко-економічні характеристики сучасних засобів телекомунікацій та нездорова конкуренція призвели до масового неефективного будівництва паралельних телекомунікаційних мереж.

Потужним зовнішнім фактором впливу на розвиток телекомунікацій України є використання зарубіжного досвіду масового впровадження новітніх засобів телекомунікацій та пов'язане з цим зменшення витрат на будівництво і розвиток телекомунікаційних мереж України. Оператори телекомунікацій України, відстаючи на 4-5 років відносно операторів розвинутих країн, впроваджують на мережах засоби, що вже пройшли масову комерційну апробацію в розвинутих країнах. Відставання України з впровадження нових засобів телекомунікацій добре видно при порівнянні ходу розвитку сучасних видів зв'язку (мобільного та швидкісного доступу до Інтернету) для розвинутих європейських країн і України (рис.3).[7].

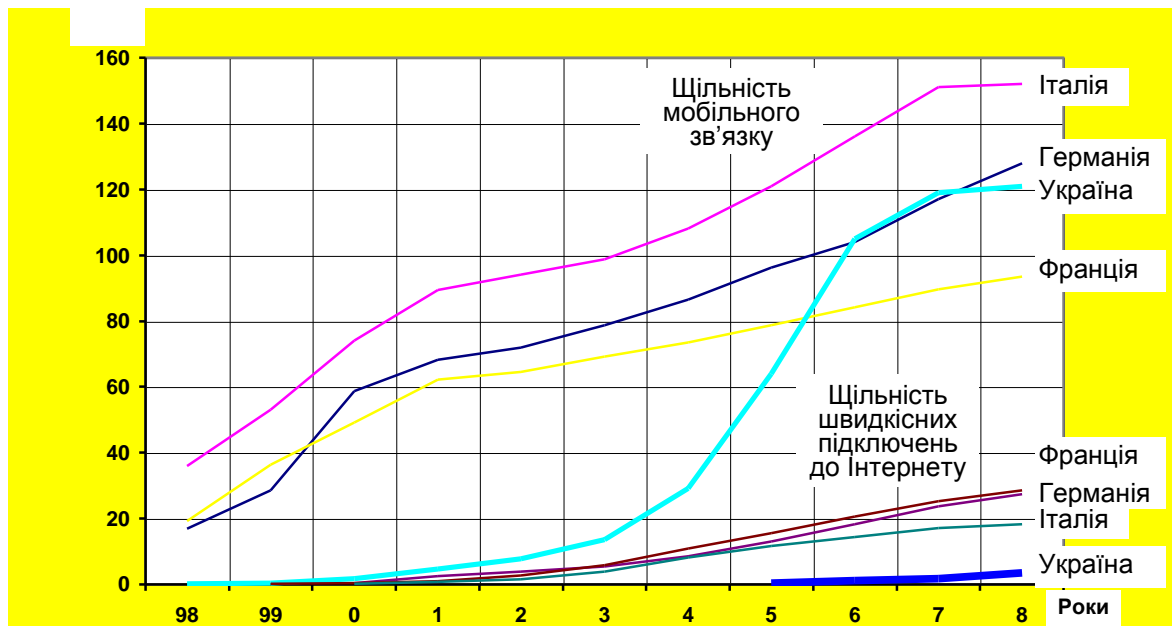


Рис.3 Порівняння ходу розвитку мобільного зв'язку та швидкісних підключень до Інтернету в Германії, Італії, Франції та Україні

10,3

Через постачальників телекомунікаційних засобів, а також через власні зв'язки з операторами телекомунікацій розвинутих країн, вітчизняні оператори отримують накопичений там досвід впровадження нових засобів, що зменшує витрати на впровадження нових видів зв'язку і дозволяє підтримувати високу прибутковість нових видів телекомунікаційних послуг за рахунок вищих тарифів, порівняно з розвинутими країнами.

Визначною подією в розвитку телекомунікаційної галузі України став прискорений розвиток у 2003-2005 роках і насичення мереж мобільного (в основному, телефонного) зв'язку. Щільність активованих SIM-карт цих мереж становить 121 на 100 жителів країни, що, наприклад, більше, ніж у Франції, але менше, ніж в Германії та Італії(див.Рис.3).

Однак цей успіх дався дорогою ціною – Україна відстала у впровадженні цього виду сучасних послуг майже на 5 років від багатьох країн світу. Крім того, мобільний зв'язок в Україні потребує для свого функціонування і розвитку 2/3 платоспроможності українських споживачів телекомунікаційних послуг. Всього лиш 1/3 цієї платоспроможності приходить на функціонування і розвиток усіх інших видів телекомунікацій.

Ринковий, практично не керований розвиток телекомунікацій в Україні призвів до погіршення цінової доступності телекомунікаційних послуг. За показником “цінового кошика ІКТ“, до якого входять послуги фіксованої і мобільної телефонії, передавання коротких повідомлень (SMS) та швидкісного доступу до Інтернету, Україна сьогодні займає 76-е місце серед 150 країн світу. Цей результат, безумовно, не сприяє зменшенню “цифрового розриву“ України з розвинутими країнами світу, а також ліквідації “цифрового розриву“ всередині країни між окремими верствами населення і бізнесу. Внаслідок цього, конкурентоспроможність України у світовій економіці може погіршуватись.

Відсутність цілеспрямованої державної політики в розвитку телекомуніаційної галузі України, мовчазне віднесення її до категорії окремої галузі економіки, що “автоматично” дає щорік більші надходження до держбюджету, призвели до згортання планомірних науково-технічних робіт в цій галузі, спрямованих на оптимізацію розвитку телекомуніацій і інш. Рівень держбюджетного і приватного фінансування цих робіт впав приблизно з 0,5% у 1991 році до 0,01% у 2009 році від обсягів доходів галузі. І це при тому, що доходи галузі протягом 1993-2004 випереджали розвиток економіки за рахунок підвищення середнього рівня тарифів на телекомуніаційні послуги [6].

При розробці шляхів інтеграції у світове і Європейське співтовариство повинні враховуватися:

- менший рівень телефонізації і розвитку телекомуніацій і інформаційних мереж;
- значна кількість застарілої техніки на мережах зв'язку;
- слабка комп'ютеризація;
- розвиток зв'язку і Інтернету в регіонах України;
- розходження в стані економіки і у рівні добробуту населення.

Розвиток ТТМУ повинен враховувати особливості цього стану та розвиток послуг електрозв'язку і попит на них, особливо в частині рухомого зв'язку супутникового і кабельного теле- і радіомовлення, передачі даних, доступу в Інтернет та підвищення вимог до номенклатури послуг електрозв'язку і до їхньої якості;

- покращення індексів розвитку інфокомуніаційних технологій країн IDI, NRI, що потребує подальшого удосконалювання телекомуніаційних і інформаційних технологій і їхньої конвергенції;
- посилення ролі державного регулювання діяльності в галузі зв'язку особливо в частині взаємодії мереж, використання і розподілу радіочастотного спектру частот, розподілу ресурсу нумерації, здійснення нагляду за діяльністю в галузі зв'язку, регулювання тарифів.

10.5. Мета і завдання розвитку ЄНСЗУ(ТТМУ)

Генеральною метою розвитку ТК є сприяння перетворенню українського суспільства у високорозвинене постіндустріальне «електронне» суспільство.

Супутніми цілями є забезпечення недискримінаційного доступу для підприємств, організацій і громадян до телекомуніаційних мереж та забезпечення послугами зв'язку органів державної влади, оборони, охорони правопорядку в умовах формування «електронного» суспільства.

Основними завданнями розвитку ТК є досягнення кількісних показників розвитку мережі відповідно до параметрів «електронного» суспільства і забезпечення надання постійно зростаючих послуг зв'язку з нормованою якістю.

Кількісні показники повинні відповідати потребі в тих чи інших мережах і їхніх послугах у рамках «електронного» суспільства, виходячи з історичного досвіду розвитку світового співтовариства, передових країн, що вже пройшли шлях до початкової фази «електронного» суспільства, з урахуванням досвіду розвитку зв'язку України.

Завданнями наступного розвитку ЄНСЗУ(ТТМУ) також є:
посилення ролі телекомунікацій у забезпеченні національної безпеки при різних погрозах світового і національного характеру;

забезпечення інтеграції української телекомунікаційної інфраструктури в міжнародні телекомунікаційні мережі і ринок послуг зв'язку.

Виходячи із сучасних поглядів, основним видом телекомунікаційної мережі, що відповідає поставленим задачам, є мультисервісна мережа зв'язку з використанням переважно пакетних методів передачі.

Теоретичною передумовою є концепція мереж нового покоління (NGN). Вона дозволяє сформулювати загальні системні рішення що забезпечують сумісність і взаємодію існуючих і майбутніх мереж.

. Початок будівництва мереж мобільного зв'язку третього та четвертого поколінь і початок перебудови центральних частин ТТМ за принципами NGN, які спостерігаються в Україні останніми роками означає початок ери NGN в телекомунікаційній галузі.

Розглянемо загальні принципи побудови і функціонування ЄНСЗУ(ТТМУ).

Варто виділити три важливих групи принципів, які лежать в основі побудови і функціонування всіх мереж електрозв'язку й одночасно враховують особливості ЄНСЗУ(ТТМУ): **базові, структурні, принципи організації служб і систем зв'язку.**

Базові принципи визначають загальні основи побудови мереж зв'язку. До них відносяться:

принцип організації мережі як сукупності вузлів розподілу потоків повідомлень і ліній передачі між ними;

принцип взаємоув'язування і взаємодії мереж різних типів і призначень;

принцип ієрархічної побудови мереж;

принцип поділу мереж на мережі загального й обмеженого користування;

принцип організації транспортних мереж і мереж доступу;

принцип стійкого і безпечного функціонування мереж;

принцип відповідності міжнародним і національним стандартам і рекомендаціям.

Структурні принципи визначають основи побудови структурних елементів мереж. До них зокрема відносяться територіальний поділ мереж на магістральні, внутрішньо-зонові і місцеві:

поділ вузлів мережі в залежності від призначення на класи і типи;
комплексне використання різних ліній і засобів зв'язку (кабельних, радіо, у тому числі супутникових);

побудова трьохзв'язної топології магістральної первинної мережі, при якій між будь-якою парою вузлів забезпечується три шляхи, що проходять по трьох географічно рознесених трасах;

взаємоув'язання мереж ЄНСЗУ(ТТМУ), що належать різним операторам шляхом організації загальних вузлів і ліній зв'язку;

охоплення мереж системами керування і моніторингу.

До **принципів організації служб і систем зв'язку** відносяться:

організація служб переносу (без функцій кінцевих абонентських пристроїв) і телеслужб (з функціями кінцевих абонентських пристроїв);

організація служб доступу до мережних інформаційних ресурсів (інформаційно-довідкові служби);

організація системи нумерації;

організація систем керування з'єднаннями маршрутизації викликів, сигналізації;

організація абонентських і клієнтських служб;

організація служби універсального обслуговування;

перманентне відновлення і розширення номенклатури служб і послуг, розвиток мультимедійних служб;

організація систем тарифікації послуг і проведення взаєморозрахунків між учасниками процесу що представляють послуги;

організація систем оцінки якості наданих послуг;

організація систем маркетингу.

Висновки

1.-Будівництво мереж мобільного зв'язку третього та четвертого поколінь і початок перебудови центральних частин ТТМ за принципами NGN, які спостерігаються в Україні останніми роками означає початок ери NGN в телекомунікаційній галузі.

- 2. Розвиток телекомунікацій в незалежній Україні можна охарактеризувати, в цілому, як лібералізовано-ринковий, без певної мети. В результаті-сьогодні Україна займає 53-є місце серед 124 країн світу за індексом ІКТ-розвитку (IDI). Серед 140 країн світу за індексом мережної готовності (NRI) 63-є місце.

3 Значною подією в розвитку галузі зв'язку України став прискорений розвиток у 2003-2005 роках а також насичення мереж мобільного (в основному, телефонного) зв'язку. Щільність активованих SIM-карт цих мереж становить 121 на 100 жителів країни.

4-Безконтрольний ринковий розвиток телекомунікацій в Україні призвів до погіршення цінової доступності телекомунікаційних послуг. За показником "цінового кошика ІКТ", до якого входять послуги фіксованої і мобільної

телефонії, передавання коротких повідомлень (SMS) та швидкісного доступу до Інтернету, Україна сьогодні посідає 76-е місце серед 150 країн світу

5.Рівень держбюджетного і приватного фінансування НДР та ДКР впав приблизно з 0,5% у 1991 році до 0,01% у 2009 році від обсягів доходів галузі, що привело майже до повної відсутності вітчизняних розробок на ТТМУ.

6-.Спостерігається недостатній розвиток сільського зв'язку і активне впровадження в ньому мобільного зв'язку.Тільки в 2009 році зайнялись розвитком і впорядкуванням СЗЛ,які передані ДПМ ВАТ УКРТЕЛЕКОМ. Активне впровадження мобільного зв'язку –значна загроза розвитку сільських ТТМ.

7.Слід відзначити,що ДПМ ВАТ Укртелеком працює над впровадженням наТТМ сучасних технологій(IP/MPLS).

8.В Україні давно настав час переглянути ЄНСЗУ(ТТМУ) і розробити сучасну,охоплюючу всіх операторів телекомунікацій і форм власності модель,яка б системно допомогла сучасному раціональному розвитку телекомунікацій та їх послуг.

10.6. Мережа наступного покоління NGN

Подальший розвиток телекомунікаційних мереж відбувається за допомогою мереж наступного покоління NGN (Next Generation Network). NGN втілює ідею конвергенції технології і послуг: комутації пакетів і комутації каналів телефонії та передавання даних, служб генерації і транспортування інформації. Міжнародний союз електрозв'язку стандартизує NGN. За принципами NGN проектуються сучасні системи стільникового зв'язку – 3G та 4G, системи кабельного телебачення, оптичні транспортні мережі та ін.

Причини і умови створення NGN.

З позицій сьогодення, мережі попереднього покоління можна охарактеризувати як мережі, відносно прості за принципами побудови, які спеціалізовані і оптимізовані для надання окремих видів послуг електрозв'язку, а саме: поширення програм телевізійного і звукового мовлення, діалоговий мовний зв'язок, передавання нерухомих зображень, передавання текстів і текстовий діалог, інтерактивний міжкомп'ютерний зв'язок.

За період, що минув з початку створення мереж попереднього покоління, найістотнішим чином змінилися умови реалізації для створення нових мереж і вимоги до нових мереж користувачів.

Основою цих змін є вражаючі успіхи елементно-технологічної бази для виробництва мережного обладнання та для будівництва лінійно-кабельних споруд. Масштаб цих змін ілюструє таблиця, в якій порівнюються основні показники елементної бази та мережних компонент 1974 та 2004 років[23].

Таблиця 10.1

Порівняння основних показників елементної бази та мережних компонент різних поколінь

Назва характеристики	1974 р.	2004 р.
1. Кількість схемних елементів у інтегральній мікросхемі з площею кристалу в 1 кв. мм	2000	100000000
2. Швидкодія схемних елементів, МГц	1	100000
3. Обчислювальна (функціональна) потужність інтегральної мікросхеми з площею кристалу в 1 кв.мм, Гіга-елементо-Герц (ТеГц)	2	100000000
4. Вартість інтегральної мікросхеми з площею кристалу в 1 кв. мм, у.о.	0,5	20
5. Кількість схемних елементів у одиниці об'єму електронного обладнання, млн/куб.дм	0,1	100000
6. Погонна маса магістрального кабелю, кг/км	5000	500
7. Швидкість передачі інформації по магістральному кабелю, Мбіт/с	20	2000000
8. Вартість магістрального кабелю, у.о./км	2500	1500
9. Довжина підсилювальної (регенераційної) ділянки лінії зв'язку, км	2	100

Слід додати, що темпи розвитку елементно-технологічної бази прогнозуються приблизно такими ще на 15-20 років (закон Мура).

Такий вражаючий (за деякими показниками - на багато порядків) прогрес у можливостях елементно-технологічної бази не міг бути непоміченим фахівцями, які вели науково-технічний супровід і розвиток мереж. Практично, для усіх мереж були використані нові можливості елементно-технологічної бази для вдосконалення їх експлуатаційно-технічних характеристик. Останніми роками у більшості мереж, завдяки новій елементно-технологічній базі, успішно реалізуються підвищені швидкості передачі інформації у цифро-пакетній формі та мультисервісність при відносно невеликих додаткових капітальних витратах.

Однак внаслідок значної розбіжності у принципах побудови цих спеціалізованих на окремих послугах мереж, значно ускладнюється їх взаємодія на все більшому колі нових послуг і зростають експлуатаційні витрати, гальмується впровадження мультимедійних послуг. Відчувається необхідність в універсальній мережній платформі, яка б сприяла конвергенції існуючих мереж як у наданні кожному користувачу необхідного йому набору послуг через єдину точку доступу до послуг, так і у зменшенні експлуатаційних витрат операторів мереж і наданні послуг.

Такою універсальною мережною платформою стала NGN. За визначенням ІТУ-Т, вона є практичною реалізацією Глобальної Інформаційної Інфраструктури (ГІІ).

Важливою обставиною, яка впливає на формування вимог до NGN, є значне зростання функціональних можливостей інформаційних приладів (терміналів, кінцевого обладнання), що знаходяться у володінні все більшої маси користувачів. Ця обставина також створена значним прогресом елементно-технологічної бази, яка є спільною і для мережного обладнання і для побутової електроніки. Підтвердженням цьому є функціональність сучасних мобільних телефонів, органайзерів, персональних комп'ютерів, ігрових приставок, цифрових телевізорів та приймачів і т.п. пристроїв індивідуального користування. Можливість генерації і приймання такими пристроями високошвидкісних цифрових сигналів при передачі якісних нерухомих зображень, аудіо- і відеорепортажів (діалогів), їх висока інтелектуальність, вимагають належного мережного забезпечення вже зараз. В недалекому майбутньому потрібні будуть більш швидкісні та загальнодоступні засоби цифрового зв'язку.

Конвергенцією мереж називають рух різнорідних мереж та систем до єдиного середовища і NGN є кінцевим етапом такого руху. Тому слід розрізняти вимоги до NGN як до завершеної мережі з пакетним транспортом, відкритими інтерфейсами інформаційними середовищами та розподіленим управлінням та вимоги до сукупності телефонної мережі

загального користування (ТМЗК), мереж стільникового зв'язку, мереж ПД, КТВ, тощо, які взаємодіють між собою за посередництвом шлюзів NGN. NGN повинно задовольнити потреби різноманітних користувачів, у тому числі високошвидкісних комунікаціях, найсучасніших інформаційних послугах, надавши можливість вибору постачальника. В ході побудови NGN виникає питання збереження існуючої інфраструктури та уже втілених послуг. Тому вимоги до NGN слід поділити на дві великі групи:

- специфічні вимоги NGN;
- загальні мережні вимоги.

Особливі вимоги повинні суттєво відрізняти NGN від мереж попереднього покоління і повинні бути спрямовані на досягнення універсальності NGN і на досягнення поставленої мети створення NGN. За особливі вимоги до NGN слід прийняти такі, як:

- високошвидкість, мультисервісність;
- відкритість;
- стиковність з усіма мережами попереднього покоління;
- гнучкість управління мережею інформаційними потоками в ній;
- підтримка швидкісного мобільного радіодоступу;
- підтримка відомчих (корпоративних) мереж;
- дешевизна загальнодоступних послуг.

Загальні мережні вимоги стосуються таких мережних аспектів, як надійність функціонування; стійкість до факторів впливу і загроз; безпека користування; стійкість послуги телефонного зв'язку до перебоїв енергопостачання; трудомісткість експлуатації, у тому числі, й відносини з користувачами; забезпечення можливості нарощування мережі, її надійності, керованості та якості обслуговування.

На рис. 10.4 приведена багаторівнева ієрархічна модель мережі зв'язку наступного покоління. В загальному випадку вона складається з трьох рівнів.

Прикладний рівень відповідає за представлення кінцевому користувачу інформаційних послуг. В залежності від того наскільки ці послуги будуть йому цікавими, залежить подальший розвиток мережі. Сервери забезпечують представлення послуг. Вони можуть знаходитися як в середині так і за межами своєї мережі (Web – сервери, сервери, що належать ASP – провайдером).

Рівень управління серверами відповідає за модернізацію викликів, обробку сигналізації і безпосереднє управління потоками. На цьому рівні знаходиться контролер сигналізації і управління медіашлюзами (Softswitch), котрий для оператора зв'язку може бути в якості транзитної АТС.

Транспортний рівень відповідає за передавання інформації кінцевому користувачу і складається з високошвидкісного ядра пакетної мережі і рівня доступу, що забезпечує підключення кінцевих користувачів до мережі.

Рівень доступу може бути як проводовим так і безпроводовим (мобільним або фіксованим).



Рисунок 10.4 - Багаторівнева ієрархічна модель мережі зв'язку наступного покоління

10.7 Модель прискореного розвитку українських телекомунікацій .

Загальний хід розвитку телекомунікацій у державі або регіоні, як відомо, можна промодельовувати низкою законів і закономірностей теорії інфокомунікаційного розвитку[1] . Однак їх безпосереднє застосування для оцінки розвитку інфокомунікаційних систем під дією конкретних факторів практично неможливо. Між тим, при ґрунтовній розробці стратегій (концепцій) розвитку галузі (видів зв'язку, інфокомунікаційних систем) або при плануванні інноваційних проєктів, конче необхідна кількісна оцінка головних очікуваних результатів стратегій, концепцій або проєктів (коротко, інновацій). Для таких оцінок необхідний простий і ефективний у застосуванні інструмент у вигляді узагальненої моделі розвитку

інфокомунікаційної системи, за допомогою якого можна було б кількісно визначати не тільки кінцеву результативність різних інновацій, але й чисельних їх варіантів, які, як правило, розглядаються на стадіях досліджень і проектування.

Часто з цією метою застосовується метод періодизації (дискретизації) прогнозного часу розвитку системи та аналітичного простежування впливу інновації на кожному з часових дискретів [1]. Таким методом, наприклад, оцінювались прогнозні показники розвитку ЄНСЗ при розробці “Комплексної програми створення ЄНСЗ України до 2010 року”.

В запропонованій моделі метод часової дискретизації удосконалено урахуванням історичного відтинку часу розвитку основного ресурсу системи, поокремим урахуванням процесів введення нових і виведення зношених ресурсів (потужностей) системи на прогнозному відтинку часу. Крім того, запропоновано наочне графічно-гістограмне подання процесу розвитку системи за основним ресурсним показником. Отримана в результаті такого удосконалення дискретна модель розвитку телекомунікаційної системи уточнює і унаочнює процес її розвитку, а також дає можливість виконати досить точні кількісні розрахунки головних (стратегічних) результатів її розвитку.

Пропонована модель використовує спрощене однолінійне подання процесу розвитку телекомунікаційної системи за її провідним ресурсним показником R . В якості такого показника можуть бути узяті, наприклад, ємність мережі зв'язку, протяжність її каналів, кількість терміналів, тощо. Припускається, що розвиток системи відбувається під дією двох основних процесів:

- 1) введення нових ресурсів (потужностей) системи;
- 2) виведення з експлуатації зношених (фізично чи морально) ресурсів.

Для наочного кількісного подання процесу розвитку системи, на осі часу (див. рис.10.4) призначається точка відліку історичного та прогнозного відтинків часу системи (t_0), починаючи з якої, на систему починає діяти конкретний фактор або інновація. Вліво від точки t_0 з певною дискретністю (рік, квартал, місяць) відкладається історичний час розвитку системи, а вправо – прогнозний час розвитку з тією ж дискретністю. Тривалість історичного відтинку (T_i) приймають рівною віку (часу експлуатації) найстарішого основного ресурсу системи, а тривалість прогнозного відтинку – часу дії оцінюваного фактора або інновації.

Над віссю часу на кожному з часових дискретів відкладається гістограмний стовпчик (w, w'), площа якого пропорційна обсягу введених ресурсів системи у відповідному часовому дискреті.

Під віссю часу (униз) на прогнозному відтинку часу відкладаються гістограмні стовпчики (s'), площа яких пропорційна виведенню зношених (застарілих) ресурсів системи у відповідному часовому дискреті.

Такий графік-гістограма стає точним і наочним поданням кількісно-часового розвитку системи.

Дійсно, сума площ ствпчиків у історичному відтинку часу (від $t_0 - T_i$ до t_0) буде характеризувати розвиток системи за основним ресурсним показником R_0 на момент t_0 . Якщо перемножити площу кожного стовпчика на його відстань у часі від t_0 , а потім поділити на величину ресурсного показника системи R_0 , то можна отримати величину середнього віку основного ресурсу системи T_c .

По закінченні прогнозного відтинку часу T_p система під впливом досліджуваного фактора або інновації переходить у новий стан свого розвитку, який характеризуватиметься новими величинами основного ресурсного показника R' , максимального T_i' і середнього T_c віку основного ресурсу системи.

На рис. 10.5, який ілюструє принцип побудови моделі, стовпчики на окремих відтинках часу мають однакову висоту, що характерно для рівномірного (лінійного) зростання системи за провідним ресурсним показником. Приблизно такий характер розвитку на протязі вже близько трьох десятиліть має ТМЗК України. Такому характеру розвитку відповідає гранично спрощена (рівномірна) модель розвитку системи. За допомогою такої спрощеної моделі з'являється можливість отримати найпростіші аналітичні залежності стратегічних результатів розвитку телекомунікаційної системи від часу та від параметрів інновації. Найважливішими з них є ті, що наведені в табл. 10.1, які з очевидністю впливають з рис. 10.5.

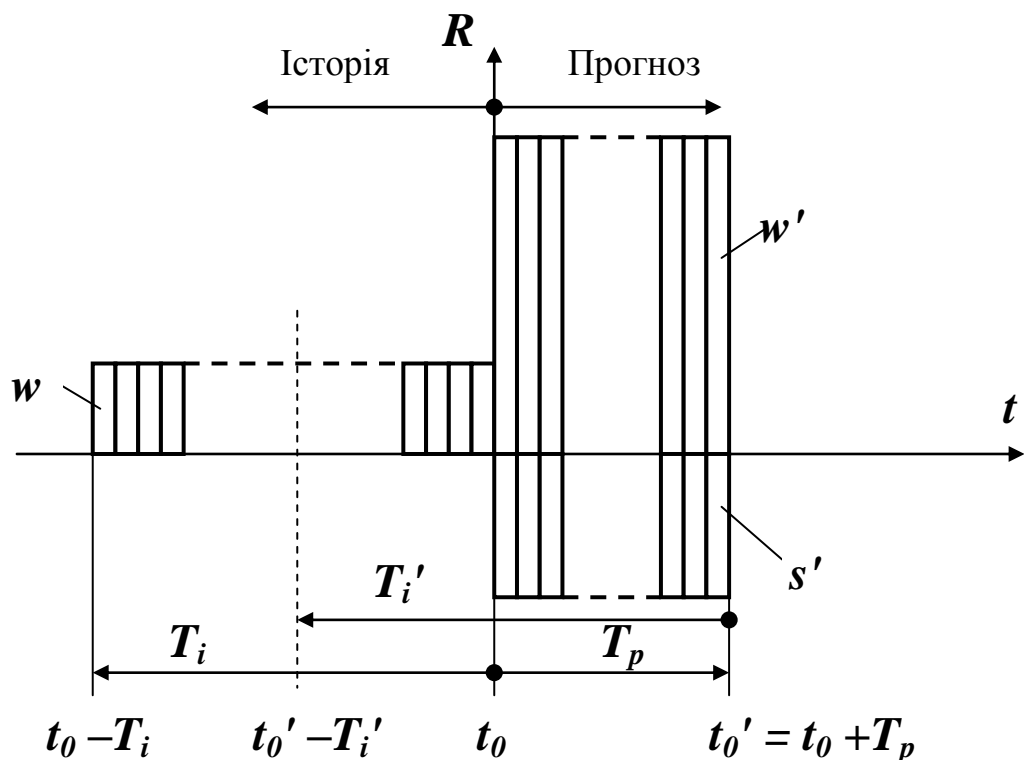


Рис.10.4 Дискретна модель спрощеного (рівномірного) розвитку системи

Рис.10.5

Таблиця 10.2. Залежності головних показників телекомунікаційної системи від параметрів впливу

Найменування показника	1) Величина показника до впливу на розвиток системи	2) Величина показника після впливу на розвиток системи
а) Ємність системи	$N = T_i w$	$N' = T_i w + T_p (w' - s')$
б) Максимальний вік обладнання	$T_m = T_i = N/w$	$T_m' = T_i' = T_i + T_p (1 - s'/w)$
в) Середній вік обладнання	$T_c = T_i / 2$	$T_c' = [(T_i' + T_p) / 2] w (T_i' - T_p) / N' +$ $+ T_p^2 w' / 2 N'$
г) Частка сучасного обладнання	$C = w T_p / N$	$C' = w' T_p / N'$
д) Коефіцієнт зростання ємності за прогностичний період	$K = T_i / (T_i - T_p)$	$K' = N' / N = 1 + T_p (w' - s') / T_i w$

В загальному випадку, величини стовпчиків над часовими дискретними можуть бути різними, в залежності від конкретного ходу нарощування ресурсів системи та їх зняття з експлуатації. Модель стає істотно складнішою для проведення розрахунків, але і значно точнішою, більш близькою до реального розвитку системи. Для отримання числових результатів моделювання у цьому випадку необхідно застосовувати методи лінійного програмування, що наразі не є дуже вже складним, з огляду на широке розповсюдження персональних комп'ютерів.

Однак таке збільшення точності моделі зменшує наглядність залежності основних результатів розвитку системи від параметрів стратегій чи інновацій. Тому, в залежності від характеру і мети дослідження, конкретний фахівець-дослідник, має сам визначити і часову, і ресурсну дискретність (точність) моделі.

Проілюструємо застосування запропонованої моделі у її найпростішому варіанті на прикладі прискореного розвитку ТМЗК України. Припустимо, що планується гіпотетична стратегія 5-кратного збільшення введення нових її потужностей на протязі 10 років ($w' = 5w$) з одночасним прискореним виведенням застарілих потужностей ($s' = 2w$).

Більшу кратність прискорення розвитку ТМЗК традиційними методами важко собі уявити в умовах слабкої економіки України. Для кратностей,

більших 5, необхідний пошук нетрадиційних методів розвитку, проведення спеціальних пошукових робіт з метою істотного здешевлення засобів зв'язку і відповідного зменшення тарифів на послуги ТМЗК. Також недоцільно розглядати більш тривалий (ніж 10 років) період дії стратегії прискорення розвитку ТМЗК, з огляду на швидку змінюваність поколінь обладнання і, навіть, системних принципів розвитку телефонних мереж.

Між тим, актуальність радикальних темпів прискореного розвитку ТМЗК для України є очевидною, з огляду на необхідність подолання приблизно 6-кратного її відставання (у душовому обчисленні) від розвинутих країн світу за короткий час.

Загальновідомо, що розвиток ТМЗК в Україні ведеться без заміни в достатньому обсязі фізично і морально зношеного основного технологічного обладнання – комутаційних станцій, систем передачі. Тому історичний час моделі розвитку ТМЗК можна обчислити за формулою а1 табл.1, розділивши ємність сучасної ТМЗК ($N=10,5$ млн. номерів) на середньорічне введення ємності ТМЗК за останні кілька десятиліть ($w \cong 270$ тис. номерів). В результаті отримуємо $T_i \cong 39$ років. Ця величина добре корелює з віком (приблизно 40 років) найстарішого обладнання ТМЗК – декадно-крокових комутаційних станцій, які і досі складають істотну частку у ємності ТМЗК – близько 10 %. Середній вік обладнання ТМЗК оцінюється величиною $T_c \cong 19,5$ років, частка сучасного обладнання (введеного за останні 10 років історії ТМЗК) – величиною $C \cong 0,26$, а коефіцієнт зростання – величиною $K \cong 1,35$.

Після реалізації 10-річної стратегії з 5-кратним збільшенням річного введення нових потужностей ТМЗК (тобто, з $w' = 1,35$ млн. номерів) та щорічним виведенням з експлуатації застарілого обладнання, удвічі більшим ніж історичне середньорічне введення потужностей (тобто, з $s' = 0,54$ млн. номерів), ті ж самі стратегічні показники розвитку ТМЗК, розраховані за формулами а2 ... д2 табл.1, становитимуть: $N' \cong 18,6$ млн. номерів; $T_m' \cong 29$ років; $T_c' \cong 9$ років; $C' \cong 0,73$; $K' \cong 1,8$.

Як бачимо, навіть у найпростішому варіанті, запропонована модель розвитку телекомунікаційної системи дає корисні числові результати, які можуть бути покладені в основу аналізу і розробки стратегій розвитку системи, а також планів і механізмів реалізації оптимальної стратегії.

Так, добре видно, що зазначена у прикладі, досить радикальна стратегія прискореного розвитку ТМЗК України дозволить істотно покращити основні показники розвитку ТМЗК. Однак також добре видно, що це покращання недостатньо для розв'язання накопичених Україною завдань розвитку ТМЗК (задоволення потреб усіх користувачів у телефонному зв'язку, осучаснення експлуатованого обладнання, зменшення експлуатаційних витрат і тарифів на телефонний зв'язок, забезпечення його загальнодоступності). Вищезначена стратегія прискореного розвитку ТМЗК дозволяє збільшити ємність ТМЗК лиш у 1,8 рази (до 18,6 млн. номерів), скоротити

максимальний вік обладнання лиш у 1,3 рази (до 29 років), істотно скоротити середній вік обладнання – у 2,2 рази (до 9 років) та збільшити частку сучасного обладнання – у 2,8 рази (до 73%).

Навіть і цих, “експрес-результатів” застосування пропонованої моделі розвитку телекомунікаційної системи достатньо для обгрунтованої постановки завдання більш радикального (кількадесят-кратного) прискорення розвитку телекомунікацій в Україні, яке тільки і може забезпечити так потрібний швидкий прогрес у показниках їх розвитку.

Наостанок слід зазначити, що дана модель може бути використана і для розв’язання зворотніх задач розвитку систем – коли за показниками кінцевого (бажаного) розвитку телекомунікаційної системи необхідно визначити основні параметри стратегічного або інноваційного впливу на систему, а відтак, і основні вимоги до умов і механізмів реалізації оптимальної стратегії або інновації. Для найпростішого варіанту моделі (рівномірного розвитку і стабільної стратегії) можна отримати і відповідний набір інженерних формул, розв’язавши рівняння у стовпчику 2 табл.1 відносно шуканого параметру стратегії. У загальному ж випадку, маючи програмну реалізацію запропонованої моделі, процес пошуку необхідних параметрів стратегії нескладно отримати шляхом ітеративних розрахунків на основі інтуїтивно заданого початкового набору параметрів стратегії або шляхом попередніх розрахунків графіків залежності параметрів розвитку системи від окремих параметрів стратегії.

Проілюструємо розв’язання зворотньої задачі розвитку телекомунікацій таким прикладом. З досвіду розвинутих країн, відомо, що для створення дієвої інформаційної інфраструктури необхідно досягти щільності ТМЗК (включно з мобільним сектором) приблизно у 120-150 телефонів на 100 мешканців, а також щільності терміналів мереж передачі даних (Інтернет, IP-мереж) – приблизно у 60 на 100 мешканців. Загалом виходить, що щільність телекомунікаційних терміналів в країні повинна сягати приблизно 175 на 100 мешканців. Припустимо, що ставиться задача досягнення такої ж щільності інфокомунікаційних терміналів в Україні за достатньо обмежений відтинок часу (ті ж 10 років), при одночасному прискореному виводі з експлуатації застарілого обладнання з інтенсивністю $s' = 4w = 1,1$ млн. номерів (терміналів) на рік. За такої щільності, загальна кількість терміналів через 10 років повинна скласти приблизно $N' = 86$ млн. Розв’язавши рівняння а2 табл.1 відносно w' і підставивши в нього задані параметри розвитку системи телекомунікацій, отримуємо величину головного параметру стратегії розвитку – щорічне введення потужностей $w' = 8,6$ млн. номерів (терміналів).

Визначивши величину головного параметру стратегії розвитку, і взявши до уваги макроекономічні характеристики розвитку вітчизняних телекомунікацій [1], можна визначити і питому вартість засобів, за допомогою яких можна реалізувати таку стратегію. Дійсно, на розвиток

телекомунікацій в Україні з усіх джерел фінансування можна залучити не більше 1% ВВП країни, що у абсолютному виразі складає приблизно 2,5 млрд. грн. у рік. Поділивши цю оцінку на величину необхідного річного вводу (8,6 млн.) можна отримати оцінку вартості вводу одного номера (термінала) нових телекомунікаційних потужностей. Вона складе приблизно 300 грн.

Таким чином, за допомогою запропонованої моделі розвитку телекомунікаційної системи можна вийти на прямий синтез необхідних технічних і організаційних заходів для розв'язання посталих перед Україною задач розвитку телекомунікаційної сфери. Звичайно, головним з цих заходів буде централізоване регулювання ринкового механізму розвитку галузі з метою колективного розв'язання важливої державної задачі. Попри усю проблематичність такого регулювання, його можна спробувати реалізувати у вигляді низки конкретних, кількісно обгрунтованих за допомогою запропонованої моделі угод з основними дійовими особами (операторами, постачальниками послуг, тощо). Такі угоди відкриють чітку перспективу ринкового успіху для усіх існуючих і, можливо, нових операторів зв'язку і постачальників послуг в Україні. Отримання ж перших позитивних результатів від централізованого регулювання автоматично ввімкне механізм самоорганізації дійових осіб ринку, що й гарантуватиме повну реалізованість стратегії прискореного розвитку телекомунікаційної сфери України.

Безумовно, для успіху стратегії прискореного розвитку телекомунікацій в Україні в числі технічних заходів по її реалізації повинно бути також використання можливостей найсучасніших технологій мікро- та опто-електроніки, автоматизованих ліній проектування та масового виготовлення апаратних і програмних засобів телекомунікацій [1].

Як видно з викладеного, запропонована дискретна модель розвитку телекомунікаційних систем може слугувати не тільки інструментом кількісних оцінок різноманітних стратегій та інновацій у телекомунікаціях, а й слугувати каталізатором ґрунтовних постановок задач цілеспрямованого прискореного розвитку українських телекомунікацій.

10.8 Вплив розширення європейського союзу на розвиток Українських телекомунікацій

Розширення Європейського Союзу (ЄС) створює якісно нову ситуацію на шляху подальшого технічного, економічного та соціального розвитку України. Границі України стають границями з ЄС. Прямо і нагально постає завдання повноправного входження України до цього Союзу. Як наслідок, уже сьогодні починається підготовчий період до вступу України до ЄС. З точки зору українських телекомунікаційних систем також починається підготовчий період до їх функціонування в телекомунікаційному середовищі країн-членів ЄС, створення якого є одним з найважливіших національних завдань бо в ХХІ сторіччі сама інформація стає стратегічним ресурсом. Прийнятий Верховною Радою України Закон "Про телекомунікації",

переважна більшість положень якого відповідає чинному європейському законодавству, відкриває широкі перспективи розвитку вітчизняної телекомунікаційної сфери в її русі до інтеграції телекомунікацій держав Європейської спільноти.

Телекомунікації України, як і інших країнах, виконують три основні функції:

- а) надання важливих послуг індивідуального споживання (міжперсональне телеспілкування, інформаційне самозабезпечення, самоосвіта, відпочинок, розваги, тощо);
- б) складання частини виробничої інфраструктури (бізнес-зв'язки, реклама, брокераж, просторово-рознесені виробничі процеси, тощо);
- в) участь у вдосконаленні соціальної організації суспільства (електронне врядування, осередки громадянського суспільства, екстренна та медична допомога, тощо).

Підготовча ситуація невідпорно потребуватиме швидкого вдосконалення сфери українських телекомунікацій в частині усіх зазначених функцій. Однак причини вдосконалення кожної із них будуть свої.

Функція індивідуального споживання послуг зв'язку повинна бути піднята до рівня аналогічного споживання в країнах-членах ЄС. Без цього громадяни України не зможуть себе відчувати рівними з громадянами інших країн ЄС як у спілкуванні, так і в організації персональної інформаційно-комунікаційної сфери. Недостатній рівень споживання послуг зв'язку, особливо їх сучасних видів – мобільного та Інтернет, можуть бути істотною складовою невдоволення населення від вступу до ЄС. Лишати основну масу українських громадян з недорозвиненою системою стаціонарного телефонного зв'язку і з початковим рівнем забезпечення мобільним зв'язком і Інтернет – це означає лишати їх права на сучасні загальнодоступні види зв'язку, права, вже реалізованого в країнах ЄС.

Функція українських телекомунікацій, як складової виробничої інфраструктури, повинна розвиватися випереджаючими економіку України темпами з тим, щоб створювати максимально сприятливі умови швидкого зростання економіки і добробуту українських громадян перед вступом до ЄС. Без наближення рівня життя українських громадян до рівня, хоча б, нових членів ЄС не уникнути масового невдоволення вступом до ЄС, посилення міграційних процесів і соціальної напруги в українському суспільстві. Відомо, що розвиток інформаційно-комунікаційної сфери країни слугує каталізатором її промислового і економічного розвитку. Цю обставину слід сповна використати у даній підготовчій ситуації.

Функція вдосконалення суспільної організації також повинна розвиватися у підготовчому періоді якнайшвидше, оскільки ЄС вимагає від країн-членів більш прозорої, демократичної і соціально спрямованої організації суспільства. Це є однією з основних вимог до країн-кандидатів у члени ЄС.

Таким чином, високі вимоги до основних державотворчих функцій українських телекомунікацій перед вступом до ЄС та низький їх сьогоденній рівень розвитку ставить на порядок денний необхідність розробки і прийняття стратегії швидкого кількісного розвитку (у 3-10 разів на протязі 10-15 років) базових видів зв'язку українських телекомунікацій.

Контрольні запитання

1. Які основні етапи розвитку ТК в Україні?
2. Які національні відмінності розвитку?
3. Мета і завдання розвитку?
4. Концептуальні основи побудови та розвитку ТК.
5. Принципи побудови.
6. Пояснити повну класифікацію мереж ЄНСЗУ.
7. Які напрямки розвитку служб та послуг ЄНСЗУ?
8. Пояснити взаємовідношення служб переносу і телеслужб.
9. Які напрямки розвитку інфокомунікаційних служб і послуг?
10. Яка загальна стратегія розвитку ЄНСЗУ?
11. Дати коротку характеристику мережі NGN.
12. Причини і умови створення NGN.
13. Виконати аналіз багаторівневої ієрархічної моделі мережі NGN.
14. Чим характерний метод періодизації прогнозного часу розвитку ТК?
15. Пояснити модель прискореного розвитку українських телекомунікацій.
16. Виконати аналіз прикладів застосування.
17. Які завдання ставить перед Україною входження в ЄС з розвитку телекомунікацій.

Список рекомендованої літератури

1. Бондаренко В.Г. Гребенніков В.О. Сучасні і майбутні інфокомунікаційні технології України. К. Радіоматор-2004, 160 с.
2. Сучасний стан та перспективи використання ВОЛЗ. Матеріали міжнародної конференції. – Укртелеком, 2002. Наукові керівники конференції і редактори матеріалів - Бондаренко В.Г. Катоков В.Б.
3. Закон України “Про Телекомунікації” 2003. – 52с.
4. Общие принципы единой автоматизированной сети связи МКС по созданию ЕАСС при МС СССР М “Связь”-1980 112с
5. Гребенніков В.О. Про стратегію і тактику інфокомунікаційного розвитку України ч.1-5. ”Зв'язок” №3,4,5-7,8 -2008.
6. Гребенніков В.О., Мандрікіна А.В., Філіпова О.І., Хиленко В.В. Аналіз телекомунікаційного ринку України за 2002-2006 роки. “Зв'язок”, № 1, 2, 3, 2008.

- 7.Гребенніков В.О Аналіз розвитку телекомунікацій незалежної України. „Зв'язок”№2 2010.
- 8.Баховський П.Ф., Гребенніков В.О. Кризові явища в інфокомунікаціях України та шляхи їх подолання. “Вісник УНДІЗ”, № 3, 2009.
- 9.Internet WWW.dpm.Ukrtelekom.ua.
10. ITU ICT Eye.
URL: <http://www.itu.int/ITU-D/ICTEYE/Indicators/Indicators.aspx>
11. Measuring the Information Society - The ICT Development Index, ITU Report. 2009 Edition.
URL: <http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/idi/2009/index.html>
12. The Global Information Technology Report 2008-2009. Mobility in a Networked World. INSEAD-WEF, 2009.
- 13.БОНДАРЕНКОВ.Г.Стан та розвиток телекомунікацій в Україні.”Зв'язок”№3 2010.
- 14.Мешковський К.О. Бондаренко В.Г і інші, під ред.Бондаренка В.Г.СИНХРОННІ ЦИФРОВІ МЕРЕЖІ СЦІ, ТЕХНОЛОГІЇ І СТРУКТУРА WDM СИСТЕМИ. Навчальний посібник з дисциплін ЦСП, ТОТСМ, ТЕСЗ. К-ДУІКТ 2010,130с
- 15.Каток В.Б. Волоконно-оптичні системи зв'язку К-1999.
- 16.Girard. Guide to WDM Technology and Testing. EXFO Electro-Optical Engineering Inc. Canada 2000.
- 17.XDM™ Интеллектуальные Масштабируемые Оптические Сетевые Решения. Техническое описание LIGHTSCAPE NETWORKS
- 18.Чернов Б.К., Каминецкий И.О. Технология грубого спектрального уплотнения CWDM/Lightwave.- 2004.-№2.-С.20-24.
- 19.Серж М. Цифровые оптические сети обеспечивают более простое, быстрое и гибкое предоставление услуг// Lightwave.-2005.-№3.-С.19-20.
20. Бондаренко В.Г. Современные технологии транспортных сетей связи. – К Радоіаматор.-2006.-№12.-С.50-52.
- 21.Бондаренко В.Г., Чупенко А.А. «Оптические усилители»// Радоіаматор.-2007.-№10.-С.52-53.
22. Бондаренко В.Г. «Основні положення по застосуванню систем і апаратури СЦІ на мережі зв'язку».ДУІКТ К.-2002, 31с.
- 23.Бондаренко В.Г. Мережа наступного покоління NGN// Радоіаматор.-2005.-№9.-С.56-57.
- 24.G.652 – Характеристики одномодових волоконно-оптичних кабелів.
- 25.G.653 - Характеристики одномодових волоконно-оптичних кабелів зі зміщеною дисперсією,
- 26.G.654 - Характеристики одномодових волоконно-оптичних кабелів з сунутим частотним зрізом.
- 27.G.655 - Характеристики одномодових волоконно-оптичних кабелів з ненульовою дисперсією.
28. Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем та мереж зв'язку.Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком“Телекомунікації” з дисципліни ,ТЕСЗ,-К ДУІКТ 2012 р 847с

11. Синхронна тактова синхронізація та її впровадження на первинній мережі України

11.1 Типи синхронізації в електрозв'язку

При мережевій синхронізації забезпечується розподіл часу і частоти по мережі генераторів, розміщених у досить великому географічному просторі. Задача полягає у вирівнюванні тимчасових і частотних шкал усіх генераторів з використанням пропускної здатності з'єднуючих їх ліній зв'язку (наприклад, мідних і волоконно-оптичних кабелів, радіоліній). Нижче перераховані лише деякі з найбільш відомих застосувань мережної синхронізації:

- синхронізація генераторів, розміщених у різних точках мультиплексування і комутації цифрової мережі зв'язку;
- синхронізація генераторів мережі зв'язку, що вимагають деяких форм багатократного доступу з тимчасовим поділом каналів, таких як супутникова мережа, глобальна система мобільного зв'язку GSM (Global System for Mobile communications), мобільні термінали і т.д.;
- вимірювання відстаней між двома вузлами мережі і визначення місця розташування і навігації користувачів мережі;
- фазування антенних решіток.

Мережева синхронізація грає головну роль у цифровому зв'язку, створюючи важливий вплив на якість більшості послуг, які пропонують оператори своїм клієнтам.

Для багатьох інженерів електрозв'язку термін *синхронізація* найчастіше означає тільки виділення і відстеження тактової частоти, що міститься в періодичній тимчасовій структурі прийнятого сигналу. Насправді синхронізація відіграє головну роль у деяких областях електрозв'язку. Нижче перераховані типи синхронізації в електрозв'язку на різних рівнях абстракції:

- *синхронізація по несучій частоті*, тобто виділення в когерентному демодуляторі несучого коливання з модульованого сигналу;
- *синхронізація по символах*, тобто ідентифікація в цифровому демодуляторі часу дискретизації і часу прийняття рішення для вилучення логічної інформації з прийнятого аналогового сигналу;
- *синхронізація по циклах*, тобто визначення початку і кінця кодових слів, груп кодових слів (циклів) або виділення циклу в неопрацьованому і нерозділеному потоці прийнятих бітів;
- *пакетна синхронізація*, тобто вирівнювання затримок у часі надходження пакетів при їхній передачі через мережу з комутацією пакетів з метою відновлення постійної швидкості в каналі користувача;

- *мережева синхронізація*, тобто розподіл загального синхросигналу по мережі генераторів, розташованих у досить великому географічному просторі;
- *мультимедійна синхронізація*, тобто гармонічне сполучення різнорідних елементів зображень, тексту, звуку, відео і т.д. у мультимедійному зв'язку на різних рівнях інтеграції. Наприклад, фізичному і користувальницькому;
- *синхронізація годин у реальному часі*, тобто передача по мережі електрозв'язку сигналів абсолютного часу (наприклад, національного стандарту часу) головним чином для цілей керування мережею.

11.2 Необхідність системи тактової синхронізації для мережі СЦ

Проблеми, пов'язані з синхронізацією цифрових пристроїв, виникли з появою цифрових методів передавання інформації. І дійсно, будь-яка процедура дискретизації, передавання та прийому бінарного сигналу або кодованого бінарного сигналу потребує узгодженості частот передавання та прийому. Якщо цього не забезпечити, інформація, що передається, буде прийнята некоректно. Головною метою синхронізації є забезпечення однакових або кратних тактових частот генераторів усіх цифрових пристроїв, що складають мережу телекомунікацій.

Для досягнення мети синхронізації цифрової мережі потрібно:

- встановити єдину тактову частоту для всіх елементів цифрової мережі, що потребують синхронізації, так, щоб ці елементи працювали з однаковою середньою швидкістю;
- компенсувати затримку передавання сигналу між вузлами комутації та коливання цієї затримки, викликані температурними та іншими змінами, довівши її до цілого значення періоду циклу, щоб фази циклу в кожній лінії передавання точно збіглися;
- підтримувати синхронізацію мережі в будь-який час незалежно від аварій та перемикань, що виникають у процесі експлуатації.

Підсумовуючи сказане, можна зробити висновок про необхідність синхронізації усіх цифрових пристроїв мережі незалежно від того, на якому рівні мережі ці пристрої розміщені. Незважаючи на це, сучасні методи проектування та побудови мереж телекомунікацій встановлюють деяку пріоритетність у побудові систем синхронізації. В телекомунікаціях первинна (транспортна) мережа є ядром і забезпечує не тільки транспортування трафіка вторинних мереж, а й також передавання сигналів синхронізації. Тому первинна мережа є першим рівнем мережі синхронізації, від якого здійснюється синхронізація усіх видів вторинних

мереж з урахуванням, звичайно, особливостей архітектури останніх. Далі мова йтиме в основному про організацію першого рівня мережі синхронізації.

Технологія SDN, яка нині є основою транспортних мереж, для забезпечення високої якості послуг потребує синхронної роботи усіх її складових з високим рівнем стабільності. Це визначає роль мережі синхронізації.

Рівень проблем, пов'язаних з синхронізацією, знаходиться в прямій залежності від рівня цифровізації усіх видів мереж, тобто від загальної кількості цифрових пристроїв, що встановлені на мережі телекомунікацій. При невеликій їх кількості та незначній розосередженості завдання синхронізації можуть вирішуватись індивідуально окремими операторами, які не вбачають у цьому значних проблем. Проте зі швидким розвитком цифрової мережі проблеми синхронізації вже не можуть вирішуватись приватне і виникає потреба системного підходу. Також заслуговує на увагу проблема управління мережею синхронізації як на рівні одного оператора, так і на міжоператорському рівні.

11.3 Класифікація режимів та методів синхронізації мереж

11.3.1 Режими синхронізації мереж

Рекомендацією МСЕ-Т G.803. визначено 4 режими роботи мережі синхронізації рис.11.1.

1) синхронний;

2) плезіохронний;



Рис 11.1 - Режими синхронізації

3) псевдосинхронний (змішаний); 4) асинхронний.

Синхронний режим є звичайним в регіоні обслуговування одного оператора. Це є стан синхронної мережі, в якому всі пристрої синхронізації мають бути веденими єдиним первинним пристроєм синхронізації (єдиним PRC).

Плезіохронний режим визначають або як такий, в якому всі пристрої синхронізації працюють з одноковою номінальною частотою та будь-які відхилення від неї не мають перевищувати визначених границь [21], або стан синхронної мережі, в якому дійові або резервні канали синхронізації не сягають одного або кількох пристроїв синхронізації. З одного боку, це є звичайний режим роботи між національними мережами за умови, що різниця їх тактових частот не перевищує 1×10^{-11} , з іншого – це є режим роботи мережі синхронізації за умови аварійного стану каналу синхронізації або відсутності такого каналу пристрої синхронізації працюють в режимі утримання частоти або в режимі вільних коливань, але за умови, що їх характеристики відповідають вимогам Рекомендації ІТУ-Т G.811. За такої умови в елементах мережі SDH виникатиме узгодження швидкостей, яке необов'язково має бути причиною просковзувань.

Псевдосинхронний режим визначають як стан синхронної мережі, в якому не всі пристрої синхронізації є веденими єдиним первинним пристроєм синхронізації. Це є звичайний режим роботи між мережами різних операторів, або між різними регіонами обслуговування одного оператора. Необхідно лише, щоб характеристики кожного PRC відповідали вимогам [22]. За такої умови в елементах мережі SDH на межі між різними регіонами обслуговування виникатиме узгодження швидкостей, яке необов'язково має бути причиною просковзувань.

Асинхронний режим – це де граційний стан синхронної мережі, в якому між елементами мережі має місце велика різниця частот. Транспортна мережа SDH зберігатиме цілісність трафіка доки характеристики пристроїв синхронізації елементів мережі відповідатимуть вимогам [24], тобто їх вихід частоти не перевищуватиме $4,6 \times 10^{-6}$, але такий режим не підпадає під поняття “синхронної мережі”.

11.3.2 Методи синхронізації мереж

Обґрунтування вибору методу або сукупності методів синхронізації мережі зв'язку є проблемною задачею стратегії синхронізації ЦМЗ (Цифрова мережа зв'язку). При цьому рішення проблеми шукається роздільно для міжнародної і для національної мереж [2].

Рекомендація передбачає використання плезіохронного методу синхронізації у міжнародній цифровій мережі, а в майбутньому можливо створювання синхронної міжнародної мережі. Обґрунтування вибору методу синхронізації національної цифрової мережі зв'язку відноситься до компетенції національних адміністрацій зв'язку. При цьому у відповідності з вищеназваною рекомендацією необхідно забезпечити якість переміщення інформації, що впливає з вимог забезпечення середнього інтервалу часу між двома проковзуваннями не менш 70 діб. Ця вимога витікає з наступних міркувань. Відносна різниця частот тактових генераторів двох любих комутаційних станцій мереж зв'язку повинно задовольняти умові :

$$\frac{f_{л} - f_{цск}}{f_{цск}} \leq \delta, \quad (11.1)$$

де

$f_{л}$ - частота ТГ сигналу зустрічної станції, що надходить з лінії;

$f_{цск}$ - частота ТГ ЦСК.

Рекомендація величину δ визначає рівною 10^{-11} для міжнародних цифрових мереж зв'язку. В цьому випадку для цифрових потоків з тривалістю циклу, рівною 125 мкс, одержимо середній інтервал часу між двома проковзуваннями:

$$T = 125 \cdot 10^{-6} \frac{f_{л} - f_{wcr}}{f_{wcr}} = \frac{125 \cdot 10^{-6}}{10^{-11} \cdot 2 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24} \cong 70 \text{ діб}. \quad (11.2)$$

Синхронна цифрова мережа – ЦМЗ, в якій управління ТГ здійснюється таким чином, щоб вони працювали з однаковими частотами, або з однією й тією ж частотою при обмеженому відносному фазовому зсуві. В ідеальному випадку ТГ являються синхронними, але на практиці можуть бути мезахронними

Асинхронна цифрова мережа – ЦМЗ, в якій від ТГ не потрібно, щоб вони були синхронними або мезахронними. Часто в асинхронній мережі зв'язку для об'єднання асинхронних сигналів виконують узгодження швидкості цифрових потоків за допомогою цифрового вирівнювання.

Цифрове вирівнювання здійснюється шляхом передачі допоміжної інформації про не узгоджування швидкостей цифрових потоків передавальних станцій і на основі цієї інформації введення або виключення допоміжних символів на приймальній станції. Це призводить до зниження ефективності

використання пропускної спроможності цифрового тракту, ускладнення обладнання і практично виключає можливість часової комутації. При цьому асинхронні мережі зв'язку з використанням методу узгодження швидкостей не знайшли широкого використання в інтегральних ЦМЗ.

Частковим випадком асинхронної мережі є плезіохронна мережа, в якій тактові синхросигнали одержують від незалежних високо стабільних задаючих генераторів.

Плезіохронна мережа передбачає наявність в кожному пункті, де розташовані джерела даних і в пунктах об'єднання потоків інформації автономних високо стабільних ТГ. Очевидною перевагою плезіохронної мережі є практично повна незалежність роботи ТГ від стану мережі. Крім того, відпадає необхідність синхронізації територіально розділених ТГ в період експлуатації, а разом з цим з'являється можливість виключити допоміжні канали, призначені в інших методах синхронізації для передачі хронуючої інформації, тобто поліпшити ефективність ЦМЗ.

Недоліками плезіохронної мережі є: - принципова наявність проковзування цифрового сигналу через кінцевої стабільності ТГ і обмеженого об'єму еластичної пам'яті; - досить велика вартість високо стабільних ТГ, та їх мала надійність.

Виходячи з вищесказаного можна зробити висновок, що широке застосування плезіохронного режиму через технічні і економічних факторів, в теперішній час, являється обмеженим. Враховуючи рекомендації МСЕ, плезіохронний режим необхідно застосовувати для роботи між національними синхронними мережами. Крім цього можна рекомендувати застосування цього методу в окремих випадках при будівництві спеціальних локальних ЦМЗ з невеликою кількістю ТГ, в яких допустимо виникнення проковзувань.

В синхронній ЦМЗ підтримування потрібних частотних і фазових співвідношень між тактовими синхросигналами, що виробляються усіма ТГ мережі, здійснюється завдяки управлінню частотою (фазою) сигналів тактових генераторів. Проведемо класифікацію синхронних ЦМЗ в залежності від управління кожним ТГ мережі. Найбільша кількість управляючих зв'язків між ТГ мережі існують у взаємно синхронізованій ЦМЗ. В цій мережі кожний ТГ здійснює управління всіма іншими ТГ. Взаємно синхронізована ЦМЗ, у якій всі ТГ в рівній мірі здійснюють управління іншими ТГ мережі, має обмеження по управлінню і, відповідно, така рівноправна взаємно синхронізована ЦМЗ є частним випадком взаємно синхронізованої ЦМЗ. Робоча частота мережі відповідає середньому значенню власних частот всіх ТГ мережі.

У випадку, коли деякі ТГ здійснюють управління в більшій мірі, ніж інші, ЦМЗ називається ієрархічно взаємно синхронізованою. Робоча частота мережі відповідає середньозваженому значенню власних частот всіх ТГ. За наявності тільки одностороннього управління і одного ведучого ТГ, управляючого всіма іншими ТГ, ієрархічно взаємно синхронізована мережа перетворюється в ієрархічну примусово синхронізовану ЦМЗ.

Олігархічно синхронізована ЦМЗ – мережа, в якій управління синхронізацією здійснюється декількома ведучими ТГ, які управляють останніми ТГ.

Взаємна синхронізація ТГ дозволяє забезпечити високу живучість мережі при порушенні її вихідної конфігурації за рахунок великої кількості управляючих мереж між ТГ, а також в такій мережі не обов'язково застосування високо стабільних ТГ.

Рівноправно взаємно синхронізовані цифрові мережі, створені в Японії, є локальними мережами. В таких мережах стабільність тактової частоти мережі визначається стабільністю кожного ТГ, так як в мережі здійснюється управляема взаємодія між всіма ТГ. Зміна частоти любых ТГ призводить до зміни частоти всіх ТГ мережі, причому нове установлене значення буде мати місце на всіх ТГ мережі. Відносна нестабільність частоти тактових генераторів звичайно складала величину $\delta = 10^{-7} \dots 10^{-8}$.

Для взаємодії між синхронними мережами в плезіохронному режимі МСЕ у 1976 році встановив, що відносна нестабільність частоти повинна бути $\delta = 10^{-11}$. Як реалізація цієї вимоги з'явилися розробки ієрархічно взаємно синхронізованих мереж, в яких на станціях високого рівня ієрархії застосовуються високо стабільні ТГ. При цьому робоча частота мережі відповідає середньозваженому значенню частот всіх ТГ, причому найбільшу питому вагу мають частоти високо стабільних ТГ.

До недоліків взаємно синхронізованої ЦМЗ можна віднести значне збільшення короткочасної нестабільності робочої частоти мережі, яка виникає внаслідок впливу додаткових динамічних нестабільних завад на лінії, короткочасні зміни конфігурації мережі, зміни часу розповсюдження цифрового сигналу в лінії зв'язку і т. д. Спроба покращити параметри системи взаємно синхронізованих ТГ: застосування двохполюсного управління синхронізації ТГ, введення регульованих затримок, використання фазових дискримінаторів з зоною нечутливості, – приводять до ускладнення обладнання, збільшення об'єму обладнання, зниження надійності.

Виходячи з вищесказаного можна зробити висновок, що застосування взаємної синхронізації ТГ, рівноправної взаємної синхронізації ТГ доцільно в окремих випадках. Зокрема на локальних ЦМЗ, для яких не потрібна взаємодія з іншими мережами в плезіохронному режимі; на мережах, де практично відсутні або незначні додаткові динамічні нестабільності. Ієрархічна взаємна синхронізація ТГ дозволяє розширити область застосування взаємної синхронізації ТГ і на мережах, які здійснюють взаємодію з іншими мережами в плезіохронному режимі, а також в майбутньому при наявності зовнішньої синхронізації ТГ вищого рангу на мережі, здійснюючи взаємодію з другими мережами в синхронному режимі.

По мірі вдосконалювання побудови генераторного обладнання появи високоякісних цифрових інтегральних мікросхем, зокрема, мікропроцесорів, набування досвіду розробки і експлуатації систем синхронізації особливу увагу стали приділяти примусово ієрархічно синхронізованим ЦМЗ.

Крім загальних причин, що впливають на вибір цього способу, слід відзначити, що примусова ієрархічна ЦМЗ має високу “живучість” завдяки наявності додаткового управління синхронізацією та ієрархічному розподілу ТГ; можливість плезіохронної взаємодії з іншими мережами у випадку використання обмеженого числа високо стабільних ТГ (ведучих), а при синхронізації останніх – синхронна взаємодія порівняно простого обладнання системи синхронізації. Суть ієрархічно примусової синхронізації ТГ ЦМЗ полягає у наступному. Кожному ТГ мережі присвоюється ранг, який залежить від стабільності ТГ, якості тракту розподілу тактової частоти, взаємозв’язку з іншими ТГ. В залежності від стану тракту розподілу тактової частоти, що зв’язує ведучий (ВТГ) з відомим (ВдТГ), останній може синхронізуватися від основного тракту, резервного тракту, власного високо стабільного ТГ або працювати з “запам’ятованим” значенням частоти. З метою здійснення однозначного вибору ВТГ і оптимальної організації ієрархії мережі передбачається передача разом з тактовими синхросигналами пакета маркерних імпульсів.

Примусово синхронізована ЦМЗ дозволяє забезпечити високу якість синхронізації ТГ при достатньо простому обладнанні і обмеженому числі високо стабільних ТГ. Недоліком такого методу синхронізації є його мала надійність, обумовлена ймовірністю виходу з строю ведучого ТГ. Застосування примусової синхронізації ТГ від ВТГ доцільно здійснювати для мережі, яка має радіальну структуру і відсутні зв’язки між синхронізованими ТГ.

Таким чином, можна зробити висновок, що розвиток тактової синхронізації ЦМЗ йде по шляху створювання примусово ієрархічно

синхронізованих ЦМЗ на національних мережах, використанні на вищих рівнях ієрархії високо стабільних ТГ, що дозволяє здійснити плезіохронний режим роботи на міжнародних мережах.

11.4. Методи СТС, що застосовуються на мережі України.

11.4.1 Короткий огляд систем тактової синхронізації деяких країн світу

Розглянемо побудову мереж СТС у Франції та Італії, як близьких по площі до території України. У ряді інших країн досить докладно питання розглянуте в [5, 6] (Швейцарія, США, Японія).

Франція (France Telecom - основний оператор).

Телефонні мережі і мережі передачі даних France Telecom були синхронізовані з 1975 р. за допомогою мережі синхронізації, що включає більш 800 вузлів.

Мережева архітектура являє собою звичайну стратегію «ведучий — відомий» з чотирма ієрархічними рівнями. На нульовому рівні ієрархії встановлені два еталонні генератори, розташовані в Парижі (Сент Аман) і Ліоні (Се-виль). Вузлами першого і другого рівня служать пристрої синхронізації на транзитних станціях. Вузли нижніх рівнів — це пристрої синхронізації цифрових комутаторів на місцевих станціях і первинні мультиплексори.

Два ПЭГ (PRC) містять дубльовані цезієві первинні стандарти частоти. Тому при нормальній роботі мережа синхронізації складається з двох як би плезіохронних підмереж. Всі інші пристрої синхронізації на першому і другому рівнях цієї мережі містять дубльовані кварцові генератори.

Міжстанційний розподіл синхросигналу здійснюється по виділених каналах Е1 зі швидкістю 2,048 Мбіт/с між вузлами нульового і першого рівнів та по робочих каналах Е1, що переносять трафік між вузлами нижніх рівнів. Для забезпечення високої надійності всі канали дубльовані або додатково зарезервовані.

Пізніше для задоволення новим вимогам синхронізації СЦИ France Telecom обновила мережу синхронізації. Нова мережа включає більш 1200 вузлів і має колишню архітектуру. Планується, що ця мережа буде підтримуватися системою керування TMN (мережа керування електрозв'язком) і системою моніторингу робочих характеристик. Нові пристрої синхронізації SASE обладнані кварцовими генераторами високої стабільності. Вхідними і вихідними сигналами інтерфейсів синхронізації є сигнали 2,048 Мбіт/с і 2,048 МГц.

Італія (Telecom Italia - основний оператор).

Нова мережа синхронізації Telecom Italia розроблялася і вводилася в експлуатацію з початку 1994 р., щоб замінити чотири мережі синхронізації новою сучасною мережею, що відповідає самим останнім вимогам рекомендацій і стандартів.

Нова мережа синхронізації розроблена відповідно до того ж принципу «ведучий-відомий». При розробці топології мережі головною метою було підвищення надійності: усі вузли можуть синхронізуватися по декількох рознесених маршрутах. Структура нової мережі синхронізації Telecom Italia показана на рис.11.2.

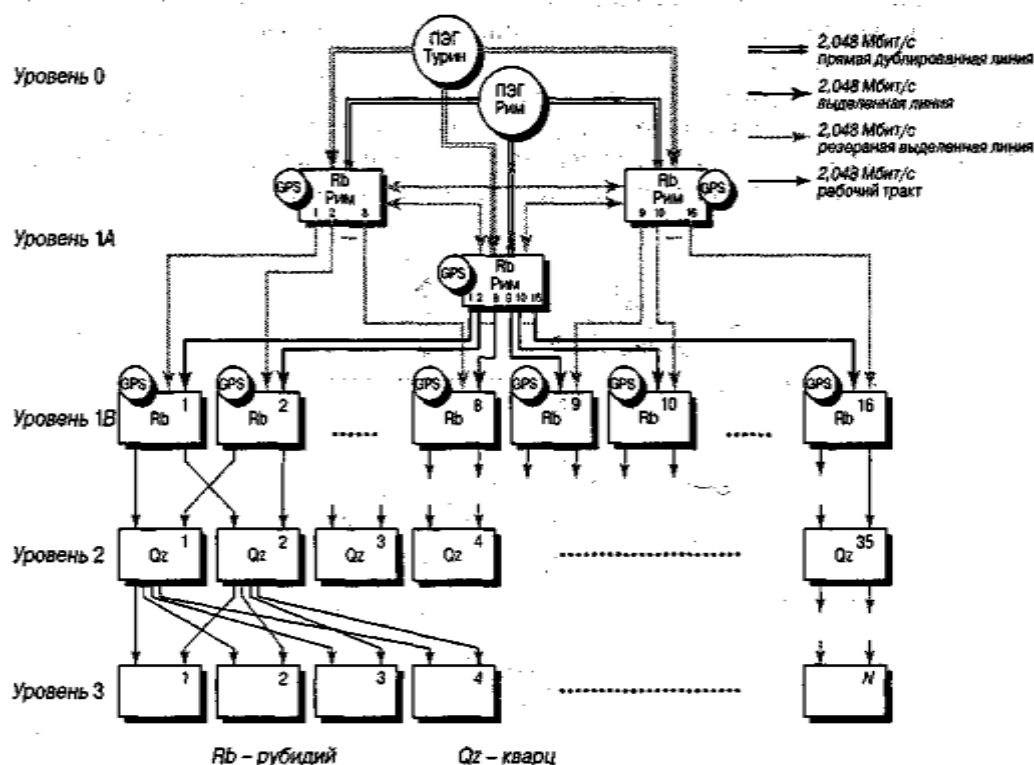


Рисунок 11.2 – Структура мережі синхронізації Telecom Italia

На нульовому рівні в якості мережевого ПЭГ використовується національний еталонний генератор (ПЭГ), встановлений у Римі в приміщенні італійського інституту пошти й електров'язку (ISPT). Другий, резервний цезієвий первинний стандарт частоти ПЭГ розміщений у Національному електротехнічному інституті імені Галілея (IENGF) у Туріні.

На рівні 1A встановлені три нових пристрої синхронізації SASE, розташовані в Римі. Вони знаходяться в тих же приміщеннях транзитних станцій, де розташовувалися три пристрої синхронізації SASE колишньої мережі синхронізації телефонної цифрової комутаційної мережі. Ці три пристрої

синхронізації SASE обладнані рубідієвими вторинними стандартами частоти і приймачами GPS. Кожен пристрій синхронізації SASE рівня 1A с допомогою двох резервованих прямих каналів 2,048 МГц, по оптичному волокну, синхронізується від основного ПЭГ, розміщеного в Римі. Для резервування вони з'єднані двома виділеними каналами 2.048 Мбіт/с систем передачі ПЦІ, з другим ПЭГ у Туріні. Для захисту від відмов обох каналів ПЭГ у кожному вузлі SASE усі три пристрої синхронізації SASE зв'язані за принципом «кожний з кожним» трактами 2,048 Мбіт/с систем передачі ПЦІ в ґратчастій структурі мережі виділених каналів. Таким чином, кожен пристрій синхронізації SASE рівня 1A має максимально зарезервовані входи: два сигнали від основного ПЭГ у Римі, два сигнали від другого ПЭГ у Туріні, два сигнали від двох інших вузлів рівня 1A і один сигнал від місцевого приймача GPS. Для запобігання петель синхронізації, після переключень на резервний синхросигнал, використовуються повідомлення про статус синхронізації SSM. Опорний сигнал GPS використовується, якщо пропадають всі інші опорні сигнали.

На рівні 1B встановлені 16 пристроїв синхронізації SASE, розташовані в приміщеннях транзитних станцій. Вони, як і вузли рівня 1A, обладнані рубідієвими стандартами частоти і приймачами GPS. Кожен пристрій синхронізації рівня 1B приймає два опорних сигнали від двох вузлів рівня 1A по виділених каналах 2,048 Мбіт/с систем ПЦІ. У цьому випадку, для запобігання петель синхронізації після захисних переключень, також використовуються SSM, а каналів GPS привласнений найнижчий пріоритет у ресурсах резервування. Пристрій синхронізації рівня 1A синхронізує всі пристрої синхронізації рівня 1B.

На рівні 2 розміщені 35 (за першим планом синхронізації) пристроїв синхронізації SASE, встановлених в інших будинках транзитних станцій. Ці пристрої обладнані термостатованими кварцовими генераторами високої точності і приймають по двох опорних сигнали від двох різних вузлів рівня 1B по виділеним або частіше по робочих сигналах 2,048 Мбіт/с мережі ПЦІ.

На рівні 3 розташовані кілька сотень пристроїв синхронізації SASE, обладнані такими ж кварцовими генераторами, як і вузли рівня 2, і встановлені в будинках місцевих станцій. Кожен пристрій синхронізації рівня 3 приймає по два еталонних сигнали від двох різних вузлів рівня 2 по робочих сигналах 2,048 Мбіт/с систем передачі ПЦІ.

Архітектура, що розглянута вище, відповідає планові 1994 р. Проте, з цього ж року для міжстанційного розподілу по міру заміни систем передачі ПЦІ на СЦІ

було заплановано використовувати для передачі синхросигналів потоки STM-N.

Географічне розміщення основних вузлів нової мережі синхронізації Telecom Italia показане на рис. 11.3.

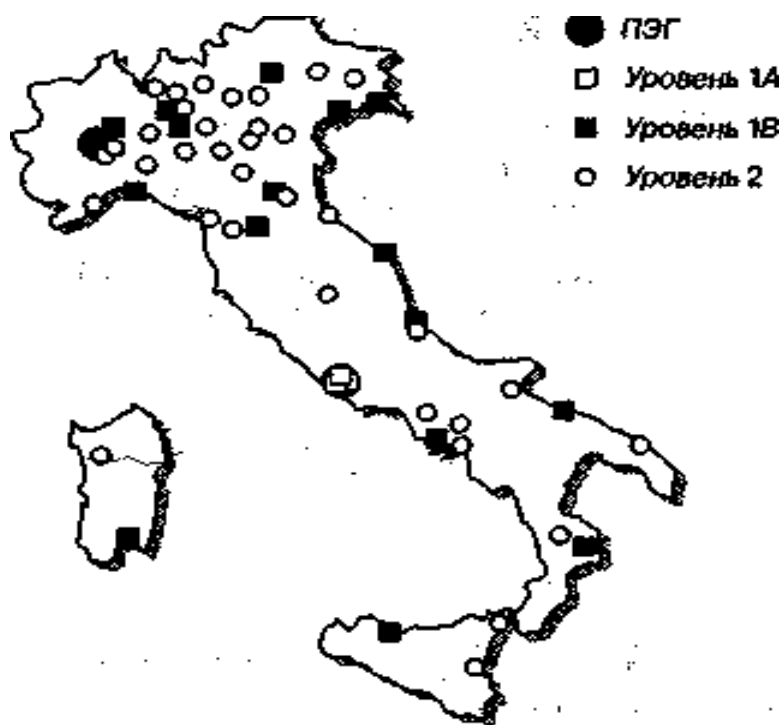


Рисунок 11.3 – Розміщення основних вузлів мережі синхронізації Telecom Italia

11.4.2 Огляд системи тактової синхронізації ВАТ “Укртелеком”

В Україні головний оператор зв'язку – Укртелеком, і мережа СТС України будується на базі цифрової мережі зв'язку Укртелекому, до якої пред'являються вимоги більш високі, чим визначають міжнародні рекомендації для кінця ланцюга передачі синхросигналу. У будь-якій точці мережі СТС, що належить Укртелекому, якість сигналів синхронізації повинна бути значно кращою, ніж допускається на кінці ланцюга передачі синхросигналу. Крім того, така мережа СТС повинна бути дуже надійною, тобто мати високе якісне резервування. Для виконання цих вимог на цифровій мережі Укртелекома планується встановити три первинні еталонні генератори (ПЕГ). Кожен ПЕГ має резервоване обладнання при формуванні синхросигналів, і містить два цезієвих стандарти частоти, а як третє джерело стабільної частоти використовує приймач сигналів глобальної навігаційної

системи ГЛОНАСС або GPS. ПЕГ повинні взаєморезервувати один одного, тобто кожний з них може синхронізувати сусідній регіон, що у звичайних умовах синхронізується іншим ПЕГ. Мережі СТС інших операторів зв'язку можуть одержувати синхронізацію від мережі СТС

Укртелекома в будь-якій точці, до якої вони в змозі підключитися.

Допускається робота з мережею СТС Укртелекома не тільки в синхронному режимі, коли синхронізація надходить від мережі Укртелекома, але й у псевдосинхронному режимі. Для забезпечення надійного псевдосинхронного режиму відповідний оператор зв'язку повинен мати свій ПЕГ.

Оператори зв'язку, що працюють з мережею Укртелекому в синхронному режимі і не мають свого власного ПЕГ, повинні використовувати для синхронізації своєї мережі вторинні задаючі генератори (ВЗГ). ВЗГ повинні одержувати синхронізацію по можливості з двох точок мережі СТС Укртелекому, і при їхній втраті переходити в режим утримання частоти (Holdover). Допускається як резервні сигнали синхронізації для ВЗГ використовувати приймачі сигналів ГЛОНАСС і GPS. Така комплектація ВЗГ (SSU, SASE) широко поширена в різних фірм таких як: Осцилокварц, Хюлет-Пакерд, Телеком Солюшенс і Сіменс.

Для передачі синхросигналоів між комутаційними станціями широко використовують інформаційні потоки 2048 кбіт/с, передані по СП плезиохронної цифрової ієрархії (PDH). У СП SDH інформаційні потоки 2048 кбіт/с практично не несуть у собі синхросигналів. Синхросигнали в СП SDH передаються в потоках STM-N, з яких на виході одержують синхросигнали 2048 кГц або 2048 кбіт/с. Для того, щоб передати сигнал синхронізації в інформаційному потоці по СП SDH, необхідно виконати функцію відновлення синхронізації (Retiming). Практично у всіх нових СП SDH ця функція виконується для будь-яких 2-х вихідних інформаційних потоків 2048 кбіт/с. Функцію Retiming виконують і спеціальні пристрої, наприклад, виготовлені фірмами Сіменс або Хронос. Синхросигнали 2048 кбіт/з можуть нести у своєму складі дані про якість синхросигналів відповідно до Рекомендації МСЕ-Т G.704. Дані про якість синхронізації передаються також по STM-N практично у всіх СП SDH.

Впровадження СТС відбувається практично в два етапи. На першому етапі розробляється й узгоджується схема побудови мережі СТС, а на другому перевіряється її практична реалізація. При проведенні робіт з перевірки якості

синхронізації в Росії використовувався прилад ИВО-1, розроблений на державному підприємстві «Дальсвязь» у м. С.-Петербурзі за участю ЦНИИС.

В процесі перевірки якості синхронізації (аудиту) було виявлено, що на багатьох ділянках цифрової мережі синхронізація не надходить, або вона має дуже погану якість, тому що ДВИ перевищує припустимі межі. Причинами порушення синхронізації були не встановлені необхідні перемички в апаратурі СП SDH або на якихось виходах була встановлена якість, що забороняє прийом синхросигналів (Don't Use). Зустрічалися і нестабільно працюючі генератори мережевих елементів (SEC) в мультиплексорах СП SDH.

Треба мати на увазі, що на стику 2-х СП SDH різних виробників звичайно встановлений сигнал «Don't Use» або можуть зустрічатися різні дані про «якість синхронізації».

Досвід роботи операторів зв'язку [3, 5] при введенні нових систем SDH і PDH показав, що жодна з вітчизняних або закордонних фірм, що проектує і здійснюють введення в дію цифрової системи передачі, не займається СТС і її прив'язкою до існуючих мереж передачі. Жодна з закордонних фірм не хоче відповідати або стикуватися з обладнанням інших фірм, що вже працюють на діючих магістралях. Тому питаннями СТС можуть, зобов'язані і повинні займатися національні центри керування магістрального зв'язку. У Росії такою організацією є Головний центр керування магістрального зв'язку (ГЦУ МС) ВАТ «Ростелеком», а в Україні – ВАТ «Укртелеком».

В Україні встановлюються наступні дані по якості синхронізації (Q=1 – це сигнал від ПЭГ – G.811; Q=3 – ВЗГ – G.812; Q=5 – SEC – G.813 і Q=6 - Don't Use).

Прилад ИВО-1М котрий використовується на мережі, дозволяє не тільки проводити аудит, шляхом вимірювання якості синхронізації, але і подавати зашумлені сигнали, за допомогою яких можна перевіряти стійкість апаратури синхронізації, такої як SSU і SEC. У той же час ні в яких відомих нам приладах цього класу, крім ИВО-1М, ця функція не реалізується і для її виконання використовують додаткову апаратуру [8].

Технічні характеристики приладу ИВО-1М наступні:

1. Відносна нестабільність:

Прилад має вбудований рубідієвий стандарт частоти, відносна похибка частоти якого не більш $7,5 \times 10^{-11}$ без врахування температурних змін. При використанні частотного калібратора, після

перших 2 годин роботи відносна нестабільність рубідієвого стандарту буде не більш $\pm 2 \times 10^{-11}$ і не більше $\pm 2 \times 10^{-12}$ при 6 годинник роботи. Після 6 годин роботи за весь час вимірювання (незалежно від тривалості часу вимірювань) при всіх дестабілізуючих факторах, довгострокова відносна нестабільність не перевищить величину $\pm 1 \times 10^{-12}$. Такі величини нестабільності дозволяють проводити будь-які вимірювання, аж до визначення характеристик первинних еталонних генераторів (PRC).

2. Вихідні сигнали приладу:

2048 кГц (Рек. МСЭ-Т G.703 п. 10) при опорі навантаження 75 і 120 Ом;

2048 кбіт/с (Рек. МСЭ-Т G.703 п. 6) при опорі навантаження 120 Ом; Інформаційний зміст: ПСП ($2^{15}-1$), або логічний «0», або логічна «1» (СИАС, AIS), або чергування логічних «0» і «1», модуляції еталонного сигналу частотою, регульованої від 1 Гц до 1×10^{-7} Гц, і амплітудою модуляції, регульованої від 10 нс до 2500 нс. Прилад дозволяє одночасно встановлювати і відхилення по частоті і модуляцію. Забезпечує можливість зміни відносного відхилення тактової частоти еталонного сигналу в діапазоні від $\pm 1 \times 10^{-12}$ до $\pm 1 \times 10^{-6}$ відн. од. з кроком 1×10^{-13} .

3. Вхідні сигнали приладу:

Вимірювання синхросигналу 2048 кГц або 2048 кбіт/с з вхідним опором 75 Ом, 120 Ом, або більше 3 кОм.

4. Час вибірки від $1,25 \times 10^{-6}$ с до 10 с.

5. Вимірювальні фільтри 0,1 і 10 Гц.

6. Зовнішня синхронізація від 5 або 10 МГц при напрузі (0,5 – 1,5)В на навантаженні 50 Ом

Висновки по розділу:

З аналізу побудови закордонних мереж і публікацій [3, 5, 6, 7, 9, 10, 13] можна зробити наступні висновки:

- при побудові СТС в основному застосовується примусова чотирьох рівнева ієрархія побудови;
- як правило виконують поділ національної мережі на незалежні регіональні ділянки, кожна з яких містить свій PRC;
- передбачається тісна взаємодія з міжнародними службами точного часу;

- як правило використовується розвинена мережа каналів розподілу сигналів синхронізації і сучасна система управління, обслуговування і резервування на основі TMN (Рек. МСЕ-Т М.3010).

11.4.3 Елементи мережі тактової синхронізації

11.4.3.1 Технічні вимоги до первинних пристроїв синхронізації (PRC)

Узагальнена структура PRC, яку зображено на рисунку 11.4, містить ансамбль з кількох (звичайно трьох) високостабільних генераторів, виходи яких підключено до SSU. Функціональне призначення SSU полягає в тому, щоб фільтрувати короточасну нестабільність, притаманну високостабільним генераторам таким чином, щоб вона не виходила з нормованих меж PRC. Це означає, що на виході SU повинен бути сигнал якості PRC. Наприклад, PRC не повинен реагувати на короточасні перерви радіонавігаційного сигналу, а з іншого боку, аварійна сигналізація SSU повинна спрацьовувати на пропаданні вхідного сигналу будь-якої тривалості.

Відповідно Рекомендації ITU-T G.811 для PRC нормування стосується 4 характеристик: точність частоти, внутрішні (притаманні) шуми – джиттер та блукання (wander) фази, допустимий розрив фази, тощо.

Точність частоти. За будь-яких умов експлуатації максимально допустиме зрушення відносної частоти для часу спостереження більш, ніж один тиждень становить $1 \cdot 10^{-11}$.

Притаманні фазові шуми на виході первинного пристрою синхронізації є характеристикою його стабільності.

Блукання фази за показниками нестабільності MTIE та TDEV обчислюють за результатами вимірювання відхилення часового інтервалу TIE за умови, що вимірюваний сигнал пропущено через фільтр, еквівалентний фільтру нижніх частот другого порядку із смугою пропускання 10 Гц та максимальним інтервалом дискретизації $\tau_0 = 1/30$ с. Мінімальний період вимірювання T для TDEV повинен становити $T = 12\tau$, де τ – інтервал спостереження. З практичних міркувань для вимірювань на великих інтервалах спостереження можливо застосувати інші інтервали дискретизації та смугу пропускання.

Блукання фази, які позначено показниками MTIE та TDEV не повинні перевищувати граничних значень, приведених в Таблицях 11.1 та 11.2, відповідно.

Таблиця 11.1

MTIE [мкс]	Інтервал спостереження τ [с]
------------	-----------------------------------

$0,275 \cdot 10^{-3} \tau + 0,025$	$0,1 < \tau \leq 1000$
$10^{-5} \tau + 0,29$	$\tau > 1000$

Таблиця 11.2

TDEV [нс]	Інтервал спостереження τ [с]
3	$0,1 < \tau \leq 100$
$0,03 \tau$	$100 < \tau \leq 1000$
30	$1000 < \tau < 10\,000$

Притаманний джитер, виміряний протягом 60 с на вихідному стику 2 048 кбіт/с або 2 048 кГц через вимірювальний смуговий фільтр із граничними частотами 20 Гц та 100 кГц, не повинен перевищувати 0,05 тактового інтервалу.

Допустимий розрив фази

Будь-який розрив фази на вихідному стику 2 048 кбіт/с або 2 048 кГц PRC, що є наслідком дій всередині пристрою синхронізації, не повинен перевищувати 1/8 тактового інтервалу.

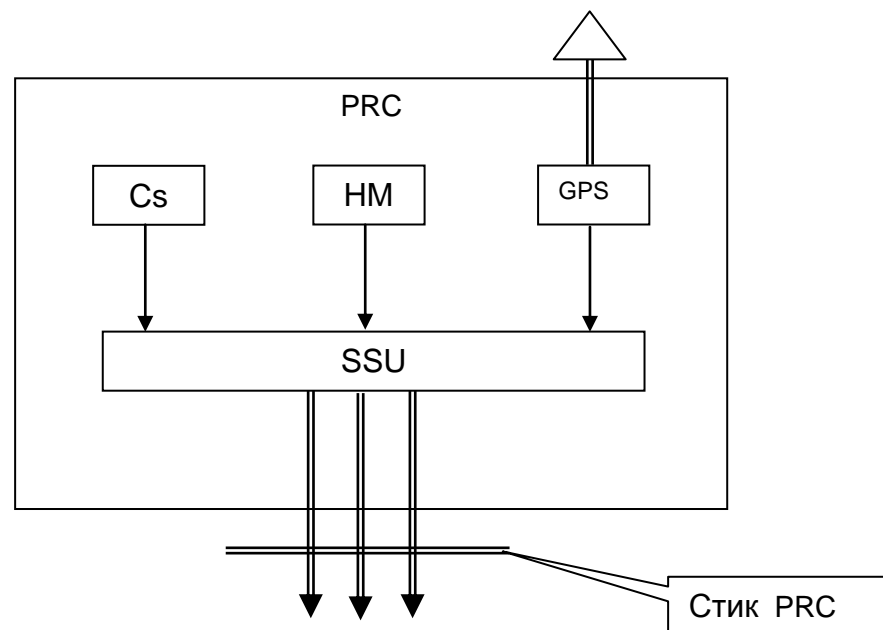


Рисунок 11.4 – Узагальнена структура PRC

11.4.3.2 Технічні вимоги до відокремлених ведених пристроїв синхронізації (SASE, SSU)

В Рекомендації ITU-T G.812 (06/98) визначено три типи пристроїв синхронізації для перспективних та три типи – для наявних мереж. *Tun I* – призначений для використання на всіх рівнях синхронізації в мережах, що оптимізовані для ієрархії 2 048 кбіт/с. *Tun II*, *Tun III* та *Tun IV* призначений для використання в мережах, що оптимізовані для ієрархії 1 544 кбіт/с й тому тут не розглядаються. *Tun V* та *Tun VI* використовують, відповідно, в транзитних та місцевих вузлах наявних мереж, що оптимізовані для ієрархії 2 048 кбіт/с та 1 544 кбіт/с. Їх нормативні характеристики перенесено з Рекомендації CCITT G.812 (1988). Ці пристрої можна використовувати для синхронізації мереж SDH на основі ієрархії 2048 кбіт/с за умови, що вони, принаймні, задовольнятимуть вимогам до притаманних шумів та короткочасної нестабільності, які пред'являють до пристроїв *Tuny I*.

За визначенням виокремлене обладнання синхронізації SASE – це виокремлена реалізація логічної функції SSU, яка містить функцію управління (можливо, дистанційного управління), та має забезпечити:

- приймання опорних сигналів синхронізації по кількох входах (не менше двох);
- вибір найкращого за визначеним критерієм опорного сигналу;
- придушення джитеру та блукань, притаманних обраному опорному сигналу;
- обчислювання середнього значення частоти вихідного сигналу протягом визначеного періоду, за умови відповідності опорного сигналу критерію якості,
- розподіл вихідного сигналу синхронізації між станційним обладнанням.

Структура SASE, як показано на рисунку 11.5, містить робочу та резервну системи відстеження опорного сигналу ФАПЧ, що забезпечують придушення вхідних шумів, та працюють в режимі “гарячого” резерву, пам'ять для утримання частоти (в режимі *holdover*), селектор вхідних опорних сигналів, вхідні та вихідні стики синхронізації, тощо. Має бути передбаченою можливість примусового переведення SASE до режиму вільних коливань.

SSU має бути обладнано такими стиками синхронізації:

T1 – стик вхідного сигналу синхронізації, який вилучено зі входу STM-N,

T2 – стик вхідного сигналу синхронізації, який вилучено зі входу 2 048 кбіт/с

T3 – стик вхідного сигналу синхронізації, який вилучено зі входу 2 048 кГц

T4 – зовнішній вихід синхронізації

T0 – внутрішній стик вихідного сигналу синхронізації елементу мережі

Примітка. Вихід T0 притаманний тільки для невідокремленого SSU, якщо він є складовою частиною елементу мережі (станції комутації, крос-комутатору, або обладнання SDH).

Відповідно Рекомендації ITU-T G.812 (Type I) для SSU-A та відповідно стандарту ETSI EN 300462-7-1 для SSU-B нормування стосується таких 7 характеристик:

- 1) смуга захоплення опорного сигналу (окремо для SSU-A та SSU-B),
- 2) допустимий рівень джитеру та блукань фази на вході синхронізації,
- 3) притаманні фазові шуми в веденому режимі,
- 4) придушення фазових шумів опорного сигналу (окремо для SSU-A та SSU-B),
- 5) короточасні перехідні процеси (реакція пристрою на переключення опорного сигналу),
- 6) довготривалі перехідні процеси, тобто поведінка пристрою після пропадання опорного сигналу в режимі утримання частоти (окремо для SSU-A та SSU-B),
- 7) допустимий розрив фази, тощо.

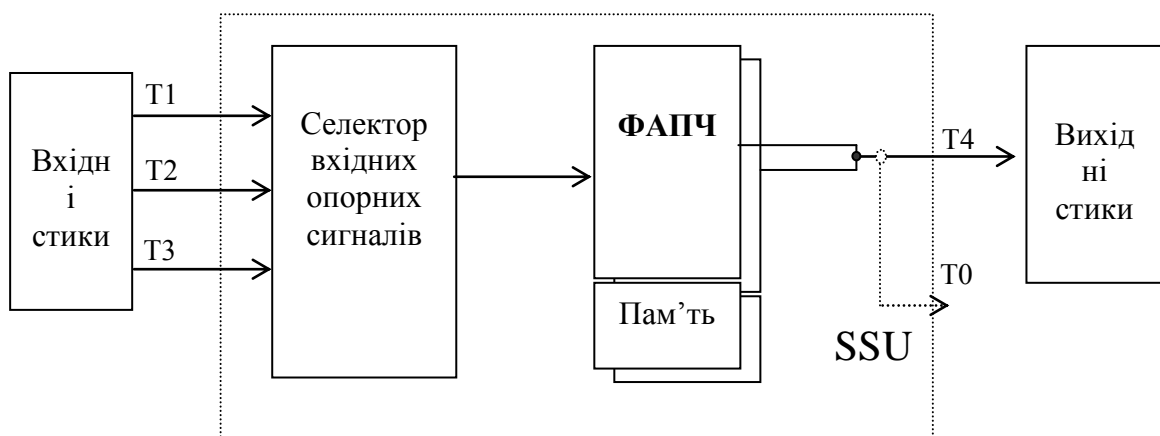


Рисунок 11.5 – Структура SASE

Мінімальне значення смуги захоплення має бути:

- для **SSU-A**: $\pm 1,0 \times 10^{-8}$;
- для **SSU-B**: $\pm 0,5 \times 10^{-6}$.

Допустимий рівень джитеру та блукань на вході синхронізації визначають як нижню границю максимального рівня похибки фази на вході синхронізації, який ще не спричиняє аварійних ситуацій, а саме:

- експлуатаційні характеристики пристрою залишаються в нормованих границях;
- не включається аварійна сигналізація;
- пристрій не переключається на резервний опорний сигнал;
- пристрій не переходить в режим утримання частоти.

В Таблицях 11.3 та 11.4 наведено значення допустимих блукань фази на вході SSU за показником MTIE та TDEV, відповідно.

Таблиця 11.3

Граничне значення MTIE [мкс]	Інтервал спостереження τ [с]
0,75	$0,1 < \tau \leq 7,5$
$0,1 \tau$	$7,5 < \tau \leq 20$
2	$20 < \tau \leq 400$
$0,005 \tau$	$400 < \tau \leq 1000$
5	$1000 < \tau \leq 10000$

Таблиця 11.4

Граничне значення TDEV [нс]	Інтервал спостереження τ [с]
34	$0,1 < \tau \leq 20$
$1,7 \tau$	$20 < \tau \leq 100$
170	$100 < \tau \leq 1000$
$5,4 \tau^{0,5}$	$1000 < \tau \leq 10000$

Умови вимірювань на відповідність Таблицям 11.3 та 11.4 потребують формування спеціального тест-сигналу для того, щоб задовольнити вимогам

відтворюваності результатів, тому допустимо використовувати простіші тест-сигнали з гармонічними флуктуаціями.

В Таблицях 11.5 та 11.6 приведено нижню границю найбільших допустимих гармонічних блукань та джитеру, відповідно.

Таблиця 11.5

Розмах блукань [мкс]	Частота f блукань [Гц]
5	$0,000012 < f \leq 0,00032$
$0,0016 f^l$	$0,00032 < f \leq 0,0008$
2	$0,0008 < f \leq 0,016$
$0,032 f^l$	$0,016 < \tau \leq 0,043$
0,75	$0,043 < \tau \leq 1$

Таблиця 11.6

Розмах джитеру [нс]	Частота f джитеру [Гц]
750	$1 < f \leq 2400$
$1,8 \times 10^6 f^l$	$2400 < f \leq 18000$
100	$18000 < f \leq 100000$

Вимоги щодо допустимого рівня джитеру та блукань на вході синхронізації є однаковими для SSU-A та SSU-B.

Під власними фазовими шумами на виході веденого пристрою синхронізації розуміють рівень похибок фази на його виході за умови, що на вході є ідеальний опорний сигнал. В практичних вимірюваннях опорний сигнал вважають “ідеальним”, якщо він щонайменш в 10 разів стабільніше, ніж вихідний сигнал, який задовольняє даним вимогам. Спроможність пристрою обмежувати притаманні шуми оцінюють стабільністю частоти його вихідного сигналу за показниками MTIE та TDEV. Їх вимірюють з періодом дискретизації $\tau_0 = 1/30$ с та мінімальним інтервалом усереднення $T = 12 \tau_0$ на виході фільтру, еквівалентного ФНЧ першого порядку з граничною частотою 10 Гц.

Блукання фази, які позначено показниками MTIE та TDEV при постійній температурі не повинні перевищувати граничних значень, наданих в таблицях 11.7 та 11.8, відповідно.

Таблиця 11.7

Границя MTIE [нс]	Інтервал спостереження τ [с]
24	$0,1 < \tau \leq 9$
$8 \tau^{0,5}$	$9 < \tau \leq 400$
160	$400 < \tau \leq 10000$

Таблиця 11.8

Границя TDEV [нс]	Інтервал спостереження τ [с]
3	$0,1 < \tau \leq 25$
$0,12 \tau$	$25 < \tau \leq 100$
12	$100 < \tau < 10\ 000$

Розмах притаманного джитеру, виміряного протягом 60 с на вихідному стикі 2 048 кбіт/с або 2 048 кГц через вимірювальний смуговий фільтр із граничними частотами 20 Гц та 100 кГц, не повинен перевищувати 0,05 тактового інтервалу.

Вимоги щодо притаманних фазових шумів однакові для SSU-A та SSU-B.

Придушення фазових шумів оцінюють передаточною функцією (Noise Transfer) веденого пристрою синхронізації, тобто відношенням рівня шумів у вихідному сигналі синхронізації до рівня шумів у вхідному опорному сигналі. Придушення фазових шумів можна описати у два способи.

Ведений пристрій синхронізації можна розглядати, як «фільтр ФАПЧ» (ФНЧ), який вирізняє фазу *ідеального* опорного колювання із фази *реального* вхідного сигналу. Тоді нормована максимально допустима ширина смуги частот дорівнює величині, яку надано для SSU-A та SSU-B в Таблиці 11.9.

Таблиця 11.9

	SSU-A	SSU-B
Максимально допустима ширина смуги частот (мГц)	3	20
Максимальное підсилення (дБ)	0,2	0,2

Придушення фазових шумів оцінюють величиною похибки фази вихідного сигналу, що є наслідком похибки фази у вхідному сигналі. Для того, щоб досягти відтворення результатів вимірювань, TDEV оцінюють за допомогою спеціального вхідного тест-сигналу – білого гаусівського шуму, відфільтрованого у смузі частот 0-10 Гц . Керівний матеріал з цього приводу міститься в Додатку II/G.812. MTIE та TDEV вимірюють з періодом дискретизації $\tau_0 = 1/30$ с та мінімальним інтервалом усереднення $T = 12\tau_0$ на виході фільтру, еквівалентного ФНЧ першого порядку з граничною частотою 10 Гц. За умови, що ведений пристрій синхронізації підлягає дії сигналу із широкосмуговим шумом на вході, тобто за умови, що рівень джитеру та блукань на вході синхронізації є допустимим за показником TDEV (див. Табл. 11.4), похибка фази на його виході має бути менша за граничні значення, які надано в Таблиці 11.10.

Таблиця 11.10

Граничне значення TDEV [нс]	Інтервал спостереження τ [с]
3	$0,1 < \tau \leq 13,1$
$0,0176 \tau$	$13,1 < \tau \leq 100$
176	$100 < \tau \leq 1000$
$5,58 \tau^{0,5}$	$1000 < \tau \leq 10000$

Вимоги щодо придушення фазових шумів за даними Таблиці 3.10 є однаковими для SSU-A та SSU-B.

Вимоги до короточасних перехідних процесів при переключенні опорного сигналу (*Short-term Phase Transient Response*) відзеркалюють характеристики пристрою синхронізації за умов, коли активний вхідний опорний сигнал пропадає через аварію в каналі синхронізації, після чого пристрій одразу ж, або через короткий час підключається до другого опорного сигналу, що підведено до нього (тобто тоді, коли відбувається автономне відновлення режиму стеження). Протягом цих процесів джитер вихідного сигналу повинен залишатись в задани межах. Перехідні процеси при переключенні опорного сигналу для **SSU-A** не повинні перевищувати границь, які приведені в Таблиці 11.11.

Таблиця 11.11

Границя МПЕ [нс]	Інтервал спостереження τ [с]
25	$0,001 < \tau \leq 0,0033$
$7\,500\ \tau$	$0,0033 < \tau \leq 0,016$
$120 + 0,5\ \tau$	$0,016 < \tau \leq 240$
240	$240 < \tau \leq 1\,000$

Для **SSU-B** відхилення фази не повинно перевищувати 240 нс протягом періоду T_y між моментом пропадання активного опорного сигналу та моментом захоплення резервного опорного сигналу. На періоді T_y допустимими є два проскакування фази, кожен з яких має не перевищувати 60 нс із тимчасовим зрушенням частоти не більш ніж $7,5 \cdot 10^{-6}$. За межами T_y зрушення частоти має бути не більш ніж $1 \cdot 10^{-9}$.

Довготривалі перехідні процеси мають місце, коли ведений пристрій синхронізації втрачає всі опорні сигнали, та переходить в режим утримання частоти (*Holdover*). При цьому переході максимальні похибки фази вихідного сигналу синхронізації не повинні перевищувати встановлених тут границь. Ці границі введені для того, щоб обмежити накопичення виходу фази під час пропадання вхідного сигналу. Похибка фази Δx на виході веденого пристрою синхронізації від моменту втрати опорного сигналу на будь-якому періоді S с повинна задовольняти нерівності:

$$|\Delta x| \leq a_1 + a_2 \bar{S} + 0,5bS^2 + c \quad \text{нс.}$$

- a_1 – описує початкове зрушення частоти за умов постійної температури (± 1 К);
- a_2 – описує температурні зміни після того, як пристрій перейшов в режим утримання частоти;
- b – описує усереднений дрейф частоти, пов'язаний з деградацією – цю величину отримано за типовими характеристиками деградації після 60 діб безперервної роботи: немає потреби вимірювати цю величину на інтервалі протягом доби, тому що в цьому випадку переважає вплив температури;
- c – це значення зрушення фази має відношення до будь-якого додаткового зрушення фази, що може виникнути у момент переходу в режим утримання частоти.

Таблиця 11.12

	SSU-A	SSU-B
a_1 [нс/с]	0,5	1,0
a_2 [нс/с]	2	10
b [нс/с ²]	$2,3 \times 10^{-6}$	$1,16 \times 10^{-5}$
[нс]	60	60

Характеристики утримання частоти для SSU показано на рис. 11.6
Вимоги до величини допустимого розриву фази стосуються характеристики пристрою синхронізації за виняткових умов випробувань, або перемикаць всередині веденого пристрою синхронізації проскакування фази не повинно перевищувати меж МТІЕ, які наведено в Таблиці 11.13.

Таблиця 11.13

Границя МТІЕ [нс]	Інтервал спостереження τ [с]
60	$\tau \leq 0,001$
120	$0,001 < \tau \leq 4$
240	$\tau > 4$

Вимоги щодо величини допустимого розриву фази є однаковими для SSU-A та SSU-B.

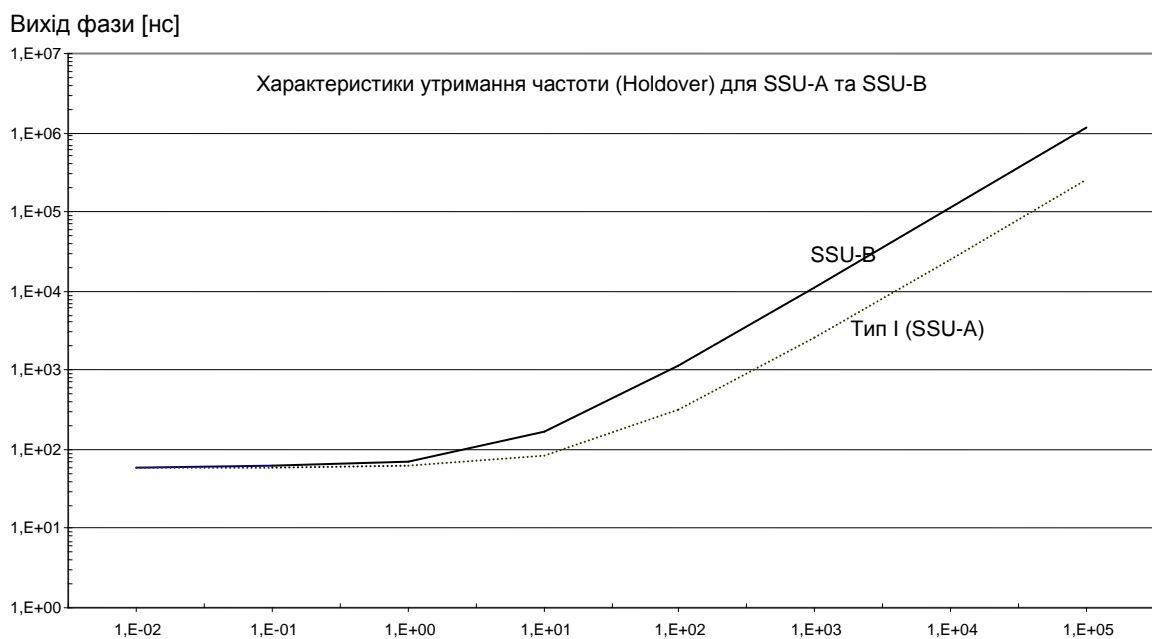


Рисунок 11.6 – Характеристики утримання частоти для SSU

11.4.3.3 Технічні вимоги до вбудованих ведених пристроїв синхронізації (SEC)

Для використання в мережах, що оптимізовані для ієрархії 2 048 кбіт/с, згідно Рекомендації ITU-T G.813 (Option 1) визначено пристрій синхронізації SEC (Synchronous Equipment Clock), що є частиною обладнання джерела синхронізації синхронного обладнання SETS (Synchronous Equipment Timing Source).

SEC містить функцію автоматичного реконфігурування (за протоколом SSM), та має відповідати таким технічним вимогам:

- точність частоти в режимі її утримання має бути досить високою за прийнятною вартістю;
- притаманні фазові шуми мають бути досить низькими для того, щоб у послідовній низці з багатьох SEC запобігти накопичення фазових викривлень;
- смуга частот фільтру ФАПЧ має бути оптимізованою для придушення джитеру, притаманного обраному опорному сигналу.

Структуру SETS, яка містить SEC, селектори вхідних та вихідних опорних сигналів, вхідні та вихідні стики синхронізації, показано на рис. 11.7

SEC має бути обладнано такими стиками синхронізації:

- T1 – сигнал синхронізації, який вилучено зі входу STM-N
- T2 – сигнал синхронізації, який вилучено зі входу 2 048 кбіт/с
- T3 – сигнал синхронізації, який вилучено зі входу 2 048 кГц
- T4 – зовнішній вихід синхронізації
- T0 – внутрішній сигнал синхронізації елемента мережі

Для SEC визначено граничні значення 8 характеристик:

- 1) точність частоти;
- 2) смуга захоплення опорного сигналу;
- 3) допустимий рівень джитеру та блукань фази на вході пристрою синхронізації;
- 4) притаманні фазові шуми у веденому режимі;
- 5) придушення фазових шумів опорного сигналу;
- 6) короткочасні перехідні процеси (реакція пристрою на переключення опорного сигналу);
- 7) довготривалі перехідні процеси, тобто поведінка пристрою після

пропадання опорного сигналу в режимі утримання частоти;

8) допустимий розрив фази, тощо.

В режимі вільних коливань точність частоти на виході SEC має бути не гірше, ніж $4,6 \times 10^{-6}$ відносно опорного сигналу, який є результатом відстеження PRC.

Мінімальне значення смуги захоплення має бути $4,6 \times 10^{-6}$, тобто такою, що містить будь-яку частоту, що є допустимою для внутрішнього генератора.

Значення допустимих блукань фази на вході SEC за показником МТІЕ та TDEV, надано, відповідно в Таблицях 11.14 та 11.15

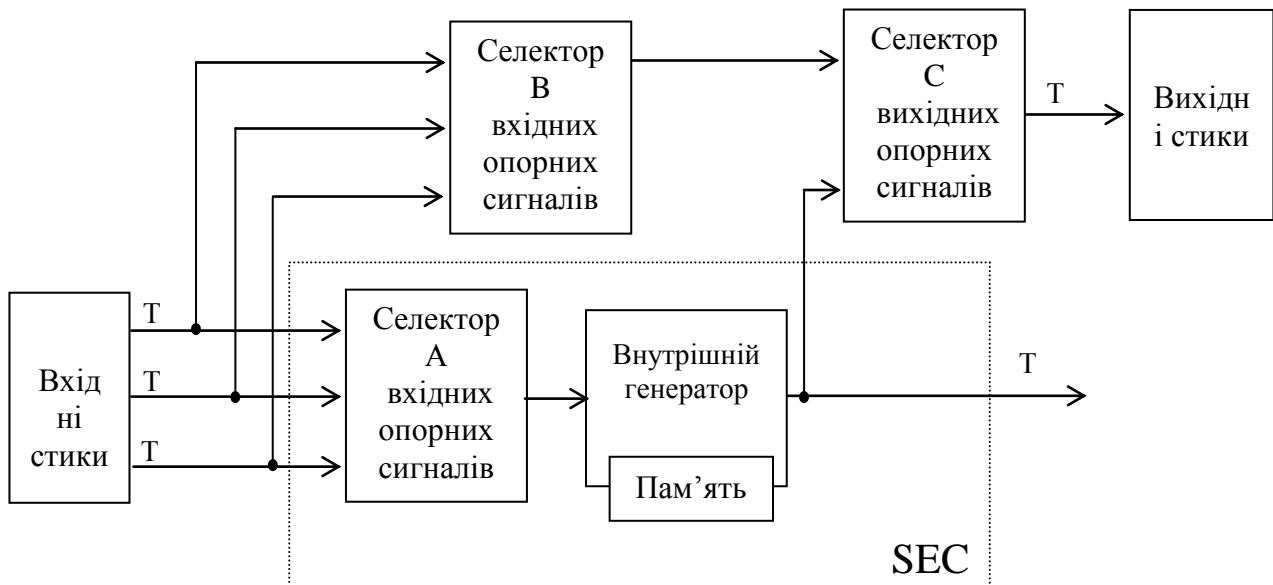


Рисунок 11.7 – Структура SETS, яка містить SEC

Таблиця 11.14

Граничне значення МТІЕ [мкс]	Інтервал спостереження τ [с]
0,25	$0,1 < \tau \leq 2,5$
$0,1 \tau$	$2,5 < \tau \leq 20$
2	$20 < \tau \leq 400$
$0,005 \tau$	$400 < \tau \leq 1000$

Таблиця 11.15

Граничне значення TDEV	Інтервал спостереження τ [с]

[нс]	
12	$0,1 < \tau \leq 7$
$1,7 \tau$	$7 < \tau \leq 100$
170	$100 < \tau \leq 1000$

Умови вимірювань на відповідність Таблицям 11.14 та 11.15 потребують формування спеціального тест-сигналу для того, щоб задовольнити вимогам відтворюваності результатів, тому є допустимим використовувати простіші тест-сигнали з гармонічними флуктуаціями.

В Таблиці 11.16 надано нижню границю найбільших допустимих гармонічних блукань.

Таблиця 11.16

Розмах блукань [мкс]	Частота f блукань [Гц]
Нахил -20 дБ/декаду	$0,00032 < f \leq 0,0008$
2	$0,0008 < f \leq 0,016$
Нахил -20 дБ/декаду	$0,016 < \tau \leq 0,13$
0,25	$0,13 < \tau \leq 10$

В Таблиці 11.17 надано нижню границю найбільш допустимого джитеру у вхідних опорних сигналах 2 048 кГц та 2 048 кбіт/с.

Таблиця 11.17

Розмах джитеру [нс]	Частота f джитеру [Гц]
250	$1 < f \leq 19$
$250 \times (19/f)^{3,4}$	$19 < f \leq 49$
100	$49 < f \leq 100000$

Притаманні фазові шуми оцінюють стабільністю частоти його вихідного сигналу за показниками МТІЕ та TDEV. Їх вимірюють з періодом дискретизації $\tau_0 = 1/30$ с та мінімальним інтервалом усереднення $T = 12 \tau_0$ на виході фільтру, еквівалентного ФНЧ першого порядку з граничною частотою 10 Гц. Блукання фази, які позначено показниками МТІЕ та TDEV при постійній температурі не повинні перевищувати граничних значень, наданих в Таблицях 11.18 та 11.19, відповідно.

Таблиця 11.18

Границя МТІЕ [нс]	Інтервал спостереження τ [с]
40	$0,1 < \tau \leq 9$

$40 \tau^{0,1}$	$9 < \tau \leq 400$
$25,25 \tau^{0,1}$	$400 < \tau \leq 10000$

Таблиця 11.19

Границя TDEV [нс]	Інтервал спостереження τ [с]
3,2	$0,1 < \tau \leq 25$
$0,64 \tau^{0,05}$	$25 < \tau \leq 100$
6,4	$100 < \tau < 1000$

Розмах притаманного джитеру, вимірюваного протягом 60 с на вихідному стику 2 048 кГц через вимірювальний смуговий фільтр із граничними частотами 20 Гц та 100 кГц, не повинен перевищувати 0,05 тактового інтервалу.

Придушення фазових шумів можна описати спроможністю веденого пристрою синхронізації вирізняти фазу ідеального опорного коливання із фази *реального* вхідного сигналу. Спроможність цю характеризують мінімальним та максимальним допустимими значеннями ширини смуги частот ФНЧ (фільтру ФАПЧ), які дорівнюють 1 Гц та 10 Гц, відповідно.

Вимоги до короткочасних перехідних процесів при переключенні опорного сигналу (*Short-term Phase Transient Response*) віддзеркалюють характеристики пристрою синхронізації за умов, коли активний вхідний опорний сигнал пропадає через аварію в каналі синхронізації, після чого пристрій одразу ж або через короткий час підключається до другого опорного сигналу, що підведено до нього (тобто тоді, коли відбувається автономне відновлення режиму стеження). В таких випадках опорний сигнал може бути втрачено не більш, ніж на 15 с. Викривлення фази на виході SEC відносно втраченого опорного сигналу має не перевищувати величини $\Delta t + 5 \times 10^{-8} S$ на будь-якому періоді $S \leq 15$ с, де Δt дорівнює сумі двох проскакувань фази, які мають місце протягом перемикування у режим утримання частоти та повернення з нього. Разом величина двох проскакувань має не перевищувати 120 нс, тимчасове зрушення частоти має бути не більшим ніж $7,5 \times 10^{-6}$. Після другого проскакування загальне зрушення фази має бути меншим, ніж 1 мкс, за умови, що обидва опорні сигнали є відстеженими від одного й того ж PRC. Якщо опорний сигнал втрачено більш, ніж на 15 с, то SEC має відповідати нижче приведеним вимогам.

Коли ведений пристрій синхронізації втрачає всі опорні сигнали, він переходить в режим утримання частоти (Holdover). При цьому переході максимальні похибки фази вихідного сигналу синхронізації не повинні перевищувати встановлених тут меж. Ці межі введені для того, щоб обмежити накопичення виходу фази під час пропадань вхідного сигналу. Похибка фази Δx на виході веденого пристрою синхронізації від моменту втрати опорного сигналу повинна протягом будь-якого періоду S задовольняти нерівності:

$$|\Delta x| \leq a_1 + a_2 S + 0,5bS^2 + c \text{ нс.}$$

$a_1 = 50$ нс/с – описує початкове зрушення частоти за умов постійної температури (± 1 К);

$a_2 = 2000$ нс/с – описує температурні зміни після того, як пристрій перейшов у режим утримання частоти;

$b = 1,16 \times 10^{-5}$ нс/с² – описує усереднений дрейф частоти, пов'язаний з деградацією – цю величину отримано за типовими характеристиками деградації після 60 діб безперервної роботи: немає потреби вимірювати цю величину на інтервалі протягом доби, тому що в цьому випадку переважає вплив температури;

$c = 120$ нс – це значення зрушення фази має відношення до будь-якого додаткового зрушення фази, що може виникнути у момент переходу в режим утримання частоти.

Характеристику утримання частоти для SEC наведено на рис. 11.8.

Під час коротких переривань активного вхідного опорного сигналу, які не викликають перемикання на резервний опорний сигнал, допустимий розрив фази вихідного сигналу мають не перевищувати 120 нс при зрушенні відносної частоти не більш ніж $7,5 \times 10^{-6}$ на максимальному періоді 16 мс. За виняткових умов випробувань, або перемикань всередині SEC, але без перемикання на резервний SEC всередині обладнання SDH проскакування фази мають

Вихід фази

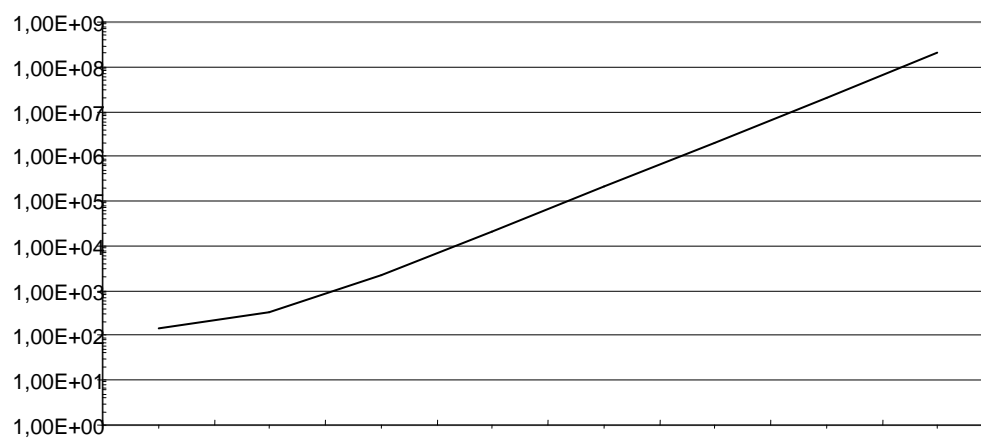


Рисунок 11.8 – Характеристика утримання частоти для SEC

відповідати таким вимогам:

- зрушення фази на будь-якому періоді S до 16 мс не повинні перевищувати $7,5S$,
- зрушення фази на будь-якому періоді S від 16 мс до 2,4 с не повинні перевищувати 120 нс,
- зрушення фази на періоді більше ніж 2,4 с не повинні перевищувати 120 нс для кожного інтервалу 2,4 с при зрушенні частоти не більше, ніж $7,5 \times 10^{-6}$ та при загальному викривленні фази не більше ніж 1 мкс.

11.4.3.4 Принципи використання навігаційних повідомлень

GPS/ГЛОНАСС для синхронізації мережі ВАТ “Укртелеком”

Згідно з Концепцією побудови та структурної схеми синхронізації України датчики часу та частоти на основі приймальних пристроїв GPS/ГЛОНАСС не тільки є функціональними еквівалентами квантових стандартів часу в техніці PRC, але є такими конкурентноспроможними пристроями, що їм треба віддавати перевагу за певних умов. Зокрема, пристрої синхронізації PRC провідних виробників завжди мають опцію GPS/ГЛОНАСС (див. розділ 11.4.4.2).

Дослідження апаратури, в якій використано приймачі GPS/ГЛОНАСС, підтверджують високу ефективність та надійність сигналів СРНС як джерел точного часу та частоти UTC, отже 85-е засідання Міжнародного Бюро Мер и Вагів рекомендувало використовувати її в національних центрах зберігання часу. Про необхідність використання UTC у міжнародній діяльності щодо електрозв'язку було вирішено на Всесвітній адміністративній конференції в галузі зв'язку 1979 року.

Багаторічні спостереження за системами GPS та ГЛОНАСС підтвердили можливість синхронізації мереж зв'язку з добовою стандартною девіацією 40-60 нс для GPS и 15-30 нс для ГЛОНАСС та зрушенням фази від номінального значення протягом довгого часу в границях 100 нс. Такі характеристики відповідають вимогам до PRC з великим технологічним запасом.

У посібнику з системного проектування мереж синхронізації ETSI EG 201 793 v1.1.1 (2000-10) квантові стандарти частоти та приймальні пристрої СРНС визначено як рівноправні технології для реалізації PRC. Дійсно, основою PRC

є PRS, тобто стандарт частоти та, якщо генератор на пучку цезію чи водневий мазер уявляти як «точковий» стандарт частоти, розміщений у конкретному пункті, то СРНС – це є первинний (в найширшому сенсі) «стандарт частоти», що його розподілено у просторі на поверхні Землі та навколо неї.

Довготривала відносна точність цього розподіленого стандарту є максимально досяжною за мінімальних витрат.

За сучасних умов “розподілений стандарт частоти” СРНС використовують з резервуванням у складі PRS застосуванням двохсистемного приймального пристрою аналогічно тому, як резервують “точкові стандарти частоти”, коли комплектують PRS двома або трьома генераторами на пучку цезію. Якщо зауважити, що “розподілений стандарт частоти” є доступнішим (зокрема, з міркувань вартості), то не використовувати його для поліпшення синхронізації первинної мережі ВАТ “Укртелеком” є більш ніж нерозумним. Зрештою, немає ніяких підстав стверджувати, що надійність квантового стандарту частоти є більшою ніж розподіленого стандарту частоти під назвою «СРНС». Саме так можна уявити погляд ІТУ и ETSI щодо використання СРНС для синхронізації мереж, яка виражена у відповідних міжнародних рекомендаціях та стандартах.

Але необхідно зауважити, що є технічна можливість дистанційного впливу на приймальні пристрої СРНС закордонного виробництва за допомогою використання спеціальних ключів у складі навігаційного альманаху, отже поширене використання в Україні приймачів закордонного виробництва, або використання тільки однієї СРНС може створити загрозу інформаційній безпеці країни.

З цього погляду є повчальним досвід Китаю і деяких інших країн, в яких для забезпечення національної безпеки використовуються щонайменше дві незалежні системи, як правило GPS і ГЛОНАСС. Такий підхід забезпечує незалежне використання двох рівноцінних джерел синхронізації і, крім того, можливість їх взаємного контролю.

За умов України необхідним та доцільним є використання вітчизняних приймачів GPS/ГЛОНАСС, з додатковим каналом приймання та обробки сигналів вітчизняного регіонального доповнення до СРНС, яке розробляється в рамках національної програми навігаційного забезпечення.

Слушно зауважити, що є технічна можливість погіршення власником СРНС якості її сигналу: так, до 2001 року цивільний сигнал GPS піддавали спеціальному погіршенню під назвою “селективна доступність”, тобто точність визначення часу та координат для невійськових споживачів була обмеженою “з міркувань національної безпеки США”. Іронія є в тому, що саме з цих міркувань уряд США, але вже з 2001 року відмінив “селективну доступність” цивільного сигналу GPS.

За станом на кінець 2002 року на первинній транспортній мережі та на МЦК ВАТ “Укртелеком” було встановлено 1 PRC (GPS+Cs) та 7 PRC (GPS+OCXO), отже є об’єктивні причини застосування приймальних пристроїв СРНС – до того ж цей висновок поширюється на мережі інших операторів. Стан ринку пристроїв синхронізації типу «GPS+OCXO» віддзеркалює тенденцію, відповідно якій закордонні оператори, додержуються Рекомендацій ІТУ та доводять довготривалу точність тактової частоти своїх цифрових мереж до точності частоти UTC. Оскільки первинна транспортна мережа ВАТ “Укртелеком” також додержується цієї тенденції, то вона фактично працює синхронно зі світовою мережею зв’язку, що у принципі дозволяє уникнути проблем з синхронізацією на міжнародних стиках.

11.4.4 Вимірювальне обладнання та пристрої синхронізації

11.4.4.1 Огляд вимірювального обладнання

Характеристики приладів, які спеціально призначені для вимірювання стиків та сигналів синхронізації, подано в Таблиці 11.20

Таблиця 11.20

№ пп	Прилад	PJG-2000, Італія	ИВО-1М, Росія	OSA-5565, Швейцарія
1	Вимірювані сигнали:			
1.1	Сигнал 2048 кГц (G.703/13)	+	+	+
1.2	Груповий сигнал 2048 кбіт/с (G.703/9)	+	+	+
1.3	Гармонічний сигнал	5 МГц	-	10 МГц
1.4	Груповий сигнал STM-1 (155 Мбіт/с)	+	-	-
2	Зовнішні опорні сигнали:			
2.1	Сигнал 2048 кГц (G.703/13)	+	+	+
2.2	Груповий сигнал 2048 кбіт/с (G.703/9), 75 Ом	+	+	+
2.3	Груповий сигнал 2048 кбіт/с (G.703/9), 120 Ом	-	+	-
2.4	Гармонічний сигнал	5 МГц	-	10 МГц
2.5	Сигнал зовнішнього приймача GPS	+	+	+
3	Характеристики вбудованого стандарту частоти:			
3.1	Стабільність у автономному режимі (за місяць)	$\pm 5 \cdot 10^{-11}$	$\pm 1 \cdot 10^{-11}$	$\pm 4 \cdot 10^{-11}$
3.2	Стабільність у режимі дисциплінування від датчика частоти та часу СРНС	$2 \cdot 10^{-11}$ за 48 години	$5 \cdot 10^{-12}$ за 24 години	$3 \cdot 10^{-12}$ за 24 години
3.3	Допустиме відхилення частоти вимірюваного сигналу	$\pm 1,5 \cdot 10^{-9}$	$\pm 1 \cdot 10^{-7}$	$\pm 2,5 \cdot 10^{-9}$
3.4	Роздільна здатність вимірювання фази	10 пс	100 пс	100 пс
4	Вимірювані показники нестабільності:			
4.1	Відносна частота $\Delta f/f$	+	+	+
4.2	Похибка інтервалу часу (TIE, Time Interval Error)	+	+	+
4.3	Максимальна похибка інтервалу часу (MTIE)	+	+	+
4.4	Девіація часу (TDEV, Time Deviation)	+	+	+

5	Додаткові переваги:			
5.1	Одночасне генерування та аналіз 4 тестових групових сигналів 2048 кбіт/с з вимірюванням BER, ES, SES, та аналізом SSM (Synchronization Status Messages)	+	-	-
5.2	Одночасне генерування та аналіз тестового групового сигналу STM-1 (155 Мбіт/с)	+	-	-
5.3	Компенсації загасання (до 30 дБ) для моніторингу захищеного сигналу	+	-	-
5.4	Дистанційне управління та контроль	+	-	-
5.5	Імітація фазових викривлень у тестовому сигналі	-	+	-
5.6	Підвищена стійкість до магнітного поля Землі		+	-
6	Орієнтована вартість приладу (з ПДВ)	~\$54100	~\$35570	~\$ 42000

11.4.4.2 Огляд пристроїв синхронізації

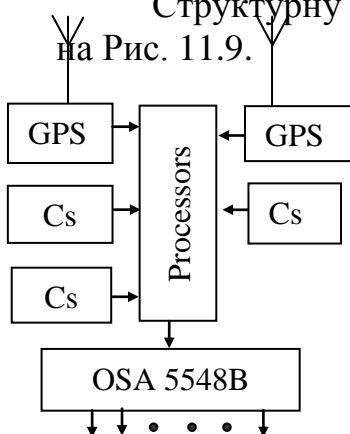
11.4.4.2.1 “Класичні” PRC

“Класичні” PRC - це складні комплекси, в яких об’єднано кілька стандартів частоти, систему резервування, блок розподілення опорних сигналів та спеціалізовані обчислювачі. На ринку PRC відомо щонайменш три пристрою такого типу:

- OSA 6500B компанії Oscilloquartz (Швейцарія);
- VCH-001 компанії “Время-Ч” (Россия)
- LPR-PRC-DCD-521 компанії Symmetricom (США)

Первинний пристрій синхронізації OSA 6500B

Структурну схему первинного пристрою синхронізації OSA 6500B надано на Рис. 11.9.



До складу базової конструкції OSA 6500B PRC входять три цезієвих стандарти частоти OSA 5585 PRS, два приймачі GPS, блок системного процесора та розподільувач сигналів синхронізації OSA 5548B.

Рис. 11.9

Технічні характеристики	
Точність частоти за час спостереження більше, ніж один тиждень	$\pm 5 \cdot 10^{-12}$
Вихідні стики синхронізації	2,048 МГц; 2,048 Мбіт/с; 5 МГц; 10 МГц,
Кількість вихідних стиків (у будь-якій комплектації)	112 (нерезервованих), або 64 (резервованих)
Стрибок фази при будь-яких внутрішніх переключеннях	< 15 нс
Система управління та моніторингу	SyncView
Гарантійний термін експлуатації цезієвого стандарту частоти	8 років
Орієнтовна вартість	\$ 430 000

Первинний пристрій синхронізації VCH-001

Структурну схему первинного пристрою синхронізації VCH-001 надано на Рис. 11.10.

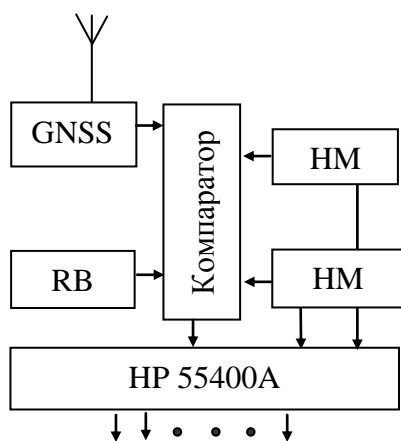


Рис. 11.10

До складу VCH-001 входять:

- стандарт частоти та часу водневий VCH-1004;
- рубідієвий опорний генератор VCH-209;
- GPS/ГЛОНАСС приймач-синхронізатор VCH-311;
- компаратор частотний VCH-310;
- ведений пристрій синхронізації HP 55400A.

Технічні характеристики	
Точність частоти за за весь термін служби пристрою	$< \pm 1 \cdot 10^{-11}$
Вихідні стики синхронізації	2,048 МГц; 2,048 Мбіт/с; 5 МГц; 10 МГц,
Кількість вхідних стиків (в будь-якій комплектації)	80 (резервованих)
Стрибок фази при будь-яких внутрішніх переключеннях	< 15 нс
Система управління та моніторингу	SmartView
Гарантійний термін експлуатації пристрою	18 місяців
Розрахунковий час безвідмовної роботи	< 20 років
Вартість заміни джерела атомарного водню	~ \$ 300
Орієнтовна вартість	\$ 130 000

Первинний пристрій синхронізації LPR-PRC- DCD-521

Структурну схему первинного пристрою синхронізації LPR-PRC-DCD-521 надано на Рис. 11.11.

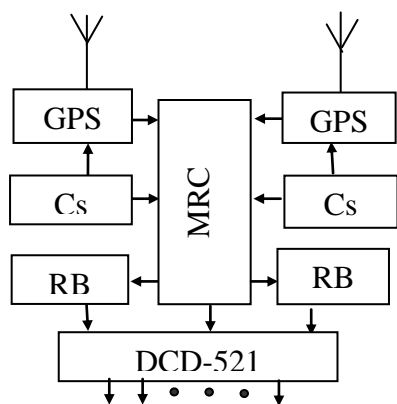


Рис.11.11.

До складу LPR-PRC-DCD-521 входять:

- два цезієвих стандарти частоти DCD-Cs;
- два приймачі GPS (DCD-LPR);
- один ведений пристрій синхронізації DCD-521.

Технічні характеристики	
Точність частоти за за весь термін служби пристрою	$< \pm 3 \cdot 10^{-12}$
Вихідні стики синхронізації	2,048 МГц; 2,048 Мбіт/с; 64 кбіт/с
Кількість вихідних стиків (у будь-якій комплектації)	300
Стрибок фази при будь-яких внутрішніх переключеннях	< 15 нс

Система управління та моніторингу	SmartView
Гарантійний термін експлуатації пристрою	Немає даних
Розрахунковий час безвідмовної роботи	Немає даних
Вартість заміни цезієвої трубки стандарту частоти	~ \$ 44 000
Орієнтовна вартість	\$ 250 000

11.4.4.2 Первинні джерела синхронізації (PRS) на основі квантових стандартів частоти

«Класичні» PRC – дуже дорогі пристрої, тому їх придбання є виправданим за умови, що для обслуговування всієї мережі досить одного такого пристрою. Але за сучасних уявлень щодо синхронізації мереж PRC має бути масовим виробом. Тому виробники квантових стандартів частоти, бажаючи зберегти позиції на ринку обладнання синхронізації, постачають *первинні джерела синхронізації* (PRS – Primary Reference Source). Це є просто стандарт частоти без резервування, який зазвичай обладнують стиками синхронізації. В Таблиці 11.21 надано технічні характеристики найвідоміших PRS на основі квантових стандартів частоти.

Таблиця 11.21

<i>PRS на основі квантових стандартів частоти</i>					
Тип	<i>PRS-45</i>	PRS-50	DCD-Cs	OSA-5585	VCH-004
Виробник	<i>Datum</i>	Datum	Symmetricalcom	Oscilloquartz	<i>“Время-Ч”</i>
Країна	США	<i>США</i>	США	Швейцарія	<i>Росія</i>

Технологія	CS	CS	CS	CS	HM
Точність частоти	$2 \cdot 10^{-12}$	$2 \cdot 10^{-12}$	$3 \cdot 10^{-12}$	$(3-5) \cdot 10^{-12}$	$1,5 \cdot 10^{-14}$
Стики синхронізації	2048 кГц 2048 кбіт/с 10 МГц	2,048 кбіт/с 1.5 МГц 10 МГц	2048 кГц 2048 кбіт/с 8 кГц 5 МГц 10 МГц	2048 кГц 2048 кбіт/с 64 кбіт/с 0,1 МГц 5 МГц 10 МГц	1 Гц 5 МГц
Стики управління	RS-232	RS-232		RS-232	
Гарантійний термін	12 років для цезієвої трубки, 2 роки для електроніки	12 років для цезієвої трубки, 2 роки для електроніки	3 років для цезієвої трубки	5-8 років для цезієвої трубки	18 місяців для всього пристрою
Орієнтовна ціна	\$90000	\$90000	\$71000	\$71000	\$36900
Вартість заміни цезієвої трубки або картриджу з атомарним воднем	50-70% від ціни за PRS				\$300

11.4.4.3 PRS на основі приймачів GPS/ГЛОНАСС

Характеристики PRS на основі приймачів GPS/ГЛОНАСС подано в

Таблиці 11.22.

Таблиця 11.22

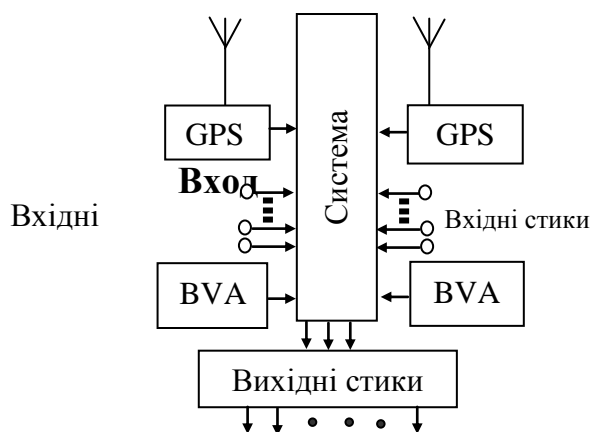
Тип	Виробник	Технологія	Тип антени	Довжина кабелю (з підсилювачем)	Стики G.703	Вартість	Сертифікат УкрСЕПРО, місце інсталяції в Україні
DCD-LPR		GPS + ОСХО	На даху	1 200 м	2Мб/с	Не відомо	Немає, не встановлено
DCD-LPR/C		GPS + ОСХО	На даху	242,7 м	2Мб/с	Не відомо	Немає, не встановлено
HP55300A		GPS + ОСХО	На даху	53 м (110 м)	2Мб/с 2МГц	Не відомо	Немає, МЦК Голден Телеком

Time Source 2500	Symmetricom, USA	GPS + OCXO	Крізь стіну, або вікно	20 м	Немає	Не відомо	Немає, не встановлено
Time Source 3000		GPS + OCXO	На даху	300 м	Немає	Не відомо	Немає, не встановлено
Time Source 3100		GPS + OCXO	На даху	300 м	2Мб/с 2МГц	Не відомо	Немає, не встановлено
Time Source 3500		GPS + OCXO	На даху	300 м	2Мб/с 2МГц	Не відомо	Немає, не встановлено
Time Source 3600		GPS+ Rb	Крізь стіну, або вікно	300 м	2Мб/с 2МГц	Не відомо	Немає, не встановлено
OSA 4510	Oscilloquartz, Swiss	GPS + OCXO	На даху	60 м (120 м)	2Мб/с, або 2МГц	~\$10000	Немає, не встановлено
OSA 4531		GPS + OCXO	На даху	60 м (120 м)	2Мб/с, або 2МГц	~\$10000	Немає, не встановлено
CH3836	Орізон-Навігація, Україна	GNSS	На даху	100 м	Немає	~UAH 5000	Немає, не встановлено

11.4.4.4 Сім'я пристроїв синхронізації PRS/SSU компанії Oscilloquartz

11.4.4.4.1 Виокремлений пристрій синхронізації OSA 5548 SASE

Структурну схему пристрою надано на Рис. 11.12.



Вхідні стики:

2,048 Мбіт/с (G.703-9);
2,048 МГц (G.703-13);
64 кГц, 1МГц, 2,048 МГц, 5 МГц
або 10 МГц (аналогові).

Вихідні стики:

2,048 МГц (G. 703-10);
2,048 Мбіт/із (G. 703-6);
5 МГц і 10 МГц (Zвих = 50 Ом);

Рис. 11.12

- Стабільність частоти в режимі "утримання частоти" при 25°C:
деградація: $< 1 \times 10^{-10}$ (ОСХО 8666);
 $< 1 \times 10^{-11}$ за добу (ОСХО BVA 8695);
початкове зрушення частоти: $< 1,5 \times 10^{-11}$.
- При роботі OSA 5548 SASE від приймача GPS точність частоти вихідних сигналів краще, ніж 3×10^{-12} на добу;
- Довжина кабелю антени GPS-приймача від 30 до 100 м;
- Напруга живлення підсилювача антени: від 16 В до 32 В;
- Технічне обслуговування OSA 5548 виконується через інтерфейс RS-232 з використанням програмного забезпечення SyncView;
- Споживана потужність: - 100-120 Вт;
- Габаритні розміри: 399 x 535 x 265 мм;
- Маса: 15 кг;
- Розрахунковий час безвідмовної роботи: 879 років;
- Орієнтовна ціна: ~ \$ 50 000.

11.4.4.2 Компактний пристрій синхронізації OSA 5542В СТО

Структурна схема OSA 5542В наведена на Рис. 11.13.

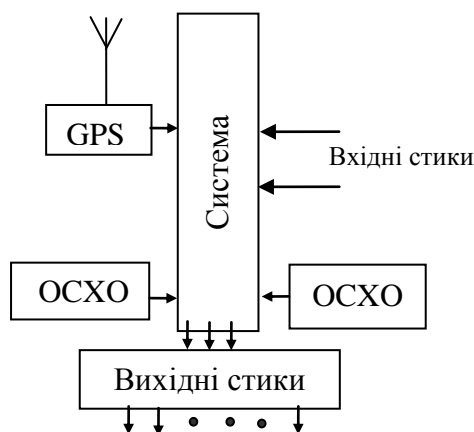


Рис. 11.13

Вхідні стики:

2,048 Мбіт/с (G.703-9);

2,048 МГц (G.703-13);

64 кГц, 5 МГц або 10 МГц (аналогові).

Вихідні стики:

2,048 МГц (G. 703-10);

2,048 Мбіт/із (G. 703-6);

64 кбіт/с (133 Ом);

5 МГц і 10 МГц (50 Ом).

- Стабільність частоти в режимі "утримання частоти" при 25°C:
деградація $< 2 \times 10^{-10}$ на добу або 1×10^{-10} після 30-добової роботи;
початкове зрушення частоти: $< 1,5 \times 10^{-11}$.
- Максимальний стрибок фази при перемиканні вхідних сигналів < 2 нс, а при переключенні каналів < 10 нс.
- OSA 5542 може забезпечити від 16 до 80 виходів сигналів синхронізації.
- Місьцеве та дистанційне технічне обслуговування OSA 5542В може здійснюватись через інтерфейс RS-232.
- Довжина кабелю антени: від 30 до 100 м.

- Габаритні розміри пристрою: 133 x 483 x 265 мм.
- Розрахунковий час безвідмовної роботи з урахуванням резервування 727 років.
- Орієнтовна ціна: ~ \$ 35 000.

11.4.4.3 Пристрій синхронізації OSA 5581C GPS-SR

Пристрій синхронізації OSA 5581C GPS-SR (GPS – Synchronization Receiver) є наступним варіантом модернізованого пристрою синхронізації OSA 5542B (за станом на 2000 р.) та призначений для прийому і розподілення сигналів синхронізації на транзитних та місцевих вузлах цифрової мережі зв'язку.

Структурна схема OSA 5581C GPS-SR наведена на Рис. 11.14.

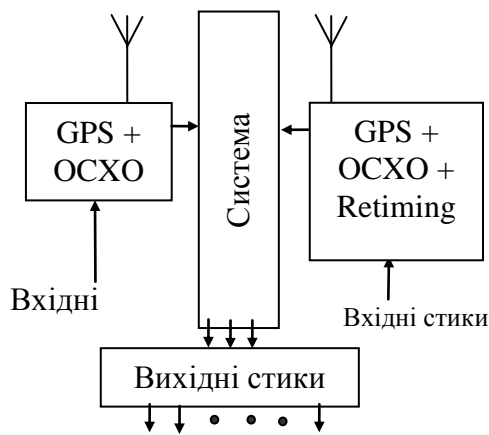


Рис. 11.14

Вхідні стики:

2,048 Мбіт/с (G.703-9);

2,048 МГц (G.703-13);

64 кГц, 5 МГц або 10 МГц (аналогові).

Вихідні стики:

2,048 МГц (G. 703-10);

2,048 Мбіт/із (G. 703-6);

64 кбіт/с (133 Ом);

5 МГц і 10 МГц (50 Ом).

- Стабільність частоти в режимі "зберігання частоти" при 25°C: деградація $< \pm 2 \times 10^{-10}$ на добу; типове значення: 1×10^{-10} на добу після 30 діб експлуатації; початкове зрушення частоти: $< 1,5 \times 10^{-11}$.
- Максимальний стрибок фази при переключенні вхідних опорних сигналів: < 10 нс.
- Пристрій OSA 5581C з GPS-SR може забезпечити: до 48 нерезервованих виходів сигналів синхронізації; до 32 резервованих (за схемою 1+1) та 16 незахищених виходів синхронізації; до 32 резервованих (за схемою 1+1) виходів сигналів синхронізації.
- З використанням блоку RTU (Re-Timing Unit) забезпечується переприв'язка до часу 8 цифрових потоків E1.
- Місцеве та дистанційне технічне обслуговування OSA 5581C за допомогою програмного забезпечення SynchView може здійснюватись через інтерфейс RS-232.

- Довжина кабелю антени GPS: від 20 до 60 м;
- Напруга живлення: - 48 В;
- Габаритні розміри пристрою: 133 x 483 x 265 мм;
- Маса: 9 кг;
- Розрахунковий час безвідмовної роботи: 1037 років;
- Орієнтовна ціна: ~ \$ 15 000.

11.4.4.4 Вбудований пристрій синхронізації OSA 4510 GPS-SM

Вбудований пристрій синхронізації OSA 4510 GPS-SM (див. рисунок 11.15) може бути пристосовано до складу будь-якого обладнання.

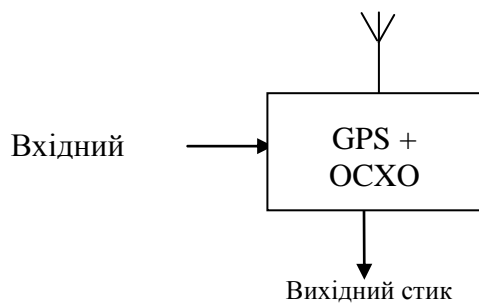


Рис. 11.15

Вхідні стики:

2,048 Мбіт/с (G.703-9), або
2,048 МГц (G.703-13);

Вихідні стики:

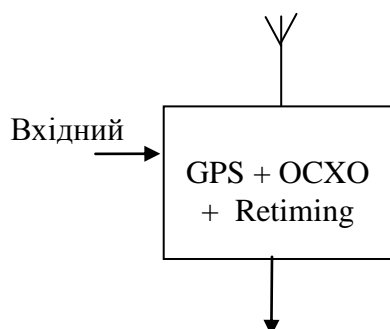
1 Гц

10 МГц

- Кількість супутників, що відстежуються: до 8.
- Схема приймача має резервування (1+1).
- Стабільність частоти в режимі "зберігання частоти" $< 1 \times 10^{-10}$ на добу.
- Точність сигналу 1 Гц відносно UTC: ± 50 нс.
- Габаритні розміри пристрою: 145 x 63,5 x 288 мм.
- Маса: 0,250 кг.
- Розрахунковий час безвідмовної роботи: 1,6 років.
- Орієнтовна ціна: ~ \$ 10 000.

11.4.4.5 Вбудований пристрій синхронізації OSA 453xGPS-SB

Вбудований пристрій синхронізації OSA 453xGPS-SB (див. рисунок 11.16) може бути пристосовано до складу будь-якого обладнання.



Вхідні стики:

2,048 Мбіт/с (G.703-9), або
2,048 МГц (G.703-13) для **OSA 4531**.

Вихідні стики:

2,048 Мбіт/с (G.703-9), або
2,048 МГц (G.703-13) для **OSA 4531**.

Переприв'язка до часу транспортного сигналу

2,048 Мбіт/с для **OSA 4533**.

Рис. 11.16

- кількість сукупних, що відстежуються: до 8.

- Стабільність частоти в режимі "зберігання частоти" $< 1 \times 10^{-10}$ на добу.
- Точність сигналу 1 Гц відносно UTC: ± 50 нс.
- Габаритні розміри: 50,8 x 101,5 x 127 мм;
- Маса: 0,350 кг.
- Розрахунковий час безвідмовної роботи: 1,6 років.
- Орієнтовна ціна: $\sim \$ 10\,000$.
- OSA 453xGPS-SB має вбудований блок живлення (напруга живлення 12 В або 24 В/48 В)

На передній панелі OSA 453xGPS-SB установлені з'єднувачі типу BNC та SUB-D/9 для вводу та виводу сигналів синхронізації та підключення місцевого терміналу. Там же розміщені з'єднувачі для підключення джерела живлення та виводу сигналів синхронізації

11.5 Системи управління мережею тактової синхронізації

11.5.1 Основні загальні функції управління системою тактової синхронізації

При досить швидкому розвитку цифрової мережі дуже важливим є створення і розвиток національної системи управління тактовою мережею синхронізації [13]. Відзначимо, що від прогресу в створенні таких систем управління залежить не тільки чітка робота мереж СТС в національних границях, але й перспектива здійснення спільного функціонування національних мереж СТС як під мереж в мережі СТС. В зв'язку з цим звернемо увагу на основні загальні функції управління СТС, які повинні бути реалізовані і виконуватися за допомогою відповідних програмно-технічних засобів.

Управління якістю в СТС має на увазі постійний контроль якості синхросигналів, що розподіляються по мережі СТС до мережевих елементів, а також виконання всіх необхідних дій по його забезпеченню з використанням результатів вимірювань показників якості відповідними засобами вимірювання.

Управління обробкою несправностей має на увазі збір і обробку даних стану елементів мережі СТС, генерацію аварійних повідомлень і повідомлень про події з метою використання отриманої в такий спосіб інформації для прийняття відповідних рішень. При цьому для полегшення прийняття рішень доцільно забезпечувати виділення первинної несправності з виявленої послідовності несправностей за рахунок здійснення відповідного аналізу генерованих повідомлень.

Управління конфігурацією полягає в дистанційному і місцевому управлінні конфігураційними параметрами елементів мережі СТС з використанням програмно-технічних засобів, що мають графічний інтерфейс користувача. При цьому, зокрема, повинні здійснюватися: перевірка імовірності зміненої конфігурації, її запам'ятовування, архівація і відновлення; реєстрація зміни конфігурації і вирівнювання конфігураційних баз даних кожного елемента мережі СТС і відповідних робочих станцій.

Управління безпекою в системі управління СТС аналогічно управлінню безпекою в будь-якій системі управління електрозв'язком і має на увазі захист від несанкціонованого доступу за допомогою паролів, а також обмеження, виконуваних визначеним оператором функцій у залежності від привласненого йому рівня. Присвоєння рівня ієрархії кожному операторові і зміна цього рівня робиться системним адміністратором. При цьому оператори нижніх рівнів мають доступ тільки, до функцій контролю інформації, а оператори більш високих рівнів (крім зазначених функцій) мають доступ і до функцій конфігурування мережі СТС.

На певному етапі розвитку системи управління СТС і її інтеграції з іншими підсистемами системи управління електрозв'язком (СУЕ) передбачається автоматизоване складання плану мережі СТС із вказівкою обраних джерел тактової синхронізації мережевих елементів, зазначенням рівнів та пріоритетів, із забезпеченням наявності резервних шляхів СТС і оцінкою показників якості синхросигналів для кожного мережевого елемента. Повинна бути забезпечена також передача плану мережі СТС в СУЕ для його обліку з метою забезпечення синхронізації при можливих реконфігураціях мережі.

Найбільш сучасні мережі синхронізації забезпечені системами управління. Головні функції системи управління мережею синхронізації стосуються області управління при відмовленнях, конфігурації і безпеці.

Найбільш сучасні мережі синхронізації забезпечені системами моніторингу, що дозволяють у режимі реального часу безупинно перевіряти якісні показники мережі синхронізації. Основна причина контролю параметрів синхронізації полягає в необхідності превентивного оповіщення, тобто виявлення зниження якості синхронізації задовго до її впливу на якість передачі корисної інформації.

11.5.2 Огляд систем управління мережею синхронізації

У світі найбільш відомі дві системи управління мережами синхронізації, які розроблені та виробляються двома компаніями: Oscilloquartz (Швейцарія) та Hewlett

Packard (США). Кожна з цих компаній розробила спеціалізовану систему управління мережею синхронізації, яка побудована на базі власних пристроїв:

- OSA - 5548 (Oscilloquartz);
- HP-55400A (Hewlett Packard).

Система управління мережею синхронізації Sync View. Система управління мережею синхронізації компанії Oscilloquartz побудована на базі програмного забезпечення Sync View та має чотири рівні управління ;

- мережного менеджера NM (*Network Manager*);
- регіонального менеджера RM (*Regional Manager*);
- локального менеджера LM (*Local Manager*);
- вбудованого блоку менеджера пристрою синхронізації ESM (*Embedded System Manager*).

Система управління Sync View дає можливість управляти групою пристроїв синхронізації OSA-5548, що встановлені на цифровій мережі на різних цифрових вузлах (транзитних або місцевих), та дає змогу оператору дистанційно контролювати та/або конфігурувати пристрої синхронізації за допомогою графічного інтерфейсу користувача GUI (*Graphical user interface*). Програмне забезпечення SyncView реалізує виконання таких функцій:

- візуалізація пристроїв синхронізації SSU з прив'язкою до географічної території розміщення мережі синхронізації;
- дистанційне конфігурування SSU мереженого та регіонального менеджерів;
- захищений доступ;
- контроль права доступу до мережі;
- контроль права доступу до блоків SSU;
- реєстрація команд що подаються на SSU;
- контроль функціонування блоків SSU;
- контроль функціонування RM;
- дистанційний аналіз характеристик якості SSU (*MTIE – Maximum Time Interval Error та TDEV – Time Deviation*);
- оброблення, огляд, архівування проблем, пов'язаних з аварійними сигналами;
- швидкий доступ до бажаних меню;
- документування інформації, відображеної на екрані монітора.

Архітектуру системи Sync View показано на рис. 11.17. При такій архітектурі основне призначення регіонального менеджера RM - виконувати

конфігурування та адміністрування пристроїв синхронізації, що належать до даного регіону.

Призначення мережного менеджера - це адміністрування загальної мережі синхронізації на основі інформації, що міститься в базі даних RM (для цього використовується сервер NM Server). Під час аварії RM його обов'язки повністю бере на себе мережний менеджер NM. До сервера може бути підключено кілька робочих станцій типу "клієнт" для виконання функцій управління мережею синхронізації.

Призначення вбудованого блоку менеджера пристрою синхронізації - виконувати контроль за функціонуванням SSU, формування та передавання аварійних сигналів, прийом та реалізація команд управління, що надходять від RM або NM. У процесі експлуатації до пристрою синхронізації SSU може бути підключений локальний термінал LM через інтерфейс RS-232.

Під час аварії на мережі передавання даних SSU зберігає інформацію про аварійні явища в буферній пам'яті.

Система управління мережею синхронізації має такі конфігураційні характеристики:

- 20 – максимальна кількість RM, що адмініструються одним NM;
- 64 – максимальна кількість об'єктів контролю (SSU), що охоплені одним RM.

Щоб не було програмних конфліктів та невизначеностей, кожний SSU в той самий час може контролюватися тільки одним адміністратором (LM, RM або NM). Якщо SSU зайнята одним адміністратором, а інший посилає команду до цього SSU, то цей адміністратор одержує спеціальне повідомлення.

Система управління мережею синхронізації HP Smart View. Компанія Hewlett Packard (США) розробила, виробляє та постачає замовникам систему управління мережею синхронізації HP Smart View Synchronization Management на платформах PC, NT, UNIX. Усі три платформи забезпечують можливості:

- відображення на моніторі мажорних, мінорних та критичних аварійних сигналів;
- відображення якості функціонування пристроїв синхронізації SSU на заданому відрізку часу та в різних точках мережі, а також накопичення інформації в реальному масштабі часу про якісні показники сигналу синхронізації (MTIE, TDEV та відхилення частоти $\Delta f/f$);
- конфігурування пристроїв синхронізації SSU;
- діагностування плати пристроїв синхронізації.

Архітектуру системи управління мережею синхронізації компанії Hewlett Packard зображено на рис. 11.18.

Програмне забезпечення системи управління мережею синхронізації Hewlett Packard має такі складові:

- програмне забезпечення локального терміналу - HP 55450A Smart View Synchronization Management/ PC;
- програмне забезпечення невеликих мереж синхронізації в масштабі окремого регіону мережі синхронізації - HP 55451A Smart View Synchronization Management/ NT;
- програмне забезпечення управління великими мережами синхронізації (в масштабах усієї країни) - HP 55451A Smart View Synchronization Management/ UX.

Програмне забезпечення локального терміналу HP 55450A використовується як інструмент інсталяції та експлуатації пристрою синхронізації SSU. Це програмне забезпечення встановлюється в портативний комп'ютер та забезпечує

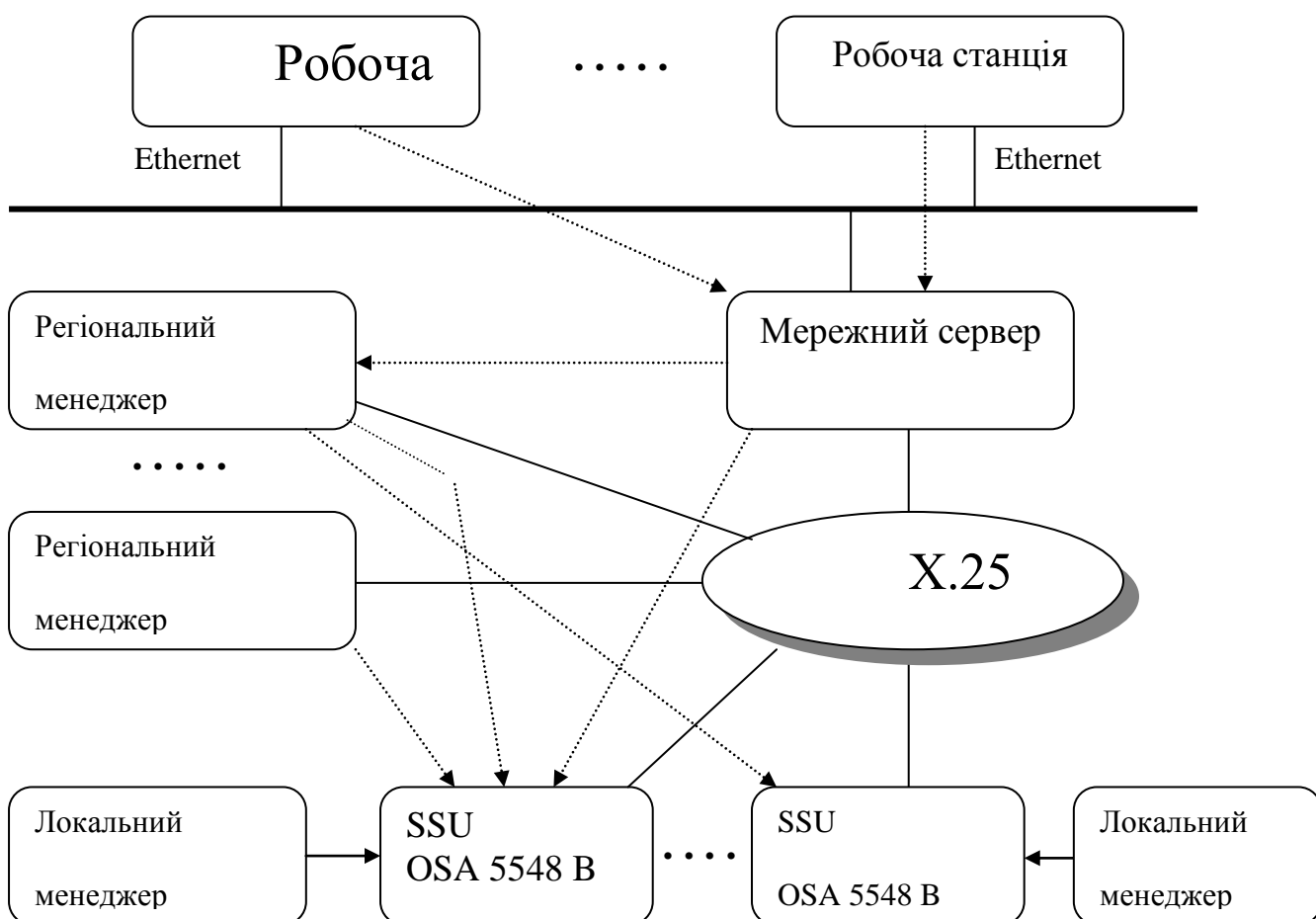


Рисунок 11.17 – Архітектура системи управління Sync View

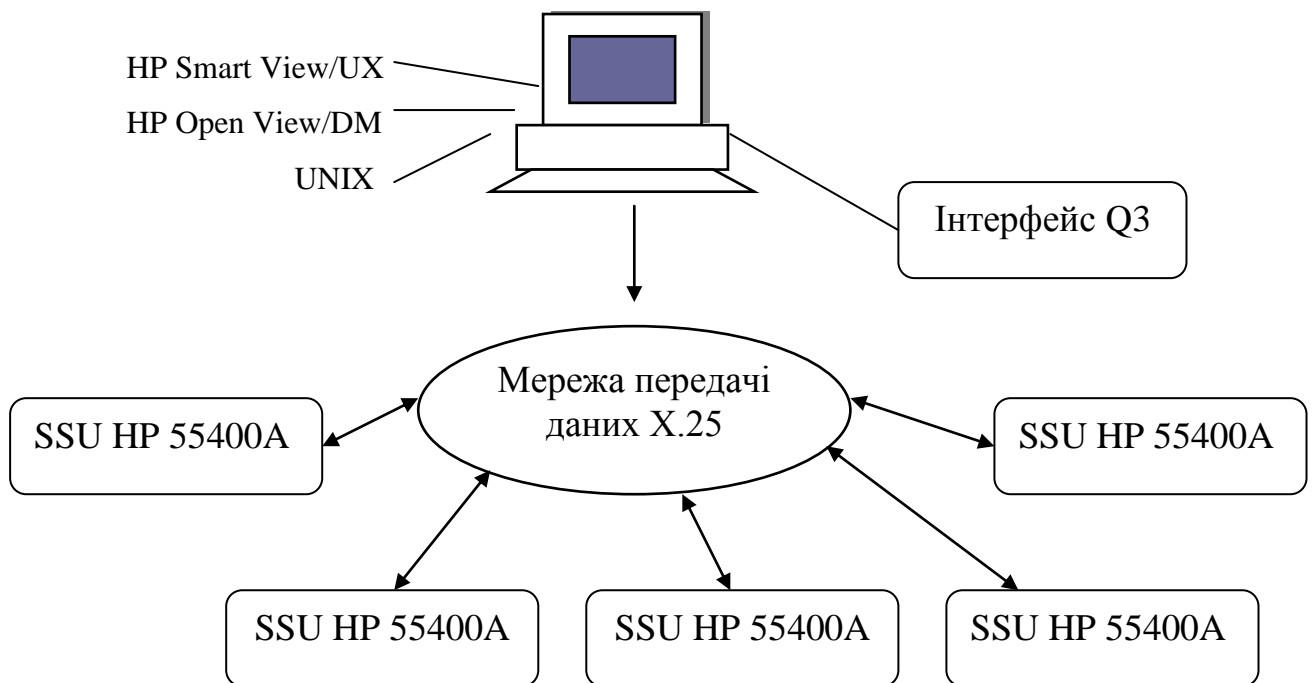


Рисунок 11.18 – Архітектура системи управління мережею синхронізації

роботу локального терміналу пристрою синхронізації HP 55400A.

Програмне забезпечення невеликих мереж синхронізації HP 55451A Synchronization Management/NT за допомогою маршрутизаторів та модемів дає можливість забезпечувати управління та постійний контроль кожного SSU свого регіону (регіональні мережі). Smart View працює в програмному середовищі Windows NT.

Програмне забезпечення управління великими мережами HP 55453 CA Smart View Synchronization Management/UX перетворює синхронізацію в мережну функцію, якою управляє оператор, і є рішенням компанії Hewlett Packard для концепції TMN. HP 55453 виконується на базі програмної платформи HP Open DM (побудований на HP - UX). HP Open DM як мережка платформа управління використовується багатьма постачальниками технічних засобів телекомунікацій. База даних Oracle зберігає інформацію про стан мережних елементів, що контролюються, в будь-який момент часу.

Програмне забезпечення Smart View/UX інтегрується з іншими прикладними реалізаціями HP Open View. Наприклад, програмне забезпечення HP Open View SDH контролює джерела синхронізації, що є складовою частиною мультиплексорів мережі SDH. Програмне забезпечення Smart View/UX контролює SSU мережі синхронізації (регіону). Активізація Smart View разом з Open View надає можливість огляду регіону (усієї мережі) з однієї робочої станції. Створивши свою мережу даних (або використовуючи уже існуючу), Smart View незалежно від технології та архітектури цифрової мережі дає можливість оперативно визначити SSU, на якому виникла

проблема в мережі синхронізації (відмова каналу синхронізації, погіршення якості сигналу синхронізації, переключення каналів синхронізації, відмова окремих блоків SSU та ін.).

Smart View/UX підтримує мережні протоколи LAN або X.25.

11.5.3 Проблеми створення системи контролю та управління мережею синхронізації.

Національна система синхронізації, що створюється, призначена для встановлення та підтримання середньої частоти цифрових сигналів, які піддаються цифровій комутації, цифровому транзиту та синхронному об'єднанню в цифровій мережі телекомунікацій загального користування. Це потрібно для того, щоб часові співвідношення між сигналами не виходили за певні межі, а частота проковзувань у цифровій мережі не перевищувала б значень, встановлених для міжнародного цифрового з'єднання [20].

Система синхронізації складається з таких компонентів:

- мережі розподілу сигналів синхронізації;
- пристроїв синхронізації (першого, другого, третього та четвертого рівнів ієрархії);
- об'єктів синхронізації (ведених пристроїв синхронізації цифрових комутаційних станцій, апаратури систем передачі, апаратури мультиплексування синхронної ієрархії, апаратури оперативного перемикавання основного цифрового каналу (ОЦК), а також каналоутворюючої апаратури, що використовується для організації цифрового транзиту ОЦК або групи ОЦК);
- технічних засобів звіряння опорних частот пристрою синхронізації першого рівня ієрархії;
- технічних засобів управління мережею синхронізації з програмним забезпеченням;
- технічних засобів забезпечення експлуатації (комплектів змінних частин, комплектів запасних частин, інструментів та приладдя, матеріалів, спеціалізованих комплектів вимірювальних приладів);
- технічного персоналу, який виконує поточне обслуговування апаратури синхронізації, технічних засобів управління та звіряння опорних частот (включаючи організацію перевірки контрольно-вимірювальних приладів).

Із світової практики створення цифрових мереж відомо, що управління синхронізацією має такі особливості:

- управління синхронізацією кілець SDH виконується за допомогою штатних робочих станцій компанії-постачальника обладнання SDH;
- управління виділеними пристроями синхронізації виконується за допомогою окремих технічних засобів та програмного забезпечення й окремої виділеної мережі передачі даних.

Управління синхронізацією кілець SDH виконується за допомогою елемент-менеджера (EM) або вузлового менеджера у такому порядку:

- визначаються джерела, що можуть використовуватися як опорні;
- визначаються пріоритети щодо вибору опорних джерел;
- визначаються рівні якості переданих сигналів 2 Мбіт/с і відповідних їм сигналів синхронізації з частотою 2 МГц;
- для кожного інтерфейсу STM-N вибирається фіксований рівень якості або можливість використання повідомлення про статус синхронізації SSM.

Через те, що на діючій мережі телекомунікацій загального користування сигнали 2 Мбіт/с та вхідні сигнали синхронізації 2 МГц не несуть повідомлень SSM, оператор за допомогою EM може встановити цим сигналам бажаний рівень якості аж до рівня первинного пристрою синхронізації PRC (*Primary Reference Clock*), якщо вхідний сигнал 2 МГц надійшов від джерела високого рівня.

На екрані монітору EM відображаються режими синхронізації та режим використання списку можливих джерел синхронізації. Також на окремому вікні відображається процедура заміни пріоритету та рівня якості.

EM може використовувати три режими роботи системи синхронізації:

- використання списку пріоритетів для вибору найкращого можливого джерела синхронізації як опорного зі списку, сформованого відповідно до пріоритетів;
- ручний вибір джерела синхронізації;
- режим утримання синхронізації.

Слід зазначити, що з розвитком цифрової мережі тел е комунікацій проблема створення підсистеми управління виділеними пристроями синхронізації типу первинного пристрою синхронізації PRC та автономного веденого пристрою синхронізації SASE (*Stand Alone Synchronization Equipment*) стає все більш актуальною. Потрібно розробити нормативний документ, який регламентуватиме створення підсистем управління виділеними пристроями синхронізації. Цей документ має визначити:

- архітектуру підсистеми управління виділеними пристроями синхронізації;
- вимоги до інтерфейсів технічних засобів;
- вимоги до мережі передачі даних;
- вимоги до програмного забезпечення;
- вимоги безпеки та конфіденційності.

11.6 Структурні схеми мережі синхронізації та рекомендацій для застосування на мережі України

11.6.1 Варіанти архітектури мережі синхронізації СЦІ України

За сучасними уявленнями щодо мереж синхронізації існують три підходи до їх архітектури [2]:

- 1) перший варіант – мережа з єдиним первинним пристроєм синхронізації (PRC);
- 2) другий варіант – мережа з розподіленими PRC;
- 3) компромісний варіант – мережа з частково розподіленими PRC:
 - а) незалежні PRC;
 - б) залежні PRC.

Перший варіант: мережа з єдиним первинним пристроєм синхронізації. В історичній ретроспективі необхідність синхронізації мереж зумовлена впровадженням цифрових центрів комутації у транспортне оточення ПЦІ. Тому для “класичного” варіанта мережі синхронізації характерні два жорсткі статичні принципи.

1. Первинний пристрій синхронізації є єдиним джерелом синхронізації для всієї мережі.

2. Характеристики ведених пристроїв синхронізації мають відповідати суворій рівневій ієрархії, тісно пов’язаній із ієрархією центрів комутації.

Тому класичний варіант примусової синхронізації ще називають “деспотичним”. Характерною ознакою класичного варіанта є те, що первинний пристрій синхронізації має бути автоматичним джерелом, тобто без входу синхронізації (у сучасних PRC завжди використовують приймальні пристрої GPS/ГЛОНАСС (глобальна навігаційна супутникова система). Точність частоти на його виході має бути не менш ніж 1×10^{-11} , що є неявною підказкою стосовно придбання доступних цезієвих генераторів виробництва США з такою гарантованою стабільністю.

Другий варіант: мережа з розподіленими первинними пристроями синхронізації. Найстиглішою характеристикою цього варіанта є така: “PRC у кожній АТС”. Ця перспектива нав'язана двома тенденціями.

За прогнозом Bell Communications Research вже незабаром довготривала частота первинних та вторинних центрів комутації для надання послуг зв'язку не перевищуватиме таких значень (див. Таблицю 11.22):

Таблиця 11.22

Стик синхронізації	Добова стабільність		Тижнева стабільність	
	часу, нс	частоти, Гц	часу, нс	частоти, Гц
Первинний вузол	60	7×10^{-13}	60	1×10^{-13}
Вторинний вузол	70	8×10^{-13}	185	3×10^{-13}

Задовольнити ці вимоги можна лише в разі використання для синхронізації мереж супутникових систем навігації, які нестримно поширюються останнім часом.

На відміну від першого граничного варіанта мережа синхронізації з розподіленими первинними пристроями синхронізації аж ніяк не пов'язана з ієрархією цифрових центрів комутації. Вона є не ієрархічною, а сплющеною: одну й ту саму стабільність забезпечують у центрі комутації будь-якого рівня – отже, другий принцип класичного варіанта тут не придатний.

Лишається перший принцип єдиного джерела синхронізації – ним є координований всесвітній час (UTC), що поширюється повідомленнями супутникових систем навігації.

Компромісний варіант: частково розподілені первинні пристрої синхронізації. Раніше було розглянуто граничні варіанти:

- з єдиним первинним пристроєм синхронізації для всієї мережі;
- з первинними пристроями синхронізації у кожному вузлі мережі.

Перший із цих варіантів є характерним для мереж минулого, а другий має бути чи не кінцевим етапом розвитку мереж синхронізації щодо їх сучасного розуміння. Отже, для сучасних мереж мають бути компромісні рішення, які являють собою етапи динамічного переходу від першого граничного варіанта до другого.

Незалежні частково розподілені первинні пристрої синхронізації. Цей різновид компромісного варіанта є просто дробленням усієї мережі синхронізації на синхронні субмережі (острови) синхронізації таким чином, що цілісність її

зберігається за допомогою взаємного моніторингу стиків PRC кожної субмережі. Моніторинг використовується для того, щоб SSU синхронної субмережі, в якій місцевий PRC вийшов із ладу, підімкнути до сусідньої субмережі без порушення трафіку. До SSU місцевий PRC підмикається за першим пріоритетом.

Залежні частково розподілені первинні пристрої синхронізації. У цьому разі, навпаки, за першим пріоритетом до входів місцевого SSU підімкнено канали відстеження “головного” PRC, а за другим пріоритетом – місцевий PRC. Коли канал синхронізації від головного PRC виходить із ладу, то підмикається місцевий PRC. Отже, якщо до аварії норми на сигнали синхронізації задовольнялися, то й під час аварії цілісність трафіку буде збережено.

Вибір між незалежними та залежними частково розподіленими PRC має ґрунтуватися на таких оцінках:

- стабільності сигналів на стиках синхронізації;
- надійності стиків синхронізації.

Отже, місцевий PRC має бути підімкнено до першого SSU низки синхронізації за першим пріоритетом, якщо він задовольняє два критерії:

1. Місцевий PRC стабільний (за показниками нестабільності) порівняно з опорним сигналом на стику синхронізації, що його надсилає віддалений “голосовий” PRC.
2. Надійність місцевого PRC вища, ніж каналу синхронізації од віддаленого “голосового” PRC.

Перевагу віддаленому “голосовому” PRC можна надавати лише за умови невиконання одного із зазначених критеріїв.

Відповідність цим критеріям встановлюють, з одного боку, періодичним атестуванням, а з іншого – безперервним моніторингом стиків синхронізації. Принципи атестування та моніторингу мають відповідати нормативним документам, які необхідно розробити згідно з виконаними дослідженнями.

11.6.2 Структурна схема мережі синхронізації

В даний час перед ВАТ «Укртелеком» при побудові СТС виникли наступні проблемні питання:

- як раціонально використовувати існуюче обладнання тактової синхронізації;
- яким чином забезпечити резервування маршрутів розподілу синхросигналу і створити систему управління мережею синхронізації;

- як забезпечити продаж синхросигналу різним споживачам гарантованої якості, забезпечивши його контроль і вимірювання;
- як гарантувати якісне проектування і реалізацію СТС в цілому;
- серйозна проблема – забезпечення мережі освіченим технічним персоналом.

Простеживши за хронологією публікацій, у яких послідовно пророблялися принципи побудови мережі синхронізації для первинної мережі України, то цей процес майже збігся за часом з аналогічними напрацюваннями в інших країнах і відбувався під впливом перегляду основних положень нормативної бази синхронізації мереж. Положення Концепції і Стандарту підприємства практично збігаються з цими напрацюваннями. Зокрема, для первинної мережі ВАТ «Укртелеком» прийнята концепція мережі примусової синхронізації з розподіленим PRC, що представлена на рис. 11.23, а на рис. 11.24 приведений приклад варіанту реалізації СТС на цифровій мережі України. На рис. 11.24 перший рівень ієрархії побудови мережі синхронізації реалізується за допомогою ПЕГ, другий – ВЗГ, третій - ГСЭ в мультиплексах СЦІ.

Без використання сигналів супутникових радіонавігаційних систем, оперуючи обмеженими засобами, неможливо забезпечити необхідну якість синхронізації мережі такого масштабу, як первинна мережа ВАТ «Укртелеком».

Архітектурою СТС повинна гарантуватися незалежність її працездатності від зовнішніх впливів, у тому числі і від таких малоймовірних, як вихід (або вивід) з ладу супутникових радіонавігаційних систем.

Структура мережі ВАТ «Укртелеком» яка реалізується (див. рис. 11.23) задовольняє перерахованим умовам: у будь-якому вузлі мережі по першому пріоритету підключається стик синхронізації місцевого PRC. У той же час у випадку аварії в будь-якому вузлі мережі по другому пріоритеті доступний сигнал синхронізації від супутника GPS. Відзначимо, що основою PRC повинен бути логічно єдиний пристрій, що складається з трьох функціонально рівноправних частин, але територіально рознесених навколо географічного центру країни.

Спочатку мережа синхронізації України була побудована на основі ТЕР «Створення системи синхронізації цифрової мережі зв'язку» у 1997 р. Структурна схема такої мережі приведена на рис. 11.25. В даний час передбачається на мережі ВАТ «Укртелеком» реалізувати схему СТС приведену на рис. 11.23.

Стверджувати, що проблем синхронізації первинної мережі ВАТ «Укртелеком» не існує, не приходится — дотепер вирішувалися лише приватні задачі синхронізації її фрагментів, часто за допомогою різних закордонних компаній, що вигравали тендери на окремі проекти. Тільки до кінця 2002 р. була усвідомлена узагальнена постановка проблеми і складність її вирішення відповідно до міжнародних стандартів [11]. Цьому сприяли цілком об'єктивні причини:

- будівництво і введення в експлуатацію волоконно-оптичних ліній «Таврія», «Дністер», «Карпати», «Полісся», «Десна», «Вуглик» і «Січ» знаменують собою перетворення первинної мережі в мережу де-факто; якщо

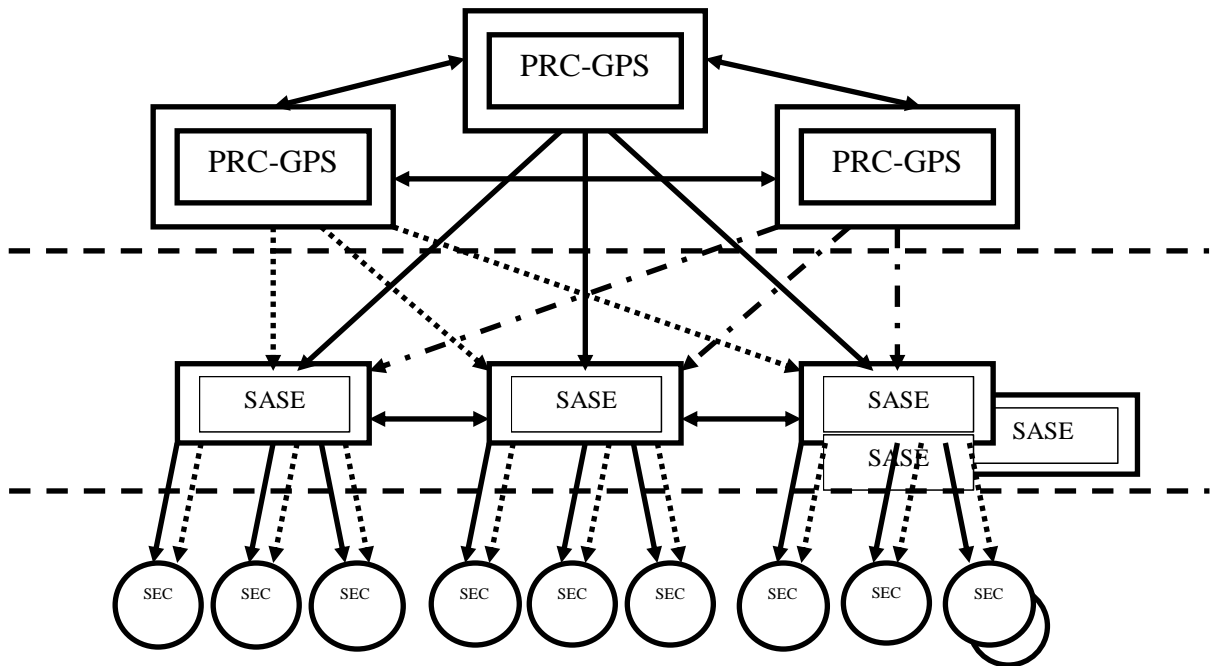


Рисунок 11.23 – Мережа синхронізації ВАТ “Укртелеком” з розподіленням PRC

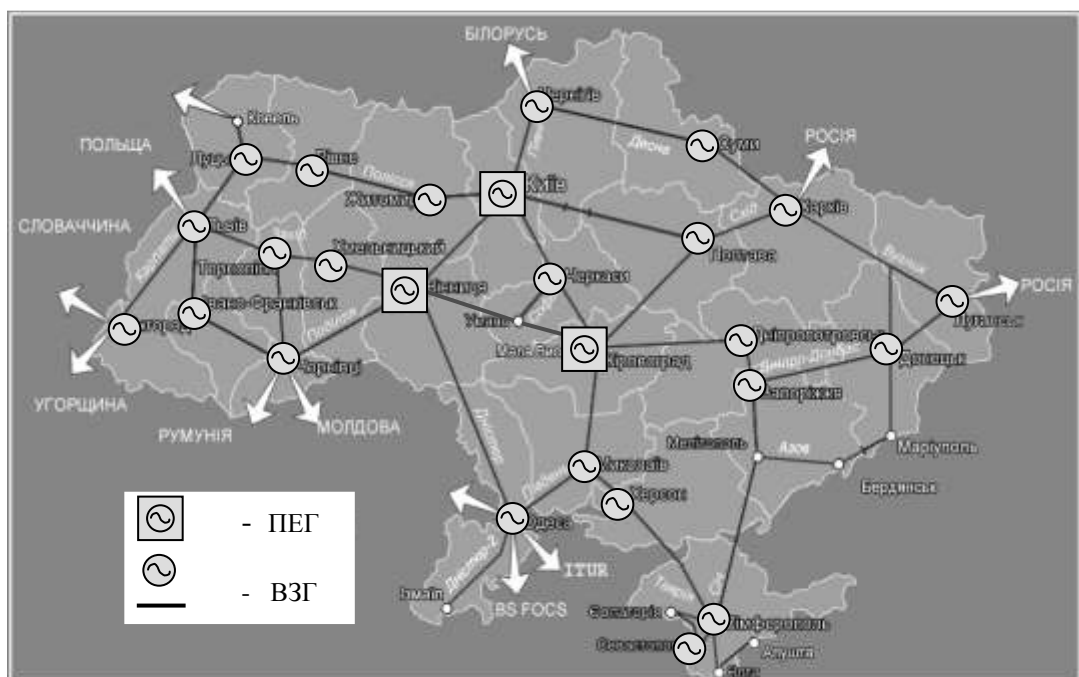


Рисунок 11.24 – Приклад реалізації СТС на цифровій мережі України

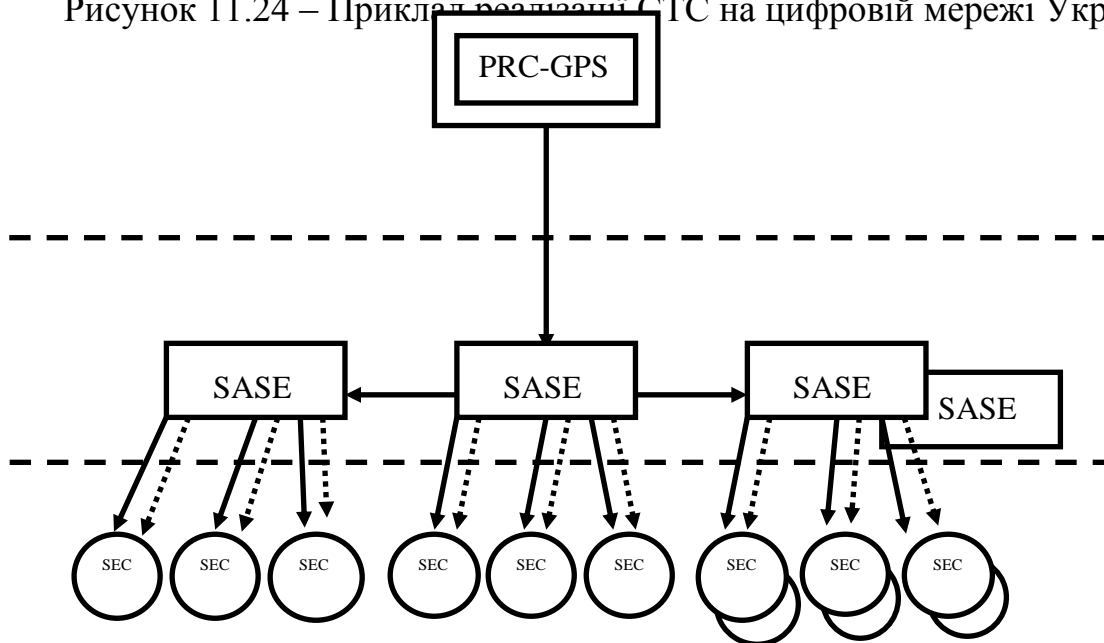


Рисунок 11.25 – Мережа синхронізації України побудованої на основі ТЕР 1997р.

дотепер вона була простим набором незамкнутих ліній («Південь», «Північ», «Захід», Схід», «Дніпро-Донбас», «Карпати»), то зараз стає системою, що складається, щонайменше з п'яти замкнутих кілець, синхронізація яких вимагає значно більшої уваги в процесі проектування й експлуатації;

- на первинній мережі склався парк обладнання синхронізації, котре повинно використовуватися значно ефективніше, ніж дотепер;

- первинна мережа повинна забезпечувати послуги по наданню стиків синхронізації регіональним і іншим операторам, але не може цього робити через відсутність методик атестації стиків і незалежних метрологічних служб, здатних реалізувати ці методики;

- відсутність контролю параметрів якості СТС і системи керування мережею.

- недолік висококваліфікованих фахівців з СТС.

В даний час система тактової синхронізації мережі України має безліч проблем побудови, розвитку й удосконалювання. До таких проблем відноситься проблема ефективного контролю мережі. Рішення її тісно пов'язано з розробкою і придбанням необхідних засобів контролю і вимірювання характеристик і параметрів якості синхросигналів СТС, що забезпечують аудит і моніторинг

мережі. Вирішення цих та інших питань, що відносяться до метрологічного забезпечення і технічної експлуатації мережі СТС, допоможе забезпечити надійну передачу інформації з потрібною якістю в мережі ВАТ «Укртелеком».

11.6.3 Рекомендації щодо системи моніторингу та управління мережею синхронізації

На первинній транспортній мережі ВАТ "Укртелеком" має бути розгорнуто систему управління мережею синхронізації, до складу якої входять:

- 1) система управління мережею (Network Manager), функціями якої є конфігурування та адміністрування всієї мережі синхронізації;
- 2) система регіонального управління (Regional Manager), яка призначена для конфігурування та адміністрування частини мережі синхронізації;
- 3) система управління елементом мережі (Local Manager) для місцевого управління виокремленого пристрою SASE з прямим доступом до обладнання через стик Ethernet, RS 232 або інші;
- 4) технічні засоби для створення виокремленої мережі передачі даних (маршрутизатори з інтерфейсами X.25, Ethernet, G.703, універсальні перетворювачі інтерфейсів RS 232/G.703, X.25/G.703, Ethernet/G.703);
- 5) виокремлена мережа передачі даних на базі цифрових каналів 64 кбіт/с;
- 6) програмне забезпечення, програмна та експлуатаційна документація.

За визначенням система управління мережею синхронізації має два ієрархічні рівні – з Network Manager на першому (вищому) та з Regional Manager на другому рівнях. Зразок її показано на рис. 11.26.

Об'єктами управління системи управління мережею синхронізації є SASE, а також SSU, що входять до складу PRC (див. Рис. 5.4). Але відносно PRC функції системи управління є обмеженими тільки моніторингом (тобто вимірюванням характеристик та виявленням аварійних ситуацій). Взагалі PRC не потребує втручання експлуатаційного персоналу, тому усунення аварій PRC та його конфігурування мають виконувати спеціально підготовлені фахівці з підприємства-виробника, або персонал центру обслуговування з застосуванням Local Manager.

При наявності більш ніж одного PRC на мережі синхронізації систему дистанційного моніторингу має бути встановлено, навіть якщо немає ані Network Manager, ані Regional Manager: система моніторингу є необхідною умовою побудови мережі синхронізації з частково розподіленими PRC. Розроблення такої системи потребує спеціальних досліджень.

Системи управління мережею синхронізації – це окремі спеціалізовані апаратно-програмні комплекси, які розроблено виробниками обладнання синхронізації для його експлуатації. Їх створено за принципами TMN також як і системи управління мережею SDH, отже основною проблемою їх впровадження є проблема сумісності систем управління від різних виробників. Є дві стратегії щодо вирішення проблеми сумісності:

а) застосувати на мережі синхронізації SASE від будь-якого виробника без обмежень та підібрати системи управління мережею синхронізації, що є сумісною з усіма типами SASE (або замовити її розробку);

б) обмежитись застосуванням SASE від одного виробника з використанням системи управління, що є притаманною саме для цього типу SASE.

Як відомо, згідно концепції TMN будь-яка система управління має підтримувати стик Q.3, призначенням якого є забезпечення взаємодії систем від різних постачальників на рівні елемента мережі. Але на практиці проблему сумісності вважають надзвичайно складною та далекою від вирішення. Тому стратегія потребує ретельного вивчення та тестування системи управління мережею синхронізації, постачальник якої декларує універсальну сумісність.

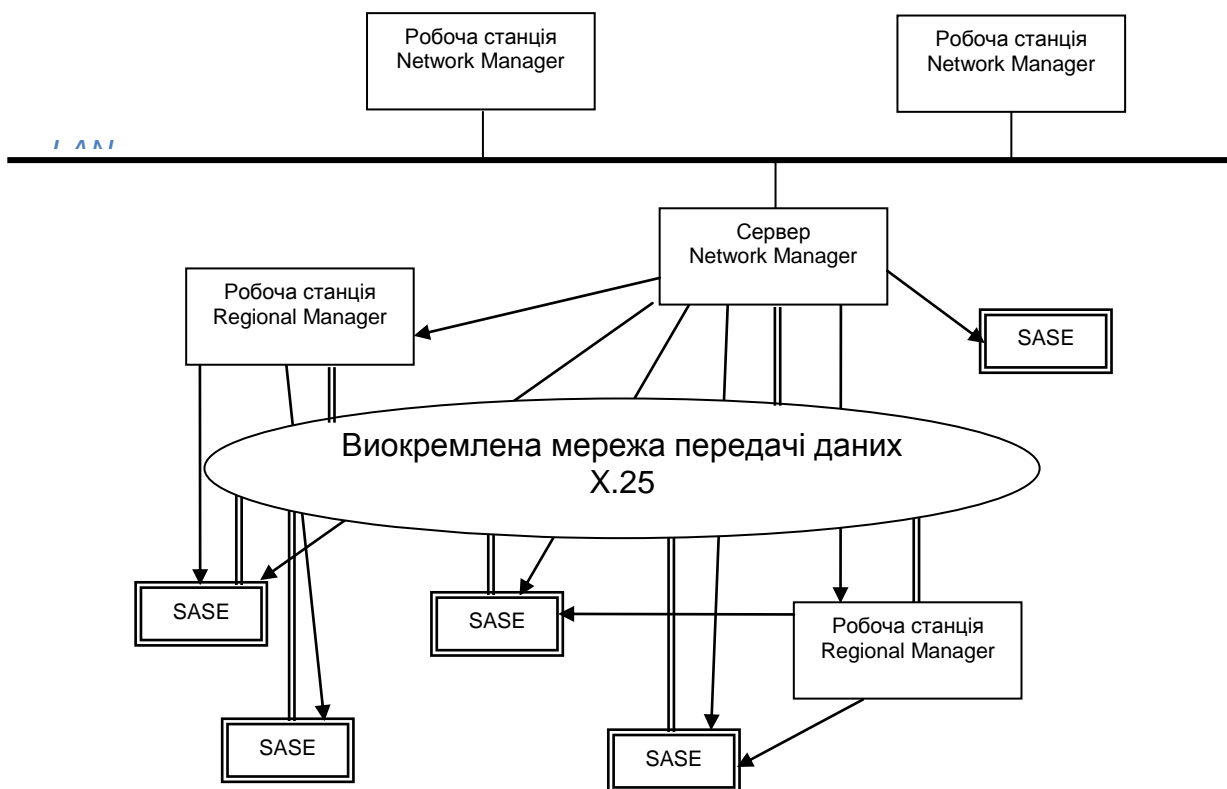


Рисунок 11.26 – Система управління мережі синхронізації

ВАТ "Укртелеком" має дотримуватись стратегії з таких причин:

- кінцевий виконавчий механізм системи управління мережею синхронізації

міститься в SASE;

- 80 % SASE, яких встановлено на первинній мережі – це обладнання світового рівня від компанії Oscilloquartz;
- SASE такого класу виробляють дві-три компанії в світі та постачають приблизно за однією ціною;
- застосування SASE одного типу разом з притаманною йому системою управління зменшує вартість обслуговування (гарантійного, тощо) та розширення мережі синхронізації;
- витрати на альтернативне програмне забезпечення, його розширення, доробку та супроводження мають тенденцію до необмеженого збільшення.

11.6.4 Рекомендації щодо метрологічного забезпечення

До 90 % трудомісткості технічного обслуговування та експлуатації мережі синхронізації – це є вимірювання каналів та стиків синхронізації, їх атестування, тощо. Для цього Дирекція первинної мережі ВАТ "Укртелеком" має придбати не менш двох спеціалізованих вимірювальних приладів.

Результати атестування стиків синхронізації мають бути узгодженими з центром сертифікаційних випробувань "УНДІЗ" та з базовою організацією метрологічної служби ДКЗІУ в УНДІЗ.

Відповідно Закону України про метрологію та метрологічну діяльність Дирекція первинної мережі ВАТ "Укртелеком" має право проводити атестування стандартів частоти (PRS), які є складовою частиною PRC, з залученням акредитованих на відповідну діяльність підрозділів Держстандарту або іншого підпорядкування.

11.6.5 Рекомендації щодо вибору пристроїв синхронізації

На первинній мережі ВАТ "Укртелеком" встановлено LPR-PRC-DCD-521 за неповною комплектацією. Важливою обставиною є те, що сигнал синхронізації від нього надходить на первинну мережу через SASE типу OSA 5548.

На основі огляду пристроїв синхронізації та з причин, на які вказано в пункті, для первинної мережі ВАТ "Укртелеком" уніфікація обладнання SASE є обов'язковою.

За сучасним станом технології пристроїв синхронізації розширення застосування "класичних PRC" (див. розділ 11.4.4.2) не є доцільним з таких причин:

- 1) основне функціональне навантаження на сучасних мережах синхронізації полягає на SASE – це є найпоширеніший клас пристроїв синхронізації;
- 2) у порівнянні з SASE технологіям PRS притаманна низька надійність;
- 3) підсистема управління та технічної експлуатації SASE – це є кінцевий виконавчий механізм системи управління мережею синхронізації;

- 4) є розвинений ринок різноманітних PRS (див. розділи 11.4.4.2);
- 5) родина пристроїв синхронізації SSU компанії Oscilloquartz є обладнаною різноманітними вхідними стиками, такими що є притаманними для стандартів частоти, тощо (див. розділ 11.4.4.3 та 11.4.4.4).

За принципом незалежності від стану СРНС, але з використанням навігаційних сигналів СРНС для рівномірного поліпшення точності та стабільності сигналів синхронізації. Дирекція первинної мережі ВАТ "Укртелеком" має дотримуватись гнучкої стратегії розвитку мережі синхронізації з врахуванням історичних та економічних факторів. Основними напрямками цієї стратегії є такі.

В перспективі всі SASE, які встановлюватимуться для розвитку мережі синхронізації мають належати до родини пристроїв синхронізації SSU компанії Oscilloquartz (див. розділ 11.4.4.4). Це спрощуватиме її технічне обслуговування та експлуатацію та сприятиме створенню системи управління мережею синхронізації з мінімальними витратами;

Замість застосування коштовних "класичних PRC" розвиток мережі синхронізації має бути оснований на "доробці" SASE виокремленими PRS, технологію яких (GPS/ГЛОНАСС+ОСХО або КСЧ+ОСХО) має бути вибрано за генеральним планом мережі синхронізації.

Контрольні запитання

1. Чому необхідна тактова синхронізація?
- Перелікуйте типи синхронізації в електрозв'язку
3. Поясніть необхідність СТС для мережі СЦІ.
4. Назовіть режими синхронізації мережі.
5. Які є методи синхронізації мережі?
6. Елементи мережі тактової синхронізації.
7. Викласти технічні вимоги до PRC.
8. Технічні вимоги до виокремлених ведених пристроїв синхронізації (SASE, SSU).
9. Технічні вимоги до вбудованих ведених пристроїв синхронізації (SEC).
10. Принципи використання навігаційних повідомлень GPS/ГЛОНАСС для синхронізації мережі ВАТ "Укртелеком."
11. Вимірювальне обладнання та пристроїв синхронізації.
12. Огляд вимірювального обладнання .
13. Огляд пристроїв синхронізації.
14. "Класичні" PRC.
15. Первинні джерела синхронізації (PRS) на основі квантових стандартів частоти.

16. PRS на основі приймачів GPS/ГЛОНАСС.
17. Сім'я пристроїв синхронізації PRS/SSU компанії Oscillogurtz.
18. Виокремлений пристрій синхронізації OSA 5548 SASE.
19. Компактний пристрій синхронізації OSA 5542B СТО .
20. Пристрій синхронізації OSA 5581C GPS-SR.
21. Вбудований пристрій синхронізації OSA 4510 GPS-SM.
22. Вбудований пристрій синхронізації OSA 453xGPS-SB.
23. Системи управління мережею тактової синхронізації.
24. Основні загальні функції управління системою тактової синхронізації
25. Огляд систем управління мережею синхронізації.
26. Проблеми створення системи контролю та управління мережею синхронізації.
27. Структурні схеми мережі синхронізації та рекомендацій для застосування на мережі України.
28. Варіанти архітектури мережі синхронізації СЦІ України.
29. Структурна схема мережі синхронізації.
30. Рекомендації щодо системи моніторингу та управління мережею синхронізації.
31. Рекомендації щодо метрологічного забезпечення.
32. Рекомендації щодо вибору пристроїв синхронізації.
33. Синхронна тактова синхронізація та її впровадження на первинні мережі України.

Список рекомендованої літератури

1. Стеклов В.К., Кільчицький Є.В. Основи управління мережами та послугами телекомунікацій – К.: Техніка, 2002.-438с.
2. Бірюков М.Л., Вакась В.І., Лук'яненко М.В., Савчук О.В. Проблеми синхронізації мереж зв'язку в Україні // Зв'язок. – 2001. - №4 – С. 10-14
3. РТМ по построению тактовой сетевой синхронизации на цифровой сети связи российской федерации – ЦНИИС. Москва, 1995г.
4. Савчук О.В., Черняк І.П. Становлення нормативної бази з синхронізації мереж: перші кроки // Вісник УБЕНТЗ – 2002. - №1 – С. 57-60
5. Стефано Брени Синхронизация цифровых сетей связи: Пер.с англ. – М.: Мир, 2003. – 456 ст.
6. Алексеев Ю.А., Бирюков В.А., Колтунов М.Н. Комплекс аппаратуры синхронизации цифровой сети // Электросвязь – 1991. - №11 – С. 20-22.
7. Алексеев Ю.А., Колтунов М.Н. Построение тактовой синхронизации на цифровой сети. Матеріали доповідей Ювілейної міжнародної науково-

- практичної конференції 15-18 грудня 1998 р., м. Київ.: Знання 1999 – С. 77-80.
8. Леготин Н.Н. Аппаратура для измерения параметров тактовой сетевой синхронизации. Матеріали доповідей Ювілейної міжнародної науково-практичної конференції 15-18 грудня 1998 р., м. Київ.: Знання 1999 – С. 81-84.
 9. Бондаренко В.Г. Керівний технічний матеріал (КТМ) по застосуванню систем апаратури синхронізації цифрової ієрархії на мережі зв'язку України. ДКЗІ, ДПМ Укртелеком. – К.: 1999 р., 82 ст.
 10. В.Г. Бондаренко, “Необхідність системи сіткової синхронізації для перспективної цифрової мережі України” // III-я Международная конференция по электросвязи, телевизионному и звуковому вещанию, Укртелеком – 97.
 11. Хиленко В.В., Копийка О.В., Суворова А.В., Бирюков Н.Л. Архитектура сетей синхронизации: эволюция представлений о синхронизации сетей // Зв'язок. – 2003. - №4 – С.7-12.
 12. СТП 001.012.02 ВАТ “Укртелеком”. – К.: 2003 р., 60 ст
 13. Алексеев Ю.А., Коновалов Г.В. Взаимодействие систем тактовой сетевой синхронизации России и Украины на сетях святы общего пользования // Вісник УБЕНТЗ. – 2002. - №1. – С. 70-73.
 14. Гаврилов Е.Н., Колтунов М.Н., Леготин Н.Н., Нормативная база для создания и аудита системы тактовой сетевой синхронизации // Вісник УБЕНТЗ. – 2003. - №1. – С. 101-108.
 15. Леготин Н.Н, Измерение параметров тактовой сетевой синхронизации на цифровой сети. Матеріали доповідей Ювілейної міжнародної науково-практичної конференції 15-17 березня 2000 р., м. Київ.: Знання 2000 – С. 59-62.
 16. Савчук О.В., Гніденко І.І. Варіанти розгортання первинних пристроїв синхронізації на мережі Укртелекому. Матеріали доповідей Ювілейної міжнародної науково-практичної конференції 15-17 березня 2000 р., м. Київ.: Знання 2000 – С. 53-56.
 17. Суворова Н.В., Сиволюцький А.І. Синхронізація цифрової мережі ВАТ “Укртелеком”. // Вісник УБЕНТЗ. – 2003. - №1. – С. 164-166.
 18. Гніденко І.І., Каленик І.Ю., Костик Б.Я. Функціональний підхід до оцінки надійності системи управління мережею синхронізації національного оператора. // Вісник УБЕНТЗ. – 2003. - №1. – С. 154-158.
 19. Концепція розвитку зв'язку України до 2010 року. – К.:Держкомзв'язок, 1999. – С. 24.
 20. ITU-T Recommendations G.803 (03/00). Architecture of transport networks based on the synchronous digital hierarchy (SDH) (Рекомендація ITU-T G.803 (03/00). Архітектура транспортної мережі на основі обладнання синхронної цифрової ієрархії (СЦІ).

21. . Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем та мереж зв'язку. Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком "Телекомунікації" з дисципліни ,ТЕСЗ,-К ДУІКТ 2012 р 847с
22. ITU-T Recommendations G.810 (08/96). Definitions and terminology for synchronization networks (Рекомендація ITU-T G.810 (08/96). Терміни та визначення з синхронізації мереж).
23. ITU-T Recommendations G.811 (07/97). Timing characteristics of primary reference clocks (Рекомендація ITU-T G.811 (07/97). Характеристики первинних пристроїв синхронізації).
24. ITU-T Recommendations G.812 (06/98). Timing requirements at the outputs of slave clocks suitable for use as node clocks in synchronous networks (Рекомендація ITU-T G.812 (06/98). Вимоги до сигналів на виходах ведених пристроїв синхронізації, що є придатними для використання на вузлах синхронної мережі).
25. ITU-T Recommendations G.813 (08/96). Timing characteristics of SDH equipment slave clocks (SEC) (Рекомендація ITU-T G.813 (08/96). Характеристики ведених пристроїв синхронізації (SEC), що входять до складу обладнання СЦІ).
26. ITU-R Recommendations G.810 (1995). Use of GPS and ГЛОНАСС for High-Accuracy Time Transfer (Рекомендація ITU-R G.810 (1995). Використання GPS та ГЛОНАСС для розповсюдження сигналів часу високої точності).
27. Бондаренко В.Г., Охрущак Д.В., Бондаренко В.А. Опыт внедрения сетевой синхронизации на первичной сети ОАО «Укртелеком» // Зв'язок. – 2004. - №7 – С.18-22.
28. Бірюков М.Л., Стеклов В.К., Костік Б.Я. Транспортні мережі телекомунікацій: .Системи мультиплексування. За редакцією д-ра техн. наук, проф. В.К. Стеклова. -К: Техніка, 2005-312с.

12 Сучасні поняття про надійність первинної мережі ЄНСЗУ

12.1 Основні поняття та принципи нормування

Один із основних напрямків у вирішенні проблеми забезпечення стійкості мереж зв'язку - розробка системи критерії працездатності і показників, які характеризують стійкість мереж зв'язку, які пов'язані з вимогами споживачів, та об'єктивно відображають стан мережі в цілому і окремих її елементів. Як відомо, стійкість мережі зв'язку обумовлена її надійністю і життєздатністю. В цій роботі пропонуються основні принципи вирішення даної проблеми стосовно до надійності первинної мережі єдиної національної системи зв'язку України (ЄНСЗУ)[1].

В сучасних економічних умовах проблема надійності мережі зв'язку стає все більш актуальною, тому що безпосередньо впливає на економічні показники як підприємств зв'язку, так і усіх тих, хто користується їх послугами. Відмова в наданні послуг через непрацездатність технічних засобів - це упущений прибуток, а в окремих випадках і прямі збитки через пред'явлені користувачем штрафні санкції. За оцінками деяких закордонних фахівців, збитки користувачів від розривів зв'язку становлять від тисяч до десятків тисяч доларів за годину, а в фінансовому секторі вони можуть досягати мільйонів доларів за годину.

Невипадково в Рекомендації E.862 "Планування надійності мереж зв'язку" відзначається, що при плануванні, проектуванні, експлуатації та технічному обслуговуванні мереж зв'язку необхідно враховувати економічні збитки через ненадійність, які несуть як адміністрації зв'язку, так і користувачі [1].

В попередні роки надійності засобів зв'язку в нашій країні не приділялась суттєва увага. Основною турботою було забезпечення зв'язку вищого партійно-державного апарату і силових міністерств та відомств. Інтереси народногосподарських, а тим більше індивідуальних користувачів враховувались недостатньо. Склалося абсурдне становище, коли установлені норми по надійності були під грифом "секретно", що робило їх недоступними для широкого кола користувачів.

Крім цього, нормування надійності в галузі зв'язку недостатньо узгоджувалось з діяльністю міжнародних організацій, зокрема МККТТ (зараз МСЕ). Необхідність підтримки зв'язків з державами ближнього зарубіжжя, поява в нашій країні великої кількості представництв іноземних фірм і спільних підприємств потребує узгодження вітчизняних нормативних документів з міжнародними, а в окремих випадках - використання як

нормативних документів міжнародних стандартів, правил, норм і рекомендацій.

Основні поняття та визначення. Відомо, що надійність визначається як властивість зберігати в часі у певних межах значення усіх параметрів, що характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах і умовах використання, технічного обслуговування, зберігання і

транспортування.

Первинна мережа представляє собою сукупність типових фізичних кіл, типових каналів передачі і мережевих трактів, створену на основі мережевих вузлів (станцій), кінцевих пристроїв і ліній передачі, що з'єднують їх. Її призначенням є не передача безпосередньо інформації, а забезпечення вторинних мереж та інших користувачів каналами і трактами. З урахуванням приведених вище визначень "первинна мережа" і "надійність" доцільно сформулювати визначення:

Надійність первинної мережі - властивість первинної мережі зберігати в часі в установлених межах значення усіх параметрів типових фізичних кіл, типових каналів передачі і мережевих трактів, що характеризують їх здатність до передачі сигналів електров'язку в заданих режимах і умовах застосування і технічного обслуговування[2].

Вибір показників надійності. Виходячи з того, що первинна мережа є надзвичайно складною технічною системою, яка створює велику кількість каналів і трактів, розподіл усіх можливих її станів на працездатні та непрацездатні зробити неможливо. Подібні системи в Теорії надійності прийнято відносити до складних систем виду II [2], тому такі поняття як "готовність" та "безвідмовність" для них неприпустимі. Ці та цілий ряд інших понять і показників надійності треба використовувати тільки для каналів і трактів первинної мережі [1.3].

Оскільки первинна мережа відноситься до технічного об'єкту виду II, то основним показником її надійності може бути тільки узагальнений комплексний показник - коефіцієнт зберігання ефективності [1,2,3], який характеризує надійність усієї мережі в цілому чи окремих, достатньо великих, фрагментів. Коефіцієнт зберігання ефективності мережі мало що говорить споживачу про її властивість, тому його нормування недоцільно. Але він дуже корисний для порівняння між собою різних варіантів розвитку мережі чи різних її регіонів. Приклад використання цього показника для внутрішньозонових первинних мереж розглянуто в [12].

Канали і тракти відносяться до відновлюваних об'єктів, тому для них краще нормувати комплексний показник надійності - коефіцієнт готовності K_r [1]. Це узгоджується з рекомендаціями МСЕ і Міжнародної електротехнічної КОМІСІ (МЕК), які Віщляють готовність як основну властивість, що обумовлює надійність.

Безвідмовність каналів передачі безпосередньо впливає на якість обслуговування вторинних мереж зв'язку і для відновлюваних об'єктів характеризується таким показником, як середня наробка на відмову. Рекомендація МСЕ G.602 стверджує, що немає необхідності в окремому нормуванні безвідмовності, бо нормується готовність, яка залежить від безвідмовності. З цим неможливо не погодитися. Значення K_r залежить не від самого значення наробки на відмову T_0 і середнього часу відновлення T_B , а тільки від їх співвідношення:

$$K_r = T_0 / (T_0 + T_B) = 1 / (1 + T_B / T_0). \quad (12.1)$$

Тому одне і те ж значення K_r може бути одержано при різних значеннях T_0 , в тому числі і досить низьких.

Зауважимо, що в російському перекладі Рекомендації G.602 англійський термін "reliability" помилково перекладений як "надійність", а не "безвідмовність", чим був суттєво спотворений зміст деяких положень. Це пов'язано з тим, що в міжнародних документах поняття надійності в широкому значенні і відповідний термін (dependability) з'явилися тільки з середини 80-х років, а до цього використовувалось поняття надійності у вузькому значенні (reliability), яке відповідає тільки безвідмовності.

Таким чином, основними показниками надійності каналів і трактів первинної мережі доцільно вважати коефіцієнт готовності і наробку на відмову [1,2]. На основі цих показників і можуть бути розраховані усі важливі показники надійності напрямків зв'язку.

Критерії відмови. Формулювання критеріїв відмов каналів і трактів, утворених аналоговими та цифровими системами передачі, даються окремо. Критерії відмови для кабельних аналогових систем передачі встановлюється Рекомендацією МСЕ G.602. Відповідно до неї відмовою системи вважаються випадки, коли має місце : 1) повна втрата сигналу ; 2) зниження рівня контрольної частоти на 10 дБ нижче номінального ; 3) перевищення сумарної незваженої потужності шуму (виміряного чи обчисленого з часом інтеграції 5 мс) значення 1 млн. пВт на умовній еталонній мережі довжиною 2500 км. При цьому кожний з описаних випадків повинен тривати не менш ніж 10 с [1].

В нашій країні відмовою вважається зниження рівня двох і більше контрольних частот на 18 дБ протягом 300 мс (АСП). Але через зазначені у вступі причини доцільно перейти до міжнародного критерію.

Для цифрових систем передачі може бути використано визначення часу неготовності, надане в Рекомендації G.821. Відповідно до нього відмовою системи вважаються випадки, коли коефіцієнт помилок по бітах в кожному секунду перевищує $1 \cdot 10^{-3}$ протягом десяти наступних одна за одною секунд.

Критерії відмови обумовлений часовим порогом $t_{\text{ВІДМ}} = 10$ с, що може викликати певні труднощі, зокрема, відомі аналітичні формули для розрахунку надійності резервованих систем [2] призводять в цьому випадку до помилки, тим більшої, чим більше величина $t_{\text{ВІДМ}}$. Проте і при $t_{\text{ВІДМ}} > 0$ також можливе одержання точних формул для розрахунку основних показників надійності.

Норми надійності. Відповідно до Рекомендації G.602 для умовної еталонної мережі довжиною 2500 км кабельної аналогової системи передачі $K_r > 0,996$. При цьому беруться до уваги усі відмови (апаратури перетворення, спряження, лінійного тракту, ліній передачі, пристроїв електроживлення). Для досягнення цієї величини може знадобитися відповідне переключення на резерв. За період спостереження для оцінки K_r береться один рік.

Враховуючи, що користувачу байдуже, які технічні засоби використовуються для організації каналів і трактів, які йому надаються, таку ж норму ($K_r > 0,996$) треба розповсюдити не тільки на кабельні аналогові системи передачі,

а також і на інші системи.

Як вже зазначалось вище, в Рекомендації G.602 заперечується необхідність нормування безвідмовності і не формулюється ніяких вимог до неї. Але наявність часового порогу для критерію відмови $t_{зів} 10$ с неминуче тягне певні обмеження на середню наробку на відмову. Дійсно, оскільки T_v не може бути менше ніж часовий поріг критерію відмови (тобто $T_v > t_v$), при виконанні умови $K_r > K_{гн}$. (де $K_{гн}$ - нормоване значення коефіцієнта готовності) нижня межа для середньої наробки на відмову визначається як :

$$T_{0cp} > t_{від} / (1 - K_{гн}). \quad (12.1')$$

При $K_{гн} = 0,996$ і $C_{В1ДМ} = 10$ с отримаємо $T_0 > 41,7$ хв. Таке значення T_0 не може задовольняти. Це ще раз підтверджує необхідність окремого нормування безвідмовностей. Далі норми для T_0 повинні бути встановлені з врахуванням вимог до каналів і трактів первинної мереж: з боку вторинних мереж та інших споживачів.

Економіко-правові аспекти нормування надійності. Нормування надійності має сенс тільки тоді, коли здійснюється належний контроль за дотриманням установлених норм і передбачена відповідальність за їх порушення. Розрізняють юридичну і моральну відповідальність постачальника.

Моральна відповідальність полягає у втраті престижу постачальника і попиту на його продукцію чи послуг у випадках їх неналежної якості, добре зарекомендувала себе в країнах з розвинутим конкурентним ринком, активними засобами масової інформації і організаціями споживачів. Але в умовах нашої країни нема надії на те, що цей вид відповідальності в близькому майбутньому примусить постачальника турбуватися про якість своєї продукції чи послуг. Тому треба звернути найсерйознішу увагу на розробку механізмів юридичної відповідальності постачальника.

Юридична відповідальність у відповідності з розділами законодавства поділяється на карну, адміністративну і майнову (за цивільним законодавством). Взаємовідношення між постачальником і споживачем належать до області цивільного законодавства.

Вимоги до надійності каналів і трактів повинні стати невід'ємною частиною будь-якого договору на їх оренду. Викладені тут рекомендації щодо нормування надійності можна використовувати як типові, але в кожному конкретному випадку можливий і відступ від них. При цьому у випадку підвищення вимог до надійності орендна плата повинна підвищуватися, а при їх зниженні - знижуватися.

В будь-якому випадку крім вимог до надійності в договорі повинні бути зумовлені механізми контролю за їх виконанням і матеріальна відповідальність постачальника за їх невиконання. Рекомендації щодо проведення подібних процедур приведені нижче.

Окрім цього, враховуючи, що в сучасних умовах нашої країни постачальники каналів зв'язку є, як правило, монополістами, держава повинна взяти

споживачів під свій захист. Таке становище відповідає законодавчій практиці більшості розвинутих країн. Повинні бути вжиті спеціальні антимонопольні заходи, згідно з якими монополісти - власники частки ринку, що перевищує відповідний відсоток від його загального обсягу, повинні підпадати під "прес" держави. Цей "прес" захисту прав споживачів повинен включати обмеження цін, встановлення обов'язкових вимог до рівня якості і державний контроль за дотриманням рівня якості.

В галузі зв'язку таке становище цілком виправдано, бо надійний зв'язок життєво необхідний для вирішення завдань державного управління, забезпечення обороноздатності і безпеки країни, отже державні органи мусять здійснювати контроль за засобами зв'язку. При розподілі підприємств-монополістів на незалежні підприємства чи з появою нових постачальників у випадках, коли доля продукції чи послуг кожного постачальника на ринку стає меншою ніж установлений антимонопольний рівень, підприємства частково виходять з-під контролю держави, який зберігається тільки там, де споживачами є державні органи.

В будь-яких випадках постачальник повинен гарантувати дотримання установлених в нормативних документах чи в договорі вимог до надійності. При цьому постачальник повинен бути готовий довести це з необхідністю ймовірністю, інакше він повинен нести майнову відповідальність.

Можна рекомендувати такий порядок визначення відповідності вимогам надійності [1].

Встановлюється взаємоузгоджений період аналізу (місяць, квартал, рік) T_a . Оскільки за даними експлуатації оцінка коефіцієнта готовності може бути представлена формулою $K_{Г. сум.} = (T_a - T_{п. сум.}) / T_a$, де $T_{п. сум.}$ - сумарний час спостереження простою за період аналізу; виходячи з нормативного значення $K_{Г.н.}$ визначається допустимий сумарний час простою за цей період $T_{д.п.} = T_a (1 - K_{Г.н.})$.

У відповідності з принципами використання теорії перевірки статистичних гіпотез для контролю надійності [1] можливо вибрати порогове значення $K_{Г} < K_{Г.и.}$. При цьому якщо за період T_a $K_{Г. сум.} < K_{Г.и.}$, то з достатньою вірогідністю $1 - \alpha$ (α - ризик постачальника) не виконується вимога до значення $K_{Г.и.}$, тобто $K_{Г. сум.} < K_{Г.н.}$. Якщо вийти із порогового значення коефіцієнта готовності то можна знайти відповідне порогове значення сумарного часу простою $T_{п.} = T_a (1 - K_{Г.и.})$.

При $T_{п. сум.} \leq T_{п.}$, ніяких наслідків не настає, але якщо $T_{п. сум.} > T_{п.}$, то залишок $T_{п. сум.} - T_{п.}$, не підлягає оплаті, тобто орендна г тата за цей час не стягується. Якщо $T_{п. сум.} > T_{п.}$, то постачальник несе матеріальну відповідальність за невиконання вимог до коефіцієнта готовності, сплачує споживачу за неустойку, і плата тим більша, чим більша різниця між $T_{п. сум.}$ і $T_{п.}$.

Таким же чином, виходячи з нормативного значення середньої наробки на відмову, можливо визначити порогове число вимов. При цьому, якщо спостережене число відмов за період аналізу є більше порогового, то з вірогідністю $1 - \alpha$ дійсне значення середньої наробки на відмову менше нормативного. В цьому випадку постачальник несе матеріальну

відповідальність за невиконання вимог до середньої наробки на відмову, сплачує споживачу неустойку, тим більшу, чим більше різниця між спостереженням і пороговим числом відмов.

Таким чином: нормування надійності первинної мережі ВМЗУ повинно здійснюватися шляхом встановлення норм на канали і тракти, які організуються на її основі. При цьому треба використовувати установлені в рекомендаціях МСЕ критерії відмови.

За нормовані показники надійності каналів і трактів доцільно прийняти коефіцієнт готовності

12.2. Проектування та розрахунок ВОСП за критерієм надійності

Вихідними даними для проектування ВОСП є:

- схема організації зв'язку;
- технічні характеристики на апаратуру;
- протяжність ділянок регенерації;
- необхідна пропускна здатність (лінії передачі) в тому числі і на перспективу;
- необхідні показники надійності ВОСП.

На першому етапі проектування рекомендується виконання вимог технічної експлуатації для різних схем організації зв'язку, для чого може виникнути необхідність:

- визначення складу обладнання;
- розрахунок довжин регенераційних ділянок;
- розрахунок та проектування показників надійності;
- оцінка економічної ефективності заходів по підвищенню надійності;
- розрахунок запасних пристроїв (ЗП) та їх розподіл;
- оцінка техніко-економічної ефективності реалізації варіантів проекту.

При проектуванні ВОСП з метою підвищення надійності, зменшення експлуатаційних та капітальних витрат, пов'язаних з розвитком на перспективу, рекомендується орієнтуватися на:

- використання оптичного кабелю (ОК) тільки з одномодовими оптичними волокнами (ОВ) навіть на ділянках мережі з малою пропускною здатністю;
- застосування ОК з резервними ОВ;
- застосування більш високошвидкісної апаратури лінійного тракту в порівнянні з вихідними даними в частині необхідної пропускної здатності.
- ВОСП із спектральним розподілом.

Також, при проектуванні ВОСП рекомендується організувати однопролітні ВОЛП на місцевих первинних мережах; однопролітні ділянки ВОЛП між двома сусідніми мереженими вузлами на внутрішньо зонних та магістральних первинних мережах, застосовуючи для цього, при необхідності, оптичні підсилювачі (ОП). Використовувати гнучке ущільнення інформації в залежності від призначення та можливостей: часового, спектрального та просторового способів.

Можливість застосування оптичних підсилювачів у складі апаратури кінцевого лінійного тракту дозволило уникнути проблем з електроживленням

не обслуговуючого регенераційного пункту (НРП) ВОСП. З досвіду впровадження перших поколінь високошвидкісних ВОСП СЦІ, доцільно також по можливості уникати побудови НРП при проектуванні ВОСП у зв'язку з необхідністю його охорони від несанкціонованого доступу.

При проектуванні мереж зв'язку на перспективу (за пропускною здатністю) весь період розвитку розбивається на окремі етапи розрахункових періодів розвитку. Оптимізація складу технічного обладнання здійснюється за результатами аналізу ефективності витрат на кожному з цих етапів з врахуванням фактору часу.

Можливості ОК забезпечують при побудові ВОСП великий запас пропускної здатності, що дозволяє виключити в процесі оптимізації мережі зв'язку облік великих періодів розвитку. Тобто, при проектуванні мережі зв'язку на період розвитку вибирається ОК з таким типом оптичних волокон, який зможе забезпечити найбільшу пропускну здатність ВОСП до кінця проектного періоду розвитку.

Для ВОСП СЦІ висуваються вимоги до приймально-передаючої апаратури по забезпеченню можливості використання обладнання різних виробників в межах одної регенераційної ділянки (поперечна суміжність), що призвело до необхідності специфікації параметрів оптичного стику.

Вимоги по забезпеченню поперечної суміжності для ВОСП СЦІ передбачають визначений допуск на розбіжність величин окремих параметрів оптичного стику. Тому, у випадках використання в межах одної ділянки регенерації обладнання одного виробника при проектуванні може виникнути невинуватий системний запас, тобто проектуючи протяжність ділянки буде суттєво нижча, ніж можуть дозволити можливості проектного обладнання.

Особливістю при проектуванні ВОСП СЦІ є також необхідність забезпечення робочого діапазону довжин хвиль передавача. Це пов'язано з виконанням умови при якій довжина ділянки регенерації за загасаанням, яка досягається при відповідних значеннях рівня потужності на передачі, чутливості приймача та сумарного затухання потужності оптичного випромінювача в лінії, не обмежувалися довжиною ділянки регенерації за широкосмуговістю. У свою чергу широкосмуговість досягається при відповідних значеннях швидкостей передавання, дисперсії оптичного волокна та ширини спектру випромінювання передавача.

Іншою відмінністю ВОСП СЦІ є те, що в результаті постійного довершення засобів волоконної та інтегральної оптики, оптоелектронної технології, виробники пропонують для реалізації системи оптичних підсилювачів та системи спектрального розподілу каналів, які суттєво розширюють можливості використання обладнання на мережі.

На сьогодні розроблено та серійно випускаються підсилювачі трьох типів та апаратура лінійного тракту з вбудованими оптичними підсилювачами.

При проектуванні багатоканальних ВОСП з високою пропускнуою здатністю та великою протяжністю необхідно враховувати додаткові фактори, які обмежують довжину ділянки регенерації, та врахування яких призводить до іншого підходу у виборі довжин хвиль та типів оптичних кабелів.

Важливою особливістю при проектування ВОСП СЦІ є необхідна величина комплексного показника надійності K_r , тобто необхідна якість функціонування мережі в процесі експлуатації. Це обумовлено більш жорсткими діючими нормами на параметри цифрових каналів та трактів, які організуються на сучасних засобах зв'язку та потенційно великою пропускнуою здатністю транспортної системи, яка організовується на основі ВОСП СЦІ.

При проектуванні ВОСП висувають наступні вимоги до надійності:

- коефіцієнт готовності – K_r ;
- строк служби;
- середній час відновлення – T_v .

При проектуванні повинна проводитись оцінка показників надійності на відповідність вимогам за надійністю, які задаються в технічних вимогах, шляхом побудови структурної схеми надійності ВОСП та розрахунку коефіцієнта готовності та середнього часу відновлення з урахуванням резервування за вихідними даними про надійність складових частин обладнання отриманих від постачальника.

При проектуванні ВОСП в технічних вимогах повинні бути визначенні вимоги щодо організації технічного обслуговування, ремонту та способів відновлення апаратури ВОСП.

Повинні бути встановленні та записані в контракті на поставку обладнання умови післягарантійного обслуговування та ремонту апаратури на протязі строку служби. Необхідне проведення техніко-економічного обґрунтування варіантів післягарантійного обслуговування та ремонту загальної кількості апаратури, яке передбачене контрактом.

При проектуванні повинен бути проведений вибір системи забезпечення відновлення апаратури, для чого:

- проводиться розрахунок кількості зон обслуговування ЗІП апаратури ВОСП для заданого T_v та місць розміщення ЗІП;
- склад ЗІП визначається для кожної зони обслуговування за вихідними даними, які повинні бути надані постачальником: склад обладнання, розрахункові показники безвідмовності плат та блоків обладнання, період поповнення запасних частин, вартість плат та блоків обладнання при постачанні ЗІП.

Характерним для сучасних ВОСП є великий об'єм передаючого трафіка, тобто великий об'єм втрат у випадку його простою, та велика протяжність

між сусідніми пунктами ліній передачі, тобто збільшується час під'їзду для усунення несправностей.

Задача забезпечення необхідної якості функціонування ВОСП може бути вирішена за рахунок збільшення T_0 – середнього часу напрацювання на відмову, різними методами резервування та/або за рахунок зменшення T_B – середнього часу відновлення оптимізацій рішень шляхом організації технічної експлуатації вже на етапі проектування ВОСП.

При вирішенні задач оптимізації за критерієм надійності краще використовувати вираз для коефіцієнту простою , тоді:

$$K_n = 1 - K_r = \frac{T_B}{T_0 + T_B} = \frac{\lambda T_B}{1 + \lambda T_B}, \quad (12.2)$$

де $\lambda = 1/T_0$ - інтенсивність дійсних відмов для періоду нормальної експлуатації.

У сучасних ВОСП з метою підвищення надійності використовується структурне резервування на окремих блоках апаратури та ділянках ліній передавання (мультиплексорних секціях). При цьому може застосовуватися загальне резервування або роздільне резервування.

При загальному резервуванні об'єкту технічної експлуатації за схемою резервування 1:n, коефіцієнт простою $K_{пр}$, без врахування інтенсивності відмов пристроїв переключення на резерв, визначається як:

$$K_{пр} \approx K_n^n, \quad (12.3)$$

При проектуванні високошвидкісних ВОСП довжина ділянки регенерації за затуханням (L_α) та довжина ділянки регенерації за широкосмуговістю (L_B) розраховуються окремо, оскільки причини, які обмежують граничні значення L_α і L_B незалежні.

В загальному випадку необхідно розрахувати дві величини довжини ділянки регенерації за загасанням:

$L_{\alpha \text{ макс}}$ – максимальна проектована довжина ділянки регенерації;

$L_{\alpha \text{ мін}}$ – мінімальна проектована довжина ділянки регенерації.

Для оцінки величини довжини ділянки регенерації можуть використовуватися наступні вирази:

$$L_{\alpha \text{ макс}} < \frac{A_{\text{макс}} - M_\alpha - n \times \alpha_{рз}}{\alpha_{ок} + \alpha_{нз} / L_{\text{буд}}}, \quad (12.4)$$

$$L_{\alpha \text{ мін}} > \frac{A_{\text{мін}}}{\alpha_{ок} + \alpha_{нз} / L_{\text{буд}}}, \quad (12.5)$$

$$L_B = \frac{4,4 \times 10^5}{\sigma \times \Delta\lambda \times B}, \quad (12.6)$$

де $A_{\text{макс}}$, $A_{\text{мін}}$ (дБ) – максимальне та мінімальне значення перекриваючого затухання апаратури ВОСП, яке забезпечує до кінця строку служби значення коефіцієнту помилок не більш 1×10^{-10} ;

$\alpha_{\text{ок}}$ (дБ/км) – кілометричне затухання в оптичних волокнах кабелю;

$\alpha_{\text{нз}}$ (дБ) – середнє значення затухання потужності оптичного випромінювання нероз'ємного оптичного з'єднувача на стику між будівельними довжинами кабелю на ділянці регенерації;

$L_{\text{буд}}$ (км) – середнє значення будівельної довжини кабелю на ділянці регенерації;

$A_{\text{рз}}$ - затухання потужності оптичного випромінювання роз'ємного оптичного з'єднувача;

n – число роз'ємних оптичних з'єднувачів на ділянці регенерації;

σ (пс/нм x км) – сумарна дисперсія одномодового оптичного волокна;

$\Delta\lambda$ (нм) – ширина спектра джерела випромінювання;

B (МГц) – широкосмуговість цифрових сигналів, які передаються по оптичному тракту;

M_{α} (дБ) – системний запас ВОЛП по кабелю на ділянці регенерації.

Якщо за результатами розрахунків отримано: $L_B < L_{\alpha \text{ макс}}$, то для проектування необхідно вибирати апаратуру або кабель з іншими технічними даними ($\Delta\lambda$, σ), які забезпечують великий запас за широкосмуговістю на ділянці регенерації. Розрахунок повинен бути проведений знову. Критерієм кінцевого вибору апаратури або кабелю буде виконання співвідношення:

$$L_B \gg L_{\alpha \text{ макс}}$$

з врахуванням необхідної пропускної здатності ВОСП на перспективу розвитку.

Максимальне значення перекриваючого затухання ($A_{\text{макс}}$) визначається як різниця між рівнем потужності оптичного випромінювання на передачі та рівнем чутливості приймача для ВОСП на базі ЦСП ПЦІ. Мінімальне значення перекриваючого затухання ($A_{\text{мін}}$) визначається як різниця між рівнем потужності оптичного випромінювання на передачі та рівнем перевантаження приймача для ВОСП на базі ЦСП ПЦІ.

Рівні чутливості та перевантаження приймача визначаються відповідно як мінімальне та максимальне значення рівня потужності оптичного випромінювання на вході приймача, при яких забезпечується коефіцієнт похибок не більший за 1×10^{-10} до кінця строку служби апаратури для ВОСП на базі ПЦІ та СЦІ.

Розрахунок довжини ділянки ВОСП на базі багатоканальних ВОСП також проводяться за двома критеріями: максимально перекриваюче затухання і максимально дозволена хроматична дисперсія.

Розрахунок за першим критерієм проводиться за формулою для максимальної довжини елементарного кабельної ділянки (ЕКД - кабельна

пасивна ділянка, яка не містить активних елементів – оптичних підсилювачів та регенераторів) ВОСП:

$$L_{\text{екд}} = \frac{P_s - 10 \lg m - P_{\text{ASE}} - NF - \frac{C}{\text{Ш}} - 10 \lg k - M_\alpha - M_{\text{дп}} - n \cdot \alpha_{\text{рз}}}{\alpha_{\text{ок}} + \frac{\alpha_{\text{рз}}}{L_{\text{буд}}}}, \quad (12.7)$$

де $L_{\text{екд}}$ (км) – довжина елементарного кабельної ділянки;

P_s (дБм) – рівень оптичної потужності на передачі;

m – кількість оптичних каналів;

NF (дБ) – фактор шуму оптичного підсилювача;

$C/\text{Ш}$ (дБ) – мінімально допустиме відношення потужності оптичного сигналу до потужності шуму на вході приймача ВОСП;

k – кількість ЕКД на ділянці регенерації ВОСП;

$M_{\text{дп}}$ (дБ) – запас на додаткові втрати за рахунок дисперсії та нелінійних викривлень в ОВ;

P_{ASE} (дБм) – підсилене спонтанне випромінювання, підведене до входу оптичного підсилювача, та визначається як:

$$P_{\text{ASE}} = 10 \lg \left(\frac{h e}{\lambda} \Delta f 10^3 \right), \quad (12.8)$$

де $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ (Вт·с²) – постійна Планка;

$c = 2,998 \cdot 10^{17}$ (нм/с) – швидкість світла у вакуумі;

λ (нм) – довжина хвилі в третьому вікні прозорості (1529...1565);

Δf (Гц) – шоркосмуговість цифрового сигналу, який передається по оптичному каналу (при розрахунку визначають $\Delta f - f_r$ – тактова частота цифрового сигналу).

Вираз враховує накопичення оптичних шумів за рахунок проміжних оптичних підсилювачів.

Розрахунок допустимої хроматичної дисперсії проводиться за методикою:

1. Вихідним параметром є допустиме розширення оптичних імпульсів ($D_{\text{доп}}$) по відношенню до тактового інтервалу цифрового сигналу для даної швидкості передачі (STM-N).

2. За відомою довжиною регенераційної секції $L_{\text{РС}} = k \cdot L_{\text{екд}}$ визначається внесена при цьому дисперсія:

$$D_{\text{макс}} = L_{\text{РС}} \cdot \sigma_{\lambda\text{в}} \cdot \Delta\lambda + K_{\text{пмд}} \cdot L_{\text{РС}}^{0.5}$$

де $\sigma_{\lambda\text{в}}$ – коефіцієнт дисперсії оптичного волокна для $\lambda_{\text{макс}}$ робочого діапазону довжин хвиль, пс/нм·км, при цьому:

$$\sigma_{\lambda_B} = \sigma_{\Pi} + S \lambda_B - \lambda_{\Pi}$$

де σ_{Π} – паспортне значення коефіцієнта дисперсії волокна, вказане для

$$\lambda_{\Pi} = 1550 \text{ нм};$$

S (пс/нм²·км) – коефіцієнт нахилу дисперсійної характеристики ОВ;

$\lambda_B = \lambda_{\text{макс}}$ (нм) – максимальна довжина хвилі робочого діапазону довжин хвиль;

$K_{\text{ПМД}} = 0,5$ (пс/км^{0.5}) – коефіцієнт поляризаційної модової дисперсії.

Поляризаційна модова дисперсія розраховується тільки для швидкості СТМ-64.

3. Якщо виконується умова $D_{\text{макс}} \leq D_{\text{доп}}$, компенсація не потрібна.

4. Якщо $D_{\text{макс}} > D_{\text{доп}}$, то необхідна компенсація дисперсії. Для цього визначається різниця:

$$\Delta D = D_{\text{макс}} - D_{\text{доп}}$$

Повну компенсацію дисперсії до нуля проводити недоцільно, оскільки компенсатор вносить значне затування, тому компенсація відбувається до величини ΔD .

5. Виходячи з отриманої величини ΔD , визначається необхідний тип компенсаційного волокна та його параметри: коефіцієнт дисперсії $\sigma_{\text{кв}}$ (пс/нм·км) та коефіцієнт внесеного затування $\alpha_{\text{кв}}$ (дБ/км), після чого визначається довжина компенсуючого волокна:

$$L_{\text{кв}} = \frac{\Delta D}{|\sigma_{\text{кв}}| \Delta \lambda_{\text{ф}}} \text{ км},$$

де $\Delta \lambda_{\text{ф}}$ (нм) – смуга пропускання оптичного фільтру в нм.

В оптимальному випадку вона вибирається рівною ширині оптичного спектру сигналу, який для цифрового сигналу СЦІ береться рівним $2f_T$, де f_T – тактова частота цифрового сигналу.

6. Втрати на затування, які вносяться компенсатором дисперсії:

$$\alpha_{\text{к}} = L_{\text{кв}} \cdot \alpha_{\text{кв}} \text{ дБ}$$

7. Отримане затування розподіляється на кількість проміжних підсилювачів, рівне $k-1$. В залежності від величини $\alpha_{\text{к}}$ розподіл може розповсюджуватися на частину підсилювачів:

$$\alpha_{\text{кп}} = \frac{\alpha_{\text{к}}}{k-1} \text{ дБ}$$

8. Отримане $\alpha_{\text{кп}}$ перевіряється згідно умови:

$$P_{\text{вих}_\Pi} - A_{\text{екд}} + P_{\text{вх}_\text{мін}} - \alpha_{\text{кп}} \geq 0,$$

де $A_{\text{екд}}$ (дБ) – загасання ЕКД;

$P_{\text{вих}_\Pi}$ (дБм) – значення рівня вихідної потужності проміжного підсилювача;

$P_{\text{вх}_\text{мін}}$ (дБм) – мінімальний дозволений рівень вхідної потужності проміжного підсилювача.

Якщо ця умова виконується, зменшення довжини ЕКД не потрібне, якщо не виконується, то необхідно зменшити довжину ЕКД.

Необхідні показники якості та надійності для місцевої первинної мережі, внутрішньозонової первинної мережі та магістральної первинної мережі з протяжністю L_M (без резервування) наведено в таблицях 12.1,12.2,12.3.[17].

Таблиця 12.1

Показники надійності для місцевої первинної мережі $L_M = 100$ км

Показник надійності	Канал ОЦК	ПЦП	Обладнання лінійного тракту
Коефіцієнт готовності	> 0.9996	> 0,9997	0.998
Середній час між відмовами, год	> 14000	> 15512	> 5000
Час відновлення, год	< 4.24	< 4,24	див. примітку

Таблиця 12.2

Показники надійності для внутрішньозонової первинної мережі $L_M = 250$ км

Показник надійності	Канал ОЦК	ПЦП	Обладнання лінійного тракту
Коефіцієнт готовності	> 0.9996	> 0.99966	0.9949
Середній час між відмовами, год	> 11480	> 12720	> 1960
Час відновлення, год	< 4.24	< 4.24	див. примітку

Таблиця 12.3

Показники надійності для магістральної первинної мережі $L_M = 1800$ км

Показник надійності	Канал ОЦК	ПЦП	Обладнання лінійного тракту
Коефіцієнт готовності	> 0.997	> 0.99762	0.965
Середній час між відмовами, год	> 1597.22	> 1769.77	277.78

Час відновлення, год	< 4.24	< 4.24	див. примітку
----------------------	--------	--------	---------------

Примітка: для обладнання лінійних трактів на всіх мережах повинно бути :

- час відновлення НРП – $T_{в\ нрп} < 2,5$ год (в тому числі час під'їзду 2 години);
- час відновлення ОРП та ОП – $T_{в\ орп} < 0,5$ год;
- час відновлення оптичного кабелю (ОК) – $T_{в\ ок} < 10$ год (в тому числі і час під'їзду 3,5 годин).

Середня кількість відмов ОК за рахунок зовнішніх пошкоджень на 100 км кабелю в рік (згідно з статистичними даними пошкоджень на коаксіальних кабелях з досвіду експлуатації на магістральній первинній мережі України) $v=0,34$, тоді інтенсивність відмов ОК за 1 годину на довжині траси ВОСП L визначається як:

$$\lambda_{ок} = \frac{v \times L}{8760 \times 100}, \quad (12.9)$$

При існуючій в експлуатації стратегії відновлення, яка починається з моменту виявлення відмови (аварії), коефіцієнт простою (неготовності) K_n^a визначається за формулою (12.2), а коефіцієнт готовності за формулою (12.1).

При довжині магістралі L не відповідній L_m середній час між відмовами визначається як:

$$T_d(L) = T_o \frac{L_m}{L}. \quad (12.10)$$

Середній час між відмовами мережених трактів N -го порядку по відношенню до середнього часу між відмовами каналу ОЦК визначається як:

$$T_d(N) = \frac{T_o \sim_{оцк}}{0,95^N}. \quad (12.11)$$

При паралельному з'єднанні за надійністю елементів системи передачі (наприклад, лінійних трактів) маємо в випадку, коли коефіцієнти простою їх рівні K_n , для резервування за схемою $n+m$:

$$K_n^p = \frac{(n+m)}{n \times (m+1)} \times K_n^{(m+1)} + \frac{n}{n+m} \times \frac{\lambda_o}{(n+m) \times \lambda_o + \lambda_p}, \quad (12.12)$$

(3.12)

де n – число робочих елементів;

m – число резервних елементів;

λ_o – інтенсивність відмов одного елементу системи передачі;

λ_p – інтенсивність відмов пристрою переключення на резерв.

Для кільцевої структури зв'язку, тобто коли $\lambda_p=0$ та $m=n=1$, з (12.12) отримаємо:

$$K_n^p = K_n^2. \quad (12.13)$$

Для послідовного з'єднання за надійністю елементів системи передачі (наприклад, ділянок магістралі або окремого обладнання), сумарний коефіцієнт простою визначається за формулою (12.2), в якій K_{pi} – коефіцієнт простою окремих елементів системи передачі, які визначаються у відповідності до (12.1).

Для випадків експлуатації ВОСП на основі оптимальної стратегії відновлення, що починається з виявлення передвідмовного стану об'єкту технічної експлуатації, для інженерних розрахунків показників надійності необхідно використовувати вираз:

$$K_n^n \approx \frac{\lambda T_B - 0,7t_1}{1 + \lambda T_B}, \quad (12.14)$$

де t_1 – час під'їзду.

12.3 Оптимізація рішень при проектуванні та організації технічної експлуатації ВОСП за критерієм надійності

Сучасний етап розвитку галузі характеризується динамічним розвитком засобів передачі інформації, впровадженням нових телекомунікаційних технологій, які супроводжуються збільшенням пропускної здатності мережевих трактів та каналів, а також підвищуються вимоги до якості функціонування та надання послуг. Сьогодні однією з основних задач при проектуванні та технічній експлуатації мереж є забезпечення цих вимог.

Особливості технічної експлуатації і задача підвищення якості функціонування сучасних ВОСП. На мережах зв'язку України широко впроваджуються нові покоління волоконно-оптичних систем передачі (ВОСП). У багатьох випадках це високошвидкісні цифрові системи передачі з високим рівнем програмного забезпечення, які використовують оптичні кабелі.

Сучасні ВОСП характеризуються великим об'ємом передаваної інформації, яка, у свою чергу, зумовлює великий об'єм витрат у випадку простою та велику протяжність між сусідніми пунктами волоконно-оптичної лінії передачі (ВОЛП), тобто збільшення середнього часу відновлення.

Як витікає з виразу для комплексного показника надійності – коефіцієнту готовності

$$K_r = T_o / T_o + T_B$$

задача забезпечення заданої якості функціонування ВОСП може бути вирішена різними способами резервування за рахунок збільшення T_o (середній час наробки на відмову) та зменшення T_b (середнього часу відновлення) шляхом оптимізації рішень по організації технічної експлуатації на етапі проектування ВОСП.

При вирішенні задач оптимізації по критерію надійності краще використовувати вираз для коефіцієнту простою (неготовності):

$$K_{\pi} = 1 - K_{\Gamma} = \frac{T_o}{T_o + T_b} = \frac{\lambda T_b}{1 + \lambda T_b},$$

де $\lambda = 1/T_o$ – інтенсивність відмов для періодів нормальної експлуатації.

Підвищення надійності шляхом структурного резервування. Для сучасних ВОСП широко використовується структурне резервування окремих блоків апаратури та ділянок ВОСП (мультиплексних секцій). При цьому може використовуватися загальне або роздільне резервування.

При загальному резервуванні за схемою 1:N коефіцієнт простою $K_{\pi\pi}$ визначається як:

$$K_{\pi\pi} \approx (K_{\pi})^n.$$

При оптимізації перевага надається схемі роздільного резервування, так як надійність збільшується швидше із збільшенням чисельності резерву, ніж у схемі загального резервування. Крім того, в такій схемі можна використовувати різну кількість резервування кожного окремого елемента об'єкта технічної експлуатації (ОТЕ). Цим елементом може бути окремий блок (типовий елемент заміни), ділянка ВОЛП або мережевого тракту, мультиплексорна секція, тракт віртуального контейнера або ділянка мережі зв'язку.

Задача оптимізації структури резерву складається у визначенні його оптимального складу, тобто знаходженні вектору:

$$X_{opt} \in X = (x_1, x_2, \dots, x_n),$$

де x_i – кількість резервних елементів в i -й підсистемі схеми роздільного резервування ОТЕ, $i=1, n$.

При цьому задачу оптимізації можна вирішити двома способами. Перший спосіб передбачає знаходження оптимального складу резервних елементів $X = X_{opt}$, при якому досягається задане значення надійності об'єкту $R(X_{opt}) \geq R_{\Gamma p}$ при мінімальній вартості резерву:

$$C(X_{opt}) = \min C(X), X_{opt} \in X.$$

Другий спосіб передбачає визначення X_{opt} , при якому досягається найбільша надійність:

$$R(X_{\text{opt}}) = \max R(X), X_{\text{opt}} \in X;$$

$$C(X_{\text{opt}}) \leq C_{\text{доп.}}$$

Структура резерву, як правило, оптимізується при досягненні заданого значення надійності і мінімальної вартості напруженого резерву.

Волоконно-оптичні системи, які побудовані на базі синхронної цифрової ієрархії, дозволяють використовувати резерв по пропускній здатності, що у свою чергу дає можливість на рівні програмного забезпечення вводити графіки обхідних шляхів та заміни. При цьому забезпечується можливість оцінки поточного стану по завантаженню та якості передачі як окремих інформаційних структур так і на кожній окремій ділянці. Особливо ефективний цей спосіб резервування в кільцевих структурах зв'язку. Для його реалізації у складі технічних засобів ВОЛП або мережі використовується обладнання із заздальгідь більшою швидкістю передачі. Тому оптимізація структури резерву мережі в цілому (або її ділянки) для схеми роздільного резервування відбувається за критерієм найбільшої надійності при існуючих витратах.

Оптимізація рішень при проектуванні ВОЛП. Для підвищення надійності, зменшення капітальних та експлуатаційних витрат, зв'язаних з розвитком на перспективу, рекомендується орієнтуватися на:

- використання оптичних кабелів з резервними оптичними волокнами;
- використання більш високошвидкісної апаратури (на один або два ступеня ієрархії для ЦСП плезіохронної цифрової ієрархії (ПЦІ) та на один або два рівня СТМ-N для ЦСП (СЦІ)).

Дійсно, при впровадженні перших поколінь ВОСП на місцевих та внутрішньозонових первинних мережах зв'язку використовувалися оптичні кабелі з багатоходовими оптичними волокнами. Сьогодні ці ВОЛП безперспективні, так як не дозволяють при роботі у 2-му вікні прозорості (при довжині ділянки регенерації 30 км) збільшити швидкість передачі вище Е3 (480 ОЦК).

Крім того, одномодові оптичні волокна відрізняються від багатомодових тим, що у них максимальна L по швидкості передачі V залежить від параметрів не тільки середовища (хроматична дисперсія), але і від апаратури (ширина спектру оптичного випромінювання). Таким чином, при однакових параметрах оптичного кабелю та L , швидкість передачі в оптичному волокні може бути збільшена шляхом заміни апаратури (з іншим джерелом випромінювання). Такі ВОЛП мають більш довготривалу перспективу.

При прокладанні оптичного кабелю з резервним оптичним волокном збільшується запас пропускної здатності ВОЛП (на перспективу розвитку), тобто використовується просторовий спосіб ущільнення інформації. Збільшення числа оптичного волокна в оптичному каналі в 10 разів призводить до збільшення витрат на спорудження ВОЛП всього на 20%.

Крім того, резервні оптичні волокна можуть використовуватися для підвищення надійності ВОЛП, а саме:

- заміна робочих оптичних волокон, якщо їх параметри в процесі прокладки або експлуатації вийшли за допустимі межі;
- організація переключення на резервний лінійний тракт для ВОЛП ПЦІ або на резервну мультиплексну секцію для ВОЛП СЦІ;
- виявлення та локалізація причин відмов, які поступово накопичуються, (без перерви зв'язку) за допомогою підключення оптичного рефлектометра до резервних оптичних волокон, якщо ці причини є загальними для всіх оптичних волокон в оптичному кабелі (наприклад у випадку перегинів в оптичному кабелі через зміщення ґрунту, пошкодження з'єднувальної муфти, тощо).

Також, має сенс використовувати апаратуру з більшою пропускною здатністю при проектуванні ВОЛП СЦІ. Синхронний мультиплексор STM-16 дорожче ніж мультиплексор STM-4 всього на 30-40 %, що знову спричиняє до збільшення витрат на побудову ВОЛП всього на кілька процентів. Але додаткова пропускна здатність апаратури СЦІ, ще до того як вона буде залучена, може бути ефективно використана для збільшення показників надійності шляхом резервування у підмережі.

При проектуванні ВОСП рекомендується орієнтуватися на:

- організацію однопролітних ВОЛП на місцевих первинних мережах;
- побудову однопролітних ділянок ВОЛП між двома сусідніми мережевими вузлами на внутрішньозонових та магістральних первинних мережах, використовуючи для цього (при необхідності) оптичні підсилювачі (ОП);
- гнучке використання різних способів ущільнення (часового, спектрального та просторового) в залежності від призначення і можливостей.

Сучасний рівень компонентів ВОСП дозволяє при організації з'єднувальних ліній на місцевих первинних мережах, на достатньо дешевому та компактному закінченні лінійного тракту (ЗЛТ) уникнути побудови проміжних пунктів.

Сьогодні більшість виробників ЗЛТ, орієнтуючись на ринок зв'язку, випускають, як правило, в єдиному конструктиві ціле сімейство ЗЛТ, які мають різну вартість в залежності від довжини ділянки регенерації від 10 до 150 км.

Поява ОП та використання їх в складі ЗЛТ дозволило збільшити граничну довжину ділянки регенерації більше ніж у 2 рази, тобто з'явилась можливість проектувати трасу ВОЛП на внутрішньозонових та магістральних первинних мережах через супутні мережеві вузли.

Використання ОП у складі ЗЛТ дозволяє запобігти проблемі електроживлення регенераційного пункту, який не обслуговується (НРП) ВОЛП, та його охороні від несанкціонованого доступу.

Застосування проміжних (лінійних) ОП для одноканальних ВОСП на магістральній первинній та внутрішньозонових мережах у більшості випадків

немає сенсу, так як це не дозволяє вирішити проблему електроживлення НРП. Проте ефективність їх використання стрімко зростає на оптичних мережах доступу навіть для одноканальних ВОСП та на всіх ділянках мережі для ВОСП із спектральним розподілом каналів.

Щодо гнучкого використання різних способів ущільнення (збільшення пропускної здатності ВОЛП), то воно є наслідком оптимізації складу технічних засобів ВОЛП при майбутньому розвитку мережі. При проектуванні мережі зв'язку на перспективу (за пропускною здатністю) весь період розвитку розбивається на окремі великі та малі розрахункові періоди розвитку. Оптимізація складу технічних засобів гілки з врахуванням фактору часу провадиться шляхом мінімізації витрат на 1 кан·км, приведених до початку періоду розвитку на кожному з цих етапів.

Сучасні ОК забезпечують значний запас пропускної здатності, що дозволяє при оптимізації гілки зв'язку не брати до уваги великі періоди розвитку. Іншими словами при проектуванні вибирається ОК з таким типом ОВ, який забезпечує необхідну пропускну здатність ВОЛП до кінця періоду розвитку, який проектується.

Крім того, існують економічно виправдані показники для використання апаратури із запасом пропускної здатності більшим ніж потребується на початку періоду розвитку. В результаті, при проектуванні гілки мережі на весь період розвитку значно спростовується процес оптимізації складу технічних засобів. Останній проявляється у поетапному збільшенні пропускної здатності ВОЛП в процесі розвитку, що супроводжується незначним збільшенням капітальних витрат. Але саме цей факт і обумовлює гнучке використання всіх способів ущільнення інформації при проектуванні ВОЛП на перспективу.

По суті оптимізація складу технічних засобів для сучасних ВОЛП – це перш за все вибір оптимального ресурсу ОК за пропускною здатністю, який визначається як:

$$P_{opt}=ldB,$$

де l – число ОВ, в тому числі резервних; V – гранична швидкість передачі при конкретній довжині L ділянки регенерації (визначається типом ОВ та характеристиками апаратури); d – граничне число оптичних каналів при певних V та L (залежить від типу ОВ та характеристик апаратури).

Заключення: оптимізація рішень при проектуванні та організації технічної експлуатації сучасних ВОСП здійснюється по критерію надійності та включає:

- попередню оцінку комплексного показника надійності K_r та порівняння його з необхідним значенням, виходячи з норм на K_r ;
- оптимізацію структури резерву та використання оптимальної стратегії відновлення для зниження коефіцієнту простою K_n ;

- оптимізацію ресурсу ОК за пропускнуою здатністю на перспективу розвитку
- .
- *Контрольні запитання*
-

1. Як визначається поняття надійність?
2. На що звертає увагу рек.Е 862?
3. Що таке надійність первинної мережі?
4. Які питання розглядає рек. G 602?
5. Привести критерії відмови каналів аналогових і цифрових СП.
6. Як визначається коефіцієнт готовності каналів Кг?
7. Виконати аналіз формули Кг.
8. Як здійснюється нормування надійності первинної мережі?
9. Які вихідні дані необхідні для проектування ВОСП за критерієм надійності?
10. Які особливості ВОСП СЦІ необхідно врахувати при проектуванні?
11. Які вимоги висуваються при проектуванні ВОСП за критерієм надійності?
12. Пояснити визначення ділянки високошвидкісних ВОСП.
13. Пояснити методика розрахунку хроматичної дисперсії
14. Привести показники надійності для місцевих мереж України.
15. Привести показники надійності для внутрішньо зонних мереж України
16. Привести показники надійності для магістральних мереж України.
17. З якого моменту починається відновлення при існуючій стратегії ТЕ?
18. Для чого широко застосовують на сучасних ВОСП методи структурного резервування і в якому вигляді?

- *Список літератури*

1. Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем і мереж зв'язку. "Знання"К.1997, 100 с.
2. Надежность технических систем:Справочник./Под ред. И.А. Ушакова/ М. Радио и связь,1985,680 с.
3. Перспективи розвитку первинної мережі зв'язку України (матеріали доповідей Ювілейної міжнародної науково-практичної конференції,15-17 грудня 1998 року, м.Київ) присвяченої 50-річчю первинної мережі зв'язку. Наукова редакція.Бондаренко В.Г.Стаття Аналіз забезпечення надійності мереж зв'язку с 62-67 "Знання"К.1999,збірник 150 с.
4. Нетес В.А. Надежность сетей связи.Тенденции последнего десятилетия. Электросвязь/ 1998-№1 с 25-27
5. ITU-T. Recommendation E.862,Plening of telecommunication Network. Geneva, 1992-13p.
6. 34.McDonalds J.C. Public network integrity (avoiding a crisis in trust//IEEE Journ on Sclutad Arcas in Communication-1994 vol12-№1-p5-12.
7. Zolaghari A., Kaudel F.I. Fremework for network survivability performence//IEE Journ on Selected Areas in Communication-1994-Vol.12-№1-p46-51.

on Scutad Arcas in Communication-1994 vol12-№1-p5-12.

8. Shinomiye T., Nojo S., Watanabe H. Reliability specifications methods for preventing long service outages of telecommunication network//IEE Journ on Selected Areas in Communications-1994-Vol.12-№2-p345-354

9. Бондаренко В.Г., Біла М.О. “Оптимізація рішень при проектуванні та організації технічної експлуатації ВОСП за критерієм надійності” Зв’язок, 2004, №8 с. 64 -66.

10. Бондаренко В.Г. Сучасні тенденції підвищення надійності мереж зв'язку. К-1998, Радіоаматор №7 с.63

11. Правила технічної експлуатації первинної мережі ЄНСЗ України. Частина перша. "Основні принципи побудови та організації технічної експлуатації", КНД-45-140-99 К. ДКЗІУ - 2001 80с.

Частина друга. Правила технічної експлуатації апаратури, обладнання, трактів і каналів передавання, КНД-45-162-2000 К. ДКЗІУ - 2002 108с.

12. Нетес В.А. Общая схема показателей надежности сетей связи.. Электросвязь/ 1988-№4 с 51-54.

13. ГОСТ 27.003-90 Надежность в технике. Состав и общее правило задания требований по надежности.

14. Бондаренко В.Г. Основні положення по застосуванню систем і апаратури синхронної цифрової ієрархії на мережі зв'язку. ДУІКТ К-2002, 84с.

15. Мешковський К.О. Бондаренко В.Г і інші, під ред. Бондаренка В.Г. СИНХРОННІ ЦИФРОВІ МЕРЕЖІ СЦІ, ТЕХНОЛОГІЇ І СТРУКТУРА WDM СИСТЕМИ. Навчальний посібник з дисциплін ЦСП, ТОТСМ, ТЕСЗ. К-ДУІКТ 2010, 130с

16. Е.Б. Алексеев “Оптимизация решений при проектировании и организации технической эксплуатации ВОСП по критерию надежности”. Электросвязь, №6 2002.

17. Бондаренко В.Г. Надійність волоконно-оптичних систем передачі ДКЗІУ, ЗНАННЯ К-2000 с41-47.

18. Біла М.О. Надійність волоконно-оптичних систем передачі при проектуванні та організації технічної експлуатації // ВІСНИК Українського Будинку економічних та науково-технічних знань. – К 2003. - №1. - Товариство „Знання” - с. 150-154.

19. Бондаренко В.Г., Біла М.О. Методичний посібник з надійності для дисциплін: Технічне обслуговування телекомунікаційних систем та мереж, Технічна експлуатація систем зв'язку для студентів 4,5,6 курсів спеціальностей "Телекомунікаційні системи та мережі" Інформаційні мережі зв'язку" ДУІКТ, 2010- 44с.

20. Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем та мереж зв'язку. Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком “Телекомунікації” з дисципліни ,ТЕСЗ,-К ДУІКТ 2012 р 847с

ДОДАТОК 1

Основні макроекономічні закони та закономірності розвитку зв'язку.

1.1 Загальні положення

Зв'язок, як зазначено раніше, є інфраструктурою суспільства та відображає його економічний розвиток. В свою чергу, економіка країни визначає рівень розвитку зв'язку. Але різні країни мають свої цілі розвитку, свої пріоритети галузей економіки. Разом з тим, є ряд об'єктивних закономірностей, які пов'язують розвиток зв'язку та економічний розвиток суспільства у державі. Деякі закономірності відомі давно, інші визначені недавно, частина – ще досліджується. Приведемо основні з них, які визначають розвиток зв'язку як в окремій країні так і у цілому світовому суспільстві, на основі вже виконаних досліджень. Слід відзначити, що Міжнародний Союз Електрозв'язку (ITU) вже на протязі багатьох років веде статистичний облік даних для мереж зв'язку держав, які є його членами, та видає довідники, в яких основою для порівнянь є розвиток електрозв'язку. В них наводяться дані про абсолютні значення кількості основних телефонних апаратів (ОТА), персональних комп'ютерів (ПК), основних абонентських ліній, з'єднаних з АТС. Важливим параметром мережі є телефонна щільність (ТЩ) – число ОТА на 100 жителів. Формально, ТЩ відображає стан мережі зв'язку, але Міжнародний валютний фонд відносить ТЩ до ключових економічних показників держав.

Залежність між ТЩ та питомим валовим внутрішнім продуктом (на душу населення країни - ПВВП) відома давно. Вперше таку залежність було виявлено і опубліковано в 1963 р. На рис.1д.1 подано сучасну діаграму Джіппа - кореляційну залежність між ТЩ та ПВВП (суцільна лінія). Діаграма Джіппа відображає не тільки рівень розвитку мережі зв'язку, а й економічний рівень країни, її стан та рівень життя людей в ній, оскільки, за визначенням, ПВВП пропорційний національному доходу, і, чим вище ПВВП, тим вище в середньому добробут кожного жителя країни.

На рис. 1.д.1 прямокутниками виділені три групи країн: права верхня – промислово розвинуті країни з високим рівнем економіки; ліва нижня – країни, які розвиваються з низьким рівнем економіки, та середня група країн- з середнім рівнем економіки.

В середню групу входять країни бувшого соціалістичного табору – великі країни, які мають середній рівень економіки і ТЩ, близьку до середньосвітової – 10,6 [1,9,10]. Україна та Росія відносяться до середньої групи країн. Вони можуть поступово “підніматись вгору”, наближаючись до промислово-розвинутих країн, при темпах зростання ВВП 6-10% на рік, а можуть і “опускатися униз” і стати слаборозвинутими економічно країнами, якщо зростання ВВП буде менше 2% на рік. Це залежить від зростання виробництва, продуктивності праці у всіх галузях економіки країни, що в значній мірі визначаються загальноекономічною

політикою держави.Цікаво роглянути і порівняти показники цих трьох груп країн, що наведені в табл.2.д.1.Середнє світове значення ПВДП-4300дол.,якому відповідає ТЩ 10,3.Нижня межа першої групи за ПВДП-8600дол.,а нижня межа другої групи -2150дол.,що відповідає розподілу країн на три групи (рис.1.д.1).Цим межам груп відповідають ТЩ 17,7 та 4,5.

На рис. 1.д.2 показана динаміка руху ТЩ Росії і України за останні роки, який відбувається з інверсією з права на ліво. Це пояснюється тим що суттєва частина економіки в них знаходиться в тіні.

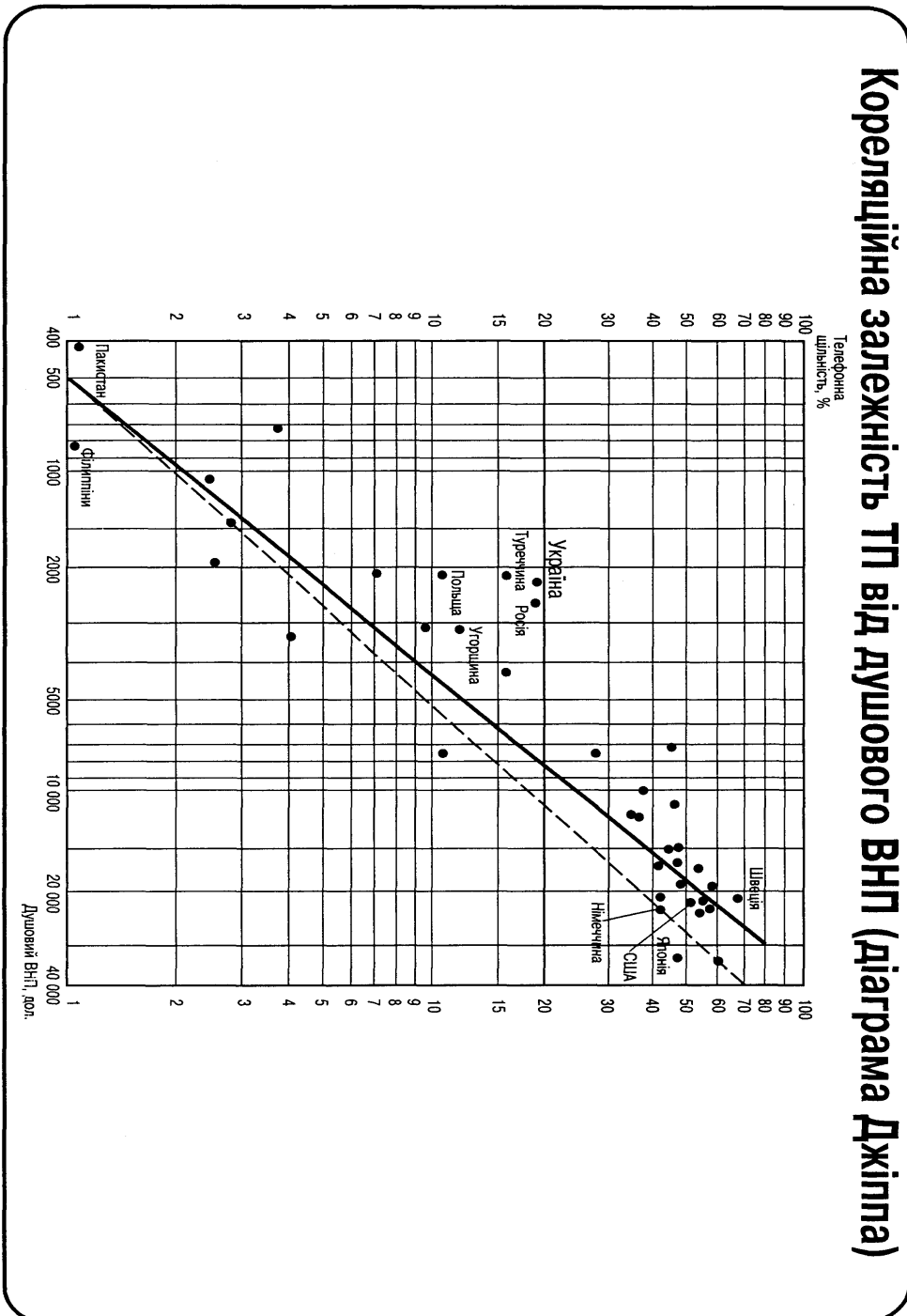


Рис. 1.д.1. — Закон пропорційно-попереджувального розвитку зв'язку як відбиття телекомунікаційної інфраструктури суспільства

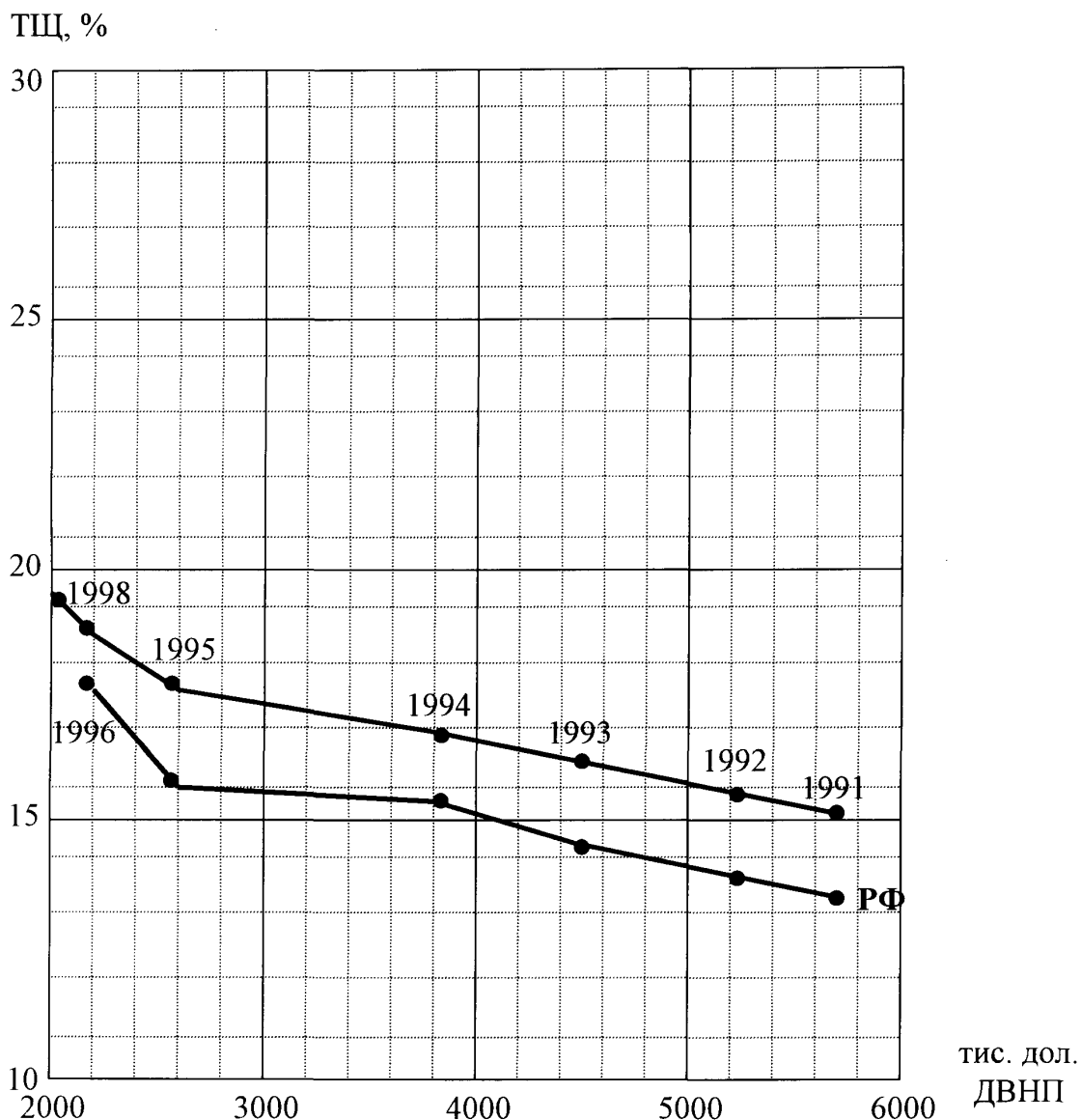


Рисунок 1.д.2. — Динаміка руху ТЩ Росії, України (рух відбувається з інверсією)

1.2 Основні закономірності розвитку інфокомунікацій

Зв'язок (телекомунікації) - частина виробничої інфраструктури суспільства, до якого також відносяться інформатика, енергетика, транспорт. Економічний розвиток суспільства супроводжується розвитком телекомунікацій. Яким чином повинні розвиватися телекомунікації? За яким правилом чи законом? Якщо взяти, наприклад, Україну то введення одного нового телефону в середньому коштує 1000-1500 доларів. Для щорічного введення 1 млн. нових телефонів треба знайти 1-1,5мільярда доларів. Очевидно, уведення 1млн. телефонів -серйозне економічне і технічне завдання. Визначення кількості телефонів, що вводяться, і інших терміналів - основна задача прогнозування розвитку телекомунікацій. Якщо ріст телекомунікацій відстає від росту суспільства, то телекомунікації будуть стримувати розвиток суспільства. Якщо ж розвиток телекомунікацій буде

істотно випереджати розвиток суспільства, то їхнє недовикористання приведе до великих економічних втрат. Тому у світі вчені займаються дослідженням макроекономічних законів розвитку і прогнозування розвитку суспільства, розробкою законів розвитку суспільства і телекомунікацій і їхнього прогнозування.

Істотних успіхів досягли вчені Російської Федерації (РФ) [9,10].

Вони запропонували метод прогнозування розвитку телекомунікацій РФ на основі сформульованих ними наступних трьох базових законів.

Інформаційно-економічний закон та його наслідки – пропорційно випереджувальний розвиток телекомунікацій

Цей закон визначає вплив економіки на розвиток телекомунікацій. Математично він може бути виражений у такий спосіб:

$$I = A * G \quad (1.д.1),$$

де $A = I_0 / V_0$, I_0 -середнє значення виробничої інформації окремого виробника; V_0 -середнє значення обсягу продажів, при якому ВВП дорівнює добутку числа виробників M на середній обсяг продажів V . Мають право на існування два формулювання закону:

I -обсяг виробничої інформації, створеної в країні за рік пропорційний ВВП країни;

G -ВВП країни створений у країні за рік, пропорційний обсягу виробничої інформації, тобто можна записати

$$G = I/A \quad (1.д.2).$$

Інформаційно-економічний закон у вигляді (1.д.1) чи (1.д.2) виражається через річні показники інформаційного й економічного процесів. Тому (1.д.1) і (1.д.2)

є інтегральним вираженням приведених процесів за рік і в явному вигляді не містять часового параметра.

За своїм характером лінійні залежності (1.д.1) і (1.д.2) близькі до лінійної апроксимації відомої кореляційної залежності діаграми Джіппа (див. Рис.1.д.1).

З огляду на, що виробнича інформація не єдина на товарному ринку (існує експорт, імпорт, ринок кредиту й ін.) і методика обліку інших інформацій і властивості адаптивності економічних і інформаційних потоків, можна записати наступні формулювання інформаційно-економічних законів:

-Обсяг інформації, створений у країні за рік у процесі макроекономічного кругообігу в країні, пропорційний валовому продукту країни; і

-Валовий національний продукт (ВВП), створений у країні за рік, пропорційний обсягу інформації в макроекономічному кругообігу.

Математичний запис у формі(1.д.1) чи (1.д.2),але величина A буде визначатися всіма складовими кругообігу макроекономіки країни. З огляду на, що інформаційні і економічні процеси відбуваються безупинно, те інформаційно-економічний процес можна представити у вигляді:

$$I(t) = A G(t) \quad (1.д.3)$$

$$G(t) = I(t)/A, \text{ де } t\text{- поточне час,}$$

$$I(t) = \int_{-\infty}^t i(t)dt, \quad G(t) = \int_{-\infty}^t g(t)dt,$$

$i(t)$, $g(t)$ - функції збільшення обсягів інформаційного й економічного процесів.

Закон нерівномірного розподілу прибутків та розподіл попиту на телекомунікаційні послуги

Визначає розподіл телекомунікацій серед населення чи його груп. Він визначає попит на послуги, повернення інвестицій, доходи операторів і виробників. Закон нерівномірного розподілу доходів був встановлений італійським економістом Парето на підставі численних емпіричних даних з розподілу доходів у різних країнах наприкінці ХІХ століття. Він відноситься до інтуїтивних законів і має значення не тільки для економіки, а справедливий також у ряді інших випадків людської діяльності, що мають статистичну природу і не сходяться до нормального закону розподілення. Особливе значення закон Парето має для визначення попиту на послуги виробничої інфраструктури суспільства (енергетика, транспорт, телекомунікації, інформатика). Інфраструктура створюється в інтересах усього суспільства, але через розходження в доходах члени суспільства можуть придбати різну кількість послуг. Для прогнозування розвитку суспільства необхідно знати темпи розвитку інфраструктури і попит на її послуги. Це залежить як від ВВП країни в цілому, так і від розподілу його усередині суспільства. Знання попиту необхідно для постачальників послуг і для постачальників телекомунікаційного устаткування. Тому і виникла задача визначення попиту на традиційні і перспективні телекомунікаційні послуги.

У [10] отримані асимптотичні оцінки розподілу доходів, що математично доводять справедливість закону Парето. Такі оцінки отримані на підставі багаторазового застосування закону 20/80.

Закон Парето характеризує розподілу доходів у вигляді:

$$N = a / X^k; \quad (1.д.4)$$

де N – кількість людей, що мають доход більший чи рівний X ;

a - нормуюча постійна;

k - показник ступеня.

Відповідно до (1.д.4) закон Парето можна сформулювати в такий спосіб: чим більше доход X , тим менша кількість людей з таким доходом; якщо множник, що *нормує* (a) не має особливої ролі, то показник *ступеня* k різко впливає на розподіл доходу. Звичайно k змінюється в широких межах (1,35.....1,8) у залежності від досліджуваної групи населення.

Найбільш ймовірним вважається $k=1,5$. Цей закон, по суті, визначає нерівномірність доходів серед членів суспільства, що завжди було темою, як для суспільних обговорень, так і для наукових досліджень. Нерівномірність доходів стала одним з показників характеризуючих суспільство. Часто нерівномірність доходів у країнах ілюструється кривими Лоренца, що показують відносну нерівномірність доходів в інтегральному вигляді. На рис.1.д.4 представлені криві

Лоренца для ряду країн, у тому числі й України. По осі абсцис зазначена частка населення, на осі ординат - частка доходу. Чим ближче крива до діагоналі, тим рівномірний розподіл доходу серед населення. Діагональ представляє крайній випадок і показує абсолютно рівномірний розподіл доходу, тобто всі жителі країни мають однаковий прибуток. Чим більше відхилення кривої від діагоналі, тим нерівномірний розподіл доходу. Держава вирівнює до деякої міри нерівномірність розподіл доходу шляхом оподаткування: чим більше доход, тим більше податок.

У [10] за допомогою правила 20/80 були отримані асимптотичні оцінки розподілу доходів, що математично доводять справедливість закону Парето. Правило 20/80 формулюється в такий спосіб: 20% людей виконують 80% роботи. Це правило можна доповнити його наслідком: у кожній групі населення (країн) є свої підгрупи задовольняючі, правилу 20/80. Наслідок приводить до багаторазового використання правила 20/80. Воно і його наслідок фактично є аксіомами, що не вимагають доказує правило визначає продуктивність праці, розподіл доходів і, як наслідок, виробництво і споживання інформації, тобто попит послуг телекомунікацій.

Відповідно до правила 20/80 розподіл роботи серед населення є нерівномірним і різко нелінійним. З такого нерівномірного розподілу виробничої роботи повинний випливати висновок про нерівномірність розподілу доходів, що і має місце в дійсності. На рис.1.д.3 приведений розподіл доходів світового співтовариства серед населення. Найбагатша п'ята частина населення (20%) одержує 82,7% доходу світового співтовариства, що збігається з Правилom 20/80. У [10] розглянуто приклад застосування для телекомунікацій, у якому приведені дані з необхідних абонентських швидкостях передачі інформації в залежності від відносного доходу або відносної продуктивності праці в різних групах користувачів.

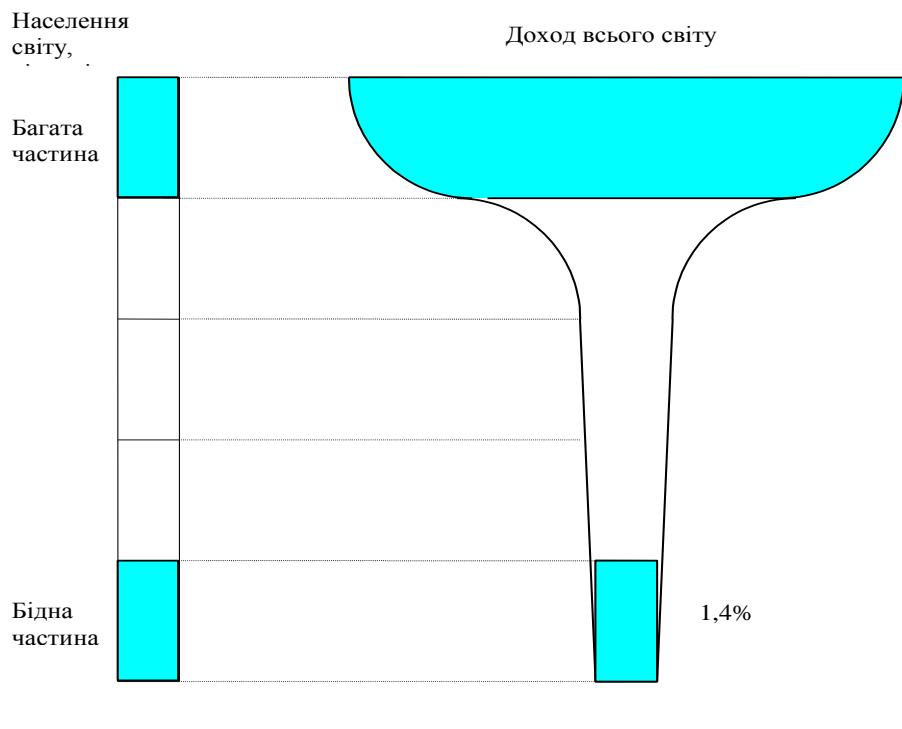


Рис. 1.д.3 Розподілення доходів серед населення світу.

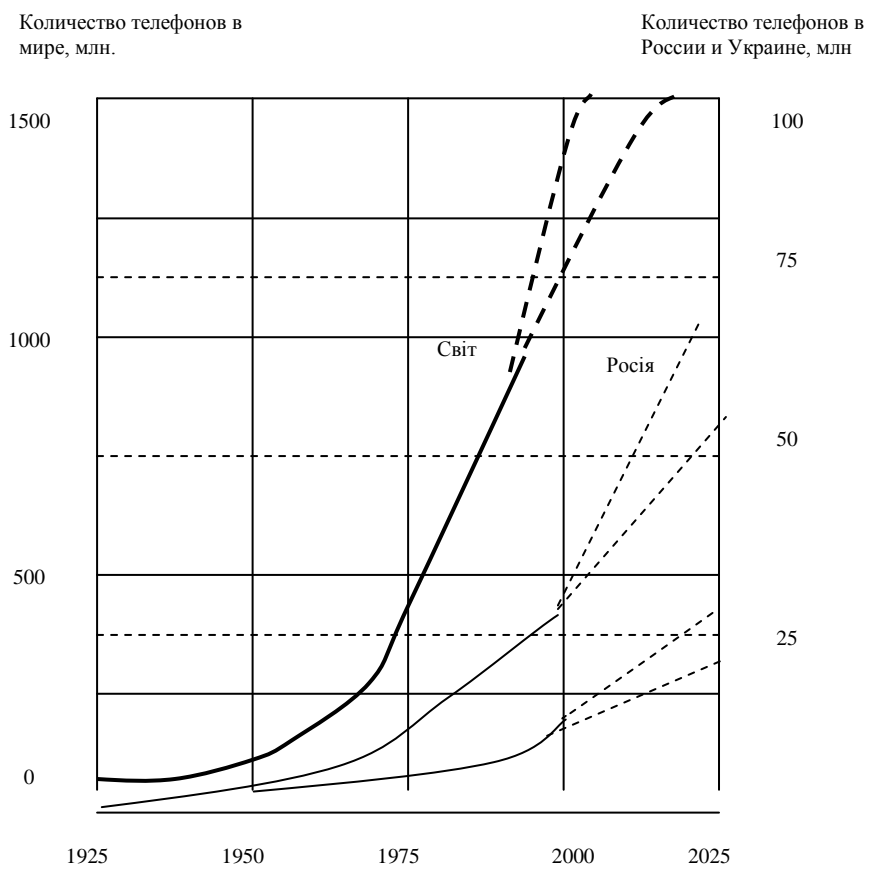


Рис.1.д.4.Логистический закон развития телефонизации в мире в России и Украине

. Логістичний закон.

Якщо інформаційно-економічний закон і його наслідки, закон розподілу попиту на телекомунікаційні послуги - характеризують рівень розвитку телекомунікацій у визначений момент часу, то логістичний закон розвитку телекомунікацій визначає їх розвиток у часі. Графічно він характеризується кривою, що має повільний початок, швидке зростання, лінійний розвиток і насичення (мал.1.д.4).

Розглянуті три закони прогнозування і розвитку телекомунікацій зв'язані між собою економічними співвідношеннями (ВВП) і визначають впровадження телекомунікаційної технології, тому що мають техноекономічну спрямованість. Те ж можна віднести і до прогнозування інформаційних мереж і послуг, конвергенція яких з телекомунікаціями є необхідною умовою побудови Глобального інформаційного суспільства з інфокомунікаційними послугами. Прогнозування розвитку інфокомунікацій розділяється на два напрямки: процесів телефонізації і процесів телекомп'ютеризації. В обох випадках треба знати рівень насичення, швидкість зростання, точка перегину . Розроблена методика прогнозування справедлива для обох випадків. Необхідно тільки мати оцінки вартості введення того чи іншого терміналу (послуги) і попиту на такий термінал (послугу). Треба пам'ятати, що при великому інтервалі прогнозування необхідно враховувати кореляцію з динамікою розвитку економіки. Нижче приведений приклад застосування методу прогнозування для оцінки розвитку інфокомунікацій для країн з перехідною економікою.

Прогнозування рівня розвитку телекомунікацій

Прогнозування рівня розвитку зв'язку базується на логістичному законі розвитку, законі пропорціонально-випереджувального розвитку, на закономірності нерівномірного розподілення продуктивності праці та необхідної швидкості передавання інформації, а також на особливостях конкретної держави. Має значення її економічний рівень та рівень розвитку зв'язку (положення на діаграмі рис 1.д.1).Тобто завдання прогнозування рівня розвитку зв'язку є багатопараметричним.

Продуктивним підходом до вироблення оптимальної стратегії розвитку інфокомунікацій в Україні слід вважати застосування положень теорії розвитку інфокомунікацій,а основі такої теорії в Росії створена науково обгрунтована концепція розвитку інфокомунікацій у найближчій і віддаленій перспективі, яка враховує і світовий досвід, і особливості Росії. Успіхи Росії у розвитку інфокомунікаційної сфери за останні роки визначаються, не в останню чергу, практичним застосуванням положень теорії розвитку інфокомунікацій.

1.3.Макроекономічні особливості розвитку телекомунікацій України

В Україні зроблена спроба застосування основних положень теорії інфокомунікаційного розвитку до аналізу історії та до прогнозу розвитку інфокомунікацій. До цих положень відносяться:

- пропорційність розвитку інфокомунікацій валовому внутрішньому продукту країни (ВВП);
- технологічна періодизація розвитку;
- закон експоненційного зростання у часі технологічних можливостей інфокомунікацій (модифікований закон Мура);
- роль соціально-політичних факторів у розвитку інфокомунікацій.

В теорії розвитку інфокомунікацій вважається, що головними рушійними силами їх розвитку є:

- природна потреба кожної людини у інформаційному обміні з оточенням;
- можливість інформаційної заміни значної частини матеріальних і трудових ресурсів в діяльності як окремої особи, так і для суспільства в цілому;
- економічні можливості людини і суспільства по задоволенню інформаційних потреб;
- технологічні можливості промисловості засобів інфокомунікацій в технічно-розвинутих країнах.

Виходячи з цих основних теоретичних положень, розглянемо основні особливості розвитку інфокомунікацій України у порівнянні з розвитком цієї сфери в розвинутих країнах.

На даній фазі розвитку інфокомунікацій в світі можна вважати, що вони мають практично необмежений простір для розвитку. Навіть у розвинених країнах, вони далеко ще не задовольняють усі природні потреби людей в інформаційному обміні з оточенням, а також використовуються далеко не всюди, де вони можуть давати економію ресурсів для особи і суспільства. Отже, на цьому етапі їх розвиток визначають, в основному, економічні можливості особи і суспільства та технологічні можливості промисловості засобів інфокомунікацій. Оскільки технологічні можливості також визначаються економікою держави, то можна вважати, що на даній фазі для будь-якої країни визначальним фактором розвитку інфокомунікацій є величина ВВП.

На рис. 1.д.5 подано історичний і прогнозований хід душевого ВВП для розвинутих країн (країн великої сімки – G7) і для України у періодах: 20-річної історії та для 20-річного майбутнього. Для країн G7 душевий ВВП усереднений за кількістю населення цих країн. Крива ВВП для країн G7 демонструє сталий розвиток цих країн на аналізуємому і прогнозованому відрізках часу – їх ВВП неухильно зростає. Незважаючи на деякі світові кризові явища, можна прогнозувати сталий розвиток країн G7 і у найближчому 20-річному періоді із річним темпом не менше 2% на рік. Однак крива ВВП для України демонструє явний кризовий період “розвитку” України з 1985 по 1995 роки, коли душевий ВВП зменшився приблизно в 5 разів, а розрив між Україною і країнами G7 зріс з 4,3 до 40 разів. Період з 1995 по 2000 роки можна вважати стагнаційним для України, коли падіння ВВП припинилось і почалось його повільне зростання і розрив у ВВП з країнами G7 дещо зменшився, приблизно до 36 разів. Період за

2000 роком можна вважати періодом сталого розвитку із середнім річним темпом 5% на рік.

Істотно різний хід ВВП у часі, а також приблизно 30-кратний розрив у величині душевого ВВП України сьогодні і, приблизно, 20-кратний – у прогнозованому майбутньому, є вельми істотною макроекономічною особливістю України. Коротко її можна означити як “історична ВВП-розбіжність України з розвинутими країнами”. Її треба обов’язково враховувати при аналізі або виборі стратегії розвитку української інфокомунікаційної сфери.

На рис. 1.д.6 подано графіки щільності користувачів трьох основних інфокомунікаційних мереж: фіксованого телефонного зв’язку (ФТ), мобільного телефонного зв’язку (МТ) та Інтернет (І) для країн G7 і для України. Графіки охоплюють ті ж самі періоди, що й графіки ВВП на рис.1.д.5. Хід графіків для країн G7 можна досить впевнено прогнозувати на підставі логістичного закону зростання-насичення окремих видів мереж – більша частина кривих щільності для телефонного зв’язку вже стала історією і їх завершальну частину легко спрогнозувати, маючи на увазі персональний характер інфокомунікаційних послуг і сталий характер розвитку економіки країн G7 на прогнозованому періоді. Для України ж, навіть для оптимістично прогнозованого сталого розвитку економіки (зростання ВВП з темпом 5% на рік), прогноз є досить невизначеним і можливий хід щільності для телефонного зв’язку і Інтернет може знаходитися у секторі від нижніх траєкторій, позначених знаком оклику до верхніх траєкторій, позначених знаком питання. На його хід найістотнішим чином можуть вплинути технополітичні фактори.

Нижні траєкторії є екстраполяцією історично відбулих траєкторій розвитку фіксованого і мобільного зв’язку в Україні. Інтернет щільність в нашій країні, на прогнозованому відрізку часу, вірогідно, не перевищить щільність фіксованого телефонного зв’язку. Отже, нижні траєкторії мають реальне підґрунтя і могли б вважатися високовірогідним прогнозом для українських інфокомунікацій. Якби ... не відома ініціатива розвинутих країн у створенні національних інформаційних інфраструктур (НИ) та глобальної інформаційної інфраструктури (ГІ). Через 20 років з прогнозованим за нижніми траєкторіями рівнем щільності основних інфокомунікаційних мереж можна, очевидно, тільки “пасти задніх” у світовій цивілізації і, аж ніяк, не мріяти про “рівноправне входження у світовий інформаційний простір, у світову економіку, в ГІ”. Цей фактор вже починає бути зрозумілим деяким кривникам галузі і держави. Через кілька років він вже стане очевидним для більшості. Саме тоді, напевне, будуть розроблені програма і заходи прискореного розвитку інфокомунікаційної сфери України і їх реалізація може дати таке бажане для України прискорення зростання щільності основних інфокомунікаційних мереж, позначене на рис. 1.д.6 знаком питання.

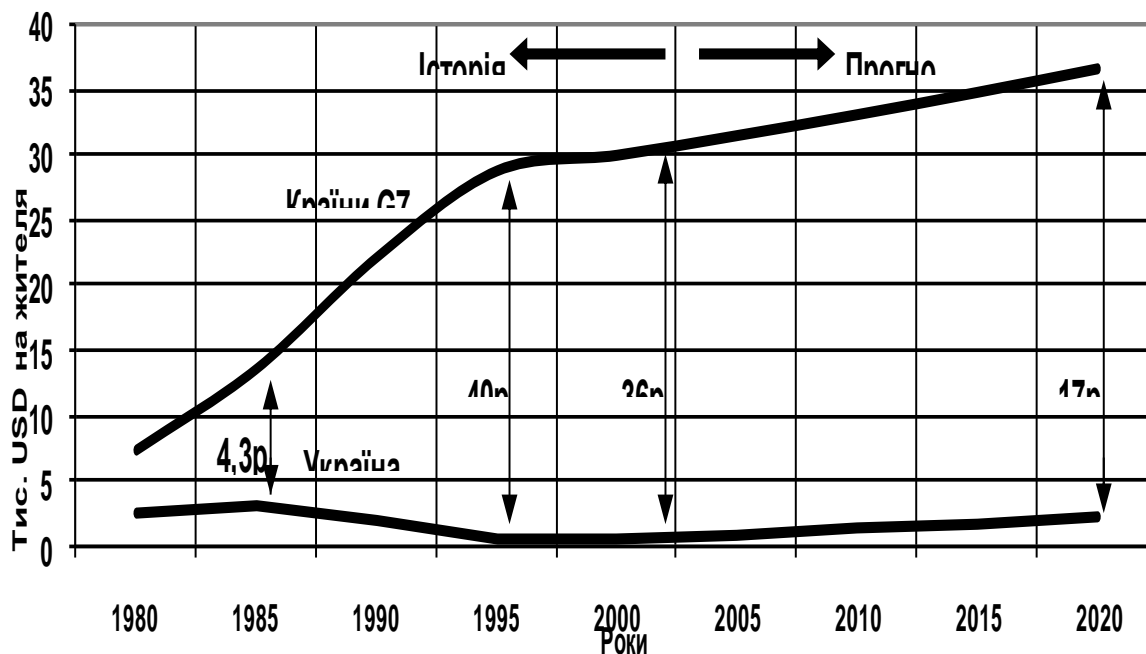
За рахунок чого реально можна досягти таких прискорених темпів розвитку інфокомунікацій України? Перш за все, це за рахунок пошуку ефективних технічних та організаційних рішень, що зменшили б у кілька десятків разів вартість засобів інфокомунікацій, порівняно з існуючим їх рівнем в розвинутих країнах.

Одним з таких рішень є організація власних НДДКР на елементно-технологічній базі розвинутих країн, або ж у тісній (ліцензійній) кооперації з провідними розробниками інфокомунікаційних засобів. Оскільки в інфокомунікаційній сфері для мікроелектронного обладнання і оптоволоконних ліній зв'язку діє (і буде діяти, принаймні, 20 років) закон експоненційного зростання потужності (приблизно у два рази кожний рік – модифікований закон Мура), то власні НДДКР дозволять одночасно з розробниками розвинутих країн отримати в Україні зразки масових найсучасніших засобів інфокомунікацій, оптимізованих під бідний вітчизняний ринок. Крім того, в Україні можна було б на базі власних колективів розробників забезпечити дешевий авторський супровід масових інфокомунікаційних засобів.

Другим ефективним рішенням, що істотно здешевило б масове виробництво і експлуатацію інфокомунікаційних засобів в Україні, може стати послідовна уніфікація і технічних засобів, і усіх видів їх забезпечення. Усі оператори мереж та провайдери послуг, незалежно від форм власності, могли б застосовувати засоби і рішення єдиного для України перевіреного (сертифікованого), універсального набору, а конкурувати між собою у створенні найзручніших послуг користувачам та у зменшенні їх собівартості. Таким чином в Україні вдалося б уникнути “прокляття багатоваріантності” засобів, рішень, та їх комбінацій у реальному мережевому середовищі. Комбінаторна багатоваріантність може бути допустимою тільки в розвинутих країнах з їх потужними економіками. Така багатоваріантність в Україні потребувала б значних додаткових капітальних витрат на чисельні узгоджуючі шлюзи та додаткових експлуатаційних витрат на перевірки взаємодії засобів в реальному (постійно змінюваному) експлуатаційному середовищі, при постійно зростаючій номенклатурі послуг.

Прискорення розвитку інфокомунікаційної сфери України можна було б досягти також шляхом “залучення інвестицій”, чи то внутрішніх, чи то зовнішніх, чи шляхом отримання кредитів, чи шляхом продажу державної частки інфокомунікацій. Саме такий шлях чомусь у нас офіційно вважається головним – достатньо переглянути доповіді і статті керівників галузі у фаховій періодиці. Однак, такий шлях для поточного стану економіки України не можна вважати прийнятним. Це впливає з того, що частка доходів інфокомунікаційної галузі в ВВП країн світу, у середньому, складає величину 2-3%, тоді як в Україні вона досягла 4,2%. Із залученням додаткових інвестицій необхідно збільшувати і рівень доходів галузі для окупності цих нових інвестицій, тобто іще збільшувати частку доходів галузі в ВВП країни, або робити борги для наступних поколінь мешканців країни. І перше, і друге не є нормальним для економіки України. Отже, можливість прискорення розвитку інфокомунікацій України шляхом залучення коштів повинна вважатися лиш гіпотетичною.

Реальним шляхом прискорення розвитку інфокомунікацій в Україні може бути тільки організація і проведення власних НДДКР з пошуку істотно здешевлюючих (у десятки разів) технічних і організаційних рішень у сфері інфокомунікацій. Така можливість є реальною за умови підтримання Україною ділових, партнерських зв'язків з розвинутими країнами світу, особливо



з США – джерелом найновіших технологій у інфокомунікаційній галузі. Необхідно тільки налагодити власний науково-виробничий конвеєр освоєння найсучасніших інфокомунікаційних технологій власними фахівцями і оптимального їх використання в скрутних, як ми бачили на рис. 1.д.5, економічних умовах України.

Рис.1.д.5. Історія і прогноз розвитку ВВП в країнах G7 і Україні

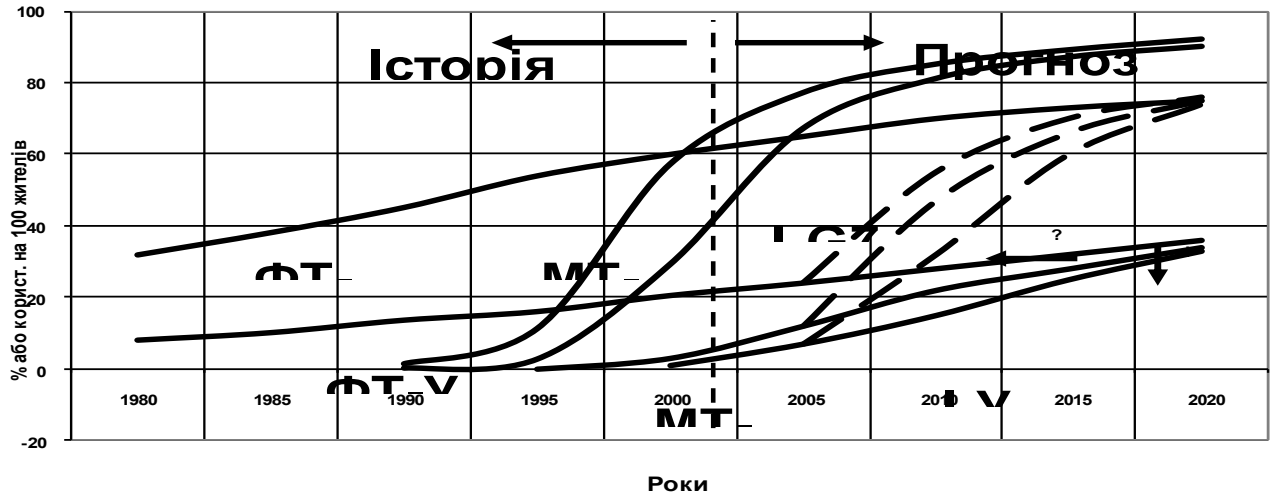


Рис.1.д.6 Історія і прогноз щільності основних видів мереж в країнах G7 і Україні

ДОДАТОК 2

ДЕРЖАВНИЙ КОМІТЕТ ЗВ'ЯЗКУ ТА ІНФОРМАТИЗАЦІЇ УКРАЇНИ
Державний університет інформаційно - комунікаційних технологій
Кафедра телекомунікаційних систем

В.Г.Бондаренко

Навчально-методичний посібник
"Технічна експлуатація систем зв'язку"
для студентів 6 курсу факультету дистанційного
та заочного навчання спеціальності
"Телекомунікаційні системи та мережі"

Київ – 2003

Методичні вказівки та контрольні завдання з дисципліни “Технічна експлуатація систем зв’язку” для студентів 6 курсу факультету дистанційного та заочного навчання для підготовки спеціалістів напрямком 7.0924.01 “Телекомунікаційні системи та мережі”.

Укладач В.Г.Бондаренко, канд..техн.наук, професор.

Приведені методичні вказівки і навчальні матеріали з вивчення курсу з посиланням на розділи навчальної літератури, контрольні завдання та конкретні вказівки по їх використанню за допомог рекомендованої літератури та додатку.

Затверджено на засіданні кафедри ТС

Протокол № _____
від “ ____ ” _____ 2003р.

Рецензент Б.Ю.Жураківський
кнд.техн.наук доцент

Вступ

Для студентів 6^{го} курсу факультету дистанційної та заочної форми навчання за фахами: "Телекомунікаційні системи та мережі" дисципліна "Технічна експлуатація систем зв'язку" є узагальнюючою для підготовки спеціалістів за вказаним фахом після вивчення дисциплін "Теорія передачі сигналів", "Системи передачі", "Основи теорії мереж та систем", "Технічне обслуговування телекомунікаційних систем та мереж".

Мета викладання дисципліни - вивчення теоретичних і практичних основ технічної експлуатації багатоканальних систем передачі, а також оперативно-технічного управління мережами зв'язку.

Завдання вивчення дисципліни:

- Оволодіння студентами сучасними методами організації технічної експлуатації в мережних вузлах та станціях (об'єктах технічного, контрольованих об'єктах, мережних елементах відповідно Рекомендації М 3010 та інш. МСЕ-Т і КНД 45-140-99; КНД 45-162-2000) та інструкцій з технічної експлуатації відповідної апаратури та засобів зв'язку.
- Оволодіння сучасними тенденціями побудови управління мережами зв'язку.
- Одержання практичних навичок та умінь з обслуговування аналогових та цифрових систем передачі (контроль, вимірювання основних параметрів каналів, трактів).
- Уміти обробляти результати вимірювань та установлювати їх відповідність з діючими нормами, обслуговувати системи передачі з ЧРК та ЦСП.
- Уміти керувати усуненням несправностей на первинній мережі зв'язку.

Розподіл об'ємів занять та видів учбової роботи

Лекції - 6 годин

Практичні заняття - 0 годин

Лабораторні роботи - 8 годин

Контрольна робота

Підсумковий контроль - залік

Самостійна робота - 91 година

Список літератури

- 1.Бондаренко В.Г. Сучасні телекомунікаційні технології та послуги на межі ХХІ століття. К-1997 Радіоаматор №8-9 с.9-12.
- 2.Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем і мереж зв'язку. К. ДУІКТ, К-2002, 100с.
- 3.Бондаренко В.Г. Многоканальные системы передачи первичной сети связи Украины, МС України, УМО "Связь Украины". К-1994 50с.
- 4.Бондаренко В.Г. Технічне обслуговування цифрових систем передачі первинної мережі. К. ДУІКТ, К-2002, 50с.
- 5.Бондаренко В.Г. Основні положення по застосуванню систем і апаратури синхронної цифрової ієрархії на мережі зв'язку. ДУІКТ К-2002, 84с.
- 6.Бондаренко В.Г. Скрипченко О.М. Параметри і характеристики каналів та трактів аналогових систем передачі. ДУІКТ К-2002, 31с.
- 7.Бондаренко В.Г. Скрипченко О.М. Параметри каналів і трактів ЦСП, методи вимірювань параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП, ОЦК і типових цифрових трактів. ДУІКТ К-2002, 51с.
- 8.Бондаренко В.Г. Сучасні тенденції підвищення надійності мереж зв'язку. К-1998, Радіоаматор №7 с.63
- 9.Правила технічної експлуатації первинної мережі ЄНСЗ України. Частина перша. "Основні принципи побудови та організації технічної експлуатації", КНД-45-140-99 К. ДКЗІУ - 2001 80с.
Частина друга. Правила технічної експлуатації апаратури, обладнання, трактів і каналів передавання, КНД-45-162-2000 К. ДКЗІУ - 2002 108с.
- 10.Берганов И.Р., Гордиенко В.Н., Крухмальов В.В. Проектирование и техническая эксплуатация систем передачи М. "Радио и связь" 1989, 272 с.
- 11.Бондаренко В.Г. Слюсар В.О. Технічна експлуатація систем передавання СЦ, К-2002, Зв'язок №6 с.55-56; К-2003, Зв'язок №1 с.50-51; №3 с.63-66.
- 12.Бондаренко В.Г. Навчальний посібник та контрольні завдання з дисципліни "Технічна експлуатація систем зв'язку" для студентів 6-го курсу факультету дистанційного та заочного навчання спеціальності "Телекомунікаційні системи та мережі", ДУІКТ К-2003, 40с.
- 13.Зингиренко А.М., Баева Н.Н. "Системы многоканальной связи"- М.Связь 1980г.
- 14.Бондаренко В.Г. Слюсар В.О. Тенденції розвитку автоматизованих систем технічної експлуатації сучасних мереж зв'язку. Зв'язок, 2001, №6 с. 29 -31.
- 15.Бондаренко В.Г. Гребенніков В.О. Сучасні і майбутні інфокомунікаційні технології України. К. Радіоматор-2004,160 с.
- 16.Баева Н.Н Гордиенко В.Н. и др. Многоканальные системы предачи. М. Радио и связь 1996, 560 с.
- 17.Бондаренко В.Г. Слюсар В.О. Стан управлінняпервинної мережі України. К.Вісник УБНТЗ, 2003. №1 с.71-85.
- 18.Бондаренко В.Г. Мережа наступного покоління NGN /Радюматор-2005, № 9 с.56-57.
- 19.Бондаренко В.Г.Методичні рекомендації для виконання комплексних завдань і контрольних робіт з дисципліни"Технічна експлуатація систем зв'язку"

для студентів 5 курсу денної форми навчання факультету ТСМ та студентів 6 курсу заочної форми навчання (з лінійно-оперативного цеху) ДУІКТ, кафедра ТС, К-2005, с 40.

20.Бондаренко В.Г. Бондаренко В.О. Шилова Г.М.Сигнали еталонів часу і частоти та їх застосування. /Радіоматор-2003 №12, с. 54-55.

21.Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація сучасних цифрових мереж. //Радіоматор-2006 №2, с. 66-70.

22.Бондаренко В.Г. Борисович В.І. Розвиток служб і послуг українських телекомунікацій. К. Вісник УБНТЗ, 2005 №1,с. 86-95.

23.Бондаренко В.Г. Класифікація мереж зв'язку України. /Радіоматор-2004 № 9 с. 57-58

24.Бондаренко В.Г. Современные технологии транспортных систем связи /Радіоматор-2006 № 12 с.52-53.

25.Бондаренко В.Г. , Чупенко А.А. Оптические усилители /Радіоматор-2007 № 10 с.52-53.

26.Бондаренко В.Г., Біла М.О. “Оптимізація рішень при проектуванні та організації тенічної експлуатації ВОСП за критерієм надійності” Зв’язок, 2004, №8 с. 64 -66.

КОРОТКІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ КУРСУ.

Методичні вказівки містять суть питання, номер відповідного розділу в рекомендованій літературі та стислий коментар. Майте на увазі, що формулювання питань в методичних вказівках (МВ) схожі до формувань в білетах теоретичного заліку.

ПИТАННЯ

Сучасний стан розвитку телекомунікаційних систем та мереж у світі і Україні. ЄНСЗУ. Архітектура мережі. Сучасні телекомунікаційні технології та послуги. Основи побудови майбутніх телекомунікаційних систем зв'язку. Технологія телекомунікаційних мереж. Функції підтримки технології телекомунікаційних мереж - функціональна структура технічної експлуатації мережі зв'язку. Основні принципи розвитку сучасних телекомунікаційних систем коротко викладені в [1] (с.9-12). Архітектура мережі та ЄНСЗУ в [2] розділ 1.1, рис.1,2,3, в [3] розділ 1, рис.1. Вивчаючи ЄНСЗ, зверніть увагу на поняття мережний вузол, лінії передачі, структуру мережі, структуру технічної експлуатації мережі.

Загальні положення системи технічної експлуатації мережі в складі технічного обслуговування (ТО) і оперативно-технічного управління (ОУ). Загальні положення та завдання ТО. Методи ТО. Основні принципи викладені в [2] розділ 1. Слід звернути увагу на рис.4 та рис.5, рис.6, рис.7, рис.8; поняття КО та їх типи та оцінки стану і методи обслуговування (експлуатації) та принципи їх вибору. Уважно проаналізувати та вивчити рис.4.

Поняття та аналіз ОТЕ, КО, ОЕК первинної мережі зв'язку. Оцінка стану та приклади структурних схем КО-ЛП, КО-МВ, КО-ЛТ; КО-МВ та їх елементів. Структурна схема технічного оперативно-технічного обслуговування обладнання, апаратури, секцій трактів і каналів передавання первинної мережі електрозв'язку загального користування (ЕЗЗК).

Поняття про АСТЕ МВ та СТО-ІІІ. Принципи реалізації рівня СТО-ІІІ. Розділи 1.2; 1.3 (рис.4); розділ 6 [2]; розділи 1; 2; 3 [4]. Звернути увагу та проробити рис.14., узагальнена структурну схему АСТЕ МВ, та принципи нумерації КО, ОЕК АСП (табл. 3) в [2] та принципи нумерації ЦСП (ПЦІ і СЦІ) - Додаток 2 [4].

Зв'язок методів технічної експлуатації з методами контролю. Структурне резервування. Оцінка ефективності мережі зв'язку. Різновиди систем технічної експлуатації в галузі зв'язку. Слід звернути пильну увагу на складові часу появи відмови та їх фізичну суть, що викладено в розділі 2 [2], формула (2,3). Решта питань викладені в розділах 2.2; 3; 4 - [2].

Система технічної експлуатації СЦІ., мережа управління ТМN, сучасні системи управління та обслуговування мереж СЦІ різних фірм [2]. Застосування СЦІ на мережах України [2;5].

Питання викладені в [2] (розділи 4,5;5), та в [5], розділ 3. Для повного розуміння слід пропрацювати в [5] розділ 1, та розділ 2, де наведені заголовки секцій і трактів, сигнали експлуатації та нормативні посилання на рекомендації МСЕ-Т, які забезпечують ТО СЦІ.

Технічна експлуатація систем передачі і апаратури, каналів, трактів СЦІ. Розібратись та освоїти основні тенденції технічної експлуатації систем передавання СЦІ їх особливості, склад, інтерфейси, формування модулів СТМ-N, функціональні блоки перетворення, систематизацію логічних функцій обладнання СЦІ, Протоколи обслуговування вбудованих каналів управління мережі СЦІ. Критерії оцінки стану КО, ОТЕ СЦІ, формування узагальнених оцінок, сигнали технічного обслуговування. Ці питання викладені в [11]. Треба проробити цю роботу та освоїти рис. 1,2,3,4 в ній, замалювавши і розібравшись в них.

Структурні схеми ЛТ АСП та ЦСП; розрахунки допустимої потужності завад на виході каналу ТЧ. Сучасні еталонні мережі АСП України та необхідні матеріали приведені в [6] розділ 1,5. Звернути особливу увагу на завади ЛТ різних напрямлюючих середовищ коаксіальний і симетричний кабель, повітряні лінії та інші - такі як лінійні та нелінійні переходи, власні перешкоди, методи їх визначення. Визначення еталонних розрахункових значень якості (ЕРЗЯ) і норми для введення в експлуатацію та майбутнього технічного обслуговування цифрової секції. Визначення коефіцієнту помилок, класів якості, параметри оцінки якості передачі відповідно рекомендацій МСЕ-Т (рек. G.821 та інші, [7] розділ 1). Особливо уважно слід розглянути розділи 1.2; 1.3 та рис.1.3÷1.10 і табл. 1.1÷1.6. Розглянути і уяснити сітковий стик ОЦК, що передбачає обмін

трьома видами синфазних сигналів: інформаційними (ІС), тактовими (ТС) і октетними (ОС), а на мережних стиках ЦТ - передбачається тільки сигналами ІС і ТС.

Сервісна апаратура СП - телемеханіка та службовий зв'язок; їх призначення, класифікація, застосування в різних СП. Ці питання розглянуті в розділі 4 [4].

Звернути увагу на аналіз систем телемеханіки та службових зв'язків в табл.2 та табл.3. Ув'язати телемеханіки та службові зв'язки з АСТЕ мережного вузла - рис.14 [2].

Сучасні поняття про надійність та ефективність мереж зв'язку. Враховуючи, що канали і тракти відносяться до відновлювальних об'єктів, для них краще нормувати комплексний показник надійності - Коефіцієнт готовності (K_r) (Див. Розділ 2.2 та додаток 3 [2]). Сучасні тенденції підвищення надійності мереж зв'язку приведені в [8]. Зверніть увагу на побудову сучасних мереж СЦ, які мають величезну кількість каналів і значні проблеми надійності, які вирішуються за допомогою певних побудов топологічних схем мереж і конфігурацій обладнання ([5] додаток 2), та відповідного управління мережами за допомогою TMN (Рек. M3010, [11] G.784 та інші).

Загальні положення з ремонту споруд, апаратури і станційного обладнання.

Види ремонту, показники ремонту. Комплектація обладнання запасними вузлами та елементами (розділ 7[10]).

Ведення виробничої документації (розділи 10, 11 ч.І, розділи 16,17 ч.ІІ [9]).

Завдання I

Побудова сервісних систем (комплексів технічних засобів телемеханіки (КТМ) та службових зв'язків (СЗ) систем передачі з ЧРК та ЦСП).

1. КТМ СП з ЧРК.

1.1. Аналіз побудови КТМ з ЧРК.

1.2 Пристрої КТМ ЦСП.

1.3. Аналіз побудови КТМ різних ЦСП (ИКМ-30с, ИКМ-30, ИКМ-120, ИКМ-480, ИКМ-480с, ВОСП)

Класифікація систем ТМ ЦСП

Побудова уніфікованого комплексу технічних засобів телемеханіки.

2. Системи службових зв'язків.

2.1. Класифікація видів службових зв'язків та їх використання.

2.2. Аналіз побудови комплексу технічних засобів службового зв'язку існуючих аналогових і цифрових систем передачі, їх характеристики.

2.3. Побудова уніфікованого комплексу технічних засобів лінійних службових зв'язків.

Методичні вказівки і література для виконання завдання I наведені в додатку 1.

Завдання II

Побудувати структурну схему АСТЕ мережного вузла (станції). Для чого відповідно вихідних даних, приведених в табл.2.1 необхідно:

Визначити кількість КО та ОЕК;

Розробити план розміщення апаратури та обладнання в ЛАЦ.

Розрахувати кількість датчиків контролю КО і ОЕК та мультиплексорів та локальних підсистем.

Вибрати програмно-технічний комплекс для організацій секції технічного обслуговування.

Зробити опис об'єкта та нумерацію ЛП, ЛТ, МТ для первинної мережі.

Номер варіанту **задачі 2** відповідають останній цифрі номера студентського квитка.

Таблиця 2.1

№ вар.	N мв (МС)	Тип кабелю	Тип апаратури	Кількість СП
1.	00000	МСБ 4x4x1,2 ОЗКГ-2-0,7-4/4	К-60 П Сопка - 2 Сопка - 3	3 1 1
2.	00001	МКСБ 7x4x1,2 ОЗКГ-2-0,7-4/4	К-60 П Сопка - 2	6 1
3.	00002	МКТ-4 1,2/4,6 ОЗКГ-2-0,7-4/0	К-300 Сопка - 2	2 1
4.	00003	ЗКПТ 1x4x1,2 ОЗКГ-2-0,7-4/0	К-60 П Сопка - 3 Сопка - 2	1 1 1
5.	00004	МКТ-4 1,2/4,6 ОЗКГ-2-0,7-4/4	К-300 Сопка - 3	1 2
6.	00005	ЗКПТ 1x4x1,2 ОЗКГ-2-0,7-4/4	К-60 П Сопка - 2 Сопка - 3	1 1 2
7.	00006	МКСБ 4x4x1,2 ОЗКГ-2-0,7-4/4	К-60 П Сопка - 3	4 1
8.	00007	МКСБ 7x4x1,2 ОЗКГ-2-0,7-4/4	К-60 П Сопка - 2	2 1
9.	00008	ОЗКГ-2-0,7-4/0 МКТ-4 1,2/4,6	Сопка - 3 К-300	1 2
10.	00009	ЗКПТ 1x4x1,2 ОЗКГ-2-0,7-4/4	К-60 П Сопка - 2 Сопка - 3	1 2 1

Додаток 1

Методичні вказівки для виконання КР

1. Для виконання **завдання I** необхідно:

- З частини 1 (розділи 1, 1.1) “Пристрої КТМ СП з ЧРК” необхідно проробити розділ 20,3 “Автоматизація обслуговування магістралей зв’язку” сторінки 404÷413 [13].
- В КР привести рис. 20.15, 20.16 та 20.17, а також уважно проробити додаток 2 цього посібника.
- Для виконання Частини другої розділу 1,2 “Пристрої КТМ ЦСП” проробити посібник [4] розділ 4, сторінки 12-26.

З частини другої цього завдання необхідно проробити [4] сторінки 26÷37 та додаток 2 посібника.

2. Для виконання **завдання II** необхідно користуватись посібником [2] розділами 1 та 6, сторінки 3÷18, та 36÷70.

На сторінках 55 – 58 наведений приклад опису об’єкта та монтажних таблиць.

Для побудови ЛАЦ та схем проходження можна користуватись кафедральною літературою та відповідними нормативами, що наведені в відповідних довідниках (наприклад під редакцією Шляхтера).

Зміст

Вступ.....	3
Список літератури.....	4
Короткі методичні вказівки для самостійного вивчення курсу.....	5
Завдання на контрольну роботу 1.....	8
Завдання на контрольну роботу 2	9
Додаток 1. Методичні вказівки до виконання КР.....	10
Додаток 2. Дистанційний контроль обладнання лінійних трактів аналогових і цифрових систем передачі (див.ЛР ТЕСЗ.лаб2).	
Додаток 3.Обладнання лінійних трактів ЦСП(див ЛР ТЕСЗ.лаб3)	

ДОДАТОК 3

ДЕРЖАВНИЙ КОМІТЕТ ЗВ'ЯЗКУ ТА ІНФОРМАТИЗАЦІЇ УКРАЇНИ
Державний університет інформаційно - комунікаційних технологій
Кафедра телекомунікаційних систем

В.Г.Бондаренко

**Методичні вказівки та контрольні завдання з дисципліни
"Технічне обслуговування телекомунікаційних
систем та мереж"**

для студентів 5 курсу факультету дистанційного
та заочного навчання спеціальностей
"Телекомунікаційні системи та мережі"
"Інформаційні мережі зв'язку"

Київ – 2005

УДК 621.395.74

План НМД на 2002/2003 н.р

Методичні вказівки та контрольні завдання з дисципліни “Технічне обслуговування телекомунікаційних систем та мереж” для студентів 5 курсу факультету дистанційного та заочного навчання для підготовки бакалаврів за напрямком 0924 “Телекомунікації”.

Укладач В.Г.Бондаренко, канд. техн. наук, професор.

Приведені методичні вказівки по вивченню курсу з посиланням на розділи навчальної літератури, перелік літератури, контрольні завдання та конкретні вказівки по їх виконанню за допомогою рекомендованої літератури.

Затверджено на засіданні кафедри ТС

Протокол № _____

від “ _____ ” _____ 2005р.

Рецензент Б.Ю.Жураківський
канд.техн.наук доцент.

Київ-2005

Вступ

Для студентів 5^{го} курсу факультету дистанційної та заочної форми навчання за фахами: "Телекомунікаційні системи та мережі" та "Інформаційні мережі зв'язку" дисципліна "Технічне обслуговування телекомунікаційних систем та мереж" є узагальнюючою для підготовки бакалаврів за вказаними фахами після вивчення дисциплін "Теорія передачі сигналів", "Системи передачі", "Основи теорії мереж та систем".

Мета викладання дисципліни - вивчення теоретичних і практичних основ технічного обслуговування багатоканальних систем передачі, а також їх оперативного-технічного управління.

Завдання вивчення дисципліни:

- Оволодіння студентами сучасними методами організації технічного обслуговування в мережних вузлах та станціях (об'єктах технічної експлуатації, контрольованих об'єктах, мережних елементах, відповідно Рекомендаціям МСЕ-Т М 3010, G.784 та інш. і КНД 45-140-99; КНД 45-162-2000).
- Оволодіння сучасними тенденціями побудови управління мережами зв'язку;
- Одержання практичних навичок та умінь з обслуговування аналогових та цифрових систем передачі (контроль, вимірювання основних параметрів каналів, трактів);
- Уміти обробляти результати вимірювань та установлювати їх відповідність з діючими нормами, обслуговувати системи передачі з ЧРК та ЦСП.

Розподіл об'ємів занять та видів учбової роботи

Лекції - 8 годин

Практичні заняття - 6 годин

Лабораторні роботи - 6 годин

Контрольна робота

Підсумковий контроль - залік

Самостійна робота - 61 година

Список літератури

1.Бондаренко В.Г. Сучасні телекомунікаційні технології та послуги на межі ХХІ століття. К-1997 Радіоаматор №8-9 с.9-12.

- 2.Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем і мереж зв'язку. ДУІКТ, К-2002, 100с.
- 3.Бондаренко В.Г. Многоканальные системы передачи первичной сети связи Украины, МС України, УМО "Связь Украины". К-1994 50с.
- 4.Бондаренко В.Г. Технічне обслуговування цифрових систем передачі первинної мережі. ДУІКТ, К-2002, 50с.
- 5.Бондаренко В.Г. Основні положення по застосуванню систем і апаратури синхронної цифрової ієрархії на мережі зв'язку. ДУІКТ К-2002, 84с.
- 6.Бондаренко В.Г. Скрипченко О.М. Параметри і характеристики каналів та трактів аналогових систем передачі. ДУІКТ К-2002, 31с.
- 7.Бондаренко В.Г. Скрипченко О.М. Параметри каналів і трактів ЦСП, методи вимірювань параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП, ОЦК і типових цифрових трактів. МС України К-1996, 51с.
- 8.Бондаренко В.Г. Сучасні тенденції підвищення надійності мереж зв'язку. К-1998, Радіоаматор №7 с.63
- 9.Правила технічної експлуатації первинної мережі ЄНСЗ України. Частина перша. "Основні принципи побудови та організації технічної експлуатації", КНД-45-140-99 К. ДКЗІУ - 2001 80с.
Частина друга. Правила технічної експлуатації апаратури, обладнання, трактів і каналів передавання, КНД-45-162-2000 К. ДКЗІУ - 2002 108с.
- 10.Берганов И.Р., Гордиенко В.Н., Крухмалев В.В. Проектирование и техническая эксплуатация систем передачи М. "Радио и связь" 1989, 272 с.
- 11.Рекомендації МСЕ-Т М 3010, G.784, G.812 -1999р.
12. Бондаренко В.Г. Методичні вказівки та контрольні завдання з дисципліни "Технічне обслуговування телекомунікаційних систем та мереж" для студентів 5^{го} курсу факультету дистанційного та заочного навчання спеціальностей: "Телекомукаційні системи та мережі" "Інформаційні мережі зв'язку"
ДУІКТ К-2000. 10с.
13. Бондаренко В.Г., Чупенко А.О. Методичний посібник до лабораторних занять №1-3 з дисципліни "Технічне обслуговування телекомунікаційних систем та мереж", К. ДУІКТ 2002 20с.
14. Системи передавання аналогові та цифрові. Норми на електричні параметри каналів тональної частоти магістральної та внутрішньозонових первинних мереж зв'язку України. К.ДКЗІУ 1998, КНД 45-078-97 85с.
15. Системи передавання цифрові. Норми на параметри основного цифрового каналу і цифрових трактів первинної мережі зв'язку України. К.ДКЗІУ 1998, КНД-45-074-97 88с.
- 16.Бондаренко В.Г. Гребенніков В.О. Сучасні і майбутні інфокомунікаційні технології України. К. Радіоаматор-2004,160 с.
- 17.Баева Н.Н Гордиенко В.Н. и др. Многоканальные системы предачи. М. Радио и связь 1996, 560 с.

- 18.Бондаренко В.Г. Слюсар В.О. Стан управлінняпервинної мережі України. К.Вісник УБНТЗ, 2003. №1 с.71-85.
- 19.Бондаренко В.Г. Мережа наступного покоління NGN /Радюматор-2005, № 9 с.56-57..
- 20.Бондаренко В.Г. Бондаренко В.О. Шилова Г.М.Сигнали еталонів часу і частоти та їх застосування. /Радіоматор-2003 №12, с. 54-55.
- 21.Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація сучасних цифрових мереж. //Радюматор-2006 №2, с. 66-70.
- 22.Бондаренко В.Г. Борисович В.І. Розвиток служб і послуг українських телекомунікацій. К. Вісник УБНТЗ, 2005 №1,с. 86-95.
- 23.Бондаренко В.Г. Класифікація мереж зв'язку України. /Радюматор-2004 № 9 с. 57-58
- 24.Бондаренко В.Г. Современные технологии транспортных систем связи /Радіоматор-2006 № 12 с.52-53.
- 25.Бондаренко В.Г. , Чупенко А.А. Оптические усилители /Радюматор-2007 № 10 с.52-53.
- 26.Бондаренко В.Г., Біла М.О. “Оптимізація рішень при проектуванні та організації тенічної експлуатації ВОСП за критерієм надійності” Зв'язок, 2004, №8 с. 64 -66.

КОРОТКІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ КУРСУ.

Методичні вказівки містять суть питання, номер відповідного розділу в рекомендованій літературі та стислий коментар. Майте на увазі, що формулювання питань в методичних вказівках (МВ) схожі до формувань в білетах теоретичного заліку.

ПИТАННЯ

Сучасний стан розвитку телекомунікаційних систем та мереж у світі і Україні. ЄНСЗУ. Архітектура мережі. Сучасні телекомунікаційні технології та послуги. Основи побудови майбутніх телекомунікаційних систем зв'язку. Технологія телекомунікаційних мереж. Функції підтримки технології телекомунікаційних мереж - функціональна структура технічної експлуатації мережі зв'язку. Основні принципи розвитку сучасних телекомунікаційних систем коротко викладені в [1] (с.9-12). Архітектура мережі та ЄНСЗУ в [2] розділ 1.1, рис.1,2,3, в [3] розділ 1, рис.1. Вивчаючи ЄНСЗ, зверніть увагу на поняття мережний вузол, лінії передачі, структуру мережі, структуру технічної експлуатації мережі.

Загальні положення системи технічної експлуатації мережі в складі технічного обслуговування (ТО) і оперативно-технічного управління (ОУ). Загальні

положення та завдання ТО,ОУ. Методи ТО,ОУ. Основні принципи викладені в [2] розділ 1. Слід звернути увагу на рис.4 та рис.5, рис.6, рис.7, рис.8; поняття КО та їх типи та оцінки стану і методи обслуговування (експлуатації) та принципи їх вибору. Уважно проаналізувати та вивчити рис.4.

Поняття та аналіз ОТЕ, КО, ОЕК первинної мережі зв'язку. Оцінка стану та приклади структурних схем КО-ЛП, КО-МВ, КО-ЛТ; КО-МВ та їх елементів. Структурна схема технічного оперативно-технічного обслуговування обладнання, апаратури, секцій трактів і каналів передавання первинної мережі електрозв'язку загального користування (ЕЗЗК).

Поняття про АСТЕ МВ та СТО-ІІІ. Принципи реалізації рівня СТО-ІІІ. Розділи 1.2; 1.3 (рис.4); розділ 6 [2]; розділи 1; 2; 3 [4]. Звернути увагу та проробити рис.14, узагальнену структурну схему АСТЕ МВ, принципи нумерації КО, ОЕК АСП (табл. 3) в [2] та принципи нумерації ЦСП (ПЦІ і СЦІ) - Додаток 2 [4].

Зв'язок методів технічного обслуговування з методами контролю. Слід звернути певну увагу на складові часу появи відмови та їх фізичну суть, що викладено в розділі 2 [2], формула (2,3). Структурне резервування. Оцінка ефективності мережі зв'язку. Різновиди систем технічної експлуатації в галузі зв'язку. Питання викладені в розділах 2.2; 3; 4 - [2].

Система технічного обслуговування СЦІ., мережа управління ТМН, сучасні системи управління та обслуговування мереж СЦІ різних фірм [2]. Застосування СЦІ на мережах України [2;5]. Питання викладені в [2] (розділи 4,5;5), та в [5], розділ 3. Для повного розуміння слід пропрацювати в [5] розділ 1, та розділ 2, де наведені заголовки секцій і трактів, сигнали експлуатації та нормативні посилання на рекомендації МСЕ-Т, які забезпечують ТО СЦІ.

Структурні схеми ЛТ АСП та ЦСП; розрахунки допустимої потужності завод на виході каналу ТЧ. Сучасні еталонні мережі АСП України та необхідні матеріали приведені в [6] розділ 1,5. Звернути особливу увагу на завади ЛТ різних напрямляючих середовищ (коаксіальний і симетричний кабель, повітряні лінії та інші) - такі як лінійні та нелінійні переходи, власні перешкоди, методи їх визначення.

Визначення еталонних розрахункових значень якості (ЕРЗЯ) і норми для введення в експлуатацію та майбутнього технічного обслуговування цифрової секції. Визначення коефіцієнту помилок, класів якості, параметри оцінки якості передачі відповідно рекомендацій МСЕ-Т (рек. G.821 та інші, [7] розділ 1). Особливо уважно слід розглянути розділи 1.2; 1.3 та рис.1.3÷1.10 і табл. 1.1÷1.6. Розглянути і уявити сітковий стик ОЦК, що передбачає обмін трьома видами синфазних сигналів: інформаційними (ІС), тактовими (ТС) і октетними (ОС), а на мережних стиках ЦТ - передбачається тільки сигналами ІС і ТС.

Сервісна апаратура СП - телемеханіка та службовий зв'язок; їх призначення, класифікація, застосування в різних СП. Ці питання розглянуті в розділі 4 [4].

Звернути увагу на аналіз систем телемеханіки та службових зв'язків в табл.2 та табл.3. Ув'язати телемеханіки та службові зв'язки з АСТЕ мережного вузла - рис.14 [2].

Сучасні поняття про надійність та ефективність мереж зв'язку. Враховуючи, що канали і тракти відносяться до відновлювальних об'єктів, для них краще нормувати комплексний показник надійності - коефіцієнт готовності (K_r) (Див. Розділ 2.2 та додаток 3 [2]). Сучасні тенденції підвищення надійності мереж зв'язку приведені в [8]. Зверніть увагу на побудову сучасних мереж СЦІ, які мають величезну кількість каналів і значні проблеми надійності, які вирішуються за допомогою певних побудов топологічних схем мереж і конфігурацій обладнання ([5] додаток 2), та відповідного управління мережами за допомогою TMN (Рек. М3010 [11], G.784 та інші).

Загальні положення з ремонту споруд, апаратури і станційного обладнання. Види ремонту, показники ремонту. Комплектація обладнання запасними вузлами та елементами (розділ 7[10]).

Ведення виробничої документації (розділи 10, 11 ч.І, розділи 16,17 ч.ІІ [9])

Завдання 1

Необхідно виконати наступні розрахунки та графічні роботи.

Визначити допустиму психофотометричну потужність завад на виході каналу тональної частоти первинної магістральної мережі для заданих варіантів довжин лінійного тракту (км), кількості транзитів по ТЧ ($n_{тч}$), і ВЧ ($n_{пг}$, $n_{вг}$, $n_{тг}$) та кількості пунктів виділених каналів, ($n_{вид}$), що наведені в табл.1.

Привести схеми номінальних ланцюгів каналу ТЧ для України.

Привести норми та параметри і характеристики простих та складених каналів ТЧ і мережних трактів у вигляді відповідних таблиць, шаблонів та рисунків.

Привести структурну схему лінійного тракту АСП, та норми на параметри лінійного тракту (у вигляді цифр та графіків).

Привести основні відомості з спектрального ущільнення ОК(WDM).

Після виконання завдання дайте письмові відповіді на наступні запитання:

- 5.1. На які канали ТЧ складаються електричні паспорти і який порядок їх складання?
- 5.2. Що таке залишкове загасання каналів ТЧ і мережних трактів, його характеристики і нормування?
- 5.3. Види завад в каналах ТЧ і мережних трактах, чому вони виникають?
- 5.4. Параметри і характеристики лінійного тракту АСП, як вони визначаються?
- 5.5. Привести частотну решітку DWDM в вигляді таблиці.

Методичні вказівки до виконання завдання 1.

Для виконання завдання слід вивчити та використати навчальний посібник [6]. Для рішення задачі 1 використати розділ 5 посібника, р4.4.5 підручника ТЕСЗ. Номери варіанту задачі 1 відповідають останнім 2-м цифрам номера студентського квитка.

Таблиця 1

L _{км}	n _{тч}	n _{пг}	n _{вг}	n _{тч}	n _{вид}	Номери варіантів									
7000	2	4	3	2	3	00	10	20	30	40	50	60	70	80	90
2600	-	2	1	-	1	01	11	21	31	41	51	61	71	81	91
12100	4	12	10	12	6	02	12	22	32	42	52	62	72	82	92
4000	1	3	2	3	12	03	13	23	33	43	53	63	73	83	93
9500	3	8	10	5	4	04	14	24	34	44	54	64	74	84	94
2400	-	1	2	1	1	05	15	25	35	45	55	65	75	85	95
6500	2	3	6	4	4	06	16	26	36	46	56	66	76	86	96
4500	1	2	3	-	2	07	17	27	37	47	57	67	77	87	97
11000	4	10	13	9	5	08	18	28	38	48	58	68	78	88	98
8000	3	7	8	6	3	09	19	29	39	49	59	69	79	89	99

Завдання 2

Необхідно виконати наступні розрахункові та графічні роботи:

Визначити еталонні розрахункові значення якості (ЕРЗЯ) та норми для введення в експлуатацію та майбутнього технічного обслуговування цифрової секції для заданих варіантів, що приведені в табл.2:

Цифрова секція довжиною L, км; ділянки мережі магістральної (МАГ), чи внутрішньозонової (В.З);

класу цифрової секції (1 або 2); частки норми для гіпотетичної еталонної цифрової секції (ЧН для HRDS); допустимого часу односекундних інтервалів (Чідоп для СП) та ТВ (час вимірювання).

2. Накреслити структурну схему каналів ТЧ, ОЦК, первинних (ПЦТ), вторинних (ВЦТ), третинних (ТЦТ) та четвертинних (ЧЦТ) цифрових трактів.

3. Привести норми на параметри і характеристики:

3.1 Каналів ТЧ у вигляді таблиць та рисунків.

3.2 ОЦК типових цифрових трактів і стиків у вигляді таблиць та рисунків.

3.3 параметри якості ОЦК, ЦТ.

Після виконання завдання дайте письмові відповіді на наступні запитання:

1. Які є різновиди груп параметрів і характеристик каналу ТЧ, що за параметри до них відносяться?

2. Які групи параметрів розрізняються для ОЦК і ЦТ, що за параметри до них відносяться?

3. Які норми є для технічного обслуговування цифрових секцій і як вони визначаються?

4. Що таке частість проскакування октетів, як вона нормується?

Методичні вказівки до виконання завдання 2.

Для виконання завдання слід вивчити та використати навчальний посібник [7] розділ 1. Для рішення задачі 1 - розділ 1.3.2.

Номери варіанту задачі 1 відповідають останнім 2-м цифрам номера студентського квитка.

Таблиця 2

L _{км}	Ділянка МАГ В.З	Клас секції/ ТВ	ЧН для HRDS	Ч _{ідоп} для СП	Номери варіантів									
					00	10	20	30	40	50	60	70	80	90
250	В.З	2/1	2	1,2	00	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1140	МАГ	1/1	0,45	3,2	01	11	21	31	41	51	61	71	81	91
200	В.З	2/2	2	1,2	02	12	22	32	42	52	62	72	82	92
800	МАГ	1/3	0,45	3,2	03	13	23	33	43	53	63	73	83	93
150	В.З	2/1	2	1,2	04	14	24	34	44	54	64	74	84	94
1800	МАГ	1/3	0,45	3,2	05	15	25	35	45	55	65	75	85	95
170	В.З	2/2	2	1,2	06	16	26	36	46	56	66	76	86	96
1600	МАГ	1/3	0,45	3,2	07	17	27	37	47	57	67	77	87	97
130	В.З	2/1	2	1,2	08	18	28	38	48	58	68	78	88	98
1300	МАГ	1/2	0,45	3,2	09	19	29	39	49	59	69	79	89	99

Завдання 3

Необхідно виконати наступні розрахунки та графічні роботи:

1. Визначити значення коефіцієнта помилок ($K_{\text{пом}}$) та час вимірювання ($T_{\text{вим}}$) для заданих в табл.3 варіантів типів цифрових трактів (ЦТ) і нормованого коефіцієнта помилок лінійного тракту ($K_{\text{плт}}$) і числа переданих по ним символів цифрового сигналу (N) при умові, що на виході всіх типів ЦТ було виявлено сто помилково прийнятих символів ($N_{\text{пом}}=100$).

2. Привести схеми вимірювання параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП.

3. Структурні схеми, які пояснюють принцип вимірювань параметрів ОЦК і типових ЦТ, що відповідають різним методам вимірювань $K_{\text{пом}}$.

Після виконання завдань дайте письмові відповіді на наступні запитання:

1. В чому заключаються особливості вимірів параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП?

2. Методи вимірювань, схеми вимірювань, типи приладів, що можливо використати для вимірювань параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП?

3. Який принцип вимірів фазового дрижання, структурна схема і часові діаграми, що пояснюють принцип вимірювань?

4. Проробити Додаток 9 Підручника з ТЕ СЦІ ,відповісти на запитання до 5-го розділу

Методичні вказівки до виконання завдання 3.

Для виконання завдання слід вивчити та використати навчальний посібник [7] розділ 2. Для рішення задачі 1 завдання 3 слід використати розділ 2.2.1. Дані про ЦТ приведені в [3] табл.4 і рис.4.

Номери варіанту задачі 1 відповідають останній цифрі номера студентського квитка.

Таблиця 3

№ п/п	Вихідні дані	Номер варіанту									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Тип ЦТ	ПЦТ	ЧЦТ	ВТЦ	ЧЦТ	ТЦТ	ВТЦ	ПЦТ	ЧТЦ	ВЦТ	ТЦТ
2	N	10^6	10^{10}	10^8	10^8	10^9	10^{10}	10^9	10^8	10^6	10^7
3	$K_{\text{ном ЛГ}}$	10^{-6}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}

В.Г.Бондаренко, канд.тех.наук, професор

ДОДАТОК 4

ДЕРЖАВНИЙ КОМІТЕТ ЗВ'ЯЗКУ ТА ІНФОРМАТИЗАЦІЇ УКРАЇНИ
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій
Кафедра телекомунікаційних систем

Методичний посібник до лабораторних занять № 1 - 3 з дисципліни
"Технічна експлуатація систем зв'язку"

Київ 2004

Укладачі: проф. В. Г. Бондаренко, доц. О. М. Скрипченко

Редакція: проф. Л. Н. Беркман, доц. О. М. Власов, А. О. Чупенко

Передумова

У цьому збірнику міститься методичне керівництво до лабораторних робіт з дисципліни **"Технічна експлуатація систем зв'язку"** які призначені для поглиблення знань з технічної експлуатації систем зв'язку (аналогових та цифрових, які застосовуються в транспортних мережах України).

В збірнику розглядаються:

"Обладнання лінійних трактів аналогових систем передачі" (лабораторне заняття №1)

"Дистанційний контроль обладнання лінійних трактів аналогових та цифрових систем передачі" (лабораторне заняття №2)

"Обладнання лінійних трактів ЦСП" (лабораторне заняття №3)

Затверджено на засіданні кафедри ТС 14.01.2004р.

Обладнання лінійних трактів аналогових систем передачі

1.МЕТА РОБОТИ

1.1. Вивчити структуру і склад обладнання лінійних трактів для передачі інформаційних сигналів.

1.2. Вивчити структуру і склад обладнання лінійних трактів для передачі дистанційного живлення на НПП, службового зв'язку і телемеханіки.

2. КЛЮЧОВІ ПОЛОЖЕННЯ

До складу обладнання лінійного тракту будь-якої аналогової системи передачі (АСП) із ЧРК входить:

- обладнання для передачі інформаційних сигналів;
- обладнання дистанційного живлення НУП;
- обладнання службового зв'язку;
- обладнання дистанційного контролю лінійного тракту.

Кожна АСП містить свій конкретний склад вищевказаного обладнання лінійного тракту. Тому нижче розглядається склад обладнання лінійного тракту АСП, що працює по симетричному кабелі (на прикладі СП К-60П) і АСП, що працює по коаксіальному кабелю (на прикладі СП К-300).

2.1. Обладнання лінійного тракту СП К-60П.

2.1 1. Структура і склад обладнання лінійного тракту для передачі інформаційних сигналів.

Лінійний кабельний тракт СП К-60П є чотирьохпровідним (4-х пр.) двокабельним (2 каб), односмуговим (1-смуг). Смуга частот лінійного тракту (счЛТ) складає 12...252 кГц.

Передача сигналів здійснюється по чотирьох- або семичетвірчному симетричному кабелю типу МКСБ (МКСА), МКБ.

Структурна схема лінійного тракту в межах однієї однорідної ділянки представлена на рис. 2.1.

На рис. 2.1 показано максимальні довжини для $L_{omn<jnn}$ і L_{od} -Максимальна довжина лінійного тракту, що має у своєму складі чотири ПТ по ТЧ (п'ять однорідних ділянок), складає 12500 км.

Як показано на рис. 2.1 на однорідних ділянках можуть бути організовані ОПП-В. У НПП використовуються температурні АРП. До складу КАЛТ (на ОП і ПТ по ТЧ) входять:

- стояк лінійних підсилювачів і коректорів кінцевих пунктів СЛУК КП і стояк СВКУ (СВКУ-2).

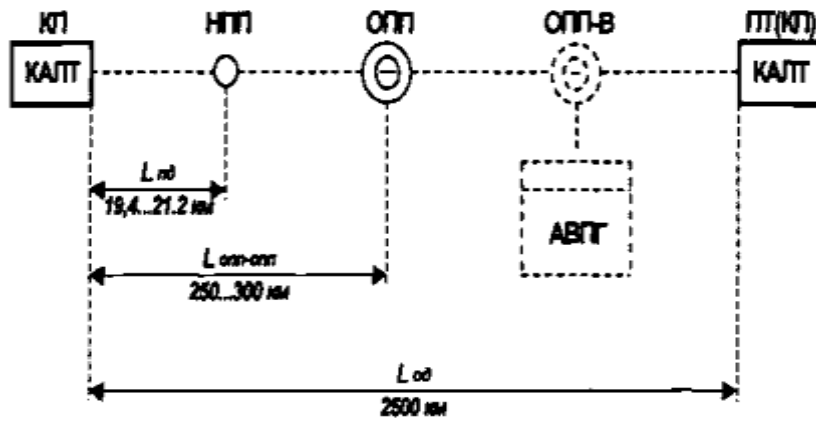


Рис. 2.1

- НПП - необслуговуємий підсилювальний пункт;
 ОПП - обслуговуємий підсилювальний пункт;
 ОПП-В - обслуговуємий підсилювальний пункт із виділенням каналів;
 АВГ - апаратура виділення первинних груп;
 ПТ - пункт транзиту по ТЧ;
 $L_{нд}$ - довжина підсилювальної ділянки;
 $L_{опт-опт}$ - довжина секції ОПП-ОПП;
 $L_{од}$ - довжина однорідної ділянки;
 КП - кінцевий пункт;
 КАЛТ - кінцева апаратура лінійного тракту.

СЛУК КП призначена для посилення струмів лінійного спектра 12...252 кГц, а також автоматичної і ручної корекції АЧХ лінійного тракту. На одному стояку СЛУК КП встановлені два комплекти лінійних підсилювачів і коректорів (КЛПК) тобто на дві СП К-60П. Мається можливість додаткової установки ще двох КЛПК, тобто на чотири СП К-60П. Виготовляється кілька типів стояків для кабелів МКСБ (МКСА), МКБ.

Структурна схема СЛУК КП приведена на рис. 2.2.

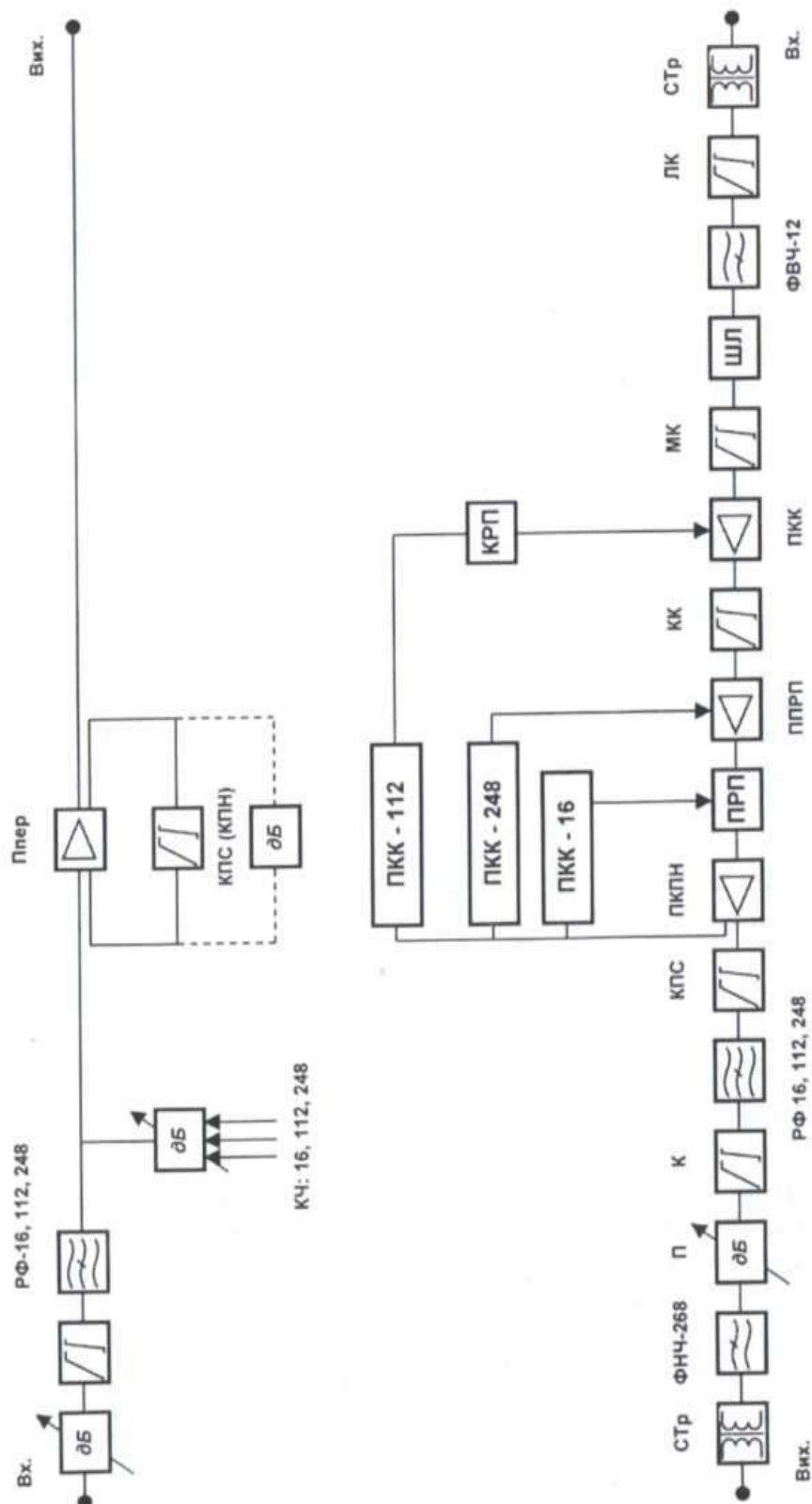


Рис 2.2.

СВКУ (СВКУ - 2) призначена для включення й обслуговування двох кабелів ємністю 4x4 з високим і низьким рівнями.

Стояк забезпечує:

- введення й оброблення двох кабелів;
- організацію фантомних і суперфантомних ланцюгів;
- передачу по суперфантомному ланцюзі дистанційного живлення на НПП;
- проведення контрольних вимірів;
- заміну окремих пар кабелю;
- гальванічний розділ ланцюгів кабельної лінії від станційних пристроїв;

П- подовжувач;

К - коректор;

РФ - режекторний фільтр;

КПС (КПН) - контур попереднього спотворення (контур попереднього нахилу);

СТр - симетруючий трансформатор;

ККПС - контур компенсації попереднього спотворення;

ПКК - приймач контрольного каналу;

ПКПН - підсилювач контуру початкового нахилу;

ПРП - похилий регулятор підсилення;

ППРП - підсилювач плоского регулювання підсилення;

КРП - криволінійний регулятор підсилення;

КК - косінусний коректор;

ПКК - підсилювач косінусного коректора;

МК - магістральний коректор;

ЛК - лінійний коректор;

ШЛ - штучна лінія.

Стояк СВКО-2 відрізняється від стояка СВКО підвищеною електричною і механічною міцністю. Структурна схема СВКО-2 (СВКО) представлена на рис. 2.3.

До складу апаратури ОПП входять:

- стояки СЛУК ОПП-2, що встановлюються через 250. .300 км;
- стояки СЛУК ОПП-3, що встановлюються через 500. 600 км;
- стояки СВКО (СВКО-2).СЛУК ОПП-3 розрахована на 2 чи 4 системи, тобто містить 2 (4) комплекти лінійних підсилювачів і коректорів (для двох напрямків передачі), кожний з яких містить ті ж функціональні вузли, що й у тракті прийому СЛУК КП, за винятком наступних вузлів: ККПС; РФ-16,112,248; К; П (див. мал. 2.2).

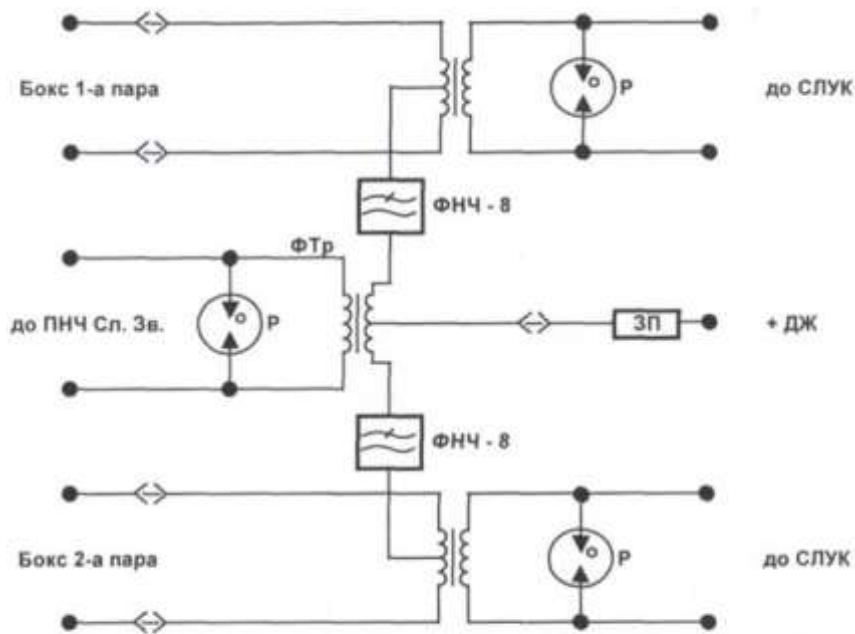


Рис. 2.3

СПУН ОПП-2 відрізняється від СПУН ОПП-3 тим, що в ній відсутні вузли для криволінійного регулювання (ПКК-112, КРП). На ОПП-В крім вищевказаних стійок встановлюється апаратура виділення каналів у виді стійок СВПГ-1 (виділяється п'ята ПГ у спектрі 12-60 кГц) чи СВПГ-2 (виділяється четверта і п'ята ПГ у спектрі 12-108 кГц). До складу апаратури НПП входять:

стояки проміжних підсилювачів СПУН К-60П, що необслуговуються і ввідно-кабельна шафа ВКШ.

Стояк СПУН К-60П розрахований на 2 чи 4 системи і призначений для підсилення струмів лінійного спектра 12-252 кГц (компенсації загасання прилягаючих ділянок лінії) і корекції АЧХ лінійного тракту.

Виготовляється кілька типів СПУН для кабелів МКСБ, МКСА (СПУН-1СК, СПУН-2СК - на 2 системи, СПУН-3СК, СПУН-4СК - на 4 системи) і МКБ (СПУН-1БК СПУН-2БК - на 2 системи; СПУН-3БК, СПУН-4БК - на 4 системи). ВКШ призначений для включення й обслуговування 4-х кабелів високого і низького рівнів ємністю 4x4. ВКШ складається з металевої шафи, 4 вологонепроникних боксів БМВ-1 12x2 із двома екранованими плінтами ПЭ-6, газонепроникної муфти, 2 муфт для введення в НПП кабелю від термодатчика, датчика наявності води в приміщенні НПП.

Структурна схема апаратури НПП у складі. СПУН К-60П і ВКШ представлена на рис. 2.4.

2.1.2. Організація й обладнання дистанційного живлення (ДЖ) НПП.

ДЖ НПП організується по суперфантомних ланцюгах симетричного кабелю. Для організації ДЖ НПП на КП і ОПП використовується стояк дистанційного живлення СДЖ К-60П, на НПП - блок приймача дистанційного живлення Пр ДЖ, розташований у СПУН К-60П.

СДЖ К-60П призначений для перетворення стабілізованої напруги постійного струму $21,2 \text{ В} \pm 3\%$ у напругу постійного струму $60...475 \text{ В}$ для ДЖ НПП, а також для переключення і захисту ланцюгів ДЖ. Стояк забезпечує дистанційне живлення до трьох НПП за схемою "провід-провід" в одну сторону (на КП) чи в обидва боки (на ОПП), чи до 6-ти НПП за схемою "провід-земля". Номінальна величина струму ДЖ складає $180..200 \text{ мА}$. При обриві ланцюга і при перевантаженнях по струму на 20% відбувається автоматичне відключення напруги ДЖ.

Структурна схема, що пояснює принцип організації ДЖ НПП за схемою "провід-провід" представлена на рис. 2.5. Таким чином, на секції ДЖ забезпечується дистанційним живленням до шести НПП за схемою "провід-провід" чи до дванадцяти НПП за схемою "провід-земля".

2.1.3. Організація й обладнання службового зв'язку.

У лінійному тракті СП К-60П організується 3 типи каналів службового зв'язку (КСЗ):

- один канал магістрального службового зв'язку (МСЗ);
- два канали постанційного службового зв'язку (ПСЗ);
- один канал ділянкового службового зв'язку (ДСЗ).

Для організації КСЗ на КП, ОПП і ПТ використовується уніфіковане обладнання службового зв'язку, розташовуване на стояках службового зв'язку типу ССС-7 і ССС-8. На НПП до обладнання службового зв'язку відноситься ПНЧ службового зв'язку, що входить до складу СПУН К-60П, а для переговорів з ОПП використовується переносний телефонний апарат.

2.1.4. Обладнання дистанційного контролю лінійного тракту.

Для організації дистанційного контролю лінійного тракту на КП використовується стійка телемеханіки СТМ-2 (на один напрямок), на ОПП - стійка СТМ-1 (на два напрямки), а на НПП - блок телемеханіки (ТМ), що входить до складу СПУН К-60П.

Призначення, склад обладнання і принцип роботи пристроїв дистанційного контролю лінійного тракту розглядаються на окремому лабораторному занятті.

2.2. Обладнання лінійного тракту СП К-300

2.2.1. Структура і склад обладнання лінійного тракту для передачі інформаційних сигналів.

Лінійний тракт СП К-300 є 4-х ПР, 1КАБ, ШОЛ. Смуга частот лінійного тракту складає 60... 1300 кГц. Передача сигналів здійснюється по коаксіальному кабелі типу МКТ-4 в алюмінієвій чи свинцевій оболонці. Структурна схема лінійного тракту в межах однієї однорідної ділянки представлена на рис. 2.6.

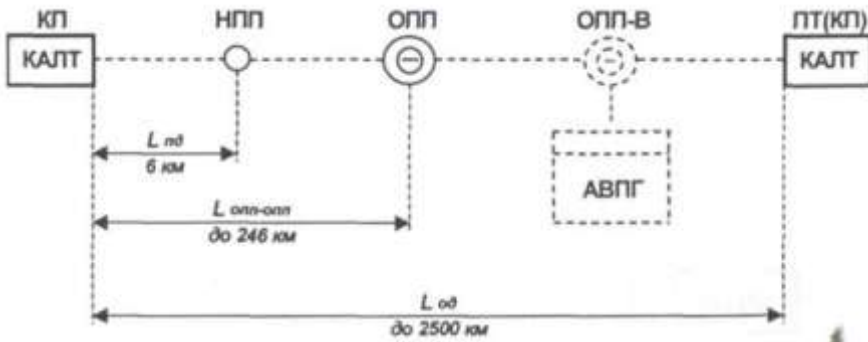


Рис. 2.6.

Максимальна довжина лінійного тракту, що має у своєму складі чотири ПТ по ТЧ (5 однорідних ділянок), складає 12500 км.

До складу КАЛТ (на КП, ПТ по ТЧ) входить стійка лінійних підсилювачів і коректорів кінцевих пунктів СЛУК КП, що розрахована на 2 системи. Призначення СЛУК КП аналогічно призначенню СЛУК КП СП К-60П.

У якості лінійних КЧ використовуються:

- основна КЧ $f_{кч_0} = 1364$ кГц
- допоміжна КЧ $f_{кч_д} = 308$ кГц.

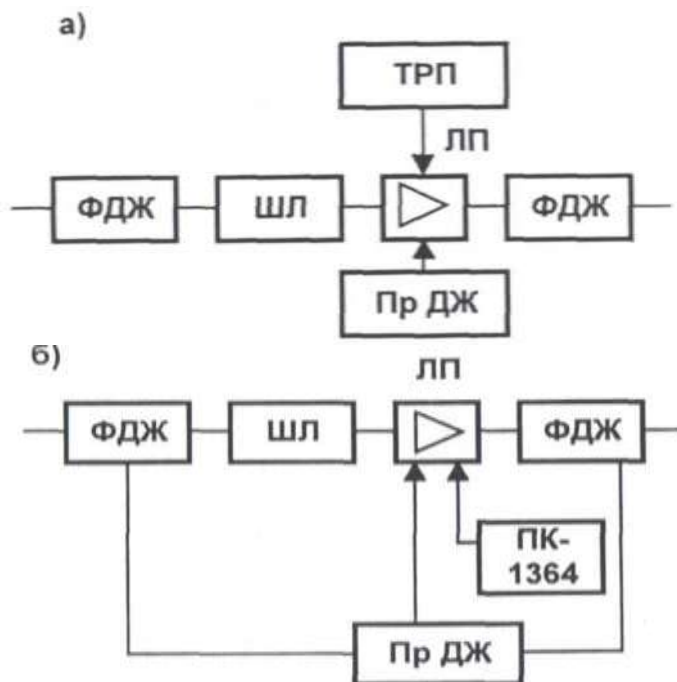
У якості основних функціональних вузлів СЛУК КП використовуються в тракці передачі - ВУС пер, ФНЧ -1300, у тракці прийому - МУЛ, ЛУС, КК, ПКК-1364, ПКК-308. До складу обладнання ОПП входить стійка СЛУК-ОПП, розрахована на 2 системи. Призначення СЛУК-ОПП аналогічно призначенню СЛУК ОПП-2 СП К-60П. На ОПП-В крім СЛУК-ОПП встановлюється апаратура виділення каналів у виді стояків СППр-2-1 і СВВГ (виділяється перша ВГ у спектрі 60...300 кгц) чи СППр-2-2 і СВВГ (виділяється перша і друга у спектрі 60...552 кгц), чи СППр-2-3 і СВВГ (виділяється перша, друга і третя ВГ у спектрі 60..804 кгц).

У складі обладнання НПП використовують НПП трьох типів:

- НПП-Т (з температурною АРП);
- НПП-КЧ (з АРП по струму КЧ);
- НПП-К (із пристроєм коректування АЧХ лінійного тракту).

Якщо в секції ОПП-ОПП міститься до шести НПП, то в ній встановлюються тільки НПП-Т, до 20 НПП встановлюються НПП-Т і НПП-КЧ, понад 20 НПП - встановлюються НПП-Т, НПП-КЧ і НПП-К.

Структурні схеми НПП-Т, НПП-КЧ і НПП-К представлені на Рис. 2.7а,б,в.



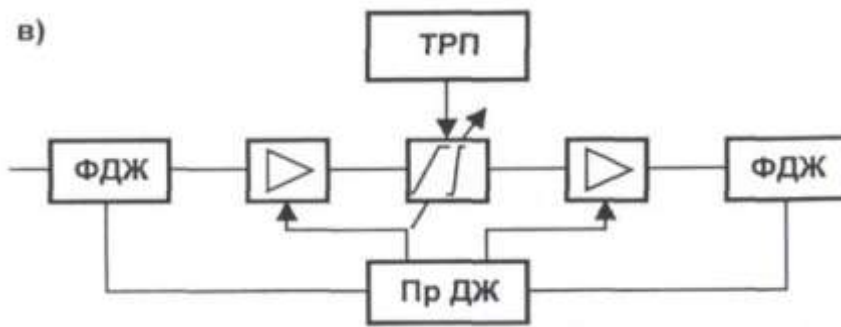


Рис. 2.7.

ФДЖ - фільтр ДЖ; ШЛ - штучна лінія;
 ТРП - температурний регулятор підсилення; ПК - перемінний коректор.

У НПП-Т термодатчик встановлюється в ґрунт на глибині заковки кабелю на відстані 1м від корпусу НПП. У НПП-К відсутня ШЛ, тому суміжні підсилювальні ділянки не повинні бути укорочені. Апаратура НПП будь-якого типу розрахована на 2 системи.

2.2.2. Організація й обладнання ДЖ НПП.

ДЖ НПП організується по центральних проводах коаксіальних пар кабелю за схемою "провід-провід". Структурна схема, що пояснює принцип організації ДЖ НПП, представлена на рис 2.8.

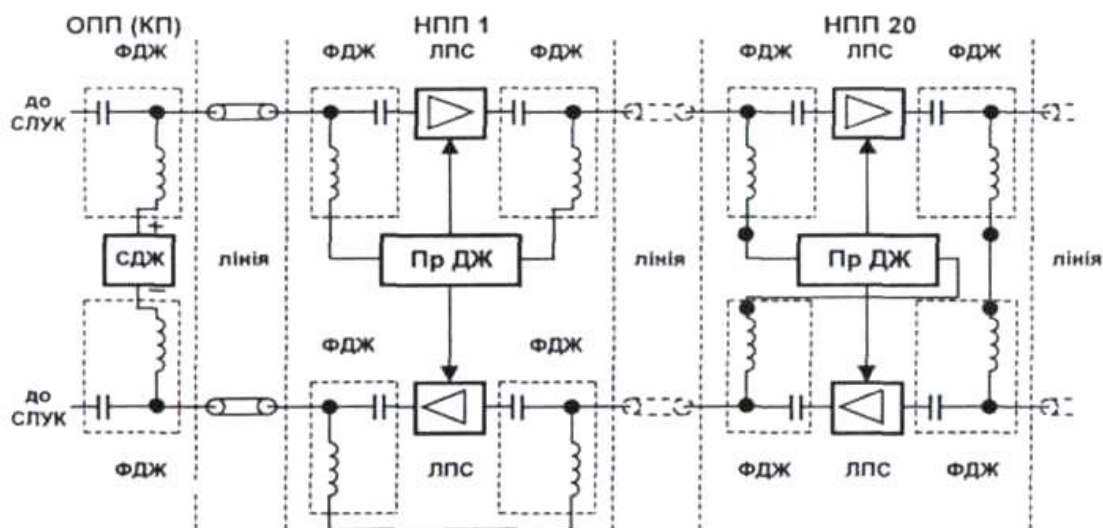


Рис. 2.8.

ФДЖ - фільтр дистанційного живлення;
 ЛПС - лінійний підсилювач сигналу;
 Пр ДЖ - приймач дистанційного живлення.

Для організації ДЖ НПП на ОПП (КП) використовується стояк СДЖ, на НПП - блоки Пр ДЖ.

СДЖ містить 4 комплекти ДЖ, кожний з яких може жити до 20 НПП (напівсекція ДЖ). У СДЖ здійснюється перетворення стабілізованої напруги постійного струму $21,2 \text{ В} \pm 3\%$ у напругу постійного струму до 1000 В (при живленні 20 НПП). Номінальна величина струму ДЖ НПП складає 35 мА.

2.2.3. Організація й обладнання службового зв'язку.

У лінійному тракті СП К-300 організується два типи каналів службового зв'язку (КСЗ):

- один канал МСЗ (магістрального службового зв'язку);

- два види каналу ПСЗ (постанційного службового зв'язку): ПСЗ-1 і ПСЗ-2.

Канали ПСЗ організуються по чотирьохпроводних низькочастотних каналах ТЧ із вибірним і циркулярним викликом (канал ПСЗ-1) чи тільки з вибірним викликом (канал ПСЗ-2). Для організації каналів ПСЗ використовуються ланцюги службових симетричних пар кабелю. Канали ПСЗ використовуються також для організації ділянкового службового зв'язку (ДСЗ).

При цьому, виклик з ОПП (КП) у НПП не передбачений, а з НПП в ОПП (КП) здійснюється голосом (по гучномовному зв'язку).

Для організації КСЗ на КП, ОПП і ПТ використовуються стояки типу ССС-1 і ССС-2. На НПП (Рис. 2.9) до обладнання службового зв'язку відносяться:

- блок лінійних трансформаторів службового зв'язку (БЛТСЗ);
- блок підсилювачів службового зв'язку (БПСЗ).

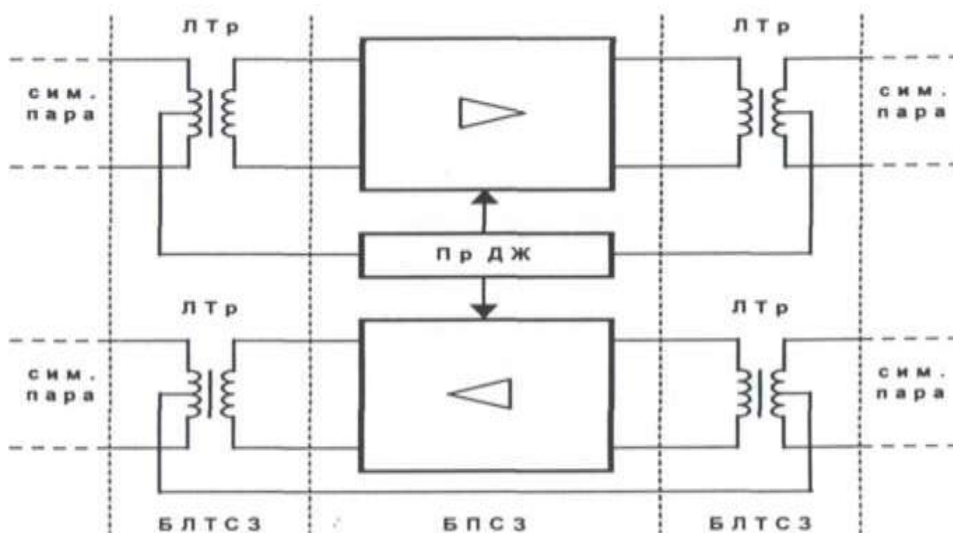


Рис. 2.9.

Для переговорів з ОПП на НПП використовується переносний телефонний апарат. Дистанційне живлення ДСЗ НПП здійснюється з КП (ОПП) за схемою "провід-провід", для чого використовуються фантомні ланцюги службових симетричних пар кабелю МКТ-4.

2.2.4. Обладнання дистанційного контролю лінійного тракту.

Для організації дистанційного контролю лінійного тракту на КП і ОПП використовується стояк телемеханіки і дистанційного живлення СТДЖ на НПП - обладнання телемеханіки (ТМ).

СТДЖ забезпечує:

і- введення службових симетричних пар кабелю МКТ-4 в КП (ОПП) і розподіл їх по призначенню;

дистанційне живлення підсилювачів службового зв'язку (ДСЗ) НПП (Ідж.сз. = 420 В, Ідж.сз. = 27 мА);

- передачу сигналів керування і повідомлення між КП (ОПП) і НПП (функції телемеханіки).

Призначення, склад обладнання і принцип роботи пристроїв дистанційного контролю лінійного тракту розглядаються на окремому лабораторному занятті.

3. КЛЮЧОВІ ПИТАННЯ

3.1. Структура і склад обладнання (по функціональному призначенню) лінійного тракту АСП з ЧРК.

3.2. Структура і склад обладнання лінійного тракту СП К-60П для передачі інформаційних сигналів.

3.3. Структура і склад обладнання лінійного тракту СП К-300 для передачі інформаційних сигналів.

3.4. Організація й обладнання дистанційного живлення НПП СПК-60П.

3.5. Організація й обладнання дистанційного живлення НПП СПК-300.

3.6. Організація й обладнання службового зв'язку СП ДК-60П.

3.7. Організація й обладнання службового зв'язку СП К-300.

3.8. Склад обладнання дистанційного контролю ЛТ СП К-60П і К-300.

4. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

4.1. Вивчити структуру і склад обладнання лінійного тракту СП К-60П і К-300 для передачі інформаційних сигналів.

4.2. Вивчити організацію й обладнання дистанційного живлення НПП СП К-60П і К-300.

4.3. Вивчити організацію й обладнання службового зв'язку СПК-60П і К-300.

4.4. Вивчити склад обладнання дистанційного контролю ЛТ СП К-60П і К-300.

4.5. Підготувати відповіді на ключові питання.

5. ЛАБОРАТОРНЕ ЗАВДАННЯ

5.1. Накреслити структурні схеми ЛТ СП К-60П і К-300 для передачі інформаційних сигналів. 5.2. Накреслити структурні схеми організації дистанційного живлення НПП СП К-60П і К-300.

5.3. Накреслити структурні схеми апаратури НПП СП К-60П і К-300.

5.4. Визначити структурні схеми ЛТ для передачі інформаційних сигналів СП К-60П і К-300 (по кількості і найменуванню пунктів).

Привести склад необхідного обладнання (по кількості і найменуванню необхідної апаратури для всіх пунктів ЛТ) для заданих варіантів довжин і кількості організуємих по них виділяємих каналів в ОПП-В.

Варіанти завдання приведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Вихідні дані		№ варіанта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Довжина ЛТ, км	К-60П	1050	2480	1350	2200	1300	2000	1650	1900	1400	1750
	к-300	2424	732	2202	1194	1902	938	2178	1604	1962	1464
ТЧ	к-60П	58	239	118	175	168	220	86	115	98	214
		8	23	9	22	21	19	12	10	11	20
	к-300	1150	250	840	595	780	1040	800	245	700	480
		165	58	152	100	118	110	175	49	170	52

Примітка до табл. 5.1. В графі "кількість каналів ТЧ" у чисельнику задана загальна кількість каналів ТЧ, що організовані у ЛТ, а в знаменнику - кількість каналів ТЧ, що виділяються в ОПП-В.

Порядок рішення пункту 5.4. по вихідним даним:

L - довжина ЛТ;

$N_{кан}$ - кількість каналів ТЧ, що організуються у ЛТ;

$N_{кан вид}$ - кількість каналів ТЧ, що виділяються в ОПП-В

полягає в наступному:

1. Визначається необхідне число ЛТ:

$$N_{лт} = Ц \left[\frac{N_{кан}}{N_{канЛТ}} \right]$$

де: $N_{канЛТ}$ - число каналів в одному ЛТ;

індекс Ц - найближче більше ціле число;

2. Визначається число секцій ОПП-ОПП:

$$N_{\text{ОПП-ОПП}} = \lceil \frac{L}{L_{\text{ОПП-ОПП}}} \rceil$$

де: $L_{\text{ОПП-ОПП}}$ - максимальна довжина секції ОПП-ОПП.

3. Визначається число ОПП:

4. Визначається число підсилювальних ділянок:

$$N_{\text{пд}} = \lceil \frac{L}{L_{\text{пд}}} \rceil$$

де: $L_{\text{пд}}$ - середня довжина підсилювальних ділянок

5. Уточнюється реальна довжина підсилювальної ділянки:

$$L_{\text{пд р}} = \lceil \frac{L}{N_{\text{пд}}} \rceil$$

6. Визначається кількість НУП:

$$N_{\text{НПП}} = (N_{\text{пд}} - 1) \cdot N_{\text{ОПП}}$$

7. Визначається необхідне число стояків СЛУК КП:

$$N_{\text{СЛУККП}} = \lceil \frac{N_{\text{КЛПК}}}{n_{\text{КЛПК}}} \rceil$$

де: $N_{\text{КЛПК}} = N_{\text{лт}}$ - необхідне число комплектів лінійних підсилювачів і коректорів;

$n_{\text{КЛПК}}$ - число комплектів лінійних підсилювачів і коректорів, розташовуваних на одному стояку СЛУК КП.

8. Для К-60П визначається необхідне число стояків СВКО:

$$N_{СВКО} = Ц \left[\frac{N_{ЛТ}}{N_{ЛТВКО}} \right]$$

де: $N_{ЛТ СВКО}$ - кількість лінійних трактів, на яку розрахований стояк СВКО.

9. Визначається необхідне число стояків СДЖ:

$$N_{СДЖ} = Ц \left[\frac{N_{ЛТ}}{N_{ЛТДД}} \right]$$

де: $N_{ЛТ ДД}$ - кількість лінійних трактів, на яку розрахована один стояк ДЖ.

10. Визначається необхідне число стояків СЛУК-ОПП, розташовуваних на кожному підсилювальному пункті магістралі, щообслуговується.

де: $N_{лт СЛУК-ОПП}$ - кількість лінійних трактів, на яку розрахований один стояк СЛУК-ОПП

11. Для К-60П визначається необхідне число стояків СЛУК-ОПП-2 і СЛУК-ОПП-3, (при цьому стояк СЛУК-ОПП-2) встановлюється напершому підсилювальному пункті магістралі, що обслуговується, від кінцевого пункту.

$$N_{СВКО-ОПП} = N_{СВКО КП}$$

12. Визначається необхідне число і тип апаратури виділення каналів(АВК) у підсилювальному пункті виділення, що обслуговується, (ОПП-В):

$$N_{АВК} = Ц \left[\min \frac{n_{канА}}{n_{кан.вид.}} \right]$$

де: $n_{канАВК}$ - число каналів, що дозволяє виділити апаратура виділення каналів для конкретної системи передачі;

$n_{кан вид}$ " КІЛЬКІСТЬ КЭНЭЛІВ, ЩО ПОТРІБНО ВИДІЛИТИ В підсилювальному пункті виділення, що обслуговується, (ОПП-В)

Апаратура АВК у системі К-60П встановлюється тільки разом з апаратурою СЛУК-ОПП-3.

13. Визначається необхідне число і тип апаратури НПП, щорозташовується в кожному підсилювальному пункті магістралі, що необслуговується.

Системи передачі і встановлюваним порядком включення апаратури НПП різного типу в лінійному тракті даної системи передачі

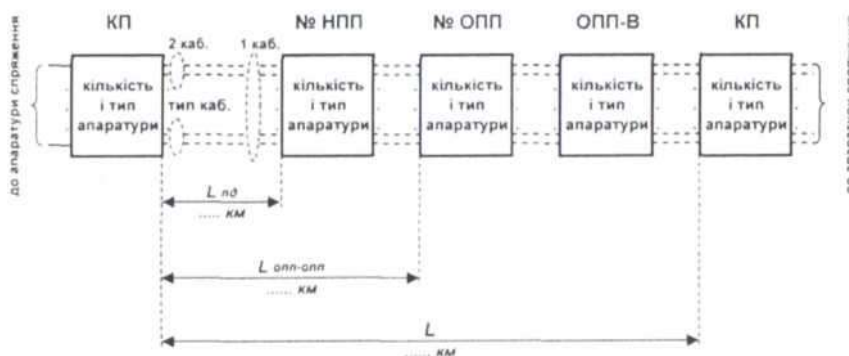
$$N_{\text{НПП}} = \left\lfloor \frac{N_{\text{ЛТ}}}{N_{\text{ЛТНПП}}} \right\rfloor$$

де: $N_{\text{ЛТ НПП}}$ • кількість лінійних трактів, на яку розрахована апаратура НПП. Врахувати, що тип апаратури НПП, що встановлюється на кожному конкретному НПП, визначається типом

Для К-60П визначається також необхідне число ввідно-кабельних шаф, що встановлюються на кожному НПП

14. Будуються структурні схеми лінійних трактів заданої довжини, що забезпечують утворення заданого числа каналів, роздільно для систем К-60П і К-300 за формою, приведеної на мал 2.10. На всіх пунктах вказуються конкретний тип апаратури і її кількість.

15.



6. ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ

У протоколі лабораторного заняття повинні бути представлені:

6.1 Структурні схеми лінійних трактів для передачі інформаційних сигналів СП К-60П і К-300 (рис. 2.1, рис 2.6)

6.2 Структурні схеми організації дистанційного живлення НПП СП К-60П і К-300 (рис 2.5, рис. 2.8).

6.3 Структурні схеми апаратури НПП СП К-60П і К-300 (рис 2.4, рис 2.7).

6.4 Рішення п.5.4 лабораторного заняття

ЛІТЕРАТУРА

1. Зингиренко А. М., Баєва Н. Н. Системы многоканальной связи, М., Связь, 1980.

2. Техника связи. Системы передачи К-300, М., Связь, 1977.

3. Аппаратура систем передачи по линиям связи. Справочник. М., Связь, 1970.

4. Бондаренко В. Г., Скрипченко О. М. Параметры і характеристики каналів та трактів аналогових систем передачі.

ДУІКТ, Київ 2002.

Дистанційний контроль обладнання лінійних трактів аналогових та цифрових систем передачі.

1.МЕТА РОБОТИ

1.1. Вивчити призначення, склад обладнання, побудову і принцип роботи систем телемеханіки і телеконтролю аналогових і цифрових систем передачі.

2. КЛЮЧОВІ ПОЛОЖЕННЯ

2.1. Дистанційний контроль обладнання лінійних трактів аналогових систем передачі.

Дистанційний контроль (ДК) обладнання лінійних трактів (ЛТ) аналогових систем передачі (АСП) здійснюється за допомогою систем телемеханіки (ТМ) і систем телеконтролю (ТК) конкретних АСП. Тому доцільно розглянути системи ТМ і ТК конкретної АСП. Нижче розглядаються системи ТМ і ТК на прикладі АСП типу К-300.

2.1.1. Система пристрою ТМ АСП К-300.

Система ТМ працює по робочих парах коаксіального кабеля МКТ—4 і призначена для визначення:

- відкривання люка контейнера НУП ("Л");
- появи води в контейнері НУП ("В");
- зниження опору ізоляції контрольної жили кабеля ("ПИ");
- обриву ланцюга дистанційного живлення НУП ("ДП");
- включення виконавчих пристроїв у НУП по квіт-сигналам, що посилаються з НУП ("КС").

Система ТМ забезпечує контроль до 20 НУП в секції ОУП-ОУП, тобто кожний пункт, що обслуговується, (ОП, ОУП) забезпечує (в один бік) контроль напівсекції ОУП—ОУП.

До складу обладнання системи ТМ на обслуговуємому пункті (ОП, ОУП) входить стійка СТДП, на НУП - обладнання ТМ.

Система ТМ побудована за принципом часового розподілу сигналів керування СУ (посилаються з обслуговуємих пунктів на НУП) і сигналів повідомлення СИ (посилаються з НУП на пункти, що обслуговуються). У якості СУ і СИ використовуються імпульси тривалістю 1...2МС. їхній енергетичний спектр зосереджений у смузі частот до 2...3кГц, що дозволяє практично виключити їхній вплив на інформаційний лінійний сигнал, переданий у смузі частот 60...1300КГц (оскільки сигнали СУ і СИ передаються по робочих парах кабелю разом з інформаційним лінійним сигналом). Система ТМ відноситься до типу безконтактних систем безперервної дії. Структурна схема системи ТМ представлена на Рис.2.1.

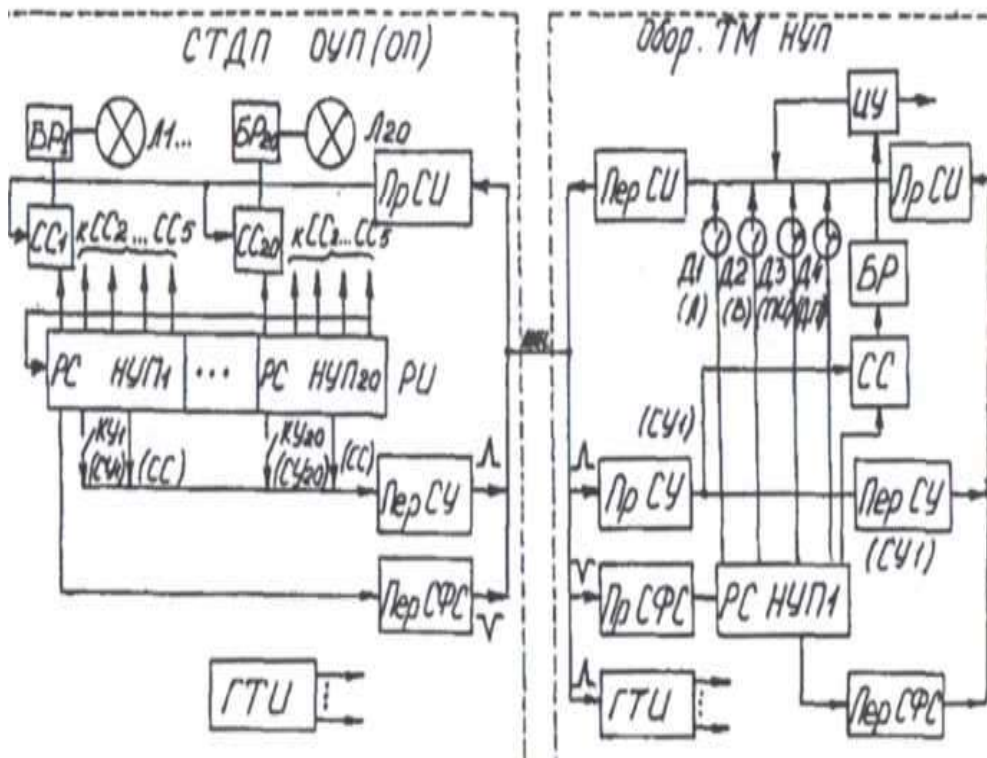


Рис. 2.1

БР - безконтактне реле;
 СС - схема збігу;
 РИ - розподільник імпульсів;

КУ - контакт керування;
 РС - реєстр зрушення;
 ИУ - виконавчі пристрої;
 ГТИ - генератор тактових імпульсів.

Часові діаграми, що пояснюють принцип роботи системи представлені на Рис. 2.2.



СФС - синфазний сигнал; СУ - сигнал керування; СС - синхросигнал; СИ - сигнал повідомлення. СФС з ОУП (ОП) передається на початку кожного циклу роботи РИ (з 1-го виходу РС НУП1). СФС здійснює запуск РС НУП1 (у обл. ТП НУП1). Далі, для запуску РС НУП2 (у обл. ТМ НУП2), СФС передається з останнього виходу РС НУП1 і т.д. По закінченні циклу роботи надходження КС із НУП 20) з ОУП (ОП) знову передається СФС.

СУ передається КУ1...20 кожного РС НУП, що входять до складу РИ, для перевірки включення ІУ, в обладнанні ТМ НУП (при прийомі КС від них), а також для включення генераторів телеконтролю Г1, Г2 у НУП за допомогою ІУ), що використовуються у системі ТК.

СС передаються з визначених виходів РС НУП, що входять у склад РИ, і надходить у ІТИ усіх НУП.

СИ типу Л та В передаються з НУП в ОУП (ОП) з допомогою безконтактних датчиків (Д1, Д2) "на замикання" тільки у тих випадках, коли відкрито люк (Л) або з'явилася вода (В) у контейнері НУП, СИ типу ПИ і ДП "передаються" з НУП в ОУП (ОП) за допомогою безконтактних датчиків (Д3, Д4) "на розмикання" у тих випадках, коли понижений опір ізоляції контрольної жили кабелю (ПИ) або несправний ланцюг дистанційного живлення НУП (ДП). У випадках, коли ці контрольовані параметри в нормі, то СИ типу ПИ і ДП передаються з НУП безперервно.

2.1.2. Система (пристрій) ТК АСП К-300.

Система ТК також працює по робочих парах кабелю МКТ-4 і призначена для дистанційного контролю:

- діаграми рівнів (ДУ) лінійного тракту (ЛТ);
- нелінійних перекручувань в лінійних підсилювачах (ЛУС) НУП.

Склад обладнання системи ТК той же (тобто на ОУП і ОП використовується стійка СТДП, на НУП - обладнання ТМ і ТК), але використовуються інші функціональні вузли цього обладнання.

Система ТК працює за спеціальними сигналами телеконтролю (сигналам ТК) з визначеними частотами, формованими спеціальними генераторами телеконтролю (ГТК).

Для того, щоб сигнали ТК не впливали на інформаційний лінійний сигнал, частоти сигналів ТК, по-перше, розташовані вище полоси частот лінійного сигналу, і по-друге, рівень сигналів ТК (P_{TK}) значно менше рівня лінійного сигналу ($P_{ЛС}$). Зокрема: $P_{TK} = -35$ дБ, $P_{ЛС} = -13$ дБ (з попереднім викривленням рівня передачі) і $P_{ЛС} = -17$ дБ (без попереднього викривлення рівня передачі).

Структурна схема системи ТК представлена на рис. 2.3.

Контроль ДУ ЛТ здійснюється шляхом дистанційного контролю проходження сигналів ТК від ГТК (Г) НУП, починаючи з першого НУП. Для цього по сигналу СУ від ОУП (ОП) на НУП (попередньо, починаючи з першого НУП) включаються П (формуєчі сигнали ТК із $f_1=1395$ КГц), а на іншому ОУП за допомогою СИУ вимірюють рівень цих сигналів (P_{f1}). Виміряні дані P_{f1} порівнюють з попередніми результатами виміру P_{f1} і паспортними даними ДУ ЛТ.

У випадку зменшення або зникнення P_{f1} , робиться висновок про пошкодження, що може бути як у ЛУС НУП (при зменшенні P_{f1}), так і в кабелі (при зникненні P_{f1}). Для остаточного з'ясування й усунення ушкодження виїжджають на НУП і вимірюють ДУ на місці.

Для контролю нелінійних спотворень ЛУС НУП на ОУП (ОП) включають Г3 і посилають сигнал ТК з $f_3 = 1304$ КГц із цілком визначеним рівнем, а на НУП по сигналу СУ від ОУП включають (попередньо, починаючи з першого НУП) Г2 = 2704 КГц і також з визначеним рівнем. На іншому ОУП за допомогою СИУ на виході ЛУС виконується вимір рівня різничного нелінійного продукту P_{f4} з частотою $f_4 = 1400$ КГц, виникаючого на виході ЛУС того НУП, у який в даний момент підключений Г2. ЛУС, у якому спостерігається збільшення Р береться під спостереження і P_{f4} контролюється більш часто. Якщо відбувається подальше його збільшення, то даний ЛУС підлягає заміні.

Конструктивно ГТК (Г1 і Г2) розташовані в одному блоці з ЛУС НУП і включаються одночасно при сигналі СУ від - ОУП (ОП). Тобто послідовно вимірюються рівні P_{f1} і P_{f4} для кожного НУП.

В інших АСП, працюючим по коаксіальних кабелях, використовуються аналогічні системи ТМ і ТК, що мають свої схемні і конструктивні особливості. В АСП, працюючих по симетричним кабелях (К-60П), сигнали СУ і СИ (у системі ТМ) розрізняються по частоті, а не за часом.2.2. Дистанційний контроль обладнання лінійних трактів ЦСП.

У ЦСП дистанційний контроль обладнання лінійних трактів здійснюється за допомогою системи ТК, тобто немає розподілу системи дистанційного контролю на систему ТМ і систему ТК, як це прийнято в АСП. Оскільки кожна конкретна ЦСП містить свою систему ТК, що відрізняється за складом обладнання і функціональними можливостями від інших ЦСП, то нижче розглядається система ТК на прикладі первинної ЦСП ІКМ-30.

Система ТК ЦСП ІКМ-30 призначена для визначення з ОП(ОРП):

- місця обриву кабельної лінії (номера регенераційної ділянки, на якому відбувся обрив лінії);
- номера НРП зі зниженим тиском повітря в контейнері (розкритого НРП);
- несправного лінійного регенератора (номера НРП, містить регенератор із числом помилок лінійного цифрового сигналу більше припустимого).

Номер НРП зі зниженим тиском і несправним лінійним регенератором визначається за допомогою спеціально виділеної у кабелі пари ТК (з числа резервних пар кабеля). Визначення місця обриву кабельної лінії здійснюється по робочим парам кабеля (тобто додаткової пари ТК не потрібно).

Система ТК дозволяє виконувати дистанційний контроль 6-ти лінійних трактів, в кожному з котрих здійснюється контроль до 10 НРП. Тобто кожний обслуговувемий пункт (ОП, ОРП) забезпечує в одну сторону контроль напівсекції ОРП-ОРП.

До складу обладнання системи ТК на обслуговуєму пункті (ОП, ОРП) входять прилади ТК, розміщені на панелі обслуговування ПО-2 стояки СОЛТ, а також прилад дистанційного контролю регенераторів ПДКР, розміщений на стійці СОЛТ під панеллю ПО-2; на НРП - блок контролю регенераторів КР, а також пристрою КТ у виді контрольних елементів (резисторів, діодів, датчиків).

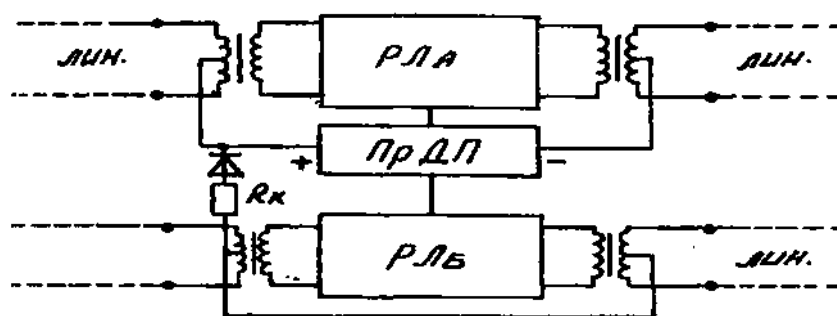
Нижче розглядається побудова і принцип роботи системи (пристроїв) ТК.2.2.1. Визначення місця обриву кабельної лінії.

Визначення місця обриву кабельної лінії здійснюється по іанцюзі дистанційного живлення (ДП) НРП. У цьому ланцюзі ДП на южнім НРП є контрольний ланцюг, що складається з діода і резистора $R_k = 200 \text{ кОм}$

При справності жил кабелю на всіх регенераційних ділянках: іоди на всіх НРП закриті і контрольний ланцюг не впливає на іанцюг ДП лінійних регенераторів (РЛА, РЛБ).

При обриві жил кабелю на якій-небудь регенераційній ділянці: обривається фантомний ланцюг ДП на ушкодженій ділянці; іідключається джерело ДП і спрацьовує сигналізація в блоці ДП на ОП(ОРП).

Технічний персонал ОП(ОРП) визначає місце обриву жил кабелю (ушкоджена ділянка) шляхом підключення (замість іідключеного джерела ДП) до ланцюга ДП вимірювального пристрою ІУ) за допомогою кнопки "Обр.ДП" (рис. 2.5).



ИУ (розташоване на панелі ПО-2) містить:

- джерело стабілізованої напруги $U_{ст} = 40В$ з полярністю, зворотньою полярності джерела ДП;
- мікроамперметр (із зафарбованим сектором);
- набір з десяти (по максимальному числу НРП в полусекції ДП) вимірювальних резисторів R_u ($R_{u1}...R_{u10}$), що можуть підключатися в схемі виміру за допомогою перемикача на десять положень.

Величина опору вимірювальних резисторів визначається вираженням: $R_{ui} = R_k / 10 - (i - 1)$, де $i=1,2,3,...,10$. Тобто: $R_{u1} = R_k / 10$, $R_{u2} = R_k/9,...$ $R_{u10} = R_k$

При обриві ланцюга ДП (обриві жил кабелю на визначеній ділянці) резистори R_k в НРП виявляються включеними паралельно один одному тільки до місця обриву. Прилад (мікроамперметр) відградуваний так, що стрілка приладу буде знаходитися в зафарбованому секторі, якщо загальний опір вимірювального ланцюга (що складається з паралельно включених R_k до місця обриву u R_{ui}) буде дорівнювати:

$$R_{общ} = R_k/10 = 20 \text{ кОм}$$

Технічний персонал ОП (ОРП) за допомогою перемикача ИУ (тобто підбором вимірювальних резисторів R_{ui}) намагається, щоб $R_{общ}$ дорівнювало 20 кОм і по положенню перемикача ИУ (1...10) визначає ділянку обриву.

2.2.2. Визначення номера НРП зі зниженим тиском повітря в контейнері (розкритого НРП).

Для виконання даної функції система (пристрій) ТК працює по спеціально виділеній парі ТК. При цьому в ОП (ОРП) використовуються пристрої контролю і сигналізації (УКС1...6) і вимірювальний пристрій (ИУ), а в НРП - датчики сигналізації зниження тиску (СПД1... 10) і резистори $R_{д1}... 10$ (рис. 2.6).

Кількість УКС1...6 відповідає кількості контролюємих лінійних трактів ЛТ1...6, а кількість СПД1...10 і $R_{д1}...10$ - кількості контрольованих НРП у кожному лінійному тракті. У ПО-2 до кожної пари ТК1...6 підключається своє УКС1...6.

При нормальному надлишковому тиску в контейнері НРП (0,5 - 0,7 атм) контакти СПД 1... 10 розімкнуті. При зниженні тиску в тому чи іншому контейнері НРП до 0,2 атм або при вскриванні люка контейнера НРП замикається відповідний контакт СПД або кнопка блокування КБ, підключаючи тим самим $R_{д}$ до пари ТК. При цьому, на ОП (ОРП) спрацьовує ключова схема (КлС) і реле (Р), що включає індикаторну лампу (світлодіод) Л1...10 на ПО-2. За допомогою кнопки(Кн), розташованої під Л1...10 на ПО-2, дана пара ТК1...6 підключається до ИУ. Відмінність схеми ИУ на рис.2.6 від схеми ИУ на рис.2.5 полягає в інших величинах опорів вимірювальних резисторів $R_{u1}... 10$.

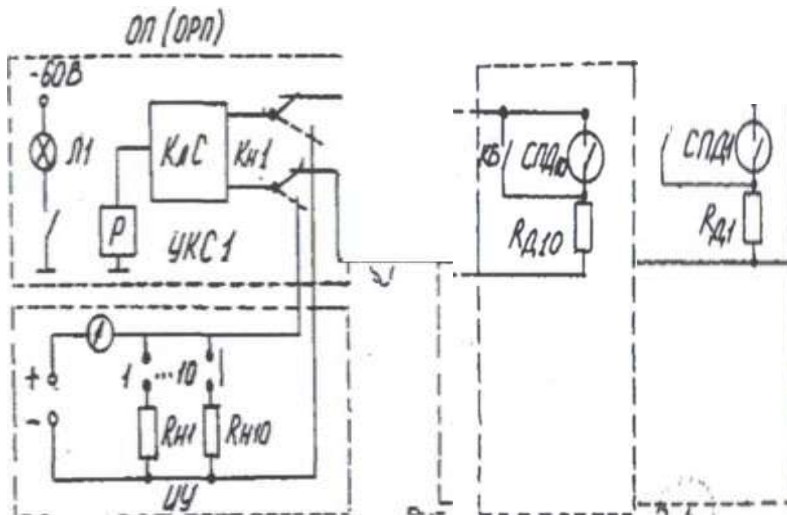


Рис. 2.6.

Для визначення номера НРП зі зниженим тиском (розкритого НРП) здійснюють підбір (за допомогою перемикача) такого R_{ui} , що доповнює R_{di} ($i=1...10$) до цілком визначеної величини, рівної $R_{f10} = 20\text{кОм}$, що відповідає визначеній величині струму у вимірювальному ланцюзі і перебуванню стрілки приладу в зафарбованому секторі. По i -му положенню перемикача ($i=1...10$) визначають номер НРП зі зниженим тиском (розкритого НРП).

Величина опору резисторів R_{di} визначається виразом:

$$R_{di} = [10 - (i - 1)] \cdot R_{d10}, \text{ тобто } R_{d10} = 10R_{d10}, R_{d2} = 9R_{d10}, \dots R_{d10} = 20 \text{ кОм.}$$

Величина опору вимірювальних резисторів визначається виразом

При одночасному зменшенні тиску (розкриття) у декількох НРП визначити номера кожного з них з ОП (ОРП) неможливо. У цьому випадку необхідне проведення пошукових робіт.

У спектрі тест-сигналу присутня могутня НЧ, складова частота якої ($F_{нч}$) дорівнює частоті проходження пакетів триад повторюваної полярності: $F_{нч} = 1\text{ЛГнч}$. При цьому, число (щільність) триад у пакеті може мінятися. У ГИС передбачена можливість зміни щільності триад від однієї на чотири тактових інтервалу ($1/4$) до однієї на одинадцять тактових інтервалів ($1/11$). Амплітуда НЧ складової пропорційна щільності триад.

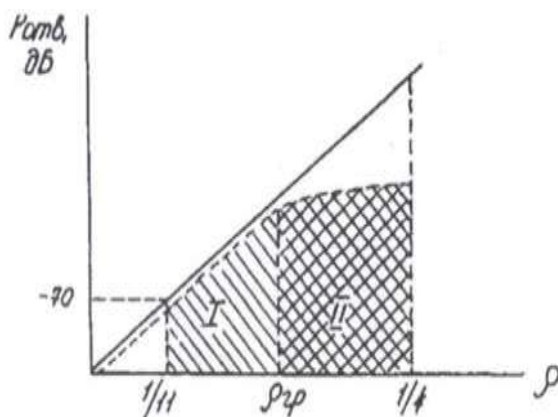
Контрольні виходи всіх РЛ підключені до блоку КР, в якому знаходиться фільтр, що виділяє з регенеруемого тест-сигналу НЧ складову.

На виході ГИС формуються тест—сигнали з десятьма різними значеннями $F_{нч}$, на кожному з яких налагоджений фільтр блоку КР відповідного НРП1 ..10 ($R_{нч1}=1103\text{Гц}$ $R_{нч10}=1600\text{Гц}$).

Таким чином $F_{нч}$ - це частота проходження пакетів триад повторюємо! полярності. При одній і тій же $F_{нч}$ щільність триад в пакеті може змінюватися від $1/4$ до $1/11$, тобто змінюється амплітуда НЧ складової, а як наслідок - і рівень сигналу $s_{нч}$.

По парі ТК виділена НЧ складова (на кожному НРП) передається в ОП (ОРП) у вигляді сигналу відповіді даного НРП, рівень якого (Ротв) фіксується в УУ ПДКР.

Перевірка РЛ здійснюється по чергово, починаючи з першого НРП. Якщо контрольований РЛ справний, а структура надходячого на його вхід тест-сигналу не спотворена, то в пару ТК буде надходити сигнал відповіді з Гнч з цілком визначеним рівнем (Ротв), що залежить від щільності тріад (Р) у пакетах тест-сигналу (рис.2.10).



Ділянка від $p = 1/11$ до $p_{гр}$ (I) є областю безпомилкової роботи

РЛ, а ділянка від $p_{гр}$ до $p = 1/4$ є областю помилок

Гранична щільність $p_{гр}$ побічно визначає запас завадостійкості РЛ.

Залежність Ротв, від p визначається попередньо для кожного РЛ перед здачею лінійного тракту а експлуатацію, а отримані при цьому значення $P_{гр}$ заносяться в контрольні таблиці.

Пошук нестабільно працюючого РЛ здійснюється шляхом порівняння отриманих в результаті виміру значень $p_{гр}$ із контрольними. Несправний РЛ звичайно дає більше число помилок, що спотворюють структуру тест-сигналу. При цьому сигнал відповіді буде або відсутній, або мати дуже низький рівень (Ротв). Зокрема, якщо Ротв при $p = 1/11$ буде нижче мінус 70дБ на 10-20дБ, то такий РЛ уже вважається несправним. При виявленні несправного РЛ його необхідно замінити, тому що в протилежному випадку тест-сигнал прийде на наступні РЛ у спотвореному вигляді і їх контроль виявиться недостовірним.

Слід зазначити, що системи (пристрою) ТК інших ЦСП (більш високої ступіні ієрархії, чим ІКМ-30) мають свої схемно-конструктивні і функціональні особливості (у порівнянні з ЦСП ІКМ-30), що приводяться в технічній документації конкретних ЦСП.

3. КЛЮЧОВІ ПИТАННЯ

- 3.1 Призначення, склад обладнання системи (пристроїв) ТМ АСП (на прикладі СП К-300).
- 3.2 Принцип роботи системи (пристроїв) ТМ СП К-300.
- 3.3. Призначення, склад обладнання системи (пристроїв) ТК АСП (на прикладі СП К-300).
- 3.4. Принцип роботи системи (пристроїв) ТК К-300.
- 3.5. Призначення, склад обладнання системи (пристроїв) ТК ЦСП (на прикладі ЦСП ІКМ-30).
- 3.6. Принцип роботи системи (пристроїв) ТК ЦСП ІКМ-30 при визначенні місця обриву кабельної лінії
- 3.7 Принцип роботи системи (пристроїв) ТК ЦСП ІКМ-30 при визначенні НРП зі зниженим тиском повітря в контейнері (розкритого НРП)
- 3.8. Принцип роботи системи (пристроїв) ТК ЦСП ІКМ-30 при визначенні несправного лінійного регенератора

4. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ТЕМИ

- 4.1 Вивчити призначення, склад обладнання і принцип роботи системи (пристроїв) ТМ АСП (на прикладі СП К-300).
- 4.2. Вивчити призначення, склад обладнання і принцип роботи системи (пристроїв) ТК АСП (на прикладі СП К-300).
- 4.3. Вивчити призначення, склад обладнання і принцип роботи системи (пристроїв) ТК ЦСП (на прикладі ЦСП ІКМ-30).
- 4.4. Підготувати відповіді на ключові питання.
- 4.5. Накреслити структурні схеми систем ТМ і ТК СП К-300 і часові діаграми, що пояснюють принцип роботи системи ТМ.
- 4.6 Накреслити структурну схему, що пояснює принцип роботи системи ТК ЦСП ІКМ-30 при визначенні місця обриву кабельної лінії.
- 4.7 Накреслити структурну схему, що пояснює принцип роботи системи ТК ЦСП ІКМ-30 при визначенні НРП зі зниженим тиском повітря в контейнері (розкритого НРП).
- 4.8 Накреслити структурну схему, що пояснює принцип роботи системи ТК ЦСП ІКМ-30 при визначенні несправного лінійного регенератора НРП для заданих варіантів значень вимірювальних опорів, приведених у табл. 4.1,
- 4.9. Визначити номер ділянки обриву кабельної лінії і номер розкритого НРП для заданих варіантів значень вимірювальних опорів, приведених у таблиці 4.1.

Табл. 4.1.

Вихідні данні	№ ВАРІАНТУ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Ruі	При обриві кабельної лінії	200	100	66.66	50	40	20	22,22	25	28,57	33.33
кОм	При розкритті НРП	22.22	22.5	22.86	23.33	24	10	40	30	26.66	25

5. ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

У протоколі лабораторного заняття повинні бути представлені:

5.1. Структурні схеми систем ТМ і ТК СП К-300 і часові діаграми, що пояснюють принцип роботи системи ТМ (рис: 2.1, 2.2, 2.3).

5.2. Структурні схеми, що пояснюють принцип роботи ТК ЦСП ІКМ-30 при визначенні: місця обриву кабельної лінії; номера НРП зі зниженим тиском повітря в контейнері (розкритого НРП); несправного лінійного регенератора (рис: 2.5, 2.6, 2.7).

5.3. Рішення п. 4.9 лабораторного завдання.

Обладнання лінійних трактів ЦСП

1.МЕТА РОБОТИ

- 1.1. Вивчити структуру та склад обладнання лінійних трактів для передачі інформаційних сигналів.
- 1.2. Вивчити організацію та склад обладнання лінійних трактів для передачі дистанційного живлення на НУП та службового зв'язку.

2. КЛЮЧОВІ ПОЛОЖЕННЯ

До складу обладнання лінійного тракту любої ЦСП входить:

- обладнання для передачі інформаційних сигналів;
- обладнання дистанційного живлення НРП;
- обладнання службового зв'язку;
- обладнання дистанційного контролю лінійного тракту.

Кожна ЦСП містить свій конкретний склад вищевказаного обладнання лінійного тракту. Нижче розглядається зміст обладнання лінійного тракту на прикладі первинної ЦСП ІКМ-30 и вторинної ЦСП ІКМ-120.

2.1. Обладнання лінійного тракту ЦСП ІКМ- 30.

2.1.1. Структура та склад обладнання лінійного тракту для передачі інформаційних сигналів.

Лінійний тракт ЦСП ІКМ—30 є чотирьохпровідним (СЧПР), однокабельним (ІКАБ). Швидкість передачі лінійного цифрового сигналу дорівнює 2048 кБіт/с. Тип коду в лінії — ЧПІ. Передача лінійного сигналу здійснюється по ланцюгам низькочастотних симетричних кабелів типу Т, ТПП з діаметром жил 0,5мм, 0,7мм. В лінійному тракті ЦСП ІКМ—30 може використовуватись також високочастотні симетричні кабелі типу ТЗ, МКС з діаметром жил 1,2мм. Структурна схема лінійного тракту представлена на Рис. 2.1.

До складу кінцевого обладнання лінійного тракту (ОЛТ та ОП) входять стояки СОЛТ. На одній стійці СОЛТ розміщується до 30 комплектів ОЛТ, кожний з яких обслуговує 3 лінійних тракта. В цілому (при повному заповненні) одна стійка СОЛТ забезпечує обслуговування $30 \times 3 = 90$ лінійних трактів, що дозволяє організувати $30 \times 3 \times 30 = 2700$ каналів ТЧ. Раніше випускались стояки СОЛТ на 24 комплекта ОЛТ, що забезпечує обслуговування 72 лінійних трактів.

Один комплект ОЛТ містить: 3 блока станційних регенераторів (блоки РС), 3 блока дистанційного живлення (блоки ДЖ чи ДЖК), блок контролю і живлення станційних регенераторів (блок КП). Комплект ОЛТ розміщується на панелі ДЖР (всього до 10 панелей ДЖР на одній стійці СОЛТ).

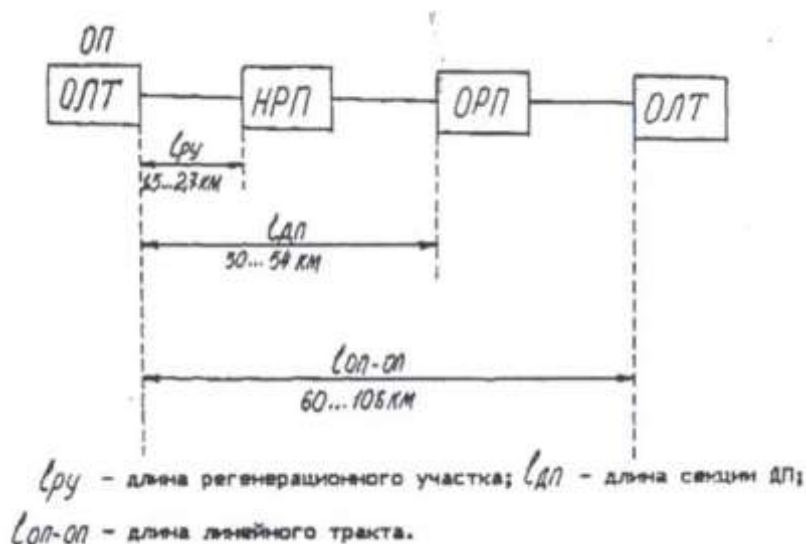


Рис. 2.1.

Введення ланцюгів кабеля виконується в СОЛТ на ввідній панелі ВП (всього 5 панелей БП). На кожній панелі ВП розміщується 9 передаючих і 9 приймальних пар кабеля, з котрих 6 приймально-передаючих пар підключаються до ланцюгів лінійних виходів СОЛТ, а 3 приймально-передаючих пари - до ланцюгів підсилювачів службового зв'язку (УСС) і ланцюгам телеконтролю (ТК) лінійних трактів. Всі пари кабелів захищені розрядниками типу Р-27.

Структурна схема СОЛТ розглядалась раніше (на лабораторному занятті по вивченню кінцевої станції ІКМ-30) і тому тут не приводиться.

До складу апаратури ОРП входить два стояки СОЛТ

До складу апаратури НРП входять блоки лінійних регенераторів (блоки РЛ), котрі розміщуються в контейнерах типу НРП-К12. В одному контейнері НРП-К12 може розміщуватися до 12 блоків РЛ.

Побудова блоків РЛ і конструкція контейнерів НРП-К12 розглядаються на окремому лабораторному занятті по вивченню лінійних регенераторів ІКМ-30.

2.1.2. Організація і обладнання дистанційного живлення (ДЖ) НРП.

ДЖ НРП організується по фантомним ланцюгам робочих пар симетричного кабеля від обслуговуваних пунктів (ОП, ОРП) за схемою "провід-провід".

ОП (ОРП) може забезпечити ДЖ по 10 НРП (полусекція ДЖ) за допомогою блока ДЖ, розміщеного на панелі ДЖР стояки СОЛТ. Напруга ДЖ може становити до 240В (при живленні 10 НРП), номінальна величина тока ДЖ складає 110 мА. На коротких лінійних трактах (до 4-х НРП, тобто до 2-х НРП у полусекції ДЖ) у стояці СОЛТ використовується блок ДЖК, який забезпечує величину напруги ДЖ до 54В при номінальній величині 110 мА.

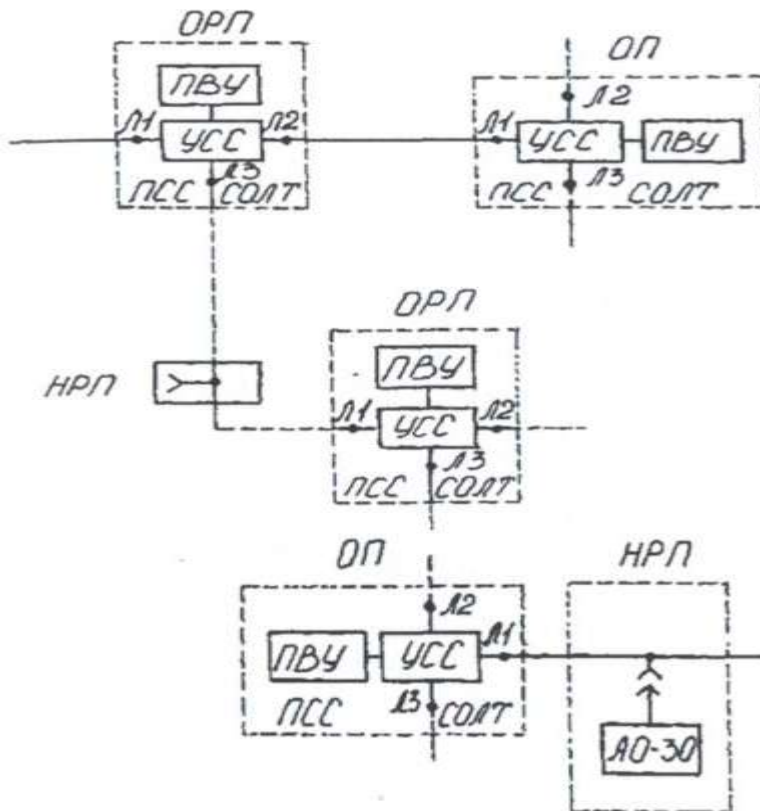
На НРП використовуються блоки ПрДЖ, розміщені в контейнерах НРП-К12.

Схема організації ДЖ НРП з використання фантомних ланцюгів робочих пар симетричного кабелю за схемою "провід-провід" розглядається на окремому лабораторному занятті по вивченню лінійних регенераторів ІКМ-30.

2.1.3. Організація и обладнання службового зв'язку.

В лінійному тракті ЦСП ІКМ-30 організується один тип каналу службового зв'язку (КСС) між усіма пунктами лінійного тракту по двух- чи чотирьохпровідному каналу НЧ (відповідно по одній чи двом додатковим (резервним) парам симетричного кабеля) відбірковим викликом до 10 обслуговуваних пунктів. Схема організації КСС приведена на Рис. 2.2.

На обслуговуваних пунктах (СП, ОРП) у якості обладнання службового зв'язку використовуються блоки мовно-викличних пристроїв (ПВУ) і підсилювача службового зв'язку (ПСЗ), котрі розміщуються на панелі службового зв'язку (ПСЗ) стояки СОЛТ. Блок ПВУ містить генератор тонального виклику (ГТВ) на 10 викличних частот.



До складу блока УСС входить приймач вибіркового виклику (ПВВ), налаштований на одну з викличних частот.

На НРП в якості обладнання службового зв'язку використовується апарат обхідника АО-30, який містить ГТВ на 10 викличних частот для виклику обслуговуваних пунктів (ОРП, ОРП). Виклик других НРП виконується з АО-30 голосом.

Один КСС, як правило, обслуговує або всі, або групу лінійних трактів, що проходять через НРП. Розгалужуючись на ОРП (сумісно з обслуговуваними лінійними трактами), КСС охоплює велике число НРП і ОРП. Причому, службові переговори, а також сигнали виклику і відповіді з різних пунктів взаємно прослуховуються.

Тому число обслуговуваних пунктів (підключених до одного КС), як правило, обмежують двома-трьома.

Основним елементом обладнання КСС на обслуговуваних пунктах є УСС, який забезпечує ведення службових переговорів з обслуговуваних пунктів одночасно по трьом напрямкам (Л1, Л2, Л3) і організацію скрізного транзиту (через обслуговуваний пункт) сигналів службового зв'язку, що надходять від інших станцій. Структурна схема УСС та ПВУ (які розташовані на панелі ПСС СОЛТ) представлена на Рис 2.3

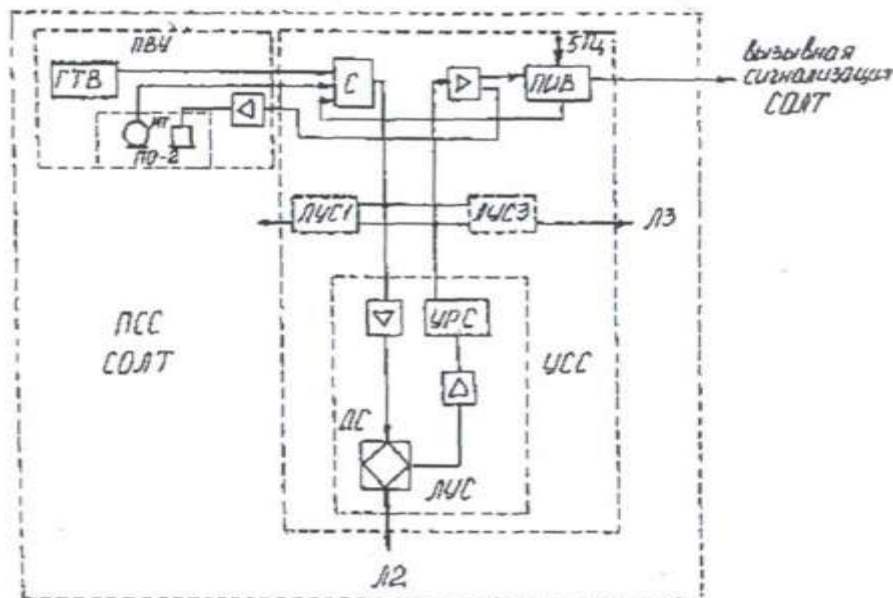


Рис. 2.3.

На Рис 2.3 показано, що мікротелефонна трубка (МТ) ПВУ розташована на панелі ПО-2 стояки СОЛТ. При прийомі вибіркового виклику по лінії Л1 (Л2 або Л3) у блоці УСС спрацьовує ПІВ і посилає в лінію (на яку прийшов виклик) переривчастий сигнал "відповідь", що являє собою викличний сигнал, модульований частотою 5 Гц. УРС забезпечує транзит і розгалуження сигналів службового зв'язку в ОРП. Призначення інших функціональних вузлів і блоків ПВУ та УСС (на Рис. 2.3).

2.1.4. Обладнання дистанційного контролю лінійного тракту.

Для організації дистанційного контролю лінійного тракту на ОП і ОРП використовуються пристрої телеконтролю (ТК), розташовані на панелі обслуговування ПО-2 і пульт дистанційного контролю регенераторів ПДКР (під ПО-2) стояки СОЛТ.

На НРП до обладнання дистанційного контролю відносяться:

- блок контролю регенератора (блок КР), за допомогою якого може бути визначений несправний регенератор;
- окремі елементи ТК, до яких відносяться датчики і контрольні резистори, за допомогою яких можуть бути визначені: місце обриву кабельної лінії, НРП зі зниженим тиском (відкритий НРП).

Призначення і принцип роботи обладнання дистанційного контролю лінійного тракту розглядаються на окремому лабораторному занятті.

2.2. Обладнання лінійного тракту ЦСП ИКМ-120.

2.2.1. Структура і склад обладнання лінійного тракту для передачі інформаційних сигналів.

Лінійний тракт ЦСП ИКМ-120 є ЧПР, 2КАБ. Швидкість передачі лінійного цифрового сигналу дорівнює 8448 кБіт/с. Тип коду в лінії _ ЧПІ або КВП-3. Передача лінійного сигналу здійснюється по ланцюгам високочастотних симетричних кабелів типу МКС і ЗКП. Структурна схема лінійного тракту (з указівкою довжин відповідних ділянок) представлена на Рис. 2.4.

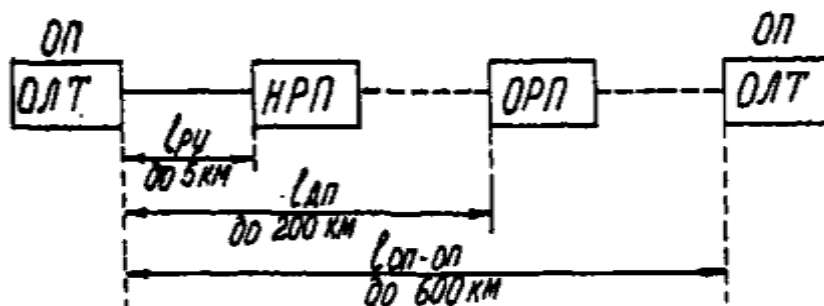


Рис. 2.4

До складу ОЛТ (на ОП) входять стояки лінійного обладнання типу СЛО-1 (у ИКМ-120А) або СЛО-У (в ИКМ-120У).

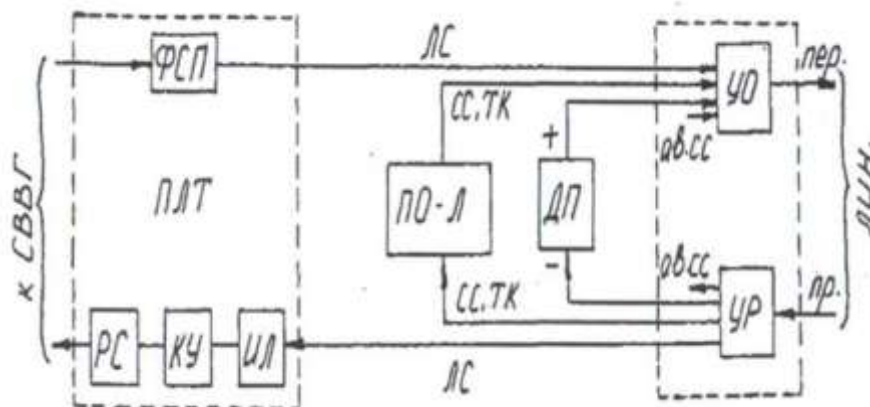
СЛО-1 містить до 4-х комплектів лінійного тракту (КЛТ), СЛО-У - до 2-х КЛТ. Кожен КЛТ розміщується на своїй панелі лінійного тракту (ПЛТ) стояки СЛО-1 (СЛО-У).

До складу СЛО-1 входять: чотири КЛТ, розташовані на чотирьох ПЛТ; чотири блока ДП (по одному на кожен КЛТ); панель обслуговування ПО-Л; панель ВП (для введення ланцюгів 4-х лінійних трактів).

До складу СЛО-У входять; два КЛТ; два блоки ДП; панель сервісного обслуговування СО-Л (замість ПО-Л як в СЛО-1); панель ВП.

Структурна схема СЛО-1 (з одним КЛТ) представлена на **Рис.2.5**.

- ФСП - формувач сигналів передачі;
- РС - станційний регенератор;
- КУ - коригувальний підсилювач;
- ИЛ - штучна лінія;
- УО - пристрій об'єднання;
- УР ■ пристрій розподілу.



УО забезпечує об'єднання і передачу по передавальній парі кабелю: інформаційного лінійного сигналу (ЛС), сигналів службового зв'язку (СЗ), сигналів телеконтролю (ТК), а також організацію ланцюга ДП і аварійного 2—провідного службового зв'язку. УР забезпечує розподіл цих сигналів, що надходять по прийомній парі кабелю. УО й УР розташовані в блоках пристроїв введення сигналів (УВС) панелі ВП.

На панелі ВП розташовані 4 блоки УВС для лінійних ланцюгів передачі і 4 блоки УВС для лінійних ланцюгів прийому. Кожен блок УВС містить 5 трансформаторів (по два трансформатора — для УО й УР, один трансформатор — для введення ДП і сигналів аварійного 2х-провідного службового зв'язку).

До складу апаратури ОРП входить дві стояки СЛО-1 (СЛО-У). До складу апаратури НРП лінійних трактів ИКМ-120А входять блоки РЛ, що розміщуються в наступних типах контейнерів: НРП-К2, НРП-Г8, НРП-02.

Контейнер НРП-К2 колодязного типу, розрахований на включення двох лінійних трактів (поставляється з одним блоком РЛ). Для більшого числа лінійних трактів установлюється декілька НРП-К2. Виконаний у вигляді герметичного чавунного контейнера, конструкція якого аналогічна конструкції НРП-К12 ИКМ-30.

Утримується (у процесі експлуатації) під надлишковим тиском повітря. Маса не перевищує 120кг.

Контейнер НРПТ8 ґрунтового типу, розрахований на включення восьми лінійних трактів (поставляється з двома блоками РЛ). Виконаний у виді герметичного сталевго контейнера циліндричної форми. Поверх кришки контейнера є захисна кришка, що охороняє виступаючу частину контейнера від механічних ушкоджень, атмосферних впливів і розкриття сторонніми особами. Утримується під надлишковим тиском повітря. Маса не перевищує 340кг.

Контейнер НРП-02 опорного типу, розрахований на включення двох лінійних трактів (поставляється з одним блоком РЛ). Виконаний у вигляді вологонепроникного алюмінієвого корпусу з кришкою без надлишкового тиску. Кріпиться спеціальними болтами на спеціальних опорах або опорах ВЛС. Над контейнером розташовується сонцезахисний козирок. Маса не перевищує 100 кг.

Апаратура НРП лінійних трактів ИКМ-120У складається з комплектів регенераційного обладнання, що необслуговується, (КНРО), розрахованих на два лінійних тракти. Конструктивно КНРО являє собою металевий каркас, у якому

встановлені: 2 блоки РЛ—У, блок телемеханіки і службового зв'язку (ТМСС), блок перетворення напруги (ПН), блок комутації (БК).

Комплекти КНРО встановлюються по одному в контейнері типу НРП—К2, НРП-02 і до чотирьох КНРО - у контейнер НРП-Г8, утворюючи, таким чином, контейнери типу НРП-К2У, НРП-О2У, НРП-Г8У. У комплект поставки даних типів контейнерів входить один комплект КНРО.

2.2.2. Організація й обладнання дистанційного живлення (ДП) НРП.

ДП НРП організується так, як у лінійних трактах ИКМ-30, тобто по фантомних ланцюгах робочих пар кабелю від ОП і ОРП за схемою "провід-провід".

На ОП і ОРП для ДП НРП використовуються (у залежності від напруги живлення 60 В або 24 В) блоки ДП-60 або ДП-24, що розташовуються на стійках СЛО-1 (СЛО-У). На НРП використовуються блоки ПрДП, розташовані в контейнерах НРП.

ОП (ОРП) лінійних трактів ИКМ-120А забезпечують ДП до 2ПРО НРП (на напівсекції ДП). Напруга ДП може складати до 980 В (при живленні 2ПРО НРП), номінальна величина струму ДП складає 125 Ма.

ОП (ОРП) лінійних трактів ИКМ-120У забезпечує ДП до 24 НРП (на напівсекції ДП), тобто довжина секції ДП може складати до 240км (на відміну від ИКМ-120А, у якої Ццп до 200 км). Напруга ДП -до 485 В (при живленні 24 НРП), номінальна величина струму ДП -65Ма.

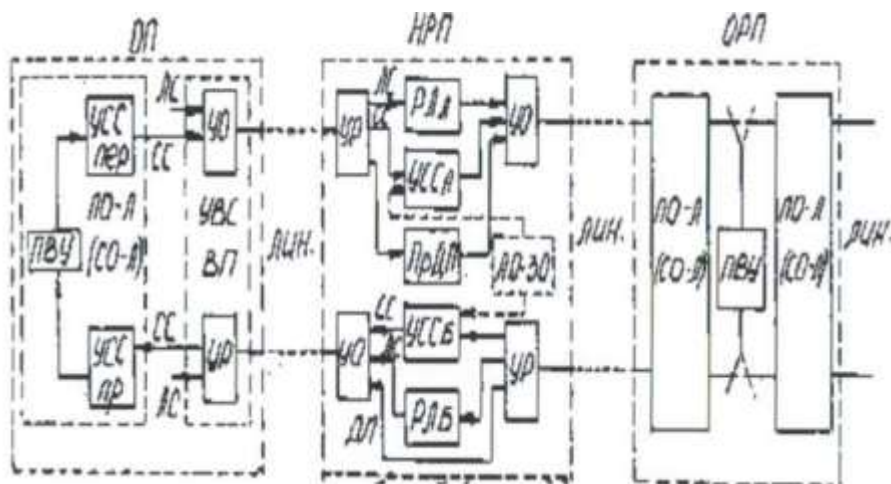
2.2.3. Організація й обладнання службового зв'язку.

В лінійному тракті ИКМ-120А (У) організується два типи службового зв'язку (КСС): цифровий КСС (ЦКСС); низькочастотний КСС (НЧ КСС).

ЦКСС організується по робочих парах кабелю між ОП. Обладнання ЦКСС розташовується на стійці СВВГ ОП. Аналого-цифрове перетворення сигналів у ЦКСС здійснюється за допомогою дельта-модуляції. Сигнали ЦКСС передаються на визначених тимчасових позиціях циклів передачі ИКМ-120А (У).

НЧ КСС - чотирьохпровідний організується по робочих парах кабелю між усіма пунктами лінійного тракту (ОП, ОРП, НРП) . Обладнання НЧ КСС (на ОП, ОРП) розташовується на панелі ПО-Л (СО-Л) стояки СЛО-1 (СЛО-У). Сигнали НЧ КСС передаються в смузі частот 0,3..3,4 КГц разом з інформаційним лінійним сигналом (тобто має місце частотний розподіл сигналів НЧ КСС і лінійного сигналу).

Склад обладнання НЧ КСС такий же, як у КСС ИКМ-30, але на відміну від останнього блоки УСС використовуються не тільки в обладнанні службового зв'язку ОП і ОРП, але й в обладнанні службового зв'язку НРП і, крім того, сигнали НЧ КСС передаються по робочих парах кабелю, а не по додаткових (резервних) парах кабелю як у КСС ИКМ-30. Структурна схема організації НЧ КСС ИКМ-120А (У) представлена на оис.2.6



2.2.4. Обладнання дистанційного контролю лінійного тракту.

Для організації дистанційного контролю лінійного тракту на ОП і ОРП використовуються пристрої ТК, розташовані на панелі ПО-Л (СО-Л), на НРП - пристрої ТК, розташовані в контейнері НРП.

Пристрої ТК призначені для безперервного автоматичного контролю всіх пунктів (НРП, ОРП), що входять до складу лінійного тракту. Сигнали ТК передаються на частоті $f_{\text{тк}}=6.4\text{кГц}$ методом амплітудної модуляції по робочих парах кабелю разом із сигналами НЧ КСС.

3. КЛЮЧОВІ ПИТАННЯ

3.1. Структура і склад обладнання (по функціональному призначенню) лінійного тракту ЦСП.

3.2. Структура і склад обладнання лінійного тракту ЦСП ИКМ-30 для передачі інформаційних сигналів.

3.3. Структура і склад обладнання лінійного тракту ЦСП ИКМ-120А (У) для передачі інформаційних сигналів.

3.4. Організація й обладнання дистанційного живлення НРП ЦСП ИКМ-30.

3.5. Організація й обладнання дистанційного живлення НРП ЦСП ИКМ-120А(У)

3.6. Організація й обладнання службового зв'язку ЦСП ИКМ- 30.

3.7. Організація й обладнання службового зв'язку ЦСП ИКМ-120А(У).

3.8. Склад обладнання дистанційного контролю лінійного тракту ЦСП ИКМ-30 і ИКМ-120А (У).

4. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ТЕМИ

Вивчивши структуру і склад обладнання лінійного тракту ЦСП ИКМ-30 і ИКМ-120А (У) для передачі інформаційних сигналів.

4.1. Вивчити організацію й обладнання дистанційного живлення НРП ЦСП ИКМ-30 і ИКМ-120А(У).

4.2. Вивчити організацію й обладнання службового зв'язку ЦСП ИКМ-30 і

ИКМ-120А(У).

4.3. Вивчити склад обладнання дистанційного живлення лінійного тракту ЦСП ИКМ-30 і ИКМ-120А (У).

4.4. Підготувати відповіді на ключові питання.

4.5. Накреслити структурні схеми лінійних трактів для передачі інформаційних сигналів ЦСП ИКМ-30 і ИКМ-120А(У).

4.6. Накреслити структурні схеми організації каналу службового зв'язку в лінійних трактах ЦСП ИКМ-30 і ИКМ-120А (У).

4.7. Накреслити структурну схему обладнання службового зв'язку використовуваного на ОП і ОРП ЦСП ИКМ-30.

4.8. Накреслити структурну схему стояки лінійного обладнання ЦСП ИКМ-120А.

4.9. Визначити структуру лінійних трактів для передачі інформаційних сигналів ЦСП ИКМ-30 і ИКМ-120А (по кількості і найменуванню пунктів) і привести склад необхідного обладнання (по кількості і найменуванню необхідної апаратури на всіх пунктах) для заданих варіантів довжин лінійних трактів і кількості організуємих по них каналів ТЧ, приведених в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Вихідні данні		№ ВАРІАНТУ									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Довжина лінійного тракту, км	ИКМ-30	51	40	86	43	94	45	105	53	75	67
	ИКМ-120А	503	574	133	454	179	293	113	194	399	154
		21	23	7	19	11	15	5	13	17	0
К —ть каналів ТЧ	ИКМ-30	239	59	597	118	454	176	658	297	479	420
	ИКМ-120А	1195	1319	359	1078	597	840	239	720	957	478

Примітка до табл. 4.1.: У графі "Довжина лінійного тракту" для ИКМ-120А в чисельнику показана загальна довжина лінійного тракту, а в знаменнику — довжина лінійного тракту в межах міста (населеного пункту).

Порядок рішення п. 4.9 при вихідних даних: L — довжина лінійного тракту; L_{гор} - довжина лінійного тракту в межах міста; N_{кан} -кількість каналів полягає в наступному:

Визначається число секцій ДП:

$$N_{fln} = \text{Цб} * (i / i_{\text{дп_макс}}),$$

де: I_{дп_макс} — максимальна довжина секції ДП

індекс Цб - найближче більше ціле число відношення I / I_{дп_макс}.

2. Визначається число ОРП: N_{орп} = N_{fln} - 1

3. Визначається число регенераційних ділянок:

$$N_{py} = \text{Цб} * (I / I_{\text{py_макс}}),$$

де: $L_{ру_МЗКС}$ - максимальна довжина регенераційної ділянки.

Для ИКМ—120 додатково визначається число регенераційних ділянок у межах міста:

$$N_{ру_гор} = Цб * (i_{гор} / i_{ру_макс})$$

4. Визначається число НРП:

$$N_{Нрп} = (N_{ру} - 1) - N_{орп}$$

Для ИКМ—120 додатково визначається число НРП у межах міста:

$$B_{Нрп_гор} = N_{ру_гор} - 1.$$

5. Визначається довжина укороченої регенераційної ділянки (наприкінці лінійного тракту):

$$L_{ру_уК} = L - ((N_{ру} - 1) * I_{ру_макс}).$$

6. Визначається необхідне число лінійних трактів:

$$N_{т} = Цб * (1 Чкан / B_{кан_лт}), \text{ де } g \setminus I_{кан_лт} - \text{число каналів в одному лінійному тракті.}$$

7. Визначається необхідне число комплектів лінійних трактів:

$$I_{чклт} = Цб * (M_{лт} / пклт),$$

де пклт - число комплектів лінійних трактів, розміщених на одній стойці СОЛТ.

8. Визначається необхідне число стійок кінцевого обладнання лінійного тракту:

$$I \setminus I_{с_солт} = Цб * (B_{клт} / тклт),$$

де тклт - число комплектів лінійних трактів, розташованих на одній стійці СОЛТ.

Врахувати, що для ИКМ-120: тклт = пклт, для ИКМ-30: тклт не дорівнює пклт.

9. Визначається необхідне число контейнерів НРП визначеного типу, розташованих на кожному НРП:

$$M_{Нрп_тк-плт} = Цб * (M_{лт} / плт),$$

де: НРП_тк-плт - контейнер НРП визначеного типу (наприклад, НРП-К12, НРП-Г8, НРП-К2, НРП-02);

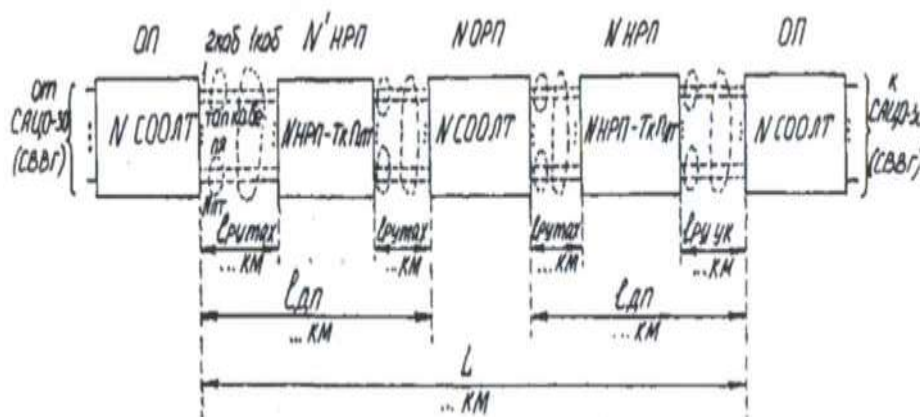
плт - число лінійних трактів, що обслуговуються одним контейнером НРП визначеного типу, чисельно рівне максимальному числу встановлюваних у ньому блоків лінійних регенераторів (плт = пбл_рл).

10. Визначається число блоків лінійних регенераторів, встановлюваних в останньому (з необхідного числа) контейнера НРП визначеного типу, розміщеного в кожному НРП:

$$п'бл_рл = Цм * (M_{лт} / плт) * плт, \text{ де } i_{цм} - \text{найближче менше ціле число відношення } I_{M_{лт} / плт}.$$

11. Будуються структурні схеми лінійних трактів заданої довжини, що забезпечують утворення заданого числа каналів, окремо для ИКМ-30 і ИКМ-120:

На всіх пунктах указуються конкретні типи стійок СОЛТ і контейнерів НРП-ТК-ПЛТ.



5. ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

У протоколі лабораторного заняття повинні бути представлені:

5.1. Структурні схеми лінійних трактів для передачі інформаційних сигналів ЦСП ИКМ-30 і ИКМ-120А(У) (Рис. 2.1, Рис. 2.4).

5.2. Структурні схеми організації каналу службового зв'язку в лінійних трактах ЦСП ИКМ-30 і ИКМ-120А(У) (Рис. 2.2, Рис. 2.6).

5.3. Структурна схема обладнання службового зв'язку застосованого на пунктах, що обслуговуються, ЦСП ИКМ-30 (Рис 2.3).

5.4. Структурна схема стояки лінійного обладнання цеп ИКМ-120А(Рис. 2.5).

5.5. Рішення п. 4.9 лабораторного завдання.

ЛІТЕРАТУРА

1. "Аппаратура ИКМ-30". Під ред. Ю.П. ИВАНОВА и Л.С.ЛЕВИНА, -М.: Радио и связь, 1983.

2. "Аппаратура ИКМ-120". Під ред. Ю.П. ИВАНОВА и Л.С.ЛЕВИНА, -М.: Радио и связь, 1989 та |6,7| списка літератури.

3. Бондаренко В. Г., Скрипченко О. М. Параметри каналів і трактів ЦСП, методи вимірювань парам

етрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП, ОЦК і типових цифрових трактів

ДОДАТОК 5

ДЕРЖАВНИЙ КОМІТЕТ ЗВ'ЯЗКУ
ТА ІНФОРМАТИЗАЦІЇ УКРАЇНИ
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій
Кафедра ТС

Методичний посібник для лабораторних занять
№1-3 з дисциплін
“Технічне обслуговування телекомунікаційних систем та мереж”,
“Технічна експлуатація систем зв'язку”

КИЇВ 2005

Укладачі: проф. В.Г.Бондаренко, А.О.Чупенко
Редакція: проф. Л.Н.Беркман, доц. О.М. Власов

Передумова

У цьому збірнику міститься методичне керівництво до лабораторних занять з дисципліни „Технічне обслуговування телекомунікаційних систем та мереж” та ТЕСЗ які призначені для поглиблення знань з технічного обслуговування телекомунікаційних систем (аналогових та цифрових які застосовуються в транспортних мережах України)

В збірнику розглядаються:

„Паспортизація каналів та трактів аналогових систем ЧРК”
(лабораторне заняття №1)

„Паспортизація каналів та трактів ЦСП”
(лабораторне заняття №2)

„Методи вимірювання параметрів каналів та трактів ЦСП”
(лабораторне заняття №3)

В основу збірника покладена розробка доцента О.М.Скрипченко

„Техническая эксплуатация и проектирование технических средств ЛТ и каналов АСП, ЦСП сети ЕАССУ”

Затверджено на засіданні кафедри ТС 24.02.05.

Методичне керівництво до лабораторного заняття №1

ПАСПОРТИЗАЦІЯ КАНАЛІВ І ТРАКТІВ АНАЛОГОВИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ З ЧРК

1. МЕТА РОБОТИ

1.1. Вивчити основні параметри і характеристики типових каналів, мережевих і лінійних трактів магістральних первинних мереж, <* утворених аналоговими системами передачі з ЧРК по металевому кабелю, та їхнє нормування.

1.2. Вивчити порядок складання і заповнення електричних паспортів на канали і тракти.

2. КЛЮЧОВІ ПОЛОЖЕННЯ

Аналогові системи передачі з ЧРК (АСП) утворюють типові канали передачі (канали ТЧ), типові мережні тракти (МТ) і широкосмугові канали (ШК) на їхній базі. Канали ТЧ (КТЧ) і МТ можуть бути простими (без транзитів) і складеними (з транзитами). Кількість каналних транзитів (транзитів по ТЧ) і кількість мережевих транзитів (транзитів по ВЧ) на ділянках магістральної мережі довжиною 2500км і 12500 км можуть бути різні. Так, на ділянці довжиною 2500 може бути організовано до 9 транзитів по ВЧ, а на ділянці довжиною 12500 км - до 45 транзитів по ВЧ і до 4 транзитів по ТЧ. Структура лінійного тракту АСП максимальної довжини з визначеною кількістю дільниць місцевої, внутришньозонової та магістральні мережі і числа транзитів ТЧ або ВЧ на ньому приведена на Рис. 1 [1]. А структура КТЧ, типових МТ і ШК - на

Рис.Д.1.

Розрізняють основні та додаткові параметри і характеристики КТЧ та МТ, перелік яких приводиться в п. 1 [1].

На складені КТЧ та МТ, а також на КТЧ та МТ, передані у вторинні мережі для передачі нетелефонних сигналів оформляються електричні паспорти, порядок складання яких а також їхня форма приводяться в п. 1. [1]

У загальному випадку, розрізняють 5 груп параметрів і характеристик ТЧ та МТ

параметри входу і виходу каналів та трактів;

залишкове загасання і його характеристики;

фазочастотні характеристики;

завади в каналах і трактах;

специфічні параметри каналів і трактів АСП.

Параметри входу і виходу КТЧ та МТ і їхнє нормування приведені в п. 2[1]; залишкове загасання і його характеристики - у п. 3 [1] ; фазочастотні характеристики - у п. 4 [1] ; завади в каналах і трактах -у п. 5[1] ; специфічні параметри каналів і трактів -у п. 6[1].

Основні параметри і характеристики лінійних трактів АСП і порядок їхнього нормування приведені у п.7 [1].

3. КЛЮЧОВІ ЗАПИТАННЯ

- 3.1. Типи каналів і трактів АСП ЧРК.
 - 3.2. Яка кількість транзитів по ТЧ і ВЧ допускається на різних ділянках первинної мережі (місцевих, внутрішньозонових, магістральних)?
 - 3.3. Структура типових мережевих трактів, формування ширококутових каналів.
 - 3.4. Які параметри і характеристики каналів ТЧ та мережевих трактів відносяться до основних і які - до додаткових?
 - 3.5. На які канали ТЧ складаються електричні паспорти?
 - 3.6. Порядок складань і форма електричного паспорту на канали ТЧ?
 - 3.7. Які параметри відносяться до параметрів входу і виходу каналів ТЧ та мережевих трактів і як вони нормуються?
 - 3.8. Залишкове загасання каналів ТЧ та мережевих трактів, його характеристики і їхнє нормування.
 - 3.9. Фазочастотні характеристики каналів ТЧ та мережевих трактів, їхнє нормування.
 - 3.10. Типи завод у каналах ТЧ та мережевих трактах і чим вони обумовлені.
 - 3.11. Яка припустима потужність завод для кабельних гіпотетичних ланцюгів і як вона розподілюється?
 - 3.12. Які завади відносяться до флуктуаційних і як оцінюється їхня дія в каналах ТЧ та мережевих трактах?
 - 3.13. За рахунок чого виникають селективні завади в каналах ТЧ та мережевих трактах і як вони нормуються?
 - 3.14. За рахунок чого виникають імпульсні завади в каналах ТЧ та мережевих трактах і як вони нормуються?
 - 3.15. Що відноситься до специфічних параметрів каналів ТЧ та мережевих трактів, за рахунок чого вони виникають і як нормуються?
 - 3.16. За рахунок чого виникають виразні перехідні впливи в каналах ТЧ та мережевих трактах і як вони нормуються?
 - 3.17. Що відноситься до параметрів і характеристик лінійних трактів АСП і як вони визначаються?
- 4. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ**
- 4.1. Вивчити принцип формування, структуру типових мережевих трактів і ширококутових каналів АСП, допустиме число транзитів по ТЧ і по ВЧ.
 - 4.2. Вивчити параметри і характеристики каналів ТЧ та мережевих трактів АСП, порядок їхнього нормування і складання електричних паспортів.
 - 4.3. Вивчити параметри і характеристики лінійних трактів АСП.
 - 4.4. Підготувати відповіді на ключові питання.
- 5. ЛАБОРАТОРНЕ ЗАВДАННЯ**
- 5.1. Накреслити структурну схему утворення каналів ТЧ, типових мережевих трактів і ширококутових каналів.
 - 5.2. Вивчити норми на параметри і характеристики простих і складених каналів ТЧ та мережевих трактів.
 - 5.3. Накреслити структурну схему лінійного тракту АСП і вивчити порядок нормування його параметрів і характеристик.

5.4. Визначити припустиму психофотометричну потужність завад на виході каналу ТЧ первинної магістральної мережі для заданих варіантів: довжин лінійного тракту, число транзитів по ТЧ і по ВЧ і числа пунктів виділення каналів, приведені у табл. 1.1.

••• Провести виміри параметрів КТЧ СИО-24 і їх аналіз (параметри визнанеє §І[^]- викладач)

Таблиця 1.1.

Вихідні дані	№ варіанта									
	i	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L,Км	7000	2000	12100	4000	9500	2400	6500	4500	11000	8000
П тч ,	2	-	4	1	у 3	-	2	1	4	3
Ппг	4	3	12	3	8	1	3	2	10	7
Пвг	3	1	10	2	10	2	6	3	13	8
Птг	2	-	12	3	5	1	4	-	9	6
Пвид.	3	1	6	1	4	1	4	2	5	3

6. ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ

У протоколі лабораторного заняття повинні бути представлені:

6.1. Структурна схема утворення каналів ТЧ, типових мережевих трактів і широкосмугових каналів (Рис. Д 1.).

6.2. Норми та параметри і характеристики простих і складених каналів ТЧ та мережевих трактів у вигляді відповідних таблиць, шаблонів та малюнків (табл. 1.0, 1.1, 1.2,1.3,1.4,1.5,1.6,1.7,1.8; Рис. 1,1.2,1.3,1.4, 1.5,1.6,1.7,

6.3. Структурна схема лінійного тракту АСП (Рис. 1.7 [1]).

6.4. Норми на параметри і характеристики лінійного тракту АСП (у виді відповідних цифр чи виразів з п. 7 [1]).

6.5. Рішення п.5.4 лабораторного заняття (використовуючи матеріал п. 5[1]). 6.6 Результати вимірювання КТЧ та їх аналіз.

Література

1. В.Г. БОНДАРЕНКО О.М. СКРИПЧЕНКО. Параметри і характеристики каналів і трактів аналогових систем передачі. Навчальний посібник. - КІЗ УДАЗ, К. 2001

2. В.Г. БОНДАРЕНКО.. Многоканальне системи передачі первинної сети связи України. Учебное пособие - МЗУ, ИПК КФ ОЗИС, 1993.

Методичне керівництво до лабораторного заняття №2 ПАСПОРТИЗАЦІЯ КАНАЛІВ І ТРАКТІВ ЦСП

1.МЕТА РОБОТИ

Вивчити основні параметри і характеристики каналів ТЧ, основних цифрових каналів, типових цифрових трактів магістральних первинних мереж, що утворені ЦСП на металевому кабелі, їхнє нормування.

2. КЛЮЧОВІ ПОЛОЖЕННЯ

ЦСП утворюють типові канали передачі (канали ТЧ), основні цифрові канали (ОЦК) і типові цифрові тракти (ЦТ). Канали ТЧ, ОЦК і ЦТ можуть бути простими (без транзитів) і складеними (з транзитами). Структура і довжина номінальних ланцюгів каналів ТЧ і ОЦК, що повинні бути єдині, а також припустиме число транзитів по ТЧ (для каналів ТЧ) на всіх ділянках цифрової первинної мережі вибираються такими ж, як і для аналогової первинної мережі. Оскільки транзит каналів ТЧ у цифровій формі (тобто без аналог-цифрового і цифро-аналогового перетворення) не викликає погіршення якості передачі інформації, то замість транзитів по ТЧ доцільно виконувати для каналів ТЧ транзити в цифровій формі (транзит ОЦК). На Рис. 1.1 [1] приведена структура лінійного тракту ЦСП максимальної довжини (13900 км) та ділянок місцевої (100 км), внутрізонової (600 км), магістральної (12500 км) мереж з вказівкою числа транзитів ОЦК та типових ЦТ (первинних, вторинних, третинних, четверинних), а на Рис. 1.2, 1.3 [1] приведено структуру каналів ТЧ, ОЦК та типових ЦТ. Транзити по ОЦК і типових цифрових трактах здійснюють у цифровій мережі в так званих цифрових стиках відповідно для ОЦК і типових ЦТ. Параметри цифрових стиків приведені в п. 1.3.1

[1].

На складені канали ТЧ, ОЦК, ЦТ також повинні оформлятися електричні паспорти, порядок складання яких аналогічний електричним паспортам каналів і трактів АСП, але стосовно до параметрів і характеристик каналів і трактів ЦСП.

У загальному випадку, для каналів ТЧ розрізняють три групи параметрів і характеристик, а саме:

параметри каналів ТЧ ЦСП, номінальні значення яких такі ж як і параметри каналів ТЧ АСП;

параметри і характеристики каналів ТЧ ЦСП, аналогічні параметрам і характеристикам каналів ТЧ АСП, але інші номінальні значення, що мають; специфічні параметри каналів ТЧ ЦСП.

До першої групи параметрів відносяться: вхідний і вихідний опір; робоча смуга частот; рівні передачі і прийому і відповідно значення залишкового загасання каналів ТЧ. Значення даних параметрів приведені в п.п. 1.2.1 [1].

До другої групи параметрів і характеристик відносяться:

частотна характеристика залишкового загасання;

амплітудна характеристика;

фазочастотна характеристика;

захищеність від виразних завад перехідних впливів.

Дана група параметрів і характеристик, а також їхнє нормування розглянуті в п.п. 1.2.2 [1].

До третьої групи параметрів відносяться: шуми незайнятого каналу; захищеність від шумів квантування. Ці параметри і їхнє нормування розглянуті в п.п. 1.2.4 [1].

Для ОЦК і ЦТ розрізняють дві групи параметрів:

параметри цифрових стиків;

параметри якості передачі.

До параметрів цифрових стиків відносяться: вхідний (вихідний) опір стику; амплітуда, довжина і форма імпульсів у стику; загасання з'єднувальної лінії стику; тип сигналу в стику. Ці параметри і їхнє нормування розглянуті в п.п. 1.3.1, 1.3.2 [1]. До параметрів якості передачі відносяться: вірність передачі; частість просковзання октетів; фазове тремтіння.

У свою чергу, вірність передачі характеризується такими параметрами як: - коефіцієнт помилок (Кпом.); - імовірність помилок (Рпом.), відповідно до Рекомендації G.821 МСЕ-Т — часовими інтервалами, протягом яких допускається визначення величин Кпом. та Рпом. відносяться: - секунди з помилками (СП), у яких відбувається, принаймні, одна помилка; - вражені помилками секунди (ВПС), протягом яких відбувається більш 64 помилок, що відповідає $K_{\text{пом}} > 10^{-3}$ (чи $R_{\text{пом}} = 10^{-3}$);

- хвилини низької якості передачі (ХНЯ), протягом яких відбувається більш 4 помилок, що відповідає $K_{\text{пом}} > 10^{-6}$ (чи $R_{\text{пом}} = 10^{-3} \dots 10^{-6}$).

Смуга просковзання октетів, як параметр якості передачі, був уведений рекомендацією G.821 для плезиохронних цифрових мереж, що містять кілька комутаційних вузлів (станцій). У таких мережах окремі цифрові ділянки (секції) мережі працюють синхронно в межах своєї ЦСП, а між собою цифрові ділянки (секції) взаємодіють (через вузли комутації) плезиохронно, унаслідок чого можливо " просковзання " (провалля) восьмибітових комбінацій переданого цифрового сигналу у вузлах комутації, що приводить до погіршення якості цифрового з'єднання і якості передачі інформації в мережі в цілому. Фазове тремтіння, як параметр якості передачі, оцінюється відношенням величини відхилень часових положень прийнятих імпульсів від тактових точок лінійного цифрового сигналу ($D_{\text{ТфТ}}$) до тривалості тактового інтервалу ($T_{\text{Т}}$):

$D_{\text{ТфТ}}/T_{\text{Т}}$.

Параметри якості передачі і їхнє нормування розглянуті в п.п. 1.3.2 [1].

3. КЛЮЧОВІ ПИТАННЯ

3.1. Типи каналів і трактів ЦСП.

3.2. Типи транзитів у цифровій мережі і їхня кількість на різних ділянках первинної мережі (місцевих, внутрізонових, магістральних).

3.3. Структура типових каналів і трактів ЦСП.

3.4. Які параметри і характеристики відносяться до каналів ТЧ ЦСП?

3.5. Що відноситься до параметрів каналів ТЧ ЦСП, номінальні значення яких такі ж як у каналів ТЧ АСП і як вони нормуються?

3.6. Що відноситься до параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП, аналогічним параметрам і характеристикам каналів ТЧ АСП, але маючими інші номінальні значення і як вони нормуються?

3.7. Що відноситься до специфічних параметрів каналів ТЧ ЦСП і як вони нормуються?

3.8. Що відноситься до параметрів цифрових стиків і як вони нормуються?

3.9. Що відноситься до параметрів якості передачі основних цифрових каналів і типових цифрових трактів?

3.10. Якими параметрами характеризується вірність передачі? Нормування імовірності оцінок.

3.11. Що відноситься до часових параметрів якості передачі відповідно до рекомендації G .821 МККТТ і як вони нормуються для міжнародних гіпотетичних з'єднань і для номінального ланцюга ОЦК ЕАССУ?

3.12. Класи якості ОЦК і як для них нормуються часові параметри якості передачі для міжнародного гіпотетичного еталонного з'єднання і для ОЦК ЕАССУ?

3.13. Як нормуються часові параметри якості передачі для гіпотетичних еталонних цифрових секцій у залежності від класу якості ОЦК?

3.14. Що таке еталонне розрахункове значення якості і як воно визначається для ОЦК різних класів якості?

3.15. Які норми передбачені для введення в експлуатацію цифрових секцій і як вони визначаються?

3.16. Які норми передбачені для технічного обслуговування цифрових секцій і як вони визначаються?

3.17. Що таке частота прослизання октетів і як вона нормується?

3.18. За рахунок чого виникають фазові тремтіння цифрових сигналів і як вони нормуються?

X

4.2. Вивчити параметри і характеристики каналів ТЧ ЦСП і порядок їхнього нормування.

4.3. Вивчити параметри ОЦК, типових цифрових трактів і порядок їхнього нормування.

4.4. Підготувати відповіді на ключові питання.

5. ЛАБОРАТОРНЕ ЗАВДАННЯ

5.1. Накреслити структурну схему утворення каналів ТЧ, ОЦК і типових цифрових трактів.

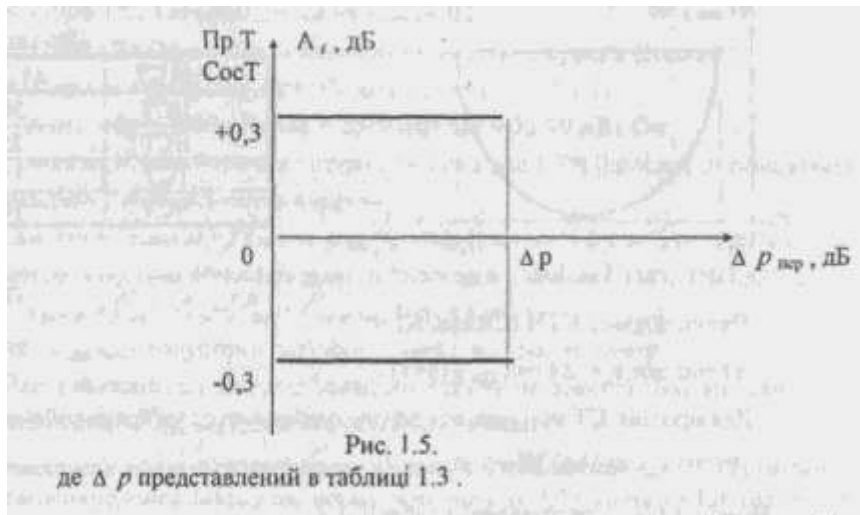
5.2. Вивчити норми на параметри і характеристики каналів ТЧ, ОЦК і типових цифрових трактів.

5.3. Вивчити норми на параметри цифрових стиків.

5.4. Визначити еталонне розрахункове значення якості (ЕРЗЯ) і норми для введення в експлуатацію і наступне технічне обслуговування цифрової секції для заданих варіантів: довжини цифрової секції (L), ділянки мережі (внутрізонової — В.З. чи магістральної -МАГ.), класу цифрової секції (1 чи 2), частки норми для гіпотетичної еталонної цифрової секції (Дн для HRDS), припустимого часу односекундних інтервалів (ВІ доп. для СП), приведених у табл.2.1. Тривалість іспиту для усіх варіантів (Пі) складає один день.

5.5. Провести виміри параметрів КТЧ ИКМ-30 та їх аналіз (параметри визнанеє викладач)

Для складових КТЧ норми для АХ визначаються у відповідності з формулою: $D_{Agskl.k} = D_{Agskl.k} \cdot 0,5^{n+1}$, де n-число транзитів по ТЧ
Норма (шаблон) АХ при Пр.Т і склад. Т показана на Рис. 1.5 ,



Таблиця 1.3

A _p , дБ			
1	2	3	4
пт	ВСТ	тст	ЧСТ
24	26	28	30

4. Фазочастотні характеристики.

Оскільки на якість передачі сигналів впливає не абсолютна зміна фази "B", а зміна "B>" при зміні частоти переданого сигналу, то для оцінки ФЧХ використовують параметр, який називають груповим часом проходження (ГЧП) ($t_{гчп} = t_{гчп} = dB/dw$).

Нормують ЧХ $t_{гчп}$ як відхилення групового часу проходження ($\Delta t_{гчп}$) на поточній частоті в межах РСЧ КТЧ ($t_{гчл} f$), по відношенню до $t_{гчп}$ на частоті 1,9 кГц ($t_{гчп} i,9$): $\Delta t_{гчп} = t_{гчп} f - t_{гчп} 1,9$

Так як фазові спотворення не впливають на якість телефонного зв'язку, то ЧХ $t_{гчп}$ нормують тільки для КТЧ, які використовуються для передачі нетелефонних сигналів (наприклад сигналів дискретної інформації).

Таблиця 2.1.

Вихідні дані	№ ВАРІАНТА									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L, км	270	1140	550	800	250	1900	500	1600	200	1300
ділянка мережі	в.з.	МАГ.	В.З.	МАГ.	В.З.	МАГ.	В.З.	МАГ.	В.З.	МАГ.
клас секції	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Дн для HRDS, %	2,0	0,45	2,0	0,45	2,0	0,45	2,0	0,45	2,0	0,45
ВІ доп для СП, %	1,2	3,2	1,2	3,2	1,2	3,2	1,2	3,2	1,2	3,2

6. ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ

У протоколі лабораторного заняття повинні бути представлені:

6.1. Структурна схема утворення каналів ТЧ, ОЦК і типових цифрових трактів (Рис. 1.1,1.2,1.3 [1]).

6.2. Норми та параметри і характеристики каналів ТЧ у вигляді таблиць і рисунків (табл. 1.1, Рис. 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10) [1].

6.3. Норми та параметри ОЦК, типових цифрових трактів і цифрових стиків у вигляді таблиць і рисунків (табл. 1.2,1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, Рис. 1.11, 1.12, 1.14, 1.15, 1.16) [1].

6.4. Рішення п. 5.4 лабораторного завдання (використовуючи матеріал п.п. 1.3.2 [1]).

6.5. Результати вимірювання КТЧ та їх аналіз.

Література

І.В.Г. БОНДАРЕНКО, О.Н. СКРИПЧЕНКО. Параметри каналів і трактів ЦСП, методи вимірювання параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП, ОЦК і типових цифрових трактів. Навчальний посібник. - МЗУ УДАЗ, К. 1996.

2. В.Г. БОНДАРЕНКО.. Многоканальні системи передачі первичної сети зв'язи України. Учебное пособие - МЗУ, ИПК КФ ОЗИС, 1993.

Методичне керівництво до лабораторного заняття №3 МЕТОДИ ВИМІРУ ПАРАМЕТРІВ КАНАЛІВ І ТРАКТІВ ЦСП

1. МЕТА РОБОТИ

Вивчити основні методи виміру параметрів і характеристик каналів і трактів ЦСП.

2. КЛЮЧОВІ ПОЛОЖЕННЯ

Як відомо, ЦСП утворюють типові канали ТЧ, основні цифрові канали (ОЦК) і типові цифрові тракти (ЦТ). Тому доцільно розглянути методи виміру параметрів і характеристик каналів ТЧ і методи виміру параметрів ОЦК і ЦТ. До основних параметрів і характеристик каналів ТЧ відносяться:

- залишкове загасання (A_g),
- частотна характеристика залишкового загасання ($ЧХA_g$),
- амплітудна характеристика (A_X),
- рівень шуму незайнятого каналу ($P_{ш.н.к.}$),
- захищеність від виразних перехідних впливів ($A_{з.вп}$),
- захищеність від шумів квантування ($A_{з.кв}$).

Особливістю виміру A_g каналів ТЧ ЦСП є заборона використання субгармонік частоти дискретизації (f_d) як вимірювальної частоти і, зокрема, частоти 800 Гц, що є субгармонікою $f_d = 8$ кГц. Це обумовлено тим, що величина A_g буде залежати від початкової фази вимірювального сигналу, у якості якого використовується субгармоніка ід. Тому в якості вимірювальної частоти рекомендується використовувати частоту $f = 1020$ Гц, що не є субгармонікою частоти f_d . По цій же причині, при вимірі $ЧХA_g$ заборонено використовувати (у

якості однієї з вимірювальних частот) частоту 0,4 кгц, що також є субгармонікою f_a .

Методика виміру A_g , $\chi_{\text{хаг}}$, A_X , Рш.н.к., $A_{z.vp}$, $A_{z.kv}$, схеми вимірів і прилади, що рекомендуються для виміру, приведені в п. 2.1 [1].

До параметрів ОЦК і ЦТ відносяться дві групи, а саме: параметри цифрових стиків і параметри якості передачі.

Виміри основних параметрів цифрових стиків, до яких відносяться амплітуда, тривалість і форма імпульсів, базуються на використанні методів виміру імпульсних сигналів, відомих з курсу "Виміри в техніці зв'язку", зокрема, осцилографічних методів.

Вимір основних параметрів якості передачі, до яких відносяться коефіцієнт помилок (Кпом.), часові параметри (СП, ВПС, ХНЯ) і фазове тремтіння, можуть здійснюватися різними методами. Зокрема, вимір Кпом. може здійснюватися або по інформаційному сигналі, або по спеціальному випробувальному сигналі, у якості якого використовується псевдовипадкова послідовність імпульсів. Другий метод МСЕ-Т рекомендує використовувати також для виміру часових параметрів якості передачі. Перевагою першого методу вимірів (по інформаційному сигналі) є можливість вимірів без припинення зв'язку, однак точність вимірів невисока. Перевагою другого методу вимірів (по спеціальному іспитовому сигналі) є велика точність вимірів, однак потрібно припинення зв'язку на час вимірів.

Вимір фазового тремтіння також може здійснюватися декількома методами, у тому числі по спеціальному випробувальному сигналі, у якості якого використовується псевдовипадкова послідовність імпульсів.

Методи вимірів основних параметрів якості передачі ОЦК і ЦТ, їхня суть, а також схеми, що пояснюють принципи вимірів за різними методами, приведені в п. 2.2 [1].

3. КЛЮЧОВІ ПИТАННЯ

3.1. У чому полягають особливості вимірів параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП?

3.2. Методи вимірів, схеми вимірів, типи приладів, що можна використовувати для вимірів параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП.

3.3. Методи вимірів коефіцієнта помилок в ОЦК і типових ЦТ.

3.4. У чому полягає метод виміру коефіцієнта помилок по інформаційному лінійному сигналі? Структурна схема, що пояснює даний метод виміру.

3.5. Як зв'язані між собою коефіцієнт помилок (Кпом.) і час вимірів (Твим) для різних (по швидкості передачі) типових ЦТ при використанні методу вимірів Кіш по інформаційному сигналі?

3.6. У чому полягає непрямий метод визначення коефіцієнта помилок регенератора по величині зносин сигнал/перешкода на вході вирішального пристрою регенератора?

3.7. У чому полягає метод виміру коефіцієнта помилок по спеціальному випробувальному сигналі? Структурна схема, що пояснює даний метод виміру.

3.8. У чому полягає принцип виміру фазового тремтіння? Структурна схема і тимчасові діаграми, що пояснюють принцип виміру.

4. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

- 4.1. Вивчити особливості вимірів параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП.
- 4.2. Вивчити методи і принципи виміру параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП.
- 4.3. Вивчити методи і принципи виміру параметрів ОЦК і типових ЦТ.
- 4.4. Підготувати відповіді на ключові питання.

5. ЛАБОРАТОРНЕ ЗАВДАННЯ

- 5.1. Вивчити і накреслити схеми виміру параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП.
- 5.2. Вивчити і накреслити схеми, що пояснюють принцип виміру параметрів ОЦК і типових ЦТ, що відповідають різним методам виміру.
- 5.3. Вивчити призначення функціональних вузлів (елементів), що входять до складу схем виміру параметрів каналів і трактів ЦСП, і їхня взаємодія в процесі виміру.
- 5.4. Визначити величину коефіцієнта помилок (Кпом.) і часу виміру (Твим) для заданих у табл. 3.1 варіантів типів цифрових трактів (ЦТ) і числа переданих по них символів цифрового сигналу (N) за умови, що на виходах усіх типів ЦТ було виявлено сто помилково прийнятих символів (N пом. = 100).
- 5.5. Провести виміри КТЧ ИКМ-30 та аналіз їх результатів (параметри визначає викладач).

Таблиця 3.1

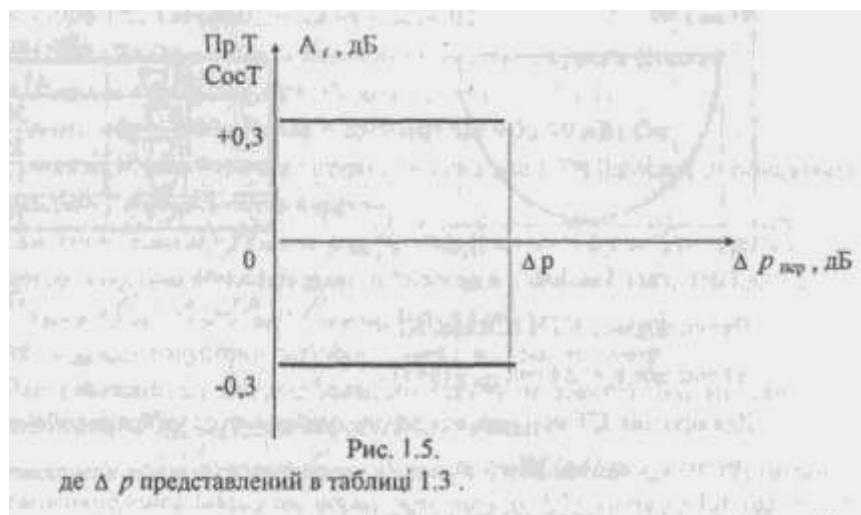
Вихідні дані	№варіанта									
дані	і	2	3	4	5	6	7	8	9	10
типЦТ	пцт	чцт	вцт	ЧЦТ	тцт	вцт	ПЦТ	ЧЦТ	ВЦТ	тцт
N	і о ⁵	ю ¹⁰	ю ⁸	ю ^{''}	10 ⁹	ю ¹⁰	ю ⁷	10 ⁸	10 ⁶	ю ⁷

6. ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ

У протоколі лабораторного заняття повинні бути представлені:

- 6.1. Схеми виміру параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП (Рис. 2.1, 2.2, 2.3,2.4, 2.5,2.6, 2.7, 2.8 [1]).
- 6.2. Структурні схеми, що пояснюють принцип виміру параметрів ОЦК і типових ЦТ, що відповідають різним методам виміру (Рис. 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15 [1]).
- 6.3. Рішення п. 5.4 лабораторного завдання (використовуючи матеріал п.п. 2.2.1 [1]).
- 6.4. Результати вимірювання КТЧ ИКМ-30 и виміри параметрів КТЧ ИКМ-30 та їх аналіз (параметри визнанеє викладач)

Для складових КТЧ норми для АХ визначаються у відповідності з формулою: $D_{\text{Агскл.к}} = D_{\text{Агскл.к}} \cdot 0,5^{n+1}$, де n-число транзитів по ТЧ Норма (шаблон) АХ при Пр.Т і склад. Т показана на Рис. 1.5 ,



Таблиця 1.3

A _p , дБ			
1	2	3	4
пт	ВСТ	тст	ЧСТ
24	26	28	30

4. Фазочастотні характеристики.

Оскільки на якість передачі сигналів впливає не абсолютна зміна фази "В", а зміна "В>" при зміні частоти переданого сигналу, то для оцінки ФЧХ використовують параметр, який називають груповим часом проходження (ГЧП) ($t_{гчп} = t_{гчп} = dV/dw$).

Нормують ЧХ $t_{гчп}$ як відхилення групового часу проходження ($\Delta t_{гчп}$) напотоchnій частоті в межах РСЧ КТЧ ($t_{гчл} f$), по відношенню до $t_{гчп}$ на частоті 1,9 кГц ($t_{гчп} i,9$): $\Delta t_{гчп} = t_{гчп} f - t_{гчп} 1,9$

Так як фазові спотворення не впливають на якість телефонного зв'язку, то ЧХ $t_{гчп}$ нормують тільки для КТЧ, які використовуються для передачі нетелефонних сигналів (наприклад сигналів дискретної інформації).

Таблиця 2.1.

Вихідні дані	№ ВАРІАНТА									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L, км	270	1140	550	800	250	1900	500	1600	200	1300
ділянка мережі	в.з.	МАГ.	В.З.	МАГ.	В.З.	МАГ.	В.З.	МАГ.	В.З.	МАГ.

клас секції	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Дн для HRDS,%	2,0	0,45	2,0	0,45	2,0	0,45	2,0	0,45	2,0	0,45
Ві доп для СП, %	1,2	3,2	1,2	3,2	1,2	3,2	1,2	3,2	1,2	3,2

6. ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ

У протоколі лабораторного заняття повинні бути представлені:

6.1. Структурна схема утворення каналів ТЧ, ОЦК і типових цифрових трактів (Рис. 1.1,1.2,1.3 [1]).

6.2. Норми та параметри і характеристики каналів ТЧ у вигляді таблиць і рисунків (табл. 1.1, Рис. 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10) [1].

6.3. Норми та параметри ОЦК, типових цифрових трактів і цифрових стиків у вигляді таблиць і рисунків (табл. 1.2,1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, Рис. 1.11, 1.12, 1.14, 1.15, 1.16) [1].

6.4. Рішення п. 5.4 лабораторного завдання (використовуючи матеріал п.п. 1.3.2 [1]).

6.5. Результати вимірювання КТЧ та їх аналіз.

Література

І.В.Г. БОНДАРЕНКО, О.Н. СКРИПЧЕНКО. Параметри каналів і трактов ЦСП, методи вимірювання параметрів і характеристик каналів ТЧ ЦСП, ОЦК і типових цифрових трактів. Навчальний посібник. - МЗУ УДАЗ, К. 1996.

2. В.Г. БОНДАРЕНКО.. Многоканальніе системи передачи первичной сети связи Украиньї. Учебное пособие - МЗУ, ИПК КФ ОЗИС, 1993.

ДОДАТОК 6

*Інструкція по технічній експлуатації
ЦСП та ВОК*

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ	5
2. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ Й ТЕРМІНОЛОГІЯ	5
3. КОНТРОЛЬОВАНІ ОБ'ЄКТИ СЦІ	8
4. СИГНАЛИ ОБСЛУГОВУВАННЯ В ЦСП СЦІ	10
4.1 АВАРІЯ	11
4.2 ПОПЕРЕДЖЕННЯ	12
4.3 НОРМА	12
5. ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ	12
5.1. <i>Методи контролю й визначення помилок у системі SDH</i>	14
6. ОЦІНКА ЯКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ ЦИФРОВИХ ТРАКТІВ	17
6.1 <i>Загальні положення</i>	17
6.2 <i>Норми оцінки якості цифрових трактів</i>	18
6.3 <i>Норми технічного обслуговування цифрових трактів.</i>	19
6.4 <i>Норми для відновлення трактів після виконання ремонтних робіт</i>	19
6.5 <i>Оцінка якості цифрових трактів на відповідність довгостроковим нормам</i>	20
6.6 <i>Оцінка якості цифрових трактів на відповідність оперативним нормам.</i>	22
7. ВИДИ РОБІТ НА ОБЛАДНАННІ ВОЛЗ ЦСП СЦІ	26
8. ОБСЯГ ТА ПЕРІОДИЧНІСТЬ РОБІТ НА ОБЛАДНАННІ ЦСП СЦІ	27
8.1 <i>Роботи на робочому тракті без закриття зв'язків</i>	28
9. ОБСЯГ ТА ПЕРІОДИЧНІСТЬ РОБІТ НА ВОК	29
9.1 <i>Контрольні вимірювання оптичних параметрів</i>	29
9.2 <i>Виміри втрат потужності випромінювання у волоконно-оптичних лініях зв'язку</i>	29
9.3 <i>Вимір втрат за допомогою мультиметра</i>	31
9.4 <i>Вимір втрат за допомогою оптичного рефлектометра</i>	32
10. ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК (ЕУ) НРП ВОЛЗ	34
10.1 <i>Організація технічної експлуатації ЕУ</i>	34
10.2 <i>Види робіт та їх періодичність при обслуговуванні ЕУ НРП ВОЛЗ</i>	35
10.3 <i>Перевірка конфігурації системи контролю ЕЖУ</i>	36
10.4 <i>Перевірка проходження сигналів стану ЕЖУ на головну станцію</i>	36
11. ПЕРЕЛЕК РОБІТ НА ЦИФРОВИХ ЛІНІЯХ ЗВ'ЯЗКУ СТАНЦІЙНИХ	

СПОРУДАХ, ЯКІ НЕ ПОТРЕБУЮТЬ УЗГОДЖЕННЯ З ЦУТМ	37
11.1 Станційні споруди.	37
11.2 Установки електроживлення	38
11.3 Лінійно-кабельні споруди	38
12. РОБОТИ ПРИ ВВЕДЕННІ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ ПІСЛЯ РНР	39
12.1 Перевірка службових каналів.	40
13. РОБОТИ НА ОБЛАДНАНІ ЦСП СЦІ, ЩО ПОТРЕБУЮТЬ УЗГОДЖЕННЯ З ЦУТМ	40
14. ОБСЯГ ТА ПЕРІОДИЧНІСТЬ РОБІТ НА ОБЛАДНАННІ СИНХРОНІЗАЦІЇ	41
14.1. Роботи на обладнанні синхронізації OSA 5542, OSA 5548, OSA 5581C	41
14.2 Роботи на обладнанні DCD- LPR	41
14.3 Роботи при подачі сигналу синхронізації	43
14.4 При пошкодженні обладнання синхронізації	43
15. ПОРЯДОК ТА ТРИВАЛІСТЬ ВИПРОБУВАНЬ	43
15.1 Вимірювання показників помилок з перервою зв'язку.	43
15.2 Вимірювання показників помилок без перерви зв'язку.	44
15.3 Вимірювання на відповідність довгостроковим нормам	44
15.4 Вимірювання на відповідність оперативним нормам.	45
15.5 Вимірювання на відповідність нормам після ремонту	46
16. ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДІВ	47
16.1. Вимоги до вимірювальних приладів при вимірюванні оптичних сигналів ВОСП	47
ДОДАТОК 1. ПАРАМЕТРИ ОПТИЧНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ ДЛЯ РІВНЯ STM-16	46
ДОДАТОК 2. ПАРАМЕТРИ ОПТИЧНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ ДЛЯ РІВНЯ STM-1	47
ДОДАТОК 3. ПАРАМЕТРИ ОПТИЧНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ ДЛЯ РІВНЯ STM-4	48
17. ОГЛЯД СИСТЕМ XDM	52
17.1 Основні поняття	52
17.2 Термінологія DWDM	52
17.3 Живлення обладнання XDM.	54
17.4 Необхідні інструменти і випробувальне обладнання	54
17.5 Загальні вимоги техніки безпеки	50
17.6 Вимоги до заземлення	55
17.7 Вимоги до живлення	55
18. ПРОФІЛАКТИЧНЕ ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ.	55

	475
18.1 Щотижневі роботи	56
18.2 Щомісячні роботи	56
18.3 Щоквартальні профілактичні роботи	56
19. ПОШУК УСУНЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ	57
19.1 Пошук й усунення проблем живлення	57
19.2 Загальний пошук й усунення несправностей плат/модулів	58
19.3 Загальний пошук й усунення несправностей змінних оптичних прийомопередавачів.	58
19.4 Пошук й усунення несправностей модуля електричного інтерфейсу	59
19.5 Пошук й усунення несправностей підсистеми синхронізації	59
20. ПОРЯДОК ЗАМІНИ ПЛАТ	60
21. НОРМАТИВИ ЧАСУ НА УСУНЕННЯ ПОШКОДЖЕННЯ НА ОБЛАДНАННІ ТА ТРАКТАХ ВОЛЗ.	61
БІБЛІОГРАФІЯ	65

Вступ

В інструкції враховані сучасні тенденції розвитку телекомунікаційної мережі України, а також структурні та технічні зміни, які викликані цифровізацією телекомунікаційної мережі з використанням новітніх технічних засобів електрозв'язку.

В інструкції визначаються об'єкти ЦСП СЦ, що мають контролюватись, перелік перевірок та вимірів об'єктів ЦСП СЦ, що контролюються, необхідні методики вимірів і перевірок та основні принципи обслуговування ЦСП СЦ.

Даний документ рекомендується використовувати при впровадженні та експлуатації ЦСП СЦ на транспортній телекомунікаційній мережі України.

Ця інструкція розповсюджується на технічну експлуатацію ЦСП СЦ транспортної телекомунікаційної мережі й обов'язкова до виконання на мережах ВАТ “Укртелеком” тимчасово, до введення нових “Правил технічної експлуатації”, де буде враховано технології волоконно-оптичних систем передачі (ВОСП).

Цей документ повинен коригуватися по мірі накопичення досвіду впровадження, експлуатації обладнання ЦСП СЦ і у випадках відповідних змін міжнародних рекомендацій, а після введення нових нормативних документів (ПТЕ, інструкцій з питань технічної експлуатації ЦСП СЦ) - втрачає силу.

1 Нормативні посилання

Основними документами, на яких базується організація технічної експлуатації транспортної телекомунікаційної мережі України, є:

1. КНД 45-140-99 Правила технічної експлуатації первинної мережі ЕНСЗ України. Частина перша. Основні принципи побудови та організації технічної експлуатації.

2. КНД 45-162-2000. Правила технічної експлуатації первинної мережі ЕНСЗ України. Частина друга. Правила технічної експлуатації апаратури, обладнання, трактів та каналів передавання.

3. Рекомендації ІТУ-Т М.2101, М.2100, G.826.

4. КНД 45-074-97 Системи передавання цифрові. Норми на параметри основного цифрового каналу і цифрових трактів первинної мережі зв'язку України.

5. “Положення та технічні вимоги до необслуговуваних регенераційних пунктів із виділенням по ВОСП” (ДПМ ВАТ “Укртелеком” 2004 р.).

6. “Правила пристроїв електроустановок” (ПУЭ);

7. “Правила технічної експлуатації електроустановок підприємств електрозв'язку України (ПТЕ);

8. ГСТУ 45.021-2001 “Акумулятори свинцеві стаціонарні”.

9. ГСТУ 45.022-2001 “Напруги живлення. Загальні вимоги та методи вимірювань”.

10. СНиП 2.04.05-91 “Отопление, вентиляция и кондиционирование”.

11. “Інструкція по експлуатації систем вентиляції та кондиціонування повітря на об'єктах зв'язку ДПМ” (ДПМ ВАТ “Укртелеком” 2002 рік).

2. Основні поняття та термінологія

Нижче приводяться деякі основні терміни СЦІ, необхідні для експлуатації систем передачі синхронної цифрової ієрархії.

Синхронна цифрова ієрархія (Synchronous Digital Hierarchy, SDH) – ієрархічний набір цифрових транспортних структур, стандартизованих для транспортування відповідно адаптованого навантаження по фізичним мережам передачі.

Віртуальний контейнер (Virtual Container-n, VC-n) – інформаційна структура, що використовується для організації з'єднань у шарі трактів СЦІ; складається з інформаційного навантаження та трактового заголовка (POH), які об'єднуються в циклову структуру з періодом повторення 125 або 500 мкс.

Цифрова система передачі СЦІ, ЦСП СЦІ (Digital Transmission System SDH) - комплекс технічних засобів, що забезпечує створення секцій, трактів VC та компонентних трактів ПЦІ.

Секція СЦІ (SDH Section) - комплекс технічних засобів, призначений для передачі нормалізованих синхронних транспортних модулів (STM) із швидкістю передачі, що відповідає даному STM.

Секція СЦІ починається (закінчується) у місці формування (видалення) заголовків STM.

Секція СЦІ може бути регенераційною або мультиплексною.

Мультиплексна секція забезпечує передачу інформації між кінцевими пунктами або між кінцевим пунктом та пунктом введення/виводу сигналу. У мультиплексних секціях можливе резервування.

Регенераційна секція (RS Regenerator Section) забезпечує передачу інформації між регенераторами (RST Regenerator Section Termination) або між регенератором і сусіднім кінцевим пунктом (MUX, DMUX).

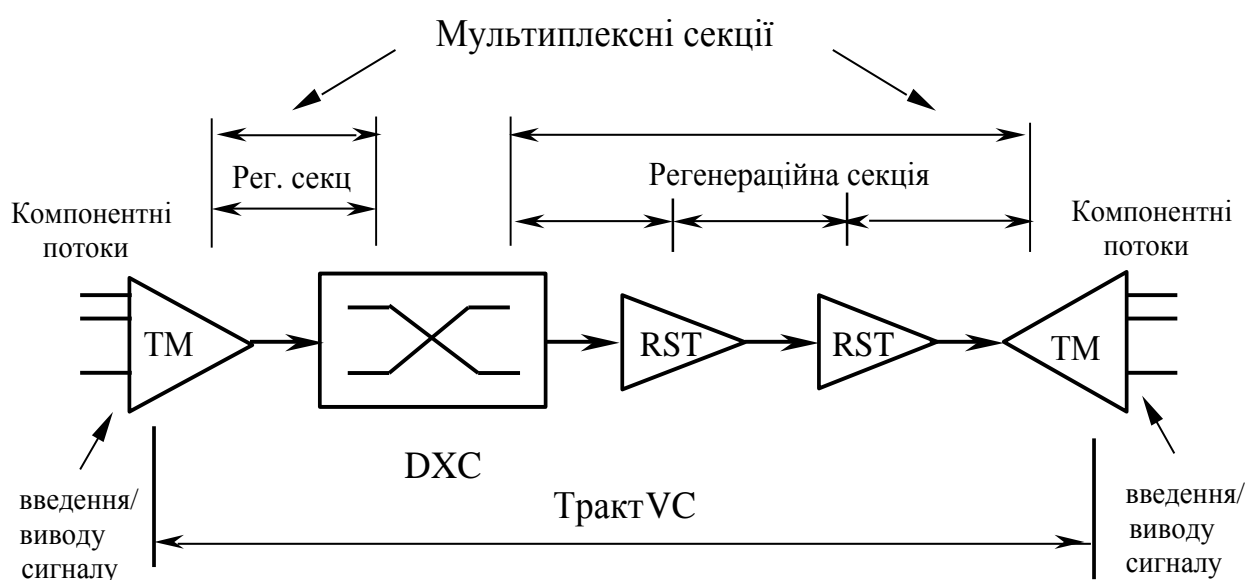


Рис 2.1 Структура цифрової системи передачі SDH точка-точка.

Тракт VC (VC Path, VC Path Trail) - комплекс технічних засобів ЦСП, призначений для передачі нормалізованих віртуальних контейнерів (VC) із швидкістю передачі, що відповідає даному VC.

Тракт СЦІ починається (закінчується) у місці формування (видалення) заголовків VC.

Секційний заголовок (Section Overhead, SOH) - частина циклу STM-N, що несе інформацію циклової синхронізації, службового зв'язку, каналів системи обслуговування DCC, каналів користувача, якості секції й т.п.

SOH розділяється: на RSOH - заголовок регенераційної секції й MSOH - заголовок мультиплексованої секції. RSOH виділяється в регенераторах, MSOH проходить прозоро регенератори та виділяється в мультиплексорах.

Трактовий заголовок (Path Overhead, POH) - частина циклу віртуального контейнеру, що забезпечує цілісність передачі VC з кінця в кінець і містить набір службових байтів. POH виділяється в пристроях закінчення трактів VC обладнання СЦІ.

Наскрізне з'єднання STM-1 (STM-1 Tandem Connection, STM-1 TC) – сукупність технічних засобів для передачі сигналу STM-1 всередині сигналів STM-4,16 при незмінному інформаційному навантаженні з можливістю безперервного контролю якісних показників з'єднання.

STM-1 TC починається (закінчується) у місці формування (видалення) заголовків STM-1 TC.

Послідовне з'єднання VC-n (Concatenated Connection, TnC) – довільна послідовність неперервних з'єднувальних ланок чи з'єднувальних підмереж; цей тип з'єднання звичайно, представляє сегмент маршруту даних, що існує в рамках адміністративного домену.

Мережевий елемент СЦІ (SDH Network Element, NE) - обладнання, що має функцію передачі цифрових сигналів та є елементом для мережевої системи обслуговування СЦІ.

Мережевий вузол СЦІ (SDH Network Node, NN) - комплекс обладнання, що має функцію передачі цифрових сигналів.

Інтерфейси мережевого вузла СЦІ (Network Node Interfaces, NNI) — інтерфейси, за допомогою яких один мережевий вузол може передавати цифрові сигнали іншим вузлам. Інтерфейси можуть бути синхронними по G.757 або плезіохронними по G.703.

Мережева система обслуговування СЦІ (Network Management System, NMS) - комплекс програмно-технічних засобів, що виконує функції контролю та керування на рівні мережевих елементів СЦІ та всієї підмережі СЦІ в цілому.

Підмережа СЦІ може складатися з однієї мережевої структури або декількох мережевих структур.

Прикладами мережевих систем обслуговування є EMOS фірми Siemens або SMS Manager фірми NEC.

Мережева структура - стандартна конфігурація мережевих елементів, контрольована та керована однією й тією же системою обслуговування.

Прикладами мережевих структур, які найбільш часто застосовуються на магістральних та зонових мережах є лінійний ланцюг та кільце.

Синхронний мультиплексор СМ (Synchronous Multiplexer) – апаратура, що має компонентні сигнали ПЦІ або СЦІ й агрегатні сигнали СЦІ. Рівень мультиплексора визначається рівнем агрегатного сигналу СЦІ.

Мультиплексор вводу/виводу МВВ (Add-Drop Multiplexer, ADM) - мультиплексор, що має два робочі агрегатні порти (Захід і Схід). МВВ дозволяє вводити та виділяти сигнали з/у будь-якого агрегатного порту у/з будь-які компонентні порти, а також здійснювати передачу цифрових сигналів з одного агрегатного порту в іншій.

Кінцевий мультиплексор КМ (Terminal Multiplexer, TM) - мультиплексор, що має один робочий агрегатний порт. В якості опції КМ дозволяє вводити сигнали з будь-якого компонентного порту в агрегатний та виділяти сигнали з агрегатного порту в компонентний порт.

Обладнання оперативного переключення ООП (SDH Cross-connector) - обладнання, що утворює перехресні з'єднання за допомогою переміщення тимчасових позицій віртуальних контейнерів всередині сигналів STM-N або за допомогою введення (виділення) просторово розділених компонентних сигналів у кожен (із кожної) тимчасову позицію агрегатного сигналу. ООП може бути всередині мультиплексорів СЦІ або автономною.

Робоча станція системи обслуговування, РС СО (Workstation, NMS WS) - спеціалізований комп'ютер мережевої системи обслуговування СЦІ, завантажений спеціальною операційною програмою.

Місцевий термінал МТ (Local terminal, LT) - IBM-сумісний персональний комп'ютер, що підключається безпосередньо до устаткування по стику типу F (в деяких випадках по стику типу Q) і завантажується спеціальною програмою.

Шлюзовий мережевий елемент (Gate NE) - мережевий елемент, до якого по місцевій мережі (LAN) підключається робоча станція за допомогою стику типу Q, що здійснює обслуговування певної мережевої структури СЦІ. В одній мережевій структурі може бути кілька шлюзових елементів. Один із цих шлюзових елементів є Головною станцією по організації обслуговування даної структури.

Головний мережевий елемент по синхронізації (Master Clock NE) мережевий елемент, що задає синхронізацію певній мережевій структурі СЦІ.

Компонентний тракт ПЦІ (PDH Tributary Path) - сукупність технічних засобів для передачі сигналу ПЦІ (2 Мбит/с, 34 Мбит/с, 140 Мбит/с) від компонентного входу устаткування СЦІ до компонентного виходу устаткування СЦІ.

Компонентний тракт ПЦІ контролюється за допомогою зовнішніх вимірювальних приладів.

Компонентні тракти СЦІ:

STM-1 (STM-1 Tributary Path) - сукупність технічних засобів для передачі компонентного сигналу STM-1 від компонентного входу устаткування STM-4 (STM-16) до компонентного виходу устаткування STM-4 (STM-16) при незмінному інформаційному навантаженні.

Компонентний тракт STM-1 контролюється за допомогою зовнішніх вимірювальних приладів.

STM-4 (STM-4 Tributary Path) - сукупність технічних засобів для передачі компонентного сигналу STM-4 від компонентного входу устаткування STM-16 до компонентного виходу устаткування STM-16 при незмінному інформаційному навантаженні. Компонентний тракт STM-4 контролюється за допомогою зовнішніх вимірювальних приладів.

Далі перераховані деякі відмінності ЦСП СЦІ від ЦСП ПЦІ.

1. ЦСП СЦІ не мають окремого устаткування лінійного тракту. Лінійний сигнал STM-N поширюється в середині мультиплексної секції.
2. Оптичні стики лінійних сигналів ЦСП СЦІ нормовані.
3. Тракти VC і секції STM у ЦСП СЦІ є логічними поняттями, не мають на кінцях стандартних інтерфейсів і з цієї причини не можуть бути складеними (див. наступний розділ).

Для організації безперервного контролю за послідовно включеними (тандемними) трактами VC або секціями STM-1 в устаткуванні СЦІ потрібна організація спеціальних заголовків (див. наступний розділ).

4. Тракти ПЦІ в одній ЦСП СЦІ є компонентними і простими.

Складені тракти 2М, 34М, 140М утворюються при переході від даної ЦСП СЦІ до іншої ЦСП СЦІ або ЦСП ПЦІ. Перехід здійснюється через стики по рек. G.703.

Складені компонентні тракти STM-1 утворюються при переході від даної ЦСП СЦІ до іншої ЦСП СЦІ. Перехід здійснюється через електричні стики по рек. G.703 (STM-1 електр.).

Комбіновані тракти 2М, 34М, 140М утворюються при переході від волоконно-оптичної ЦСП СЦІ до радіорелейних ЦСП СЦІ або ЦСП ПЦІ. Перехід здійснюється через стики по рек. G.703.

Комбіновані компонентні тракти STM-1 утворюються при переході від волоконно-оптичної ЦСП СЦІ до радіорелейних ЦСП СЦІ. Перехід здійснюється через електричні стики по рек. G.703.

3. Контрольовані об'єкти СЦІ

До складу цифрових систем передачі СЦІ входять об'єкти, в яких мають бути зроблені вимірювання за допомогою зовнішніх вимірювальних приладів або за допомогою вбудованої системи обслуговування СЦІ. До них відносяться:

- інтерфейси NNI;
- компонентні тракти ПЦІ, утворені за допомогою обладнання СЦІ;
- тракти СЦІ (тракти віртуальних контейнерів VC);
- регенераційні секції;
- мультиплексні секції;
- наскрізні з'єднання (ТС) на швидкості STM-1;
- компонентні тракти STM-1, утворені за допомогою обладнання СЦІ.

Фізичні інтерфейси мережевих вузлів відповідно до рекомендації G.709 розділяються на електричні інтерфейси ПЦІ (G.703) й оптичні інтерфейси STM-N (G.957).

Електричні інтерфейси ПЦІ перевіряються за допомогою зовнішніх вимірювальних приладів. Погіршення якості сигналу на цих інтерфейсах у процесі експлуатації можна контролювати також за допомогою системи обслуговування по порушенню коду (code violation) на стиках ПЦІ.

На оптичних інтерфейсах STM-N при обслуговуванні за допомогою зовнішніх вимірювальних приладів вимірюють рівень оптичної потужності на передачі, чутливість оптичних приймачів та рівень оптичної потужності на прийомі. Деякі показники (наприклад, старіння лазера) можуть бути виміряні за допомогою системи обслуговування в процесі експлуатації.

Тракти ПЦІ, утворені за допомогою обладнання СЦІ, можуть бути первинними (2М), третинними (34М) або четвертинними (140М). Дані тракти мають електричні стики відповідно до рек. G.703 МСЭ-Т.

В якості трактів СЦІ використовуються тракти VC-12, VC-3 й VC-4. Тракти VC-3, VC-4 відносяться до трактів вищого порядку, а тракт VC-12 - до трактів нижчого порядку.

Тракти VC починаються й закінчуються в пристроях, де формуються й видаляються трактові заголовки РОН і не мають доступних для експлуатаційного персоналу нормалізованих електричних стиків. Якісні показники трактів VC можна виміряти тільки за допомогою терміналів обслуговування (місцевих або мережевих).

Регенераційні та мультиплексні секції починаються й закінчуються в пристроях, де формуються й видаляються секційні заголовки RSON й MSON відповідно. Вони також не мають доступних нормалізованих електричних стиків. Ці секції використовуються для передачі сигналів STM-N, де N=1,4,16. Якісні показники секцій можна виміряти тільки за допомогою терміналів обслуговування (місцевих або мережевих).

Загальною ознакою трактів і секцій СЦІ є те, що ці об'єкти контролюються й управляються мережевою системою обслуговування СЦІ як цілісні одиниці.

Система обслуговування призначена для контролю й керування всіма операціями, необхідними для функціонування обладнання та мережі СЦІ. На апаратному рівні в неї входять мережева робоча станція РС (спеціалізований комп'ютер), місцеві термінали МТ (персональні комп'ютери), інтерфейси обслуговування й контролери обладнання. На програмному рівні система обслуговування включає операційну систему обслуговування для робочої станції та спеціальне програмне забезпечення для місцевих терміналів.

Інтерфейси обслуговування обладнання й мережі СЦІ діляться на:

- інтерфейси низького рівня;
- інтерфейси високого рівня.

До інтерфейсів низького рівня відносяться інтерфейси до сигналізації стійки/ряду/станції й інтерфейси для контролю та керування зовнішнім обладнанням (наприклад, до датчиків несанкціонованого доступу та датчиків пожежі, до джерел синхронізації та живлення). Вони повинні являти собою групи замкнених або розімкнених контактів реле (або контактів іншого типу), що керуються за допомогою контролерів обладнання.

До інтерфейсів високого рівня відносяться інтерфейс до робочої станції й інтерфейс до місцевого терміналу.

Інтерфейс до РС повинен відноситися до групи Q - інтерфейсів TMN (Рек. G.773 МСЕ-T).

Інтерфейс до МТ повинен відноситися до групи F - інтерфейсів TMN.

Система обслуговування (СО) повинна функціонувати на двох рівнях:

- мережному;
- елементному.

РСЗ являє собою робочу станцію наступного рівня обслуговування, що управляє даною лінійною структурою й іншими мережевими структурами.

На цих двох рівнях у системі обслуговування повинні виконуватися наступні основні операції:

- доступ у систему;
- конфігурування;
- обслуговування подій;
- контроль якості;
- адміністрування.

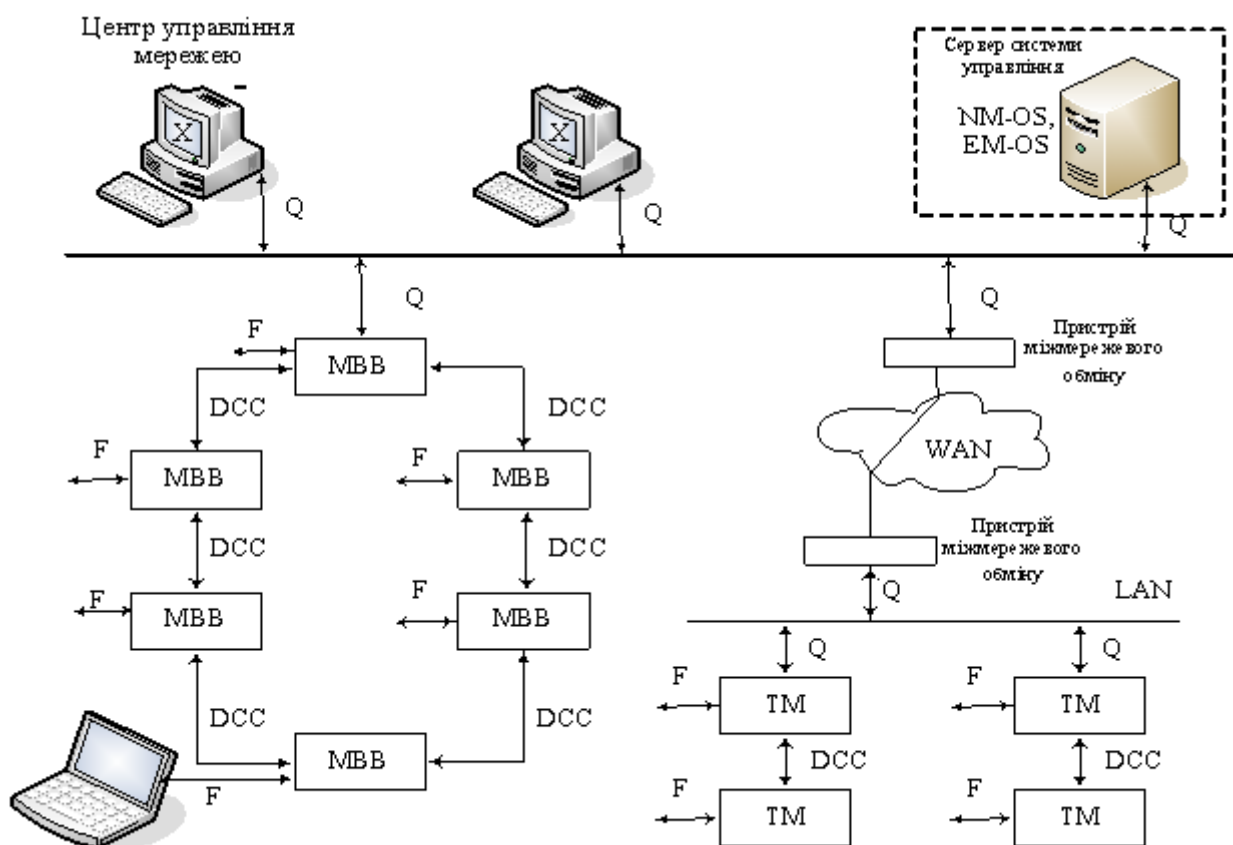


Рис 3.1 Структурна схема управління мережею СЦІ.

4. Сигнали обслуговування в ЦСП СЦІ

Для локалізації й усунення пошкоджень в ЦСП СЦІ використовуються наступні сигнали:

CIAC (Alarm Indication Signals, AIS) - Сигнал індикації аварійних станів надсилається, при наявності пошкодження в напрямку прийому сигналу, в

напрямку передачі сигналу. AIS мультиплексної секції (MS-AIS) являє собою всі "1" у бітах 6, 7, 8 байта K2 SOH після дескремблювання. AIS компонентного або адміністративного блоку (TU-n AIS або AU-n AIS) являє собою всі "1" у всьому циклі TU-n або AU-n, включаючи показник.

(Remote Defect Indication, RDI, раніше називався FERF) - Сигнал індикації віддалених дефектів. MS-RDI надсилається на передавальний кінець у випадку аварії на приймальному кінці або прийому AIS й представляє собою код "110" у бітах 6, 7, 8 байта K2 SOH після дескремблювання.

(Remote Error Indication, REI, раніше називався FEBE) - Сигнал індикації помилок на віддаленому кінці. Сигнал MS-REI, формується при перевищенні порога помилок цифрового потоку. Сигнал характеризує аварійний стан цифрових трактів та посилається на передавальний кінець у випадку помилок на віддаленому кінці секції і представляє собою код, що показує кількість помилок; надсилається у байті M1.

Для трактів VC-3,4 сигнал RDI записується в 5-му біті ("1" або "0") байта G1. Для трактів VC-12 сигнал RDI записується у 8-му біті байта V5 у вигляді "1" (пошкодження) або "0" (немає пошкоджень).

Для трактів VC-3.4 сигнал REI записується в певному коді, що показує кількість помилок та надсилається у бітах 1-4 байта G1. Для трактів VC-12 сигнал записується в 3-му біті байта V5 у вигляді "1" (помилки) або "0" (немає помилок).

LOS (Loss of Signal) - утрата сигналу; характеризує стан трактів, пошкодження цифрового потоку. Цей сигнал характеризує одну з трьох причин пошкодження:

- пошкодження оптичного кабелю;
- пошкодження патчкордів;
- пошкодження з'єднувальної лінії;
- пошкодження передавача чи приймача;
- пошкодження живлення мультиплексора.

При усіх випадках порушується зв'язок між мультиплексорами.

LOF (Loss of Frame) - втрата кадру сигналу (циклу). Сигнал, який характеризує порушення синхронізації циклу на прийомі секції регенерації. Як наслідок порушується структура SDH (пропадають усі тракти). Сигнал формується при аварії регенераційної секції.

TIM (Trace Identifier Mismatch) – порушення маршруту траси. Сигнал формується для віртуальних контейнерів при порушеннях траси. При цьому пропадають тракти відповідних віртуальних контейнерів VC4, VC3, VC12.

LOP (Loss of Pointer) – втрата вказівника. Характеризує порушення синхронізації при формуванні віртуального контейнера. При цьому пропадають тракти відповідних віртуальних контейнерів VC4, VC3, VC12.

SLM (Signal Label Mismatch) – невідповідність мітки сигналу. Характеризує порушення мітки виду корисного навантаження сигналу. При цьому пропадають тракти відповідних віртуальних контейнерів VC4, VC3, VC12.

LOM (Loss of Multiframe) – втрата мультифрейму (надциклу). Втрата мультифрейму призводить до аварії VC4. Порушується синхронізація потоків VC12.

TF (Transmission Fail) – збій при передачі.

Для оперативного технічного керування (OTU) пропонується формувати такі сигнали стану трактів SDH:

4.1. АВАРІЯ - сигнал який характеризує втрату послуг зв'язку по цифровому тракту SDH різних рівнів.

Таблиця 4.1 Формування сигналу “АВАРІЯ” тракту систем передачі SDH

Місце ушкодження	Характер ушкодження трактів SDH (найменування сигналів)	Умовне позначення сигналів SDH
Секція регенерації	Ушкодження тракту передачі; пропадання сигналу; втрата кадру; помилки по бітах. Повна відмова обладнання (відсутність живлення, аварія оптичного обладнання як основного так і резервного та інші)	TF, LOS, LOF, REI (FEBE)
Секція мультиплексування	Помилки по бітах; помилки по прийому на дальньому кінці; повна відмова обладнання.	REI (FEBE) RDI (FERF)
У віртуальних контейнерах VC4	Втрата мультiframeму.	LOM

4.2 Попередження - поява несправності на обладнанні, що не приводить до погіршення якості передавання.

Перелік сигналів, що характеризують стан ПОПЕРЕДЖЕННЯ

1. Аварія основних джерел живлення;
2. Робота на резервних джерелах синхронізації;
3. Робота на резервній оптичній агрегатній платі (аварія основної агрегатної оптичної плати);
4. Робота на резервному тракті (аварія основного тракту);
5. Аварія вентиляторів обладнання мультиплексора;
6. Порушення роботи системи керування елементами мережі (якщо при цьому трафік не порушується);
7. Порушення роботи контролера мультиплексора (якщо при цьому трафік не порушується);
8. Робота на резервних на трибутивних платах;
9. Живлення мультиплексора від акумуляторів.
10. Перезапуск серверів робочої станції.
11. Фіксація помилок централізованими програмними засобами у трактах високого рівня при нормальній роботі трафіка.
12. Аварія на захистному лінійному тракті.

4.3. Норма

НОРМА-сигнал, який характеризує стан цифрового тракту.

Сигнал формується у випадку, коли тракт з “аварійного” стану, або стану попередження переходить у стан “норма” (відсутні сигнали, які характеризують стан аварія й попередження).

Широкий набір сигналів аварійного стану і перевірка на парність, які вбудовані в байтах заголовків сигналів SDH, підтримують ефективне тестування в робочому режимі (без перерви зв'язку трафіку).

Головний аварійний стан - LOS, LOP, LOF викликають сигнали індикації аварійного стану AIS, які передаються в прямому напрямку.

В залежності від рівня ієрархії обладнання, яке використовується і обслуговується відпрацьовуються різні аварійні сигнали.

5. Технічна експлуатація.

Система технічної експлуатації первинної мережі - це сукупність методів і алгоритмів технічного обслуговування об'єктів технічної експлуатації первинної мережі, комплексу технічних засобів зв'язку і програмно-технічних засобів, а також технічний персонал, який забезпечує функціонування первинної мережі із заданою якістю.

Система технічної експлуатації забезпечує ефективне функціонування первинної мережі ЄНЄЗ України при визначеній якості і експлуатаційній надійності трактів і каналів передавання і досягається шляхом удосконалення організації технічної експлуатації, зокрема, її основної складової - технічного обслуговування, у взаємодії з оперативно-технічним управлінням первинною мережею.

Контроль за якістю роботи ЦСП ВОСП поділяється на:

- оперативний;
- плановий;
- позаплановий.

Оперативний контроль за якістю роботи ЦСП СЦІ здійснюється в автоматичному режимі та в процесі оперативного обслуговування.

Плановий контроль проводять за попередньо складеним планом незалежно від стану обладнання, яке перевіряється. Планування контрольних вимірювань здійснюється у відповідності з обсягом і періодичністю, що визначаються:

- даною інструкцією;
- "Інструкцією про порядок оформлення планових ремонтно-налагоджувальних робіт і контрольних вимірів на первинній мережі зв'язку України» та «Інструкцією про порядок організації позапланових ремонтно-налагоджувальної роботи на первинній мережі зв'язку України» 07.03.1997 р. НЦУ, Укртелеком.

Позаплановий контроль здійснюється після РНР, або після профілактичних робіт на робочому тракті.

Система обслуговування дозволяє виміряти велику кількість параметрів трактів VC або секцій, однак для експлуатаційних цілей найбільш важливим є вимір показників помилок. На теперішній час для секцій STM і трактів VC нормуються наступні показники помилок:

- ES (ESR);

- SES (SESR).

Для контролю помилок на регенераційних й мультиплексних секціях у циклі STM-N передбачені спеціальні байти.

Для організації безперервного контролю за послідовно включеними (тандемними) трактами VC або секціями STM-1 в устаткуванні СЦІ потрібна організація спеціальних заголовків.

При контролі помилок регенераційної секції цикл STM-N після скремблювання розбивається на блоки по 8 біт. Обчислюється парність послідовно для всіх перших бітів усіх блоків. Дані підрахунку записуються в першому біті байта B1 заголовка RSOH. Процедура повторюється для других, третіх,....., восьмих бітів, поки не заповниться весь байт B1. У кожному регенераторі вміст цього байта попереднього циклу порівнюється з результатом розрахунку даного циклу й при відмінностях фіксується помилка блоку довжиною в один цикл.

Для мультиплексної секції цикл STM-N до скремблювання (без заголовка RSOH) розбивається на блоки по $24 \times N$ біта. Обчислюється парність для всіх перших бітів всіх блоків. Дані підрахунку записуються в першому біті першого байта B2 заголовки MSOH. Процедура повторюється для других, третіх,....., $24 \times N$ бітів, поки не заповниться останній ($3 \times N$) байт B2. У кожному мультиплексорі вміст цих байтів попереднього циклу порівнюється з розрахунковим значенням для даного циклу й при відмінностях фіксується помилка блоку довжиною в один цикл, що використовується для розрахунку показників помилок на мультиплексній секції.

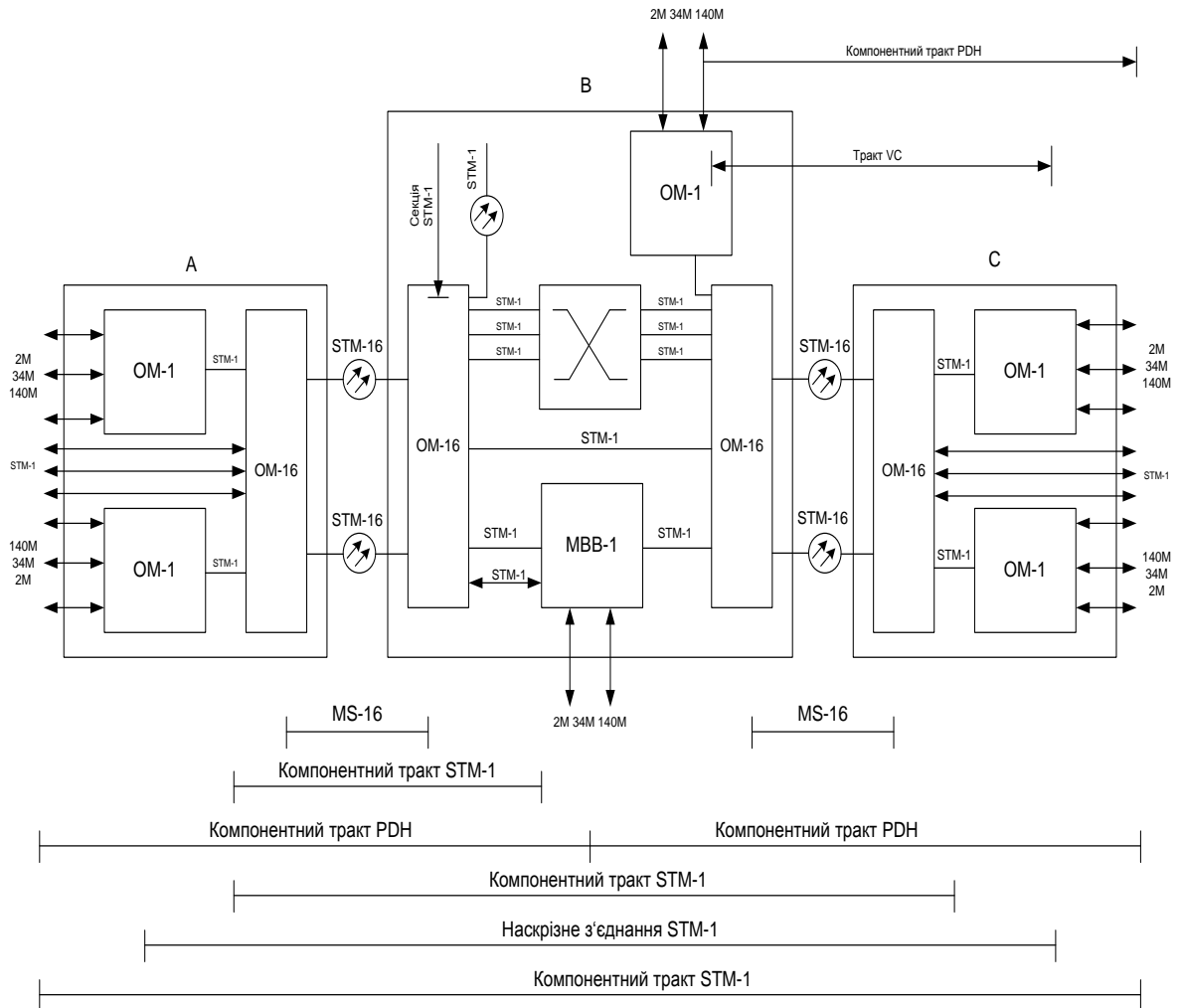
Аналогічним чином організується контроль помилок у трактах VC за допомогою заголовків POH. Для VC-3, VC-4 використовується байт B3 (BIP-8), для VC-12 використовуються два біти байта V5 (BIP-2).

У проекті нової рекомендації G.709, що найближчим часом замінить рекомендації G.707, G.708, G.709, введено поняття наскрізного з'єднання (tandem connection), зокрема, на швидкості STM-1 всередині STM більш високого порядку. У цьому випадку в трактовому заголовку VC високого порядку виділяються байти, що утворюють заголовок наскрізного з'єднання, що дозволяє контролювати наскрізне з'єднання STM-1. Слід зазначити, що при наскрізному з'єднанні залишається незмінним тільки інформаційне навантаження.

Тому наскрізні з'єднання (ТС) також є об'єктами СЦІ, що контролюються.

На теперішній час в обладнанні, встановленому на лініях СЦІ України заголовки наскрізного з'єднання не використовуються. При здачі в експлуатацію обладнання ВОЛЗ якість наскрізних з'єднань на дільницях 1,2,3,4,5 оцінюють, вимірюючи компонентні тракти ПЦІ (в цьому випадку 34М), а на дільницях 2,3,4 - вимірюючи компонентні тракти STM-1.

На рис. 5.1 показані межі ДО для ланцюга, взятого з реального проекту.



5.1. Методи контролю й визначення помилок у системі SDH

У системі SDH використовується метод контролю параметрів помилок без відключення каналу, що одержав назву методу контролю парності (Bit Interleaved Parity -BIP). Метод контролю парності є оціночним, оскільки декілька помилок можуть компенсувати одна одну в **змісті** контролю парності, проте цей метод дає прийнятний рівень оцінки якості цифрової системи передачі. Оскільки технологія SDH передбачає створення секційного й трактового заголовка, метод контролю парності дає можливість тестування параметрів цифрової системи передачі від секції до секції і до кінця маршруту ("end to end"). Для цього використовуються спеціальні байти (див. вище) у складі заголовків SOH і POH.

Незважаючи на те що цей метод, також як і CRC, є оціночним, він дає гарні результати при аналізі систем передачі SDH. Алгоритм контролю парності достатньо простий. Контроль парності виконується для конкретного блоку даних циклу в межах груп даних по 2, 8 і 24 біта (BIP-2, BIP-8 і BIP-24 відповідно). Ці групи даних організуються в стовпчики, потім для кожного стовпчика розраховується його парність, тобто парна або непарна кількість одиниць у стовпчику. Результат підрахунку передається у виді кодового слова на протилежну сторону. На приймальній стороні проводиться аналогічний розрахунок, порівнюється з результатом і робиться висновок про кількість помилок парності. Результат порівняння передається у зворотному напрямку.

Таблиця 3 Байти, які використовуються для контролю парності і ділянки SDH.

Байт	Заголовок	Довжина	Секція моніторингу
B1	RSOH	ВІР-8	STM-1
B2	MSOH	ВІР - 24	STM - 1 без RSOH
B3	POH VC - 3/4	ВІР-8	VC - 3/4
V5	POH VC - 1/2	ВІР-2	VC - 1/2

Моніторинг робочих параметрів на кожному рівні ієрархії обслуговують основні на перевірки парності перемежування бітів (ВІР), які вставляються кадр за кадром.

Ці перевірки парності розміщуються у відповідно регенераційному, мультиплексному і трактовому заголовку. Крім того, кінцеве обладнання ділянки трактів високого і низького рівня генерують сигнали індикації помилки віддаленого терміналу (REI- FEBE). Ці сигнали основані на помилках, які виявлені при перевірці парності бітів (ВІР) трактів високого й низького рівня. Сигнал REI посиляється у зворотному напрямку.

У відповідь на сигнали AIS і при визначенні основних аварійних станів приймача, мережеве обладнання посиляє у зворотному напрямку інші аварійні сигнали, для попередження про несправності потоку прямого напрямку.

На кінцевому обладнанні мультиплексної секції, де виявляється аварійний стан AIS, LOS, LOP, надсилається в заголовку цієї секції сигнали індикації RDI у зворотному напрямку.

Кінцеве обладнання трактів вищого рівня (Higher-Order), яке виявляє сигнал AIS або LOP посиляє сигнал індикації аварії (RAI) для трактів вищого рівня у зворотному напрямку.

Так само, кінцеве обладнання трактів низького рівня надсилає у зворотному напрямку після виявлення сигналу AIS або LOP тракту низького рівня.

6. Оцінка якісних параметрів цифрових трактів.

6.1 Загальні положення.

Головним джерелом погіршення якості зв'язку є помилки, які впливають як на передавання мовної інформації, так і на передавання даних. Норми на якісні показники функціонування мереж зв'язку за помилками відображають вимоги різних служб і забезпечують єдиний рівень якості.

Для визначення якісного стану цифрового тракту за помилками використовуються такі показники помилок:

- *коефіцієнт помилок по секундах з помилками (ESR)* - відношення кількості секунд із помилками до загальної кількості секунд протягом часу готовності з'єднання за визначений період вимірювання;

- кількості сильно уражених помилками секунд до загальної кількості секунд протягом часу *коефіцієнт помилок по секундах, які сильно уражені помилками (SESR)* - відношення готовності з'єднання за визначений період вимірювання;

- *коефіцієнт помилок по бітах (BER) або по блоках з фоновими помилками (BBER)* - відношення кількості зіпсованих символів (блоків) до загальної кількості символів (блоків), які були передані протягом часу готовності з'єднання за визначений період вимірювання. До загальної кількості блоків не входять блоки секунд, які сильно уражені помилками (SES).

У свою чергу, секунда з помилками (ES) - це одnoseкундний інтервал, протягом якого має місце принаймні одна помилка (для цифрових каналів) або одnoseкундний інтервал з одним або з декількома блоками з помилками (для цифрових трактів). Блок із помилками (BE) - це блок, в якому один або декілька біт, які належать до цього блоку, зіпсовані.

Секунда, яка сильно уражена помилками, (SES) - це одnoseкундний інтервал, протягом якого коефіцієнт помилок по бітах перевищує або дорівнює 10⁻⁶ (для цифрових каналів), або одnoseкундний інтервал, в якому кількість зіпсованих помилками блоків з фоновими помилками перевищує 30% або має принаймні один період з серйозними порушеннями (для цифрових трактів). Блок з фоновими помилками (BBE) - це блок з помилками, який не входить до складу SES.

Для оцінки експлуатаційних характеристик повинні використовуватися результати вимірювань тільки в періоди готовності (Available State) тракту, інтервали неготовності (Unavailable State) з аналізу вилучаються.

Показники помилок цифрових трактів - це статистичні параметри, і норми на них визначаються з відповідною імовірністю їх виконання. За показниками помилок використовуються такі види експлуатаційних норм:

- довгострокові норми;
- короткочасні (оперативні) норми.

Довгострокові норми, визначені на підставі еталонних норм на показники помилок для міжнародного з'єднання максимальної протяжності 27 500 км, які наведені в Рекомендаціях МСЕ-Е G.821 для цифрових каналів 64 кбіт/с та в G.826 - для цифрових трактів зі швидкістю передавання сигналів від 2 048 кбіт/с і вище.

Довгострокові норми можна перевірити в експлуатаційних умовах під час проведення безперервних тривалих вимірювань - не менше одного місяця. Ці норми використовуються при перевірці показників якості цифрових каналів і трактів нових систем передавання або нового цифрового обладнання, яке впливає на ці показники. Оперативні норми, розроблені на підставі Рекомендацій МСЕ-Е М.2100, М.2101, М.2110, М.2120 і потребують для такої оцінки відносно недовгих періодів вимірювання. Серед оперативних норм визнають такі:

- норми для введення в експлуатацію використовуються тоді, коли канали та тракти вже пройшли випробування на відповідність довгостроковим нормам;
- норми технічного обслуговування використовуються при контролі протягом експлуатації трактів і для визначення необхідності виведення з експлуатації при виході контрольованих параметрів за припустимі межі;
- норми відновлення систем використовуються при здаванні тракту до експлуатації після ремонту обладнання.

Норми на показники якості цифрових каналів і трактів визначені у відповідності з правилами пропорційного розподілу норм між складовими частинами номінальної первинної мережі, тобто для магістральної, внутрішньо зонової та місцевої мереж. Запропонований такий розподіл загальних норм між ділянками первинної мережі:

- на магістральну мережу довжиною 1800 км відводиться 2,9 % від загальної норми для міжнародного з'єднання;
- на внутрішню зонову мережу довжиною 250 км із кожної сторони відводиться 7,5% від загальної норми для міжнародного з'єднання;
- на місцеву мережу довжиною 100 км із кожної сторони відводиться 7,5% від загальної норми для міжнародного з'єднання;
- на абонентську лінію з кожного боку відводиться 15% від загальної норми.

6.2 Норми оцінки якості цифрових трактів.

В процесі безперервного контролю перевіряється якість роботи ЦСП СЦ, під час знаходження її у робочому стані, на протязі всього часу експлуатації.

Крім того, вимірювання за допомогою вбудованих засобів контролю можуть бути проведені поза планом зацікавленими станціями, а також після погіршення рівня якості функціонування по узгодженню з ГКС-Д та ЦУТМ.

Постійний контроль за технічним станом обладнання ЦСП СЦ виконується в автоматичному режимі.

За даними постійного контролю:

- визначаються основні показники якості роботи ЦСП СЦ;
- порівнюються отримані дані з нормами і з даними попереднього контролю (паспортні дані);
- розроблюються заходи з покращення якості роботи ЦСП СЦ.

Основними функціями постійного контролю є:

- виявлення несправності обладнання ЦСП СЦ;
- локалізація джерела пошкодження;
- усунення пошкодження.

Відповідно рекомендації ІТУ-Т на основі реєстрації та оцінки показників якості формується три оцінки якості функціонування КО:

- неприйнятна якість;
- погіршена якість;
- нормальна якість.

За результатами оцінки якості функціонування формується відповідно три види тривожної сигналізації:

- терміновий тривожний сигнал (аварія або стан відмови);
- нетерміновий тривожний сигнал (ушкодження або перед аварійний стан);
- інформаційно-технічний “індикативний” сигнал (попередження).

Визначивши зміни стану КО, технічний персонал повідомляє ЦУТМ.

Якщо показники якості обладнання ЦСП СЦІ не задовольняють нормам, приймають рішення про проведення позапланових робіт.

При наявності резервних трактів роботи можуть виконуватись в денний час. Електричні параметри резервних лінійних трактів повинні вимірюватись в обсязі і з періодичністю, прийнятими для основних трактів.

Профілактичне обслуговування обладнання, яке не охоплено контролем із боку РС ЦКУТЕПМ, виконується магістральним інженером за допомогою локального терміналу. Роботи узгоджуються згідно з установленим порядком проведення профілактичних робіт.

Виміряні параметри перевіряються на їх відповідність встановленим нормам і допускам, наведеним в електричному паспорті на відповідну СП, або в інших нормативних документах (або з результатами раніше проведених вимірювань).

Профілактичні вимірювання проводяться як за допомогою зовнішніх приладів, так і за допомогою вбудованих засобів контролю якості функціонування ЦСП СЦІ. Для проведення контрольних вимірювань застосовуються вимірювальні прилади, призначені для перевірки параметрів відповідної ЦСП СЦІ, які постачаються в комплекті з обладнанням, що встановлюється або інші прилади, що забезпечують можливість і необхідну точність вимірювань (Додаток 3, табл.ДЗ.1).

6.3 Норми технічного обслуговування цифрових трактів.

Норми технічного обслуговування використовуються для контролю трактів під час експлуатації, а також при визначенні необхідності виведення тракту з експлуатації при значному погіршенні показників якості.

Перевірка тракту протягом технічної експлуатації виконується за допомогою засобів експлуатаційного контролю помилок за періоди часу 15 хвилин і 1 доба.

До норм технічного обслуговування входять:

- граничні значення неприпустимої якості. Якщо значення показників помилок виходять за межі цих значень, тракт необхідно вивести з експлуатації;
- граничні значення зниженої якості. При виході за межі цих значень контроль даного тракту і аналіз характеристик помилок повинні проводитися більш ретельно та частіше.

Для норм при технічному обслуговуванні трактів порогові значення для ESR і SESR задаються у відповідності з технічними вимогами, які визначені розробниками даного виду апаратури системи передавання та засобів контролю

показників помилок. Якщо ці порогові значення не виставлені, тоді для визначення необхідності виведення тракту з експлуатації при 15-хвилинному періоді спостережень можна використовувати значення, які наведені в таблиці 6.3.1.

Таблиця 6.3.1 - Граничні значення показників помилок *ES* і *SES* для виведення з експлуатації цифрових трактів при 15-хвилинному періоді спостереження

Частка експлуатаційних норм для ділянки тракту	Показники помилок	Граничні значення <i>ES</i> і <i>SES</i> для виведення з експлуатації				
		трактів ПЦІ та СЦІ	секцій мультиплексування			
			STM-1	STM-4	STM-16	STM-64
Від 500 до 2500	<i>ES</i>	120	50	50	65	80
	<i>SES</i>	15	10	10	10	10

6.4 Норми для відновлення трактів після виконання ремонтних робіт.

Граничні значення показників помилок у разі введення тракту в експлуатацію після ремонту визначаються так, як і при введенні в експлуатацію нового цифрового тракту, але під час розрахунку порогових значень. При цьому коефіцієнт *K* дорівнює 0,125 для лінійних трактів систем передавання або секцій мультиплексування, та 0,5 - для цифрових трактів і ділянок.

6.5 Оцінка якості цифрових трактів на відповідність довгостроковим нормам

Вимірювання на відповідність довгостроковим нормам виконуються під час приймання каналів і трактів, які утворені в нових системах передавання, а також протягом експлуатаційних випробувань для розробки засобів збільшення експлуатаційної надійності мережі. Відповідність нормам на показники помилок повинна перевірятись протягом періоду вимірювання не менш одного місяця. При такому виді вимірювання перевіряються найчастіше усі характеристики фазового дрижання, які нормуються.

У цифрових трактах при довгострокових вимірюваннях нормуються характеристики помилок для трьох показників:

- коефіцієнт помилок по секундах з помилками (*ESR*);
- коефіцієнт помилок по секундах, які сильно уражені помилками (*SESR*);
- коефіцієнт помилок по блоках з фоновими помилками (*BBER*).

Для оцінки відповідності довгостроковим нормам вимірювання показників помилок у ЦТ може проводитися як із перервою зв'язку при використанні псевдовипадкової цифрової послідовності, так і без перерви зв'язку під час експлуатаційного контролю.

Цифровий тракт вважається таким, що відповідає нормам при одночасному додержанні вимог до кожного з трьох показників помилок - *ESR*, *SESR*, *BBER*. Порядок розрахунку довгострокової норми на будь-який показник помилок для простого тракту довжиною $L_{км}$ такий:

1. По таблиці 6.5.1 для відповідного тракту і відповідного показника помилок

знаходиться значення A ;

2. Значення $L_{\text{км}}$ округлюється з точністю до 250 км для магістральної мережі та з точністю до 50 км для внутрішньозонової мережі;

3. Для значення L по таблиці 6.5.2 визначається припустима частка розрахункових норм C_1 і C_2 ;

4. Довгострокова норма на показники помилок ESR, SESR та BBER визначається як добуток відповідних значень A і C :

$$\text{ESR} = A \times C,$$

$$\text{SESR} = A \times C,$$

$$\text{BBER} = A \times C.$$

Якщо до складу тракту магістральної частини первинної мережі входить ділянка з радіорелейною системою передавання протяжністю до 2500 км, до наведеного значення довгострокової норми на показник помилок SESR додається значення 0,0005, для однієї ділянки із супутниковою системою передавання - значення 0,0001. Ці значення враховують несприятливі умови розповсюдження сигналу (для найгіршого місяця).

Якщо до складу тракту входять декілька транзитних ділянок (транзит ЦТ будь-якого порядку), кожна з цих ділянок транзиту повинна відповідати нормам для довжин ділянок L , які округлені, а весь складовий тракт повинен відповідати нормам для довжини, яка дорівнюється сумі не округлених довжин ділянок:

n

$$L = \sum_{i=1}^n L_i$$

i

де n - кількість ділянок транзиту.

Надалі значення L округляється до величин, які наведені в п.2, визначаються значення C і норма для відповідного показника.

Якщо тракт проходить і по магістральній і по внутрішньозонових мережах, значення C для цього тракту визначається як сума значень C_1 , C_2 і C_3 : $C = C_1 + C_2 + C_3$, а далі визначається норма для відповідного параметра.

Якщо до складу тракту магістральної частини первинної мережі входить ділянка з радіорелейною системою передавання протяжністю до 2500 км, до наведеного значення довгострокової норми на показник помилок SESR додається значення 0,0005, для однієї ділянки із супутниковою системою передавання - значення 0,0001. Ці значення враховують несприятливі умови розповсюдження сигналу (для найгіршого місяця).

Для оцінки відповідності нормам Рекомендацій G.826 частини міжнародного каналу або тракту, яка проходить по території нашої країни, можна використовувати методику визначення норм, яка викладена вище. Частина тракту, яка проходить по території України до міжнародної станції (міжнародного центру комутації), повинна задовольняти запропонованим нормам.

Для цифрових систем передавання, які розроблені до 1996 року, показник BBER має значення 3×10^{-4} .

Для трактів із швидкостями передавання більше 160 Мбіт/с норми на ESR не встановлюються. Але при наявності відповідних приладів слід проводити оцінку ESR із метою технічної експлуатації та контролю.

Таблиця 6.5.1 Загальні розрахункові експлуатаційні норми на показники помилок для міжнародного з'єднання протяжністю 27 500 км

Канал (тракт)	Швидкість передавання, Мбіт/с	Довгострокові норми (A)		
		ESR	SESR	BBER
ЦТ	від 1.5 до 5.0	0.04	0.001	2×10^{-4}
	Від 5.0 до 15	0.05	0.001	2×10^{-4}
	від 55 до 160	0.016	0.001	2×10^{-4}
	Від 15 до 55	0.075	0.001	2×10^{-4}
	Від 55 до 160	0.016	0.001	2×10^{-4}
	Від 160 до 3500		0.001	2×10^{-4}
	Від 160 до 3500		0.001	2×10^{-4}

Наведена норма на показник BBER розповсюджується на тракти, в яких використовуються блоки сигналів із розмірами до 20 000 біт. Для тракту VC-16 (STM-16), який використовує блоки розміром приблизно по 80 000 біт, норма на показники BBER дорівнює 4×10^{-4}

Примітка 1. До наведеного значення довгострокової норми для показника SESR при включенні до тракту або каналу магістральної ділянки з радіорелейною системою передавання протяжністю до 2500 км додається значення 0,0005, однієї ділянки із супутниковою системою передавання - значення 0,0001. Ці значення враховують несприятливі умови розповсюдження сигналу (для найгіршого місяця). До оперативних норм такий додаток не додається у зв'язку з коротким періодом вимірювання.

Примітка 2. Для цифрових мережних трактів із швидкостями передавання сигналів більше 601 Мбіт/с довгострокові норми на показники помилок піддаються вивченню (ПВ).

Таблиця 6.5.2 - Частка експлуатаційних норм на показники помилок тракту (каналу) довжиною L км для магістральної та внутрішньозонових первинних мереж України при визначенні довгострокових норм

Магістральна первинна мережа		Внутрішньозонова первинна мережа	
Довжина менше або дорівнює,	C_1	Довжина менше або дорівнює,	C_2
250	0,004	50	0,015
500	0,008	100	0,03

750	0,012	150	0,045
1000	0,016	200	0,06
1250	0,02	250	0,075
1 500	0,024		
1 750	0,028		
1 800	0,029		

Відповідно до розподілу розраховані значення показників якості по помилках для цифрових лінійних трактів первинної мережі зв'язку України (таблиці 6.5.3, 6.5.4, 6.5.5)

Норми на SESR залежать не від швидкості передачі та ієрархії (ПЦІ або СЦІ), а також від місця використання на мережі зв'язку України. Нормовані значення ESR, SESR і BBER наведені нижче.

Таблиця 6.5.3 Норми на SESR

Мережа	Норми на максимальну довжину ЛТ	Норма на довжину L, км, ЛТ
Магістральна	$1,2 \times 10^{-4}$	$6,67 \times 10^{-8} L$
Внутрішньозо	$1,4 \times 10^{-4}$	$5,6 \times 10^{-8} L$
Місцева	$1,4 \times 10^{-4}$	$1,7 \times 10^{-8} L$

Таблиця 6.5.4 Норми на ESR

Швидкість передачі,	Мережа		
	Магістральна	Внутрішньозонова	Місцева
2048	$2,4 \times 10^{-3}$ $1,33 \times 10^{-6} L$	$2,8 \times 10^{-3}$ $1,12 \times 10^{-5} L$	$3,4 \times 10^{-3}$ $3,4 \times 10^{-5} L$
8448	$3,0 \times 10^{-3}$ $1,67 \times 10^{-6} L$	$3,57 \times 10^{-3}$ $1,43 \times 10^{-5} L$	$4,2 \times 10^{-3}$ $4,2 \times 10^{-5} L$
34368	$4,5 \times 10^{-3}$ $2,5 \times 10^{-6} L$	$5,25 \times 10^{-3}$ $2,1 \times 10^{-5} L$	$6,37 \times 10^{-3}$ $6,37 \times 10^{-5} L$
139 264 и 155520	$9,6 \times 10^{-3}$ $5,3 \times 10^{-6} L$	$1,12 \times 10^{-3}$ $4,48 \times 10^{-6} L$	$1,36 \times 10^{-2}$ $1,36 \times 10^{-4} L$

Примітка: Жирним шрифтом виділені значення, які відповідають нормам на максимальну довжину ЛТ. Світлим виділено значення норм при довжині лінійного тракту L.

Таблиця 6.5.5 Норми на BBER

Мережа	Норма на максимальну довжину ЛТ	Норма на довжину L, км, ЛТ
Магістральна	$1,2 \times 10^{-5}$	$6,67 \times 10^{-9} L$
Внутрішньозонон	$1,4 \times 10^{-5}$	$5,6 \times 10^{-8} L$
Місцева	$1,7 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{-7} L$

6.6 Оцінка якості цифрових трактів на відповідність оперативним нормам.

Оперативні норми визначаються для двох показників помилок:

- коефіцієнт помилок по секундах з помилками (ESR);

- коефіцієнт помилок по секундах, які сильно уражені помилками (SESR).

Для оцінки відповідності оперативним нормам вимірювання показників помилок в ЦТ можна проводити як без перерви зв'язку за допомогою системи експлуатаційного контролю, так і з перервою зв'язку з використанням засобів вимірювання.

ЦТ відповідають оперативним нормам при одночасному додержанні вимог до кожного з показників помилок - ESR і SESR.

Розрахунок порогових значень показників помилок проводиться у такій послідовності:

1. Визначаються середні оперативні норми показників помилок R_0 для SESR і ESR. Вони розраховуються за формулами:

$$R_0 = ESR_0 = B \times D \times k,$$

$$R_0 = SESR_0 = B \times D \times k,$$

де B - значення розрахункової норми, яке наведене у таблиці 6.6.2,

D - сумарне значення частки загальної норми для різних ділянок первинної мережі України, яке наведене у табл. 3 ,

k - коефіцієнт, який визначає призначення експлуатаційного контролю. Граничні значення коефіцієнта K для різних умов випробування системи передавання, цифрового тракту або ОЦК наведені в таблиці 6.6.1 ;

2. Визначаються порогові значення показників помилок S_1 і S_2 за період спостереження T згідно з формулами

$$S_1 = R_0 - 2\sqrt{VR_0/T}$$

$$S_2 = R_0 + 2\sqrt{VR_0/T}$$

де R_0 - середня оперативна норма на показники помилок ESR_0 або $SESR_0$,

T - період вимірювання, сек.

Примітка. Слід відзначити, що пороги S_1 і S_2 не використовуються при тривалості випробувань 7 дб або більше.

Таблиця 6.6.1 - Граничні значення коефіцієнта призначення експлуатаційного контролю

Системи передавання, секції		Цифрові тракти, ділянки, ОЦК	
Вид випробувань	K	Вид випробувань	K
Введення в експлуатацію	0,1	Введення в експлуатацію	0,5
Введення після ремонту	0,125	Введення після ремонту	0,5
Введення зі зниженою якістю	0,5	Введення зі зниженою якістю	0,75
Еталонне значення	1,0	Еталоннезначення	1,0
Виведення з експлуатації	Більше 10	Виведення з експлуатації	Більше 10

Під час експлуатаційного контролю за період випробувань T визначаються значення показників помилок ESR і SESR. Якщо ці значення дорівнюють S , тоді:

- при $S < S_1$ - тракт дозволяється експлуатувати або вводити в експлуатацію з деякою упевненістю;
- при $S > S_2$ - тракт не приймається до експлуатації або виводиться з неї для визначення пошкодження;
- при $S_1 < S < S_2$ - тракт дозволяється експлуатувати умовно з проведенням подальших випробувань протягом більш тривалого часу.

Якщо після проведення додаткових випробувань (наприклад, 7 діб) $S > R_0$, тракт не приймається в експлуатацію.

Для оцінки відповідності нормам частини міжнародного каналу або тракту, яка проходить по території нашої країни, можна використовувати наведену вище методику визначення норм. Але при цьому замість таблиці 6.6.3 необхідно використовувати таблицю 6.6.4



Рис. 6.6.1 Границі та умови введення в експлуатацію

Таблиця 6.6.2 Загальні розрахункові експлуатаційні норми на показники помилок для міжнародного з'єднання протяжністю 27 500 км

Тракт	Швидкість передавання, Мбіт/с	Оперативні норми (В)	
		ESR	SESR
ЦТ	від 1,5 до 5,0	0,02	0,001
	від 5,0 до 15	0,025	0,001
	від 15 до 55	0,0375	0,001
	від 55 до 160	0,08	0,001
	від 160 до 601	-	-

Для трактів зі швидкостями передавання більше 160 Мбіт/с норми на ESR не встановлюються. Але при наявності відповідних приладів слід проводити оцінку ESR з метою технічної експлуатації та контролю.

Частка розрахункових експлуатаційних норм на показники помилок тракту довжиною L км на магістральній та внутрішньозонових мережах зв'язку України для визначення оперативних норм наведена в таблиці 6.6.3 Ця частка для тракту магістральної мережі позначена D_1 та для внутрішньозонової мережі - D_2

Довжина L тракту на магістральній первинній мережі округляється до значення L , яке кратне 250 км, на внутрішньозонової мережі - до значення, яке кратне 50 км.

Порядок визначення значення простого ЦТ такий:

1. Довжину L тракту округлюємо до значень, які наведені у табл. 6.6.3;
2. Для одержаного значення L визначаємо по таблиці 7.3 значення D_1 або D_2 .

Для складеного ЦТ порядок розрахунку такий:

1. Довжина L кожної із ділянок транзиту округлюється до значень, які визначені у табл. 6.6.3.
2. Для кожної ділянки по таблиці 6.6.3 визначається значення D_1 .
3. Одержані значення D_1 підсумовуються.

Сумарне значення D не повинне перевищувати:

- для магістральної первинної мережі..... 0,029,
- для внутрішньозонової мережі0,075,
- тракту, який проходить по магістральній та двох внутрішньозоновоїх мережах (з обох кінців) 0,179.

Таблиця 6.6.3 - Частка експлуатаційних норм на показники помилок для ділянки тракту (каналу) довжиною L км на магістральній та внутрішньозонової первинній мережі України для визначення оперативних норм

Магістральна первинна мережа		Внутрішньозонової первинна мережа	
Довжина менше або дорівнює, км	D_1	Довжина менше або дорівнює, км	D_2
250	0,015	50	0,025
500	0,02	100	0,040
750	0,022	150	0,052
1 000	0,024	200	0,065
1 250	0,026	250	0,075
1 500	0,027		
1 800	0,029		

Контроль показників помилок у цифрових трактах для оцінки відповідності оперативним нормам може проводитися в експлуатаційних умовах протягом різних інтервалів часу - 15 хвилин, 1 або 2 години, 1 доба, 7 діб. Для аналізу результатів контролю визначаються порогові значення S_1 і S_2 для показників помилок ESR і SESR за період вимірювання T , які характеризують стан об'єкта вимірювання (припустимий, невизначений та неприпустимий). Порогові значення показників помилок при переході від одного стану до другого позначимо літерами S_1 і S_2 (малюнок 1). Ці значення визначаються відносно середньої норми R_0 на показники помилок при короткочасних вимірюваннях.

Таблиця 6.6.4 - Частка експлуатаційних розрахункових норм на показники помилок для міжнародних каналів і трактів

Довжина L	Частка розрахункових норм
менше або дорівнює 500 км	0,02
від 500 до 1 000 км	0,03
від 1 000 до 2 500 км	0,04

Норми для введення в експлуатацію цифрових трактів.

Норми на показники помилок для введення в експлуатацію цифрових трактів визначаються згідно з формулами:

$$R_0 = ESR_0 = B \times D \times k, \quad R_0 = SESR_0 = B \times D \times k,$$

$$S_1 = R_0 - 2\sqrt{R_0/T}$$

$$S_2 = R_0 + 2\sqrt{R_0/T}$$

де R_0 - середня оперативна норма на показники помилок ESR_0 або $SESR_0$,
 T - період вимірювання, сек.

з використанням відповідного коефіцієнта призначення експлуатаційного контролю, довжини каналу або тракту та тривалості випробувань. Норми перевіряються після проведення випробувань на відповідність довгостроковим нормам.

При введенні в експлуатацію цифрового тракту вимірювання показників помилок виконується двома етапами.

На першому етапі вимірювання виконуються з перервою зв'язку за допомогою псевдовипадкової цифрової послідовності протягом 15 хвилин. Якщо під час таких вимірювань відбувається принаймні одна подія ES або SES, або подія неготовності, тоді вимірювання повторюються до двох разів. Якщо протягом третього випробування спостерігається будь-яка з цих подій, необхідно перейти до локалізації пошкодження.

Після вдалого виконання першого етапу виконуються випробування протягом однієї доби. Ці випробування можна проводити як без перерви зв'язку за допомогою засобів експлуатаційного контролю, так і з перервою зв'язку з використанням псевдовипадкової цифрової послідовності.

Розраховуються оперативні норми на показники помилок та їх порогові значення S_1 і S_2 для тривалості випробувань 24 години і порівнюються з відповідними значеннями, які одержані під час вимірювань.

На першому етапі випробування повинні виконуватись протягом 15 хвилин. Якщо під час цього етапу не виявлена жодна подія ES або SES, тоді виконуються випробування протягом 24 годин (1 доба). По таблиці 4 знаходимо $k = 0,5$. По формулам розраховуємо значення R , S_1 і S_2 .

$$R_0 = ESR_0 = B \times D \times k,$$

$$R_0 = SESR_0 = B \times D \times k,$$

$$S_1 = R_0 - 2\sqrt{R_0/T}$$

$$S_2 = R_0 + 2\sqrt{R_0/T}$$

де R_0 - середня оперативна норма на показники помилок ESR_0 або $SESR_0$,
 T - період вимірювання, сек.

Одержані під час контролю показники помилок порівнюються з розрахованими пороговими значеннями R_0 , S_1 , і S_2 . Якщо по результатах контролю необхідно провести вимірювання протягом 7 діб, порогове значення для цього випадку визначається як значення R_0 .

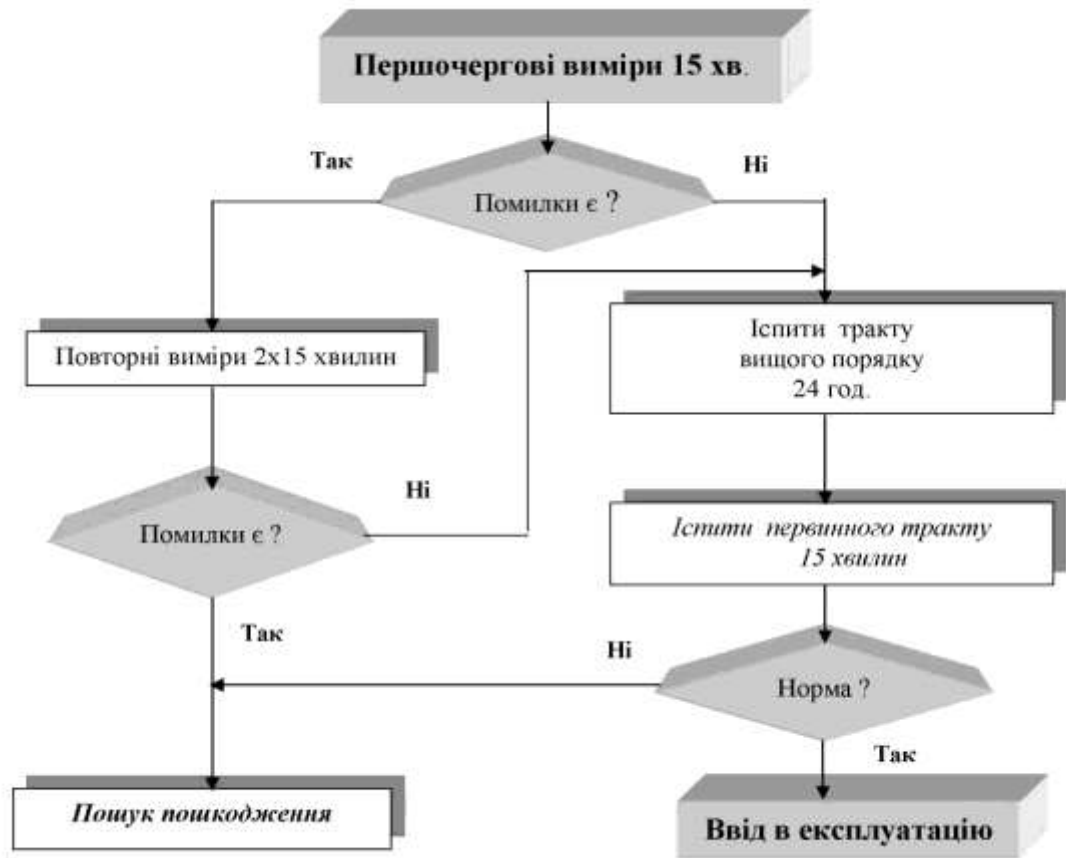


Рис. 6.6.2 Алгоритм випробувань ЦТ при введенні в експлуатацію.

При одночасному введенні в експлуатацію більше одного цифрового тракту, що входять до одного і того ж тракту більш вищого рівня (цифрового тракту більш вищого рівня або лінійного тракту цифрової системи передавання), і цей тракт вводиться в експлуатацію одночасно з трактами нижчого рівня, необхідно провести випробування тільки першого тракту даного рівня протягом 1 доби, а інші тракти проходять випробування протягом 2 годин.

При введенні в експлуатацію кількох цифрових трактів, які входять до складу одного тракту більш вищого рівня, та при наявності засобів експлуатаційного контролю помилок у трактах перевірку кожного з таких трактів можна проводити протягом 15 хвилин або при послідовному їх з'єднанні по шлейфу одночасно протягом 15 хвилин. При цьому використовуються критерії оцінки для одного напрямку передавання одного тракту. За кожний з періодів випробування по 15 хвилин не повинна відбуватися ні одна подія ES або SES або подія неготовності.

7. Види робіт на обладнанні ВОЛЗ ЦСП СЦІ

Всі види робіт на обладнанні ЦСП СЦІ проводяться по узгодженню з ЦКУТЕПМ, відповідними відділами Філії «Дирекція первинної мережі ВАТ «Укртелеком» і ЦУТМ.

В разі необхідності проведення будь-яких робіт на обладнанні ЦСП або ЕЖУ, виконання яких може привести до виникнення аварійної ситуації, для уникнення втрати бази даних (конфігурації) діючих мультиплексорів, необхідно створювати резервні копії бази даних мультиплексорів.

Приміщення, де встановлено обладнання ЦСП СЦ, повинно задовольняти вимогам ефективної та надійної експлуатації високотехнологічного електронного обладнання і повинно відповідати “Технічним вимогам до НРПВ” та інструкції по технічному обслуговуванню.

Роботи на обладнанні ЦСП СЦ проводяться кваліфікованими фахівцями. При виконанні робіт на обладнанні обов'язкове застосування антистатичних браслетів, які підключаються до спеціальної клеми заземлення для зняття електростатичного заряду, якщо клема недоступна - до спеціального з'єднувального пристрою. Роботи проводяться відповідно до “Інструкції з експлуатації” на конкретний тип обладнання.

На ЦСП СЦ проводяться наступні роботи:

- перевірка стану умов експлуатації обладнання ЦСП СЦ;
- перевірка стану обладнання та трактів ЦСП СЦ за допомогою системи управління і контролю;
- вимірювання електричних параметрів обладнання ЦСП СЦ;
- створення резервної копії бази даних мультиплексорів.

Перевірка технічного стану обладнання ЦСП СЦ проводяться на відповідність вимогам “Технічним вимогам до НРПВ”.

Перевірка стану обладнання та трактів ЦСП СЦ за допомогою системи управління і контролю проводиться в автоматичному режимі.

Вимірювання на обладнанні ЦСП СЦ проводяться для визначення відхилення основних показників якості роботи обладнання ЦСП СЦ і виконуються:

- при введенні в експлуатацію (паспортизація);
- в процесі експлуатації;
- при виконанні ремонтно-налагоджувальних робіт (РНР).

Для підтримки обладнання СЦ в робочому стані в основному використовується безперервний контроль і періодичні вимірювання без закриття зв'язку.

8. Обсяг та періодичність робіт на обладнанні ЦСП СЦ

Роботи на обладнанні ВОСП проводяться кваліфікованими працівниками, що пройшли спеціальне навчання. Працівники повинні користуватись антистатичними браслетами, які підключаються до спеціальної клеми заземлення для зняття електростатичного заряду, якщо клема недоступна – до спеціального пристрою. Не слід під'єднувати браслети до анодованого металу чи лицевих панелей обладнання. Браслет повинен мати тісний контакт із шкірою руки оператора.

При викладці волоконно-оптичного кабелю радіус його вигину повинен бути не менше 35мм. Для уникнення пошкодження волокон кабелю при закріпленні не пережимати.

При виконанні з'єднань оптичного тракту необхідно почистити всі оптичні з'єднання з використанням мікроскопу (при роботах на лініях DWDM – тільки за допомогою оптичного мікроскопа), не слід без необхідності повертати оптичний з'єднувач навколо його осі. Оптичні з'єднувачі, які не використовуються, повинні бути закриті захисними кришками та ковпачками. Маркування не повинно вилучатись і має бути на видноті.

Усі роботи виконуються по узгодженню та під керівництвом ГТУК, результати перевірки записуються у відповідному журналі. В разі втрати контролю над мережевим елементом, роботи на обладнанні виконуються за допомогою локального менеджера.

1 Бригада аварійно-профілактичної служби, яка базується в ЦТЕПМ, забезпечує регулярне відвідування НРПВ своєї зони для профілактичного обслуговування обладнання ЦСП СЦІ та проведення аварійно-відновлювальних робіт.

2 Бригада повинна бути забезпечена вимірювальними приладами, ЗІП обладнання ЦСП.

3 Перевірка стану обладнання ЦСП СЦІ

Таблиця ДІ.3.

<i>№</i>	<i>Вид робіт</i>	<i>Примітка</i>
1	Механічні	
1.1	Перевірка технічного стану приміщення НРПВ та механічних з'єднань, контактних з'єднань кабелів живлення та кабелів заземлення.	1 год.
2	Електрична профілактика	
2.1	Перевірка пульсацій та вихідної напруги блоків живлення.	Згідно вимог виробника
2.2	Чистка оптичних конекторів і контроль за допомогою мікроскопа.	При виконанні робіт пов'язаних із роз'єднанням та з'єднанням оптичних конекторів.

Примітки:

1. Технологія виконання окремих перевірок може визначатися фірмою - постачальником обладнання за узгодженням із Філією.

2. Окремі параметри перевіряються за умови їх підтримки апаратним та програмним забезпеченням.

8.1 Роботи на робочому тракті без закриття зв'язків

Дані роботи проводяться на робочому тракті після переведення основного трафіка на резервний. Роботи передбачається виконувати тільки при необхідності - при відхиленні від норми параметрів, які характеризують працездатність тракту й отримання сигналу «Попередження» (коефіцієнт помилок Кпом $>10^{-6}$, погіршення системи синхронізації і т.д.).

На даний час відсутні рекомендації, за якими при наблизенні параметрів до критичного значення необхідно проводити їх корекцію. Доцільно в проміжки

часу між контрольними вимірюваннями оцінювати поведінку параметру і при необхідності приймати рішення відносно їх корекції.

При проведенні контрольних вимірювань основних показників якості роботи СП усі значення вимірних параметрів порівнюються з даними електричних паспортів, або вимогами рекомендацій ІТУ-Т. Зважаючи на те, що цифрові тракти та секції приймаються в експлуатацію тільки при відсутності помилок, систематична поява кількох помилок є підставою для проведення робіт із метою визначення причин зниження показників якості роботи трактів.

При проведенні контрольних вимірювань, електричні параметри трактів, каналів і устаткування кінцевих станцій доводяться до рівня діючих норм.

Роботи можуть бути також проведені після заміни окремих блоків обладнання ЦСП СЦІ.

Контрольні вимірювання, як правило, проводяться у денний час.

Крім того, вимірювання за допомогою вмонтованих засобів контролю якості функціонування ЦСП СЦІ, можуть бути проведені поза планом зацікавленими станціями по узгодженню з ГКС-Д.

Перелік основних видів робіт та контрольних вимірювань, які повинні виконуватися на обладнанні ЦСП СЦІ за графіками, складеними ЦТЕПМ, наведено в Додатку 1, табл.Д1.2. Графіки проведення профілактичних робіт складаються технічним відділом ЦТЕПМ та магістральними службами ЛАЦ, які експлуатують обладнання ЦСП СЦІ. Роботи узгоджуються з технічним центром управління та контролю і затверджуються начальником ЦКУТЕПМ та головним інженером ЦТЕПМ.

Таблиця Д1.2. Перелік робіт на НРПВ та обладнанні ЦСП ВОСП без закриття

<i>м п/п</i>	<i>Найменування робіт</i>	<i>Час вик. роботи</i>	<i>Періодичність</i>
1	Зовнішній огляд		1 раз у кв.
1.1	Огляд приміщення, підвідних оптичних і електричних кабелів, ланцюгів і датчиків пожежної і охоронної сигналізації.	10 хв.	1 раз в кв.
1.2	Вологе прибирання приміщення.	30 хв.	Під час відвідувань НРП, але не рідше 1 раз на місяць.
1.3	Перевірка роботи службового зв'язку.	10 хв.	1 раз у кв.
1.4	Перевірка працездатності пожежної, охоронної сигналізації, роботи датчиків із контролем ЦКУТЕПМ.	30 хв.	1 раз у кв.
1.5	Перевірка роботи сигналізації, виведеної на станційне табло.	10 хв.	1 раз у кв.
1.6	Огляд і корекція адресної інформації на обладнанні, наявність пам'яток і інструкцій для техперсоналу в технологічних приміщеннях	10 хв.	1 раз у кв.
1.7	Видалення пилу з обладнання	15 хв.	1 раз у квартал.

1.8	Перевірка наявності та справності вимірювальних шнурів	5 хв.	1 раз на місяць.
1.9	Перевірка стану механічних з'єднань, контактних з'єднань кабелів живлення та кабелів заземлення.	5 хв.	1 раз у кв.
2	Електрична профілактика		1 раз у кв.
2.1	Проведення вимірів напруги первинного живлення (на панелі запобіжників)	5 хв.	1 раз у кв.
2.2	Перевірка параметрів оптичних сигналів. Проведення вимірювань електричних параметрів і робочих характеристик лазерних діодів	30 хв.	1 раз у кв. (з роб. станції, якщо є така можливість)
2.3	Перевірка функціонування захисту N+1, MSP 1+1, MS-SPRing		1 раз на рік
2.4	Перевірка параметрів сигналу синхронізації на відповідність G.703/10		1 раз на рік
3	Профілактика ПЗ (Відповідно з інструкцією з експлуатації) Пере запуск серверів		Згідно з рекомендаціями фірм - виробників.
3.1	Електрична профілактика робочої станції після переключення на резервну станцію згідно з інструкцією по експлуатації на робочу станцію.		1 раз на рік (по можливості)
4	Перевірка роботи кондиціонерів та контроль температурного режиму приміщення.	10 хв.	1 раз на тиждень.
5.	Створення резервної копії бази даних мультимплексорів		При зміні конфігурації, відновлювальних роботах, але не рідше 1 раз у кв.
6.	Перевірка величини живлячої напруги постійного струму в контрольних точках на передній панелі блоку електроживлення	5 хв.	1 раз у кв.
7.	Ведення технічної документації		При кожному відвідуванні НРП

9 Обсяг та періодичність робіт на ВОК

9.1 Контрольні вимірювання оптичних параметрів

1. Контрольні вимірювання проводити з обох напрямків по регенераційних ділянках згідно розпорядження Філії (ДПМ №4 від 14.1.99р.) два рази на рік (літо - зима) на вільних волокнах. В разі відсутності вільних волокон контрольні вимірювання проводити згідно "Інструкції про порядок оформлення планових ремонтно-налагоджувальних робіт і контрольних вимірювань на первинній мережі зв'язку", затвердженої начальником НЦУ 08.08.97р.

2. Результати контрольних вимірювань рефлектометром записувати на CD.

3. Методом накладання рефлектограм проводити аналіз змін кілометричного загасання ОВ та зміну загасання на зрощуваннях.

4. Звіт про зміну кілометричного загасання, загасання на зрощуваннях та свої пропозиції по їх, усуненню направляти у ВЕ ЛКС Філії.

9.2 Виміри втрат потужності випромінювання у волоконно-оптичних лініях зв'язку

Джерела втрат у ВОЛЗ:

Джерела втрат потужності випромінювання у волоконно-оптичних трактах можна розділити на дві основні категорії:

- до першої категорії відносяться втрати випромінювання в самому оптичному волокні, що викликаються поглинанням матеріалу (кварцового скла), розсіюванням випромінювання на домішках і мікро флуктуаціях показника переломлення, а також порушенням умов поширення випромінювання по волокну при його вигині й інших механічних впливах,

- до другої категорії відносяться втрати, що виникають на місцях з'єднань оптичних волокон.

Джерела втрат, які відносяться до першої категорії, є постійними і визначаються досконалістю технології виробництва волокна, і, як показує досвід експлуатації волоконно-оптичних кабелів, кілометричне загасання в ОВ не змінюється протягом тривалих (~10 років) термінів. Для сучасних оптичних волокон відомих виробників значення кілометричного загасання складають не більш 0,4 дБ/км і не більш 0,3 дБ/км для спектральних діапазонів 1310 нм і 1550 нм відповідно.

Виняток складають витрати, що виникають на вигинах і в місцях механічної деформації волокна. Якщо при виробництві і прокладці кабелю виконані всі технологічні вимоги, то вплив даного чинника є достатньо малим. Проте відомі випадки, коли в результаті сезонних коливань температури загасання в оптичній лінії істотно зросло.

Як правило, такі явища виникають як слідство зміни довжини кабелю при зміні температури навколишнього середовища, що призводить до виникнення або зайвої, або недостатньої надлишкової довжини волокна в кабелі й у результаті виникненню механічних навантажень, деформацій і вигинів. Для виміру таких втрат, як правило, застосовуються рефлектометричні методи.

Не менше важливим є вимір утрат, що виникають у з'єднаннях оптичних волокон. Усі з'єднання у волоконно-оптичні лінії діляться на два основних типи: роз'ємні й нероз'ємні.

Роз'ємні з'єднання використовуються, як правило, для підключення оптичної лінії до обладнання систем передач, для комутації у станційному і кросового устаткуванні. Найбільше широко використовуваним типом рознімів (коннекторів) з оптичним контактом волокон, наприклад, FC. У такому з'єднанні звільнені від захисної оболонки оптичні волокна заклеюються в прецизійні керамічні трубки (капіляри), потім торці волокон поліруються. Сполучний пристрій - адаптер забезпечує точне суміщення торців волокон - оптичний контакт. Для роз'ємного з'єднання FC/FC стандартних одномодових волокон типове значення втрат складає 0,15 дБ.

Хибою роз'ємних з'єднань є наявність оберненого відбитка (-40 дБ). Наявність оберненого відбитка є критичним для систем з аналоговою передачею

сигналу, наприклад, кабельного телебачення. Для усунення цього ефекту використовуються більш складні роз'ємні з'єднання, де торці оптичних волокон поліровані не перпендикулярно до напрямку поширення випромінювання.

До нероз'ємних з'єднань відносяться зварювальні з'єднання і з'єднання за допомогою механічних з'єднувачів (сплайсерів).

Зварювальне з'єднання є найбільше поширеним при з'єднанні на лінії відрізків оптичного кабелю (будівельних довжин) і при армуванні оптичних волокон наконечниками (пигтейлами) у кросовому й комутаційному устаткуванні. Зварювальне з'єднання забезпечується шляхом зведення й розплавлення у вольтовій дузі відповідним чином підготовлених волокон. Підготування волокон містить у собі видалення захисних покриттів і сколювання. Місце зварювання оптичних волокон захищається комплектом для захисту зварювальне з'єднання (КДЗС), що подає із себе термоусаджувальну полімерну трубку з металевим стрижнем, при нагріванні КДЗС міцно фіксується на місці зварювання волокон і забезпечує захист з'єднання як від механічних впливів, так і від впливу вологи.

Сучасні апарати для зварювання оптичних волокон середні втрати в місці зварювального з'єднання менше 0,02 дБ для одномодового волокна (норма загасання не більше 0,1 дБм).

Іншим засобом нероз'ємного з'єднання волокон є з'єднання за допомогою механічних з'єднувачів (сплайсерів). У такому з'єднанні звільнені від оболонки і сколених волокон поміщаються в прецизійну V- подібну канавку, де забезпечується оптичний контакт торців оптичних волокон. Для поліпшення якості з'єднання вільний об'єм сплайсера заповнюється спеціальною імерсійною рідиною, показник переломлення якої близький до показника переломлення серцевини волокна.

Недоліком сплайсерів є низька, у порівнянні зі зварюваним з'єднанням надійність і менший термін експлуатації. В даний час механічні з'єднувачі застосовуються в основному при аварійно-відновлювальних роботах, коли необхідно швидко відновити працездатність ушкодженої ВОЛЗ.

Прилади, які застосовуються для виміру втрат ВОЛЗ

Виміри втрат у волоконно-оптичних лініях і місцях з'єднання волокон виконують за допомогою:

1. мультиметрів (оптичних тестерів – вимірювачів оптичної потужності та випромінювачів оптичного сигналу)
2. рефлектометрів.

9.3 Вимір втрат за допомогою мультиметра

Мультиметри характеризуються наступними параметрами:

1. Діапазон довжин хвиль.
2. Динамічний діапазон виміру визначає величину оптичних витрат, які можуть бути виміряні (різниця між максимальним рівнем і мінімальною чутливістю фотоприймача). На даний час визначені наступні вимоги до динамічного діапазону виміру потужності в залежності від використання:

- для телефонії: +13 дБм/-70дБм;
- для кабельного телебачення: +24дБм/-50дБм;

- для локальних мереж: -20дБм/-60дБм.

3. Похибка вимірювання - визначає можливу неточність у вимірі певного рівня оптичної потужності

4. Сервісні функції

Мультиметр складається зі стабілізованого джерела випромінювання, фотоприймача, панелі керування і цифрового індикатора. Сучасні мультиметри володіють також можливостями мікропроцесорної можливості опрацювання результатів вимірів, такими як тимчасове усереднення, запам'ятовування результатів вимірів і установка значення опорного сигналу (для виключення загасання оптичних з'єднувачів). Результати вимірів можуть відображатися як в одиницях потужності (Вт і dBm), так і у відносних одиницях (дБ).

Мультиметр призначений для проведення інтегральних вимірів, тобто з його допомогою можна виміряти сумарне загасання на ділянці ВОЛЗ, які складаються з загасання в самому волокні і витрат на всіх наявних роз'ємних і нероз'ємних з'єднаннях волокон. Порядок динамічного діапазону мультиметрів складає 60 дБ, що робить їх фактично єдиним типом приладів, придатним для сумарних втрат у ВОЛЗ.

На Рис. 9.1 приведена принципова схема вимірів за допомогою мультиметра. Загальне загасання в лінії Т, яке дорівнює відношенню потужності, яка приймається фотоприймачем випромінювання Р до потужності випромінювання джерела Р₀ та складається із загасань на роз'ємному з'єднувачі Т₁ і Т₂ і загасання Т_В на відрізку волокна довжиною L.

Виміри мультиметром складаються з двох етапів:

1. Установки опорного значення або "нуля"
2. Виміри.

Для установки опорного значення джерело випромінювання та фотоприймач з'єднуються оптичними шнурами, які будуть використані при підключенні до вимірювальної оптичної лінії, отримане значення фіксується.

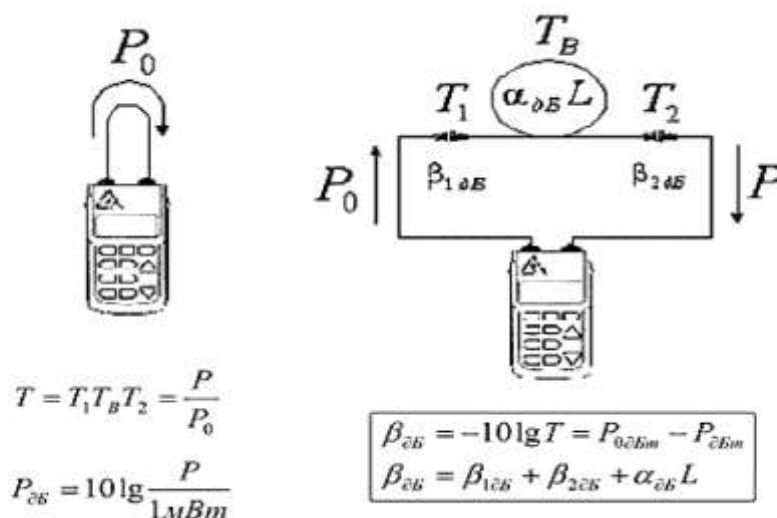


Рис. 9.1 Принципова схема вимірів за допомогою мультиметра.

Значення опорного сигналу заносяться в пам'ять приладу і надалі буде автоматично відраховуватися з результатів вимірів. Дана процедура, необхідна для виключення витрат на розніманнях використовуваних оптичних шнурів, тобто для забезпечення достовірності вимірів. Потім джерело й фотоприймач підключаються до лінії, і фіксується отримане значення. При підключенні важливо не переплутати роз'єми шнурів, які використовувалися при визначенні опорного сигналу. Тобто до приладу повинні бути підключенні ті самі роз'єми, що і при визначенні опорного сигналу.

Для підвищення достовірності вимірів і виключення систематичної помилки, рекомендується провести виміри «в обох напрямках», тобто поміняти джерело і приймач місцями.

9.4 Вимір втрат за допомогою оптичного рефлектометра

Оптичні рефлектометри характеризуються такими ж параметрами, що й оптичні тестери:

1. Діапазон довжин хвиль:

- для багатомодових волокон $\lambda=0,85$ і $1,3$ мкм.
- для одномодових волокон $\lambda=1,31$ і $\lambda=1,55$ мкм.
- для контролю працюючих ліній $\lambda=1,625$ мкм.

Динамічний діапазон визначає довжину оптичного волокна, яка може бути досліджена.

Розрізнявальна спроможність по довжині - можливість розлічити дві неоднорідності, які знаходяться поруч на мінімальній відстані.

Розрізнявальна спроможність по загасанню - можливість виміряти мінімальні витрати між двома точками лінії.

Оптичний рефлектометр (OTDR) спроможний не тільки вимірювати втрати на ділянці волоконно-оптичної лінії, або в місці з'єднання волокон, але і вимірювати загальну довжину лінії, визначати місце розташування неоднорідності. На рис. 11.2 приведена рефлектограма, що показує наявність типових неоднорідностей - витрати на з'єднання і відбиток у тракті.

Принцип дії рефлектометра аналогічний принципу дії радара - у волокно випромінюється серія коротких імпульсів і фіксується сигнал зворотного розсіювання, що повертається до вхідного торця волокна. По тимчасовій затримці між моментом випромінювання імпульсу й моментом повернення сигналу оберненого розсіювання рефлектометр визначає місце розташування неоднорідності, по інтенсивності випромінювання оберненого розсіювання визначаються втрати на ділянці лінії. Таке сканування за допомогою великої кількості імпульсів і подальшого цифрового опрацювання й усереднення дозволяють одержати картину розподілу втрат у лінії - рефлектограму.

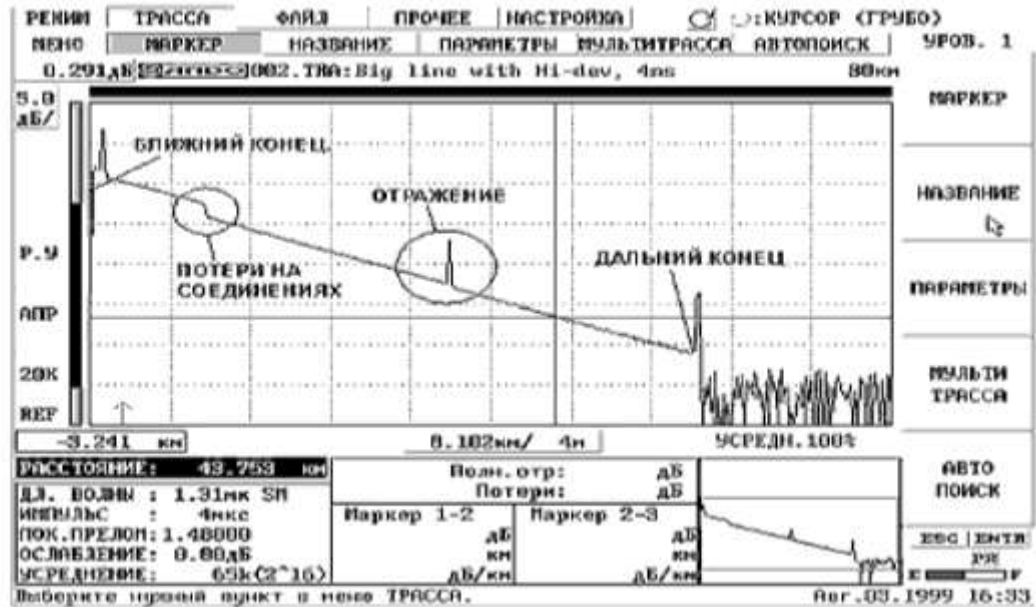


Рис. 9.2 Визначення відстаней і вимір середнього (кілометричного) загасання на трасі

Графік, який зображується на екрані рефлектометра, являє собою залежність загасання як функція довжини лінії (вісь Y) від відстані (вісь X), де за початок відліку приймається точка підключення до оптичного роз'єму рефлектометра. При переміщенні курсору «по трасі» у конкретну точку прилад автоматично показує відстань до неї. Існує також можливість установлювати маркер у довільній точці і, помістивши курсор далі по трасі, визначають як довжину зазначеної ділянки, так і загальні (дБ) і середні (дБ/км) витрати на цій ділянці.

Виміри втрат на з'єднанні.

Для визначення точного виміру втрат на з'єднанні операторові необхідно тільки розставити маркери, тобто зазначити на приладі точки на трасі, які обмежують неоднорідність і лінійні ділянки до і після неї. Далі прилад автоматично робить апроксимацію й обчислює витрати, як показано на рис.9.3.

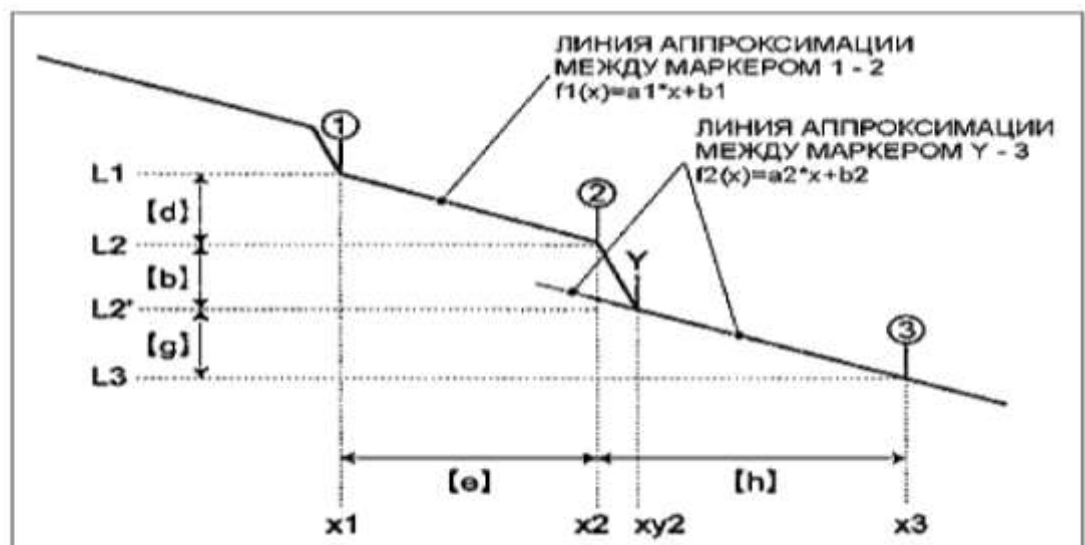


Рис.9.3 Вимір втрат на з'єднанні $X_2 - X_{Y_2}$.

Для виміру розміру оберненого відображеного сигналу необхідно встановити маркери, як показано на рис 9.4, на точку відбитка і на пік відбитка, при цьому рефлектометр покаже розмір відбитка в дБ.

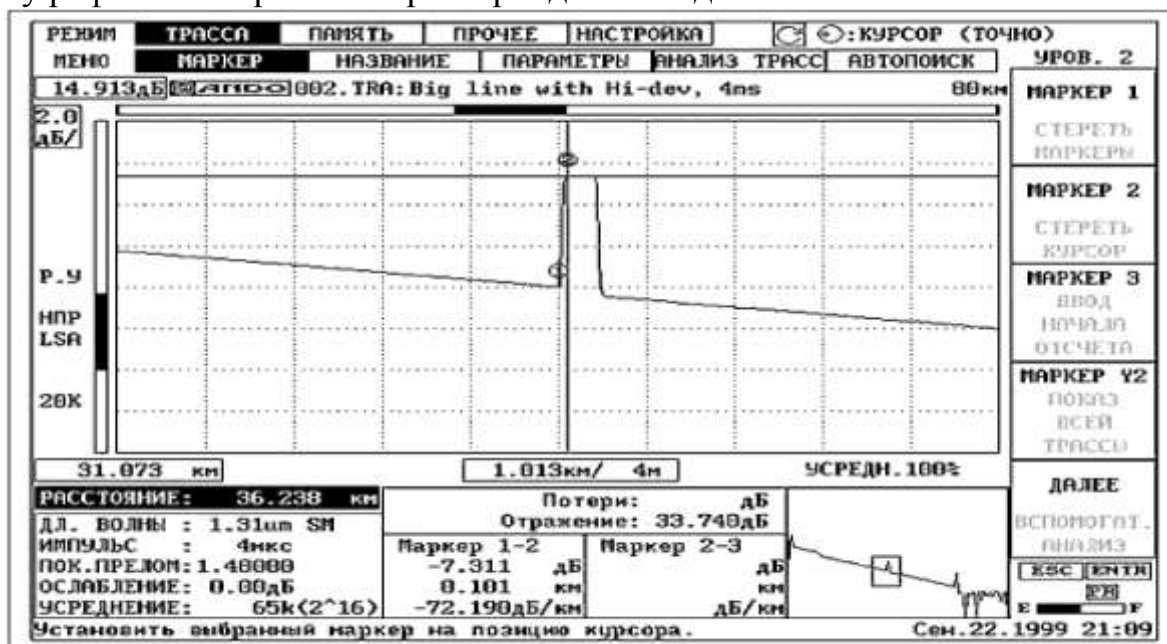


Рис.9.4

Рефлектометр, таким чином, є приладом, призначеним для детального аналізу волоконно-оптичної лінії:

1. Виміри втрат на окремих ділянках і на з'єднаннях,
2. Визначення місця розташування неоднорідностей і ушкоджень.

Проте, для виміру сумарних втрат у лінії, наприклад, при проведенні ремонтно-відновлювальних робіт, необхідно використовувати тільки мультиметр.

Для експлуатації ВОК необхідно 2 мультиметра й один рефлектометр. Для достатньої кількості вимірювальної техніки необхідно два оптичних тестери, які розміщуються на обох кінцях лінії, і один рефлектометр.

10. Технічна експлуатація електроустановок (ЕУ) НРП ВОЛЗ

10.1. Організація технічної експлуатації ЕУ.

1. Технічна експлуатація обладнання ЕУ НРП ВОЛЗ Філії здійснюється за централізованою планово-попереджувальною системою (обслуговування електроустановок виїзним персоналом (АПГ), який забезпечує своєчасне виявлення та усунення пошкоджень, а також виконання обов'язкових профілактичних та ремонтних робіт згідно з нормативними документами).

2. Кількість виїзних аварійно-профілактичних груп (АПГ) в ЦТЕПМ, а також межі відповідальності по обслуговуванню НРП ВОЛЗ конкретних АПГ затверджується наказом по ЦТЕПМ.

3. Технічне обслуговування обладнання зовнішнього та внутрішнього електропостачання (ТП, ДЕС, розподільчі щити, мережі 0,4кВ) здійснюють:

- на об'єктах Філії – відповідальний за експлуатацію енергогосподарства конкретного об'єкта, затверджений наказом по ЦТЕПМ;

- на об'єктах обласних філій – техперсоналом обласних філій.

4. Технічне обслуговування обладнання ЕУ НРП ВОЛЗ (вводно - розподільчі щити (АВР, ВРЩ, БАП і т.д.), розподільчі щитки, ЕЖУ з АБ, мережі змінного та постійного струмів, систем освітлення, систем кондиціонування, БОЗ, системи сигналізації стану ЕЖУ та температурного режиму приміщення НРП) здійснює відповідальний за технічне обслуговування ЕУ НРП ВОЛЗ в межах відповідальності конкретної АПГ.

Відповідальний за технічне обслуговування ЕУ НРП ВОЛЗ повинен входити до складу АПГ та бути затверджений наказом по ЦТЕПМ.

5. АПГ повинна бути укомплектована резервними випрямними блоками ЕЖУ необхідних типів, переносною ДЕС потужністю до 10кВт, вимірювальними приладами, зарядно-розрядним пристроєм для проведення КТЦ АБ, комплектом інструменту, електрозахистними засобами.

10.2. Види робіт та їх періодичність при обслуговуванні ЕУ НРП ВОЛЗ.

Основні види робіт та їх періодичність при обслуговування ЕУ НРП наведені в таблиці.

№	Види робіт	Періодичність
	Ввідно-розподільчі щити, щити змінного струму	
1.	Перевірка стану контактних з'єднань, плавких вставок і автоматичних вимикачів	1 раз на рік
2.	Перевірка розподілу навантажень за фазами і напруги фаз	1 раз на рік
3.	Зовнішній огляд щитів, видалення пилу	При кожному відвідуванні
	ЕЖУ	
1.	Перевірка вихідної напруги ЕЖУ та відповідність її до необхідної напруги утримання АБ	При кожному відвідуванні, але не рідше 1 разу на 3 місяці
2.	Огляд ЕЖУ, перевірка болтових з'єднань, видалення пилу	1 раз на 3 місяці
3.	Перевірка роботи термокомпенсації утримання АБ	При кожному відвідуванні, але не рідше 1 разу на 3 місяці
4.	Вимір напруги пульсацій постійного струму на виході ЕЖУ	При вводі в експлуатацію 1 раз на рік
5.	Перевірка сигналізації стану ЕЖУ на головну станцію та місцевої сигналізації	1 раз в квартал
	Акумуляторні батареї	
1.	Перевірка цілісності посудин, відсутність витікання електроліту	При кожному відвідуванні, але не рідше 1 разу на 3 місяці

2.	Перевірка напруги утримання та вимір напруги на кожному акумуляторному блоці	При кожному відвідуванні, але не рідше 1 разу на 3 місяці
3.	Проведення КТЦ	При вводі в експлуатацію 1 раз на рік
	Кондиціонери	
1.	Вимір температури в приміщенні НРП	При кожному відвідуванні, але не рідше 1 разу на 3 місяці
2.	Очистка фільтрів	При кожному відвідуванні, але не рідше 1 разу на 3 місяці
3.	Перевірка функціонування дренажної системи	При кожному відвідуванні, але не рідше 1 разу на 3 місяці
4.	Перевірка нормального функціонування вентиляторів кондиціонерів	1 раз на 3 місяці
5.	Очистка від бруду теплообмінних апаратів (випарювач, конденсатор), піддонів та інше	1 раз на 3 місяці
6.	Перевірка відсутності течій холодоносія (відсутність масляних плям)	1 раз на 3 місяці
7.	Перевірка роботи автоматики	1 раз на 3 місяці
8.	Перевірка надійності кріплення і відсутності механічних пошкоджень блоків кондиціонерів	1 раз на 3 місяці
	Загальні електричні виміри	
1.	Вимірювання опору та перехідного опору з'єднань заземлюючого пристрою	2 рази на рік (лютий, серпень)
2.	Вимірювання струмів короткозамикання (повний опір петлі "фаза-нуль")	1 раз на 5 років
3.	Вимірювання опору ізоляції силового кола та освітлення	1 раз на рік, 1 раз на 2 роки (в залежності від категорії приміщення)

1. Для обслуговування ЕЖУ та АБ повинні використовуватись інструкції по експлуатації фірм-виробників для конкретного типу обладнання, а також нормативні документи України та інструкції ВАТ «Укртелеком», Філії.

2. Електричні вимірювання, указані в загальних електричних вимірюваннях, виконуються персоналом із складу атестованої лабораторії.

10.3. Перевірка конфігурації системи контролю ЕЖУ.

Конфігурація системи контролю ЕЖУ НРП повинна відповідати параметрам наведеним в таблиці. При необхідності провести коригування конфігурації системи контролю ЕЖУ.

№ п.п.	Параметр, який контролюється	Метод перевірки та величина параметру
1	Перевірка напруги утримання АБ	Встановити напругу утримання АБ=(згідно інструкції по експлуатації на конкретний тип АБ)
2	Перевірка напруги спрацювання контактору захисту АБ від глибокого розряду та діапазону спрацювання аварійних повідомлень	2.1 Напруга відключення АБ=43,2V
		2.2 Низька напруга =46,0V
		2.3 Висока напруга =58,8V
		2.4 Перевищення температури =28÷30 ⁰ C
		2.5 Перевищення навантаження випрямлячів =80%
		2.6 Перевірити установку напруги мережі =220V
3	Перевірка настройки прискореного заряду	Перевірити відключення прискореного заряду.
4	Перевірка настройки температурної компенсації заряду АБ	Настроїти температурну компенсацію напруги утримання АБ згідно з типом АБ.
5	Перевірка кількості блоків, груп акумуляторних батарей і діапазони спрацювання аварійних повідомлень про асиметрію батарей	5.1 Перевірити кількість блоків в групі =4block, або =8block, в залежності від конкретної батареї
		5.2 Перевірити кількість батарейних груп =2
		5.3 Межа спрацювання аварійного повідомлення асиметрії батареї.
6	Перевірка працездатності датчика температури	Перевірити відповідність показників температурного датчика поточному значенню температури
7	Тест реле аварійної сигналізації	Перевірити працездатність реле аварійної сигналізації (провести "тест реле")
8	Настройка дати і часу	Перевірити настрійку дати і часу

Примітки: 1. Для різних типів ЕЖУ кількість пунктів перевірки конфігурації системи контролю та їх установки (згідно інструкцій по експлуатації) можуть варіюватись.

10.4. Перевірка проходження сигналів стану ЕЖУ на головну станцію.

Перевірку проходження сигналів про стан ЕЖУ на головну керуючу станцію проводити згідно алгоритму, наведеному в таблиці.

№ п.п.	Дії техперсоналу	Контроль параметрів обладнання ЕЖУ	Контроль проходження сигналізації на головну станцію
1	Провести перевірку конфігурації системи контролю ЕЖУ згідно п.10.3 цієї інструкції та копіювання бази даних.		
2	Перевірити працездатність	Почергово спрацювають	Отримати підтвердження

	реле аварійної сигналізації (провести “тест реле”):	реле (кількість реле залежить від типу ЕЖУ) аварійних повідомлень. Контролювати надходження аварійних сигналів на стійку ЦСП та місцеву сигналізацію.	від головної станції про появу та зникнення аварійних сигналів в наступній послідовності: “Терміновий сигнал” ->” Нетерміновий сигнал 1”->” Нетерміновий сигнал 2”
3	Заміряти загальну напругу на АБ№1 та АБ№2. Постійно контролювати її значення. На щиті ВРЩ відключити автоматичний вимикач живлення випрямної стійки.	Контролювати наявність повідомлення на модулі контролю ЕЖУ “аварія мережі” та надходження аварійних сигналів на стійку ЦСП. Після зниження напруги АБ до 52В контролювати спрацювання місцевої сигналізації.	Отримати підтвердження від ТЦУК про появу аварійного сигналу “Нетерміновий сигнал 1” (відключення мережі)
4	На щиті ВРЩ включити автоматичний вимикач живлення випрямної стійки	Контролювати зникнення повідомлення “аварія мережі” на модулі контролю, струм заряду та напругу на АБ за допомогою мультиметра, з класом точності не нижче 0,5	Отримати підтвердження від ТЦУК про зникнення аварійного сигналу “Нетерміновий сигнал 1” (відключення мережі)

Примітки: Перевірку проходження сигналів стану ЕЖУ на головну станцію проводити згідно затвердженим планам-графікам.

Перед проведенням перевірки проходження сигналізації про стан ЕЖУ, надати заявку до регіонального ВПУ встановленим порядком.

11 Перелік робіт на цифрових лініях зв'язку, станційних спорудах, які не потребують узгодження з ЦУТМ.

11.1 Станційні споруди.

НРП ВОЛЗ

11.1.1. Вологе, гігієнічне, поточне прибирання приміщення.

11.1.2. Перевірка робочих функцій кондиціонерів, систем вентиляції та проведення профілактичних робіт.

11.1.3. Введення в експлуатацію цифрових трактів усіх рівнів згідно розпоряджень ЦУТМ, які не призводять до простоїв діючого трафіку.

11.1.4. Підготовка приміщень до сезонних змін.

11.1.5. Перевірка працездатності температурних датчиків.

11.1.6. Перевірка пожежної та охоронної сигналізації.

11.1.7. Проведення вимірів на вільних волокнах.

11.1.8. Проведення робіт на первинних мультиплексорах.

11.1.9. Підключення до мультиплексорів локальним комп'ютером в режимі “read” (в режимі можливості внесення змін “write”- тільки за погодженням з ЦКУТЕПМ).

Про всі роботи, які проводяться на мережі, надається інформація в ЦКУТЕПМ і фіксується технічним персоналом в оперативному журналі.

11.2 Установки електроживлення.

11.2.1. Устаткування зовнішнього електроживлення і систем життєзабезпечення.

1. Технічне обслуговування та ремонт електрообладнання ТП (КТП) і щитового електрообладнання в технологічних будівлях, не пов'язаного з живленням технологічного навантаження.

2. Профілактичне обслуговування і поточний ремонт ввідних пристроїв одного фідера 0,4 кВ при наявності діючого другого фідера.

3. Технічне обслуговування та ремонт обладнання освітлення, вентиляції, опалення, кондиціонування і водозабезпечення.

11.2.2. Обладнання дизельних електростанцій.

11.2.2.1. На об'єктах, які укомплектовані двома агрегатами при умові гарантованого запуску дизельгенератора, що залишився в роботі, дозволяється виведення одного дизельгенератора для виконання профілактичних, ремонтних та налагоджувальних робіт, в тому числі:

1 Профілактичне обслуговування, поточний ремонт та заміна стартерних акумуляторів та акумуляторів живлення автоматики одного дизельгенератора.

2. Профілактичне обслуговування та поточний ремонт шаф дизельгенератора.

3 Профілактичний запуск одного дизельгенератора на холостому ході.

11.2.2.2. На об'єктах, укомплектованих одним дизельгенератором з апаратурою зв'язку, яка живиться постійним струмом при наявності справного акумуляторного резерву, дозволяється виконувати роботи 1, 2 пункту 11.2.2.1 на проміжок часу не більше 0,5t резерв (фактичний час резервування обладнання від однієї групи акумуляторної батареї), або при використанні пересувної ДЕС.

Примітка до пункту 11.2.2.1, 11.2.2.2. При зникненні напруги зовнішньої мережі (на одному або двох фідерах 0,4 кВ) потрібно негайно припинити всі ремонтні роботи і в найкоротший термін відновити нормальну схему електроустановки.

11.2.3. Електроживлюче обладнання постійного струму.

1. В ЕЖУ з випрямними приладами (ВП) типу ВУК, ВУТ та ін. дозволяється включення резервного ВП і відключення одного з працюючих, профілактичне обслуговування та перевірка автоматики одного ВП, вимкнення від ланцюгів навантаження.

2. Технічне обслуговування і проведення контрольних вимірів (напруги, щільності, температури) акумуляторних батарей згідно ПТЕ і у відповідності з технологічними картами.

3. Контрольний розряд – повний розряд та заряд кожної з присутніх груп акумуляторної батареї живлення технологічного навантаження при наявності в ЕЖУ двох і більше груп.

4. Перевірка роботи ЕЖУ та інших приладів автоматичної комутації акумуляторних батарей шляхом імітації спрацювання сигналізації: відключення ЕЖУ від зовнішньої мережі для перевірки сигналізації на час до 30 хв. **При відсутності зацікавленості ОЗ-9.**

5. Заміна контролера ЕЖУ, випрямляючого блока, а також заміна АБ при наявності двох груп.

11.3 Лінійно-кабельні споруди.

1. Без участі механізмів підготовчі роботи, пов'язані з виносом, заміною та заглибленням підземного кабелю, окрім виконання монтажних-зварювальних робіт по включенню в працюючий кабель.

2. Планування та підсилення ґрунту при розмивах, зсувах, обвалах, обривах водопроводів та зміцнення верхнього шару землі на перетинанні з ґрунтовими дорогами, тимчасовими з'їздами з доріг та іншими місцями по трасі кабелю.

3. Огляд кабельних переходів, виноска та поглиблення підводних кабелів.

4. Поновлення цілісності захисного шару кабелю.

5. Ремонт кабельних введів на кабельних переходах через автомобільну дорогу, залізницю та інші комунікації.

6. Встановлення контурів заземлення.

7. Вимір глибини залягання кабелю, визначення траси кабелю.

8. Роботи на трасі кабелю по складанню документів щодо фіксації траси.

9. Розчистка траси кабелю від кущів і дрібного лісу.

10. Ремонт споруд підземної кабельної каналізації (ремонт або заміна люків, кришок, замків, накладок, кронштейнів і консолей у телефонних колодязях).

11. Установка нових, фарбування і нумерація існуючих вимірювальних стовпців, шлагбаумів, вказуючих та попереджувальних знаків і плакатів на трасі кабелю, ремонт вимірювальних стовпчиків і попереджувальних знаків.

12. Ремонт та облаштування переїздів через трасу кабелю.

13. Зміцнення та заміна опор інформаційних знаків, заміна сигнальних ліхтарів, ламп, перевірка їхньої справності на річкових переходах.

14. Виконання підводних робіт при замивці та зміцненню кабелю на річкових переходах, а також зміцнення берегів та інші земляні роботи на водних переходах.

15. Улаштування компенсаторів для захисту кабелю від роздавлювання льодом.

16. Установка над муфтами пасивних контурів (маркерів) у місцях виносу вимірювальних стовпчиків з орних земель.

12. Роботи при введенні в експлуатацію після РНР

Вимірювання основних показників якості функціонування обладнання ЦСП СЦІ проводяться при вводиті в експлуатацію ВОЛЗ після проведення РНР за допомогою зовнішніх вимірювальних приладів (п. 11, табл. ДЗ.1).

Усі результати вимірювання документуються.

Після відновлювальних робіт необхідно виконати перелічені дії в залежності від типу і характеру пошкодження:

Табл.12.1. Після пошкодження оптичного кабелю

№	Найменування робіт	Місце проведення.
1.2	Перевірка роботи службового зв'язку.	Проводяться на кожній станції
2 Електричні вимірювання		
2.1	Вимірювання потужності оптичного сигналу на прийомі та величини загасання оптичного сигналу на відновленій секції.	Проводяться на відновленій секції
2.2	Вимірювання якості функціонування відновленої секції за допомогою вбудованих засобів контролю якості функціонування (централізовано). Встановлення порогів якості 10^{-6} - 10^{-10} .	Проводяться на відновленій секції

Примітки: 1. Технологія виконання перевірок може визначатися згідно з документацією або рекомендаціями фірми - постачальника обладнання за узгодженням з Філією.

3. Окремі параметри перевіряються за умови їх підтримки апаратним та програмним забезпеченням.

4. Табл. 12.2. Після пошкодження мультиплексного обладнання

№ п/п	Найменування робіт	Місце проведення
1	Зовнішній огляд і контроль працездатності по зовнішнім ознакам	Періодичність
1.1	Огляд приміщення, підвідних оптичних і електричних кабелів, ланцюгів і датчиків пожежної і охоронної сигналізації	Проводяться на кожній станції
1.2	Перевірка роботи службового зв'язку.	Проводяться на кожній станції
1.3	Перевірка працездатності пожежної, охоронної сигналізації, роботи датчиків при участі ГКС-Д.	Проводяться на кожній станції
2 Електричні вимірювання		
2.1	Вимірювання напруги пульсацій на вводі живлення - 48/60В	Проводяться на кожній станції
2.2	Вимірювання напруг вторинних джерел живлення в контрольних точках. (При наявності контрольних точок)	Проводяться на кожній станції
2.3	Проведення вимірювання напруги живлення на панелі запобіжників.	Проводяться на кожній станції
2.4	Перевірка болтових з'єднань в ланцюгах живлення та заземлення.	Проводяться на кожній станції
2.5	Вимірювання потужності оптичного сигналу на прийомі та на виході агрегатної плати, та величини загасання оптичного сигналу на відновленій секції	Проводяться на відновленій секції
2.6	Вимірювання якості функціонування відновленої секції за допомогою вбудованих засобів контролю якості функціонування (централізовано). Встановлення порогів якості 10^{-6} - 10^{-10}	Проводяться на відновленій секції
2.7	Перевірка параметрів сигналу синхронізації на відповідність G.703/10	Проводяться на відновленій секції

Примітки: 1. Технологія виконання перевірок може визначатися згідно з документацією або рекомендаціями фірми - постачальника обладнання за узгодженням з Філією.

2. Окремі параметри перевіряються за умови їх підтримки апаратним та програмним забезпеченням.

12.1 Перевірка службових каналів.

За допомогою приладу для виміру Кпом. з відповідним інтерфейсом (VII, G.703 ITU-T) перевіряють якість каналу 64 кБіт/сек., які організовані в байтах заголовку STM-N і які призначені для службового зв'язку. На дільницях мультиплексних секцій за час проведення виміру (15 хв.) - помилок не повинно бути.

При оцінці якісної роботи каналу службового зв'язку необхідно встановити зв'язок з РС ЦКУТЕПМ. Текст повинен бути розбірливим, рівень чутливості достатнім для однозначного розуміння.

Перевіряється також проходження селективного виклику станцій на відповідність номерам.

13. Роботи на обладнанні ЦСП СЦ, що потребують узгодження з ЦУТМ

З ЦУТМ узгоджуються роботи, які:

- пов'язані з перервою у роботі зв'язків;
- пов'язані з переконфігурацією мережі на невизначений час;
- профілактичні роботи на робочому тракті з переводом основного трафіку на резервний.

- заміна блоків;
- будь-яке підключення до мультиплексорів у режимі можливості зміни – режим “write” на обладнанні SDH або master на обладнанні XDM.

13.Обсяг та періодичність робіт на обладнанні синхронізації

14.

14.1 Роботи на обладнанні синхронізації OSA 5542, OSA 5548, OSA 5581C

14.1.1 Технічне обслуговування

Періодичного технічного обслуговування дане обладнання не потребує. В разі погіршення технічних параметрів (рівень і фаза вихідного сигналу, шуми і т.д.) чи при виявленні пошкодження, необхідно замінити пошкоджений модуль запасним, функціонально ідентичним блоком. Для всіх модулів у складі апаратури додаткового настроювання не потрібно.

14.1.2 Профілактичне технічне обслуговування

Для даного обладнання профілактичне технічне обслуговування не передбачено. Однак для забезпечення коректного функціонування модулів, котрі знаходяться в режимі очікування, рекомендується проводити перевірку сигнальних індикаторів.

Перевірка працездатності сигнальних індикаторів проводиться за допомогою перемикача на передній панелі модуля MAC. Установка перемикача в нижню позицію активізує всі індикатори обладнання, тобто повинні загорітися всі сигнальні індикатори.

14.2 Роботи на обладнанні DCD - LPR

Система DCD-521 не потребує профілактичного технічного обслуговування (Інструкція з експлуатації DCD-521 ч. 2)

Однак профілактична робота включає, перевірку технологічного стану приміщення, в якому розташоване стійка з обладнанням синхронізації DCD-LPR, і вимірювання електричних параметрів вихідного сигналу синхронізації.

Стан роботи DCD-LPR контролюється контролерами MRC-EA і відображається за допомогою сигнальних ламп на кожному з блоків.

При виникненні аварійної ситуації, спрацьовує звукова сигналізація, сигналізація на пошкодженому блоці та засвічуються одна чи декілька червоних аварійних ламп у верхній частині стійки в залежності від пріоритету аварії (Critical-критична, Major-головна, Minor - другорядна). Кнопки АСО на блоках та зверху стійки виключають звукову аварійну сигналізацію. Сигналізацію на блоках наведено в табл. 4. Усунення пошкодження необхідно проводити у відповідності до "Інструкції з експлуатації" на обладнання.

Таблиця 14.2.1. Перелік робіт при профілактиці стійки DCD- LPR

Перелік робіт	Періодичність			Час виконання	Примітки
	неділя	місяц	піврічч		
1. Перевірка температурного режиму приміщення	+	+	+	1 хв.	20°C
2. Перевірка стану сигнальних ламп (див. примітку 1)	+	+	+	20 хв.	Примітка 1
3. Перевірка параметрів цифрового табло (див.таб.2)	+	+	+	5 хв..	-
4. Перевірка роботи робочої та аварійної сигналізації	+	+	+	5 хв.	-
5. Перевірка передачі аварійної сигналізації стійки PRS на головну станцію систем керування ВОСП	+	+	+	4 хв.	-
6. Зовнішній огляд антени та її кріплення	+	+	+	5 хв.	-
7. Чистка фільтрів кондиціонерів	-	+	+	30 хв.	-
8. Очищення антени від снігу	при необхідності			20 хв.	-
Затрати часу	40 хв.		2 год.		без п.9
Затрати часу на рік	4 год.				без п.9

Примітка. Стан сигнальних ламп перевіряється за допомогою кнопки «Lamp test». При її натискуванні засвічуються всі лампи і перевіряється надходження аварійного сигналу на РС ЦКУТЕПМ м. Київ.

Стан основних параметрів стійки перевіряється за допомогою сигнальних індикаторів.

Таблиця 14.2.2. Сигналізація на блоках

Назва блоку	Робоча сигналізація	Аварійна сигналізація	Примітка

DCD LPR	Світяться зеленим лампи input output	Зліва на блоці 1,2 лампи	Червоним або жовтим
MRS-EAI	Світяться зеленим 1,2,3,9,13 лампи	Світяться зеленим 1,2,3,9,13 лампи Червоним - 11	Відлік ламп зліва-направо, зверху вниз
TOEA	Світяться зеленим 3,4,5,7 лампи		Відлік ламп зверху-вниз
TNC-E-1	Світяться зеленим 5,6,7, або 8 лампи		Відлік ламп зверху-вниз
TNC-E-2	Світяться зеленим 5,6,8 або 7 лампи	Світяться червоним 1,9 лампи	Відлік ламп зверху-вниз
TOG-A	Світяться 3,4 лампи зеленим		Відлік ламп зверху-
TOA-A-1	Світяться 3,4 лампи зеленим		Відлік ламп зверху-вниз
TOA-A-2	Світяться 3,4 лампи зеленим		Відлік ламп зверху-
SAI	Лампи не світяться	Світяться 1-червона, або 2-	

Примітки: 1. Технологія виконання перевірок може визначатися згідно з документацією або рекомендаціями фірми - постачальника обладнання за узгодженням із Філією .

2. Окремі параметри перевіряються за умови їх підтримки апаратним та програмним забезпеченням.

Таблиця 14.2.3 Стан аварійних сигналів генератора 1 рівня

Робоча сигналізація табло DCD- LPR	Аварійна сигналізація табло DCD-LPR	Примітка
GTIOCK hh xx	GTIOCK xx= (MJ,MN, NR, CL)	Синхронізація GTI hh-загальна кількість годин у цьому стані; xx - небезпека аварійного сигналу; MJ - головна аварія MN - другорядна аварія; NR - аварія, що не сповіщається
ютс Time	UTC time	Рік, місяць, день, час. Всесвітньою скоординований час по Гринвічу (Англія).
SINTHEZIREN REF OSC-x	SINTHEZIREN REF OSC-x	Вибраний опорний сигнал генератора де x = A або B
PERF METRICS GTI MDEU2E-12	PERF METRICS GTI MDEU2E-12	Загальна характеристика синхронізації GTI4HГЛО x може змінюватись
PERF METRICS GTI MDEU	PERF METRICS GTI MDEU	Загальна характеристика синхронізації рубідієвого генератора А
E-12(135E-12)	xE - 12(135E-12)	число x може змінюватись від 0 до 9999

PERF METRICS GTI MDEU xE-12(281E-12)	PERF METRICS GTI MDEU xE-12(281E-12)	Загальна характеристика синхронізації рубідієвого генератора В. Число x може змінюватись від 0 до 0000 N/A - ненормальна робота рубідієвого генератора
GTISW2.04.01 CONFIG= 00 00 00 00	GTISW2.04.01 CONFIG= 00 00 00 00	Код конфігурації, використовується заводом - виробником обладнання
CURRENT STATUS	CURRENT STATUS	Відображає поточний стан генераторів OSC В LOS M/N - аварійна робота генератора В

14.3 Роботи при подачі сигналу синхронізації

На обладнанні синхронізації обслуговуються лише вихідні порти синхронізації, тобто проводиться вимірювання параметрів вихідного сигналу на відповідність нормам Рекомендації ITU-T G.812, G703, при наданні вихідного стику синхронізації в користування та по замовленню оператора якому надається синхросигнал.

14.4 При пошкодженні обладнання синхронізації

№ п/п	Найменування робіт	Місце проведення Періодичність
1 Електричні вимірювання		
1.1	Вимірювання напруги пульсацій на вводі живлення -48/60В	Проводяться на кожній станції
1.2	Вимірювання напруги вторинних джерел живлення в контрольних точках.(При наявності контрольних точок)	Проводяться на кожній станції
1.3	Проведення вимірювання напруги живлення на панелі запобіжників.	Проводяться на кожній станції
1.4	Вимірювання потужності оптичного сигналу на прийомі, та величини загасання оптичного сигналу на відновленій секції.	Проводяться на відновленій секції
1.5	Вимірювання якості функціонування відновленої секції за допомогою вбудованих засобів контролю якості функціонування (централізовано). Установлення порогів якості	Проводяться на відновленій секції
1.6	Перевірка параметрів сигналу синхронізації на відповідність G.703	Проводяться на відновленій секції

15.Порядок та тривалість випробувань.

16.

Під час введення в експлуатацію одного цифрового тракту (найчастіше вищого порядку, який відповідає порядку лінійного тракту цифрової системи передавання, яка вводиться в експлуатацію) випробування повинні проводитися згідно з процедурою, яка наведена в розділі 6.6, при цьому тривалість вимірювань етапу 2 повинна дорівнювати 24 годинам.

Якщо проводиться одночасне введення в експлуатацію більш одного тракту, який утворений в цифровому тракті вищого порядку, процедура випробувань залежить від того, чи був цей тракт вищого порядку раніш в

експлуатації, чи він також новий, має чи не має він власний контроль без перерви зв'язку.

Для кожного тракту вищого порядку або транзитної ділянки цього тракту (із швидкістю передавання вище первинної) необхідно мати на увазі, що:

- перший тракт або ділянка більш нижчого порядку повинні випробовуватися протягом 24 годин;

- інші тракти такого порядку повинні випробовуватися протягом одного або двох годин у залежності від того, якими вони є - простими трактами чи ділянками транзиту складеного тракту. У першому випадку тракт перевіряється протягом двох годин. Якщо тракт нижчого порядку з'єднується з іншими ділянками транзиту для утворення складеного тракту, тоді він повинен випробовуватися протягом однієї години, і далі весь складений тракт між двома кінцевими станціями перевіряється. Перевірка тракту проводиться протягом 72 годин (трьохдобовий тест), якщо це новий тракт та 24 години, якщо тракт раніше використовувався;

- перший первинний цифровий тракт кожного тракту вищого порядку повинен бути випробуваним протягом 24 годин незалежно від наявності власного контролю;

- решта трактів повинна перевірятися протягом 15 хвилин кожний. Після 15 хвилинної перевірки всіх первинних трактів, вони з'єднуються послідовно за допомогою "змійки" та проводиться трьохдобовий тест на стабільність.

15.1 Вимірювання показників помилок з перервою зв'язку.

Вимірювання показників помилок цифрового з'єднання з перервою трафіку проводяться перед:

- введенням цифрових трактів в експлуатацію,
- після РНР,
- під час технічного обслуговування.

Вимірювання виконуються між цифровими стиками з високою точністю і з використанням спеціалізованих приладів, в яких передбачається створення випробувального сигналу та проведення аналізу потоку помилок.

Випробувальний сигнал у таких приладах імітує стандартизовані сигнали цифрових трактів, забезпечуючи добру апроксимацію діючого навантаження мережі. Вимірювальний сигнал має вигляд псевдовипадкової послідовності імпульсів (ПВП), довжина якої для:

- первинного і вторинного трактів ПЦІ - $(2^{15}-1)$ біт,
- третинного і четверинного трактів - $(2^{23}-1)$ біт.

Вимірювання показників помилок можна виконувати у кожному напрямку передавання (однонаправлені) або по шлейфу. В останньому випадку вимірювальне обладнання передбачається тільки на одному кінці цифрового з'єднання, на іншому кінці влаштовується шлейф на стояку комутації.

Для проведення вимірювань із виходу передавальної частини вимірювача показників помилок до входу цифрового каналу або тракту подається випробувальний сигнал у вигляді ПВП.

Для оцінки показників помилок на відповідність нормам за вимогою оператора у кінці визначеного сеансу вимірювання повинні видаватися такі дані, які одержані внаслідок обробки результатів вимірювання, а саме:

- коефіцієнт помилок;
- кількість помилок;
- показники помилок згідно з Рекомендаціями МСЕ-Е 0.821 та 0.826;
- показники помилок згідно з Рекомендаціями ІТУ-Т М.2101, М.2100.

Багато також забезпечити підрахунок кількості прослизань (октетних та бітових).

Показники помилок повинні розраховуватися в межах часу готовності тракту (Available State), а також повинні фіксуватися періоди неготовності (Unavailable State).

Протягом періоду Т_{гот.} підраховується сумарна кількість одnoseкундних інтервалів, які мають принаймні одну помилку, тобто сума ES, і сумарна кількість одnoseкундних інтервалів, в яких коефіцієнт помилок по бітах $BER > 1 \times 10^{-3}$ або кількість блоків із помилками більше 30%, тобто сума SES. Далі підраховуються коефіцієнт помилок по секундах з помилками (ESR) і коефіцієнт помилок по сильно уражених помилками секундах (SESR), як відношення відповідно суми ES або SES до загальної кількості секунд Т_{гот.} протягом визначеного періоду випробувань.

15.2 Вимірювання показників помилок без перерви зв'язку.

Контроль цифрового з'єднання за помилками без перерви зв'язку може проводитися за допомогою власного коду виявлення помилок, яким обладнана ЦСП СЦІ. Наприклад, контроль може проводитись засобом перевірки парності переміжних (чергуючих) бітів (VIP) або циклічної перевірки надмірності (CRC). Для контролю цифрових трактів ЦСП СЦІ обладнана на системою моніторингу якості (15 хв та 24 год) ближнього та дальнього кінця тракту, який дозволяє без перерви трафіку оцінювати стан контролюємого тракту.

Інформація про наявність аномалій і дефектів, яка фіксується мережним обладнанням, перетворюється у показники помилок ES і SES. Найчастіше експлуатаційні аномалії приводять до ES, дефекти - до SES і ES.

15.3 Вимірювання на відповідність довгостроковим нормам.

Оцінку показників помилок цифрових трактів на відповідність довгостроковим нормам рекомендується проводити з перервою зв'язку за допомогою спеціалізованих приладів для вимірювання показників помилок, в яких передбачається одержання стандартизованого для даного тракту вимірювального сигналу та обробка потоку помилок.

Оцінка тракту на відповідність довгостроковим нормам може проводитися без перерви зв'язку, враховуючи те, що обладнання SDH має засоби власного контролю (BK). Ці засоби виконують оцінки показників помилок по блоках діючого сигналу та видають дані про виявлені аномалії та дефекти до робочої станції, де забезпечується їх запам'ятовування, реєстрація (із фіксуванням часу

їх появи) та (або) обробка показників помилок. *Рекомендується зберігання такої інформації у системі управління до 1 року.*

Але слід мати на увазі, що спосіб оцінки показників помилок без перерви зв'язку є менш точним (можливість пропуску визначених подій), і тому перевага надається вимірюванням із перервою зв'язку. Вимірювання з перервою зв'язку повинні проводитись для підозрілих трактів (які періодично не відповідають нормі).

15.4 Вимірювання на відповідність оперативним нормам.

Оцінка показників помилок цифрових трактів на відповідність нормам при введенні в експлуатацію виконується за допомогою спеціалізованих засобів вимірювання та (або) обладнання експлуатаційного власного контролю згідно з процедурою, яка наведена далі.

Вимірювання з перервою зв'язку виконується з використанням вимірювачів помилок, в яких передбачається одержання стандартизованого для даного типу каналу або тракту випробувального сигналу у вигляді псевдовипадкової або циклової послідовності біт. При наявності засобів експлуатаційного контролю тривалість вимірювання трактів із перервою зв'язку скорочується.

Порядок вимірювань та їх тривалість визначаються структурою випробувального тракту:

- ділянка транзиту;
- простий або складений тракт;
- первинний тракт або тракт більш вищого рівня;
- перший з трактів, які утворені в тракті вищого рівня, або інші;
- наявність системи власного контролю.

По характеристиках тракту (його довжина, тривалість випробування) розраховуються норми для введення в експлуатацію та пороги S_1 і S_2 .

Процедура випробувань цифрових трактів під час введення їх в експлуатацію проводиться у такій послідовності:

Етап 1.

Первісні випробування повинні виконуватися з перервою зв'язку протягом 15-хвилинного періоду часу за допомогою вимірювальних приладів, які забезпечують подачу до входу тракту випробувального сигналу у вигляді ПВП (краще, якщо вона сформована у вигляді циклу) і вимірювання показників помилок на виході тракту. Протягом цього 15-хвилинного періоду не повинні бути помилки або випадки неготовності. Якщо будь-яка з цих подій відбувається, необхідно цей етап знову повторити до двох разів. Якщо протягом третього (і останнього) випробування спостерігається будь-яка з цих подій, тоді необхідно провести локалізацію пошкодження і відповідну корекцію.

Етап 2.

Після вдалого виконання першого етапу виконуються випробування протягом 72-годинного (тест на стабільність) періоду часу. Якщо апаратура тракту має власний контроль, який забезпечує оцінку показників помилок,

вимірювання можна проводити без перерви зв'язку. Якщо такого контролю немає, вимірювання виконуються за допомогою вимірювальних приладів, як в етапі 1. У випадку неможливості провести тест на стабільність із перервою трафіку, виконується 24-годинний тест за допомогою вбудованих засобів моніторингу якості.

Якщо під час проведення таких вимірювань у будь-який час відбулась подія неготовності, яка зафіксована вимірювальним приладом або власним контролем, повинна бути знайдена причина і проведені нові випробування. Якщо під час повторних випробувань подія неготовності знов з'являється, тоді випробування необхідно припинити до усунення причини появи події неготовності.

Після проведення другого етапу випробувань результати вимірювань порівнюються з порогоми S_1 і S_2 . На кожний параметр для даного каналу або тракту при визначеній тривалості вимірювань. При цьому можливі такі випадки:

- якщо значення показників ESR і SESR (обидва) дорівнюють або менше відповідних значень S_b тракт (канал) приймається й вводиться нормальний режим роботи;

- якщо значення одного з показників ESR або SESR (або обидва) більше або дорівнюють відповідним значенням S_2 , тракт (канал) визначається непридатним до експлуатації та вводиться режим локалізації пошкодження;

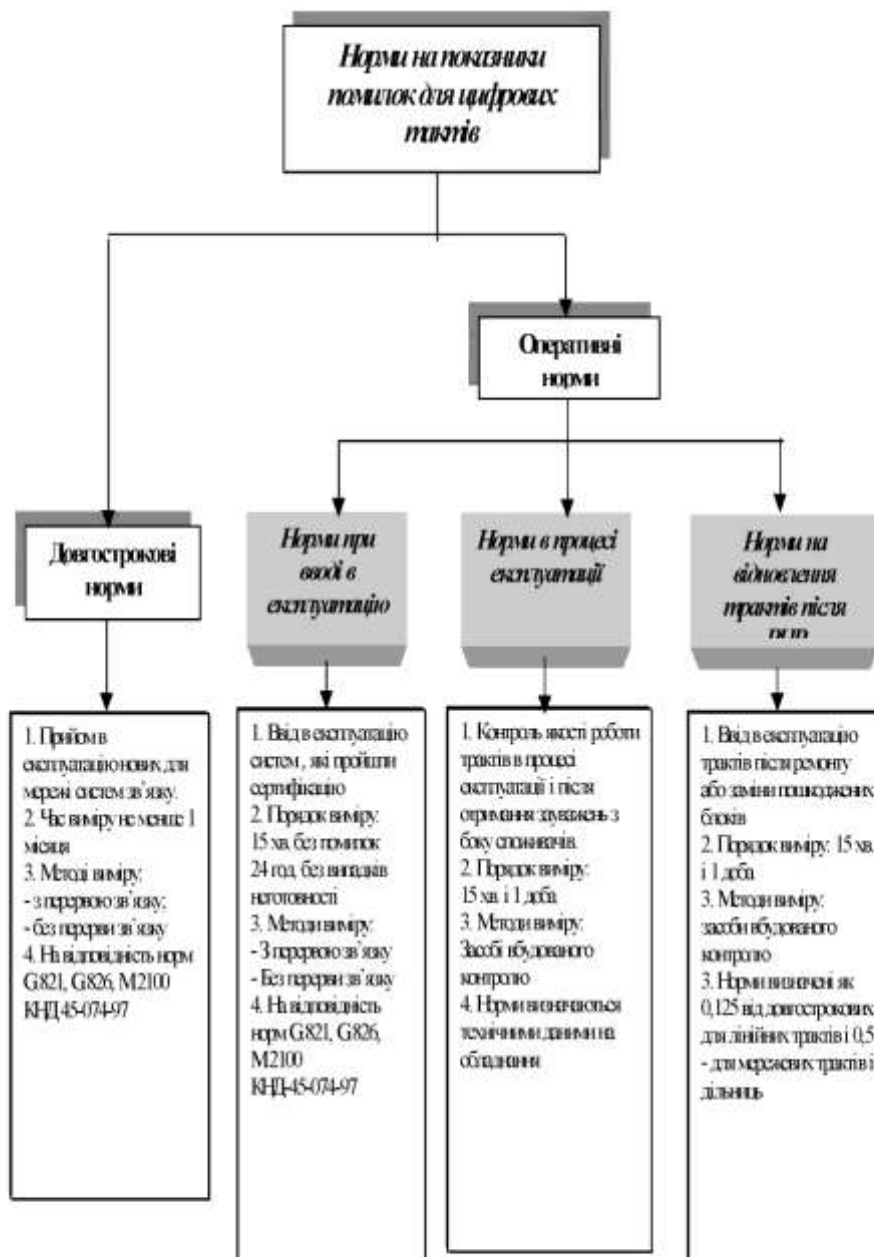
- якщо значення ESR або SESR (або обидва) більше відповідних значень S_b , але обидва менше відповідних значень S_2 , тоді при відсутності власного контролю тракт (канал) може бути, або умовно прийнятим, або підлягає повторним випробуванням тієї ж тривалості. 7 діб з урахуванням першого періоду випробувань. Після закінчення повторних випробувань результати порівнюються з нормами для даного тракту для 7 діб.

Примітка. Якщо вимірювання виконуються по шлейфу, значення S_1 і S_2 розраховуються тільки для одного напрямку. В таких умовах немає можливості оцінити розподіл погіршення якості між напрямками. Тому, якщо вимірювання дають негативний результат, необхідно знову провести вимірювання окремо по кожному з напрямків передавання.

15.5 Вимірювання на відповідність нормам після ремонту.

Після усунення пошкодження цифрового тракту або каналу перед уведенням його в експлуатацію необхідно провести відповідний комплекс вимірювань. Ці вимірювання на відповідність нормам можуть бути спрощеними або повними в залежності від виду та причини пошкодження. В деяких випадках необхідно повторити комплекс вимірювань, який виконувався при введенні в експлуатацію нових трактів і каналів.

16 Вимірювальні прилади



Таблиця ДЗ.1. Перелік вимірювальних приладів, які рекомендовані для виконання профілактичних робіт на обладнанні ВОСП СЦІ для проведення вимірів та тестування

№	Область використання	На відповідність рекомендаціям ІТУ-Т	Рекомендовані прилади
1	Параметри оптичного стику.	G.957, G.958	OMK-15A, OLP-25
2	Середня потужність	G.957	OMK-15A, OLP-25
3	Перевірка параметрів джерел живлення.	ГОСТ 5237-83	Мультиметр
4	Перевірка параметрів синхронізації.	ГОСТ 26886-86, G.703/10, G.782, G.812, G.813, G.822	OSA-5565 STS, ИВ0-1М
5	Перевірка системи резервування трактів.	G.784, п.5.4.2	РА-20
6	Аналіз помилок в лінійному тракті.	G.821, G.826, M.2100, M.2101	PFA-35, PA-20, ТИС-Е1,
7	Чистка конекторів	Інструкція з експлуатації на обладнання	Оптичний мікроскоп (для SDH), електронний мікроскоп (для DWDM)
8	Параметри оптичного сигналу DWDM	G.692	ONT-30
9	Параметри оптичного волокна	G.652	Рефлектометр
10	Оптичний детектор	Для прозвонки оптичних волокон	OVF-1
11	Аналізатор езернет	IEEE 802.3z	Agilent J2126/7A

Примітки:

1. В Україні можуть використовуватися тільки ЗВТ, які мають сертифікат відповідності Держкомзв'язку України (Закон про зв'язок).

2. Перелік вимірювального обладнання може змінюватися й доповнюватися.

3. Для забезпечення достовірності результатів вимірів прилади, які використовуються для вимірювання потужності, підлягають сертифікації і періодичній перевірці.

16.1 Вимоги до вимірювальних приладів при вимірюванні оптичних сигналів ВОСП

Для вимірювальних приладів потужності основними параметрами є:

- діапазон робочих довжин хвиль, у якому вимірюють середню потужність, мкм;
- динамічний діапазон вимірів середньої потужності в зазначеному діапазоні або на одній довжині хвилі, Вт;
- основна похибка виміру відносного рівня потужності, дБ;
- основна похибка установки заданого рівня потужності, Вт (дБм).

Згідно Держстандарту 51060-97 регламентуються основні технічні характеристики, які наведені в табл. Д-4.1.

Таблиця Д-4.1

Найменування параметра	Значення
Діапазон робочих довжин хвиль, мкм	0,6 - 1,7
Діапазон вимірів середньої потужності, Вт	10^{-12} - 10^{-2}
Межі основної похибки, % - діапазон 10^{-12} - 10^{-2} , Вт - діапазон 10^{-12} - 10^{-3} ,Вт	6-8 8-10

Ці параметри повинні забезпечуватися в нормальних кліматичних умовах після встановлення робочого режиму (від 4 до 30 хв).

Відповідно Держстандарту 28871-90 виміри на ВОЛЗ, повинні проводитися з використанням вимірювачів потужності в діапазоні середньої потужності від -70 до +10 дБм на робочих довжинах хвиль $X=850 \pm 10$ мкм, $X=1300 \pm 20$ мкм і $X=1550 \pm 2030$ мкм і похибкою 1,23 дБ і 0,78 дБ при -60 дБм і -40 дБм, відповідно.

Табл. Вимірювальні прилади для оцінки параметрів ЦТ системи PDH

Найменування	Тип	Нормативно - технічні характеристики	Примітка
1. Осцилограф	СІ-97	0-350 МГц; 10 м - 5 В; два канали; час наростання ПХ менше 1 не; похибки виміру по осі X і Y: р 3%; 1 МОм, 50 Ом	Для виміру до 51 Мбіт/сек
	С9-9А	0-18 ГГц; t р 50 пс; 0,05-10 В; вимір двох сигналів; похибка виміру напруги р 2% , тимчасових інтервалів р 1%	Для вимірів до 140 Мбіт/сек

2. Генератор сигналів (джерело зовнішньої модуляції для одержання сигналу з фазовим двигтінням)	Г4-153	10 Гц -10 МГц; 100 мк - 10 В	
3. Генератор сигналів (для виміру вхідного опору і загасання асиметрії)	Г4-153	10 Гц -10 МГц; 100 мк - 10 В	Для вимірів до: 8 Мбіт/сек. 8 і 34 Мбіт/сек. на 140 Мбіт/сек
	Г4-154	0,1 Гц -50 МГц; 100 мк - 10 В	
	Г4-164	0,1 Гц -640 МГц; 0,03 мк - 2 В	
4.	Г6-34	0,01 Гц -10 МГц; 500 мк - 5 В синусоїдальна і прямокутна форма сигналу, зовнішня модуляція	Для вимірів до 8 Мбіт/сек
	ГК5-83	2, 8 і 34 Мбит/із; ПСП	
	Г5-91	34 і 140 Мбит/із; ПСП	
5. Частотомір	43-63/1	0,1 Гц - 1500 МГц (синус) 0,1 Гц - 200 МГц (імпульс); 0,03 (0,1)- 10 В Похибка $54 \cdot 10^{-7} 4f$	
6. Аналізатор спектра	С4-74	300 Гц - 300 МГц; 300 н - 3 В; динамічний діапазон 70-80 д; смуга огляду 20 Гц -150 МГц	
7. Мілівольтметр	ВЗ-56	10 Гц- 15 МГц; 0,1 м - 300 В; похибка $\pm 2,5 \%$; 1 МОм, 15 п	Для вимірів до 8 Мбіт/сек. Для вимірів до 34 Мбіт/сек. Для вимірів до 140 Мбіт/сек.
	ВЗ-48А	10 Гц-50 МГц; 0,3 м-300 В; похибка $\pm 2,5 \%$; 20 МОм, 6 п	
	ВЗ-62	10 кГц - 1500 МГц; 0,7 м -300 У; похибка $\pm 1,5 \%$; 300 кОм, 2,5 п	

Додаток 1. Параметри оптичних інтерфейсів для рівня STM-16

	Од.	Параметри					
		Номінальна цифрова бітова швидкість	kbit/s	STM-16 згідно Рекомендації G.707 і G.958, 2 488 320			
Код використання		I-16	S-16.1	S-16.2	L-16.1	L-16.2	L-16.3
Межа робочих довжин хвиль	nm	1266*) -1360	1260*) -1360	1430- 1580	1280- 1335	1500- 1580	1500- 1580
Передача в еталонній точці S							
Тип джерела випромінювання		MLM	SLM	SLM	SLM	SLM	SLM
Спектральні характеристики							

- maximum RMS width (\square)	nm	4	-	-	-	-	-
- maximum -20 dB width	nm	-	1	<1b	1	<1b	<1b
мінімальний коефіцієнт подавлення бокової моди	dB	-	30	30	30	30	30
Потужність випромінювання:							
максимальна	dBm	-3	0	0	+3	+3	+3
мінімальна	dBm	-10	-5	-5	-2	-2	-2
Мінімальний коефіцієнт Погашення лазера	dB	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
Оптичний тракт між S і R							
Діапазон згасання ⁰⁾	dB	0-7	0-12	0-12	10-24 ^{e)}	10-24 ^{e)}	10-24 ^{e)}
Максимальна дисперсія	ps/nm	12	NA	b)	NA	1200-1600 ^{b)}	b)
Мінімальна згасання неузгодженості в точці S, включаючи усі конектори	dB	24	24	24	24	24	24
Максимальний рівень віддзеркалювання між S і R	dB	-27	-27	-27	-27	-27	-27
Приєм в точці R							
Мінімальна чутливість ⁰⁾	dBm	-18	-18	-18	-27	-28	-27
Мінімальна рівень погіршення	dBm	-3	0	0	-9	-9	-9
Максимальне погіршення на оптичній ділянці	dB	1	1	1	1	2	1
Максимальний рівень віддзеркалювання на прийомі Rx, виміряний в точці прийому R	dB	-27	-27	-27	-27	-27	-27

Додаток 2. Параметри оптичних інтерфейсів для рівня STM-1

	Од. вимір у	Параметри									
Номінальна цифрова бітова швидкість	kbit/s	STM-1 згідно рекомендації G.707 і G.958. 155 520									
Код використання		I-1	S-1.1	S-1.2		L.-1.1		L.-1.2	L-1 3		
Межа робочих довжин хвиль	nm	1260 ^{a)} - 1360	1261 ^{a)} - 1360	1430- 1576	1430- 1580	1280- 1335	1480- 1580	1530- 1570	1480- 1580		
Передача в еталонній точці S											
Тип джерела випромінювання		ML M	LE D	MLM	MLM	SL M	ML M	SL M	SL M	ML M	SL M
Спектральні характеристики											
- maximum RMS width (σ)	nm	40	80	7.7	2.5	—	4	—	—	3/2.5	—
- maximum -20 dB width	nm	—	—	—	—	1	—	1	1	—	1
- мінімальний коеф. заглушення бокової моди	dB	-	-	-	-	30	-	30	30	-	30
Потужність випромінювання											
- максимальна	dBm	-8	-8	-8	-8	0	0	0	0	0	
- мінімальна	dBm	-15	-15	-15	-15	-5	-5	-5	-5	-5	
Мінімальний коеф. погашення	dB	8.2	8.2	8.2	8.2	10	10	10	10	10	
Оптичний тракт між S і R											
Діапазон згасання ⁰⁾	dB	0-7	0-12	0-12	0-12	10-28	10-28	10-28	10-28	10-28	
Максимальна дисперсія	ps/nm	18	25	96	296	NA	185	NA	NA	246/296	NA
Мінімальна згасання неузгодженості в точці S, включаючи усі конектори	dB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	20	NA	NA	
Максимальний рівень віддзеркалювання між S і R	dB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	-25	NA	NA	
Прийом в точці R											
Мінімальна чутливість ⁰⁾	dBm	-23	-28	-28	-28	-34	-34	-34	-34	-34	
Мінімальний рівень перевантаження	dBm	-8	-8	-8	-8	-10	-10	-10	-10	-10	
Максимальне погіршення на оптичній ділянці	dB	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Максимальний рівень віддзеркалювання на прийомі Rx, виміряний в точці прийому R	dB	NA	NA	NA	NA	-25	NA
---	----	----	----	----	----	-----	----

Додаток 3. Параметри оптичних інтерфейсів для рівня STM-4

	Одиниці виміру	Параметри							
Номинальна цифрова бітова швидкість	kbit/s	STM-4 згідно рекомендації G.707 і G.958, 622 080							
Код використання		1-4	S-4.1	S-4.2	L-4.1	L-4.2	L-4.3		
Межа робочих довжин хвиль	nm	1261 ^a)-1360	1293-1334/1274-1256	1430-1580	1300-1325/1296-1220	1280-1335	1480-1580	1480-1580	
Передача в еталонній точці									
Тип джерела випромінювання		MLM	LED	MLM	SLM	MLM	SLM	SLM	SLM
- maximum RMS width (□)	nm	14.5	35	4/2.5	-	2.0/1.7	-	-	-
- maximum -20 dB width	nm	-	-	-	1	-	1	<1b)	1
- мінімальний коефіцієнт погашення бокової моди	dB	-	-	-	30	-	30	30	30
Потужність									
- максимальна	dBm	-8		-8	-8	+2		+2	+2
- мінімальна	dBm	-15		-15	-15	-3		-3	-3
Мінімальний коефіцієнт погашення лазера	dB	8.2		8.2	8.2	10		10	10
Оптичний тракт між S і R									
Діапазон згасання ⁰⁾	dB	0-7		0-12	0-12	10-24		10-24	10-24
Максимальна дисперсія	ps/n	13	14	46/74	NA	92/109	NA	b)	NA
Мінімальна згасання неузгодженості в точці S, включаючи усі конектори	dB	NA		NA	24	20		24	20
Максимальний рівень віддзеркалювання між S і R	dB	NA		NA	-27	-25		-27	-25
Приєм в точці R									
Мінімальна чутливість ⁰⁾	dBm	-23		-28	-28	-28		-28	-28
Мінімальна рівень перевантаження	dBm	-8		-8	-8	-8		-8	-8
Максимальне погіршення на оптичній ділянці	dB	1		1	1	1		1	1

Максимальний рівень віддзеркалювання на прийомі Rx, виміряний в точці прийому R	dB	NA	NA	-27	-14	-27	-14
---	----	----	----	-----	-----	-----	-----

17. Огляд системи XDM

17.1. Основні поняття.

Сімейство продуктів XDM компанії ECI являє собою оптичні мережні платформи для інтеграції всіх транспортних функцій вузла входу в мережу в одному полочному елементі. Система XDM забезпечує операторам можливості для того, щоб економічним шляхом задовольнити постійно зростаючі потреби в смузі пропускання для транспортування різних видів робочого навантаження, у тому числі голосу та даних, забезпечуючи при цьому сучасні послуги транспортування й управління.

На одній платформі в системі XDM поєднуються функції й особливості чотирьох основних компонентів транспортних систем:

- оптичне мультиплексування зі спектральним ущільненням каналів по довжинах хвиль (DWDM);
- підтримка сигналів TDM PDH/async, Gigabit Ethernet (GbE) і SDH/SONET;
- цифрове перехресне з'єднання (DXC) сигналів;
- мультиплексування вводу/виводу (ADM).

Платформи XDM виконуються у вигляді наступних типів полиць:

- **XDM-500** – комутатор волоконно-оптичної мережі, розрахований на середню інтерфейсну продуктивність
- **XDM-100** – мініатюрна платформа до рівня STM-16 для мультисервісного обслуговування для міських та зонних мереж доступу і сотових мереж
- **XDM-50** – мініатюрна платформа до рівня STM-4 для мультисервісного обслуговування для міських та зонних мереж доступу і сотових мереж
- **XDM-200** – компактна платформа CWDM для міських та зонних мереж доступу;
- **XDM-400** – зменшена версія платформи XDM із збереженням усіх функцій, яка спеціально призначена для мереж міського доступу та різноманітних сотових мереж зв'язку, а також для глобальних додатків
- **XDM-1000** – мультисервісний оптичний комутатор з високою щільністю портів, розрахований на високопродуктивні центральні АТС
- **XDM-2000** – багатофункціональний інтелектуальний волоконно-оптичний комутатор, оптимізований для систем DWDM.

Для спрощення експлуатації та техобслуговування полки XDM-500,1000 та XDM-2000 забезпечують підтримку тих самих типів плат і модулів. Полки відрізняються тільки фізичними розмірами та кількістю слотів.

- **Optical Link** – оптичний сегмент – починається й закінчується MUX/DEMUX, може містити підсилювачі та OADM.

- **3R** (Recovering, Reshaping, Retiming) – більшість карт прийомопередавачів виконують функцію регенерації оптичного сигналу, зміненого під впливом загасання, дисперсії, розсинхронізації.

- **DWDM power budget & control** – документ, розроблений фірмою ECI, що містить всі оптичні рівні WDM – елементів мережі та настройки оптичних підсилювачів.

- **DPT** (Dynamic Packet Transport Protocol) – технологія передавання IP-пакетів в кільцевій топології, розроблена фірмою CISCO Systems.

17.2. Термінологія DWDM

DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) – щільне мультиплексування з розділенням по довжині хвилі.

DWDM мережа філії “Дирекція первинної мережі ВАТ “Укртелеком” працює в червоній зоні (Red Zone) C – діапазону (C – band) з інтервалом між хвилями 100 ГГц (~ 0.8 нм). Довжини хвиль вказані в рекомендації ITU-T G.692. Нижче приводиться таблиця частотної решітки:

В табл. 17.2.1 Номер оптичного каналу (λ – лямбда) – це останні дві цифри частоти у ТГц.

Табл. 17.2.1 Таблиця частотної решітки.

ITU-T channel number	Sub-band		Channel center frequency (THz)	Channel center wavelength (nm)
	Blue	Red		
21		<input checked="" type="checkbox"/>	192.1	1560.61
22		<input checked="" type="checkbox"/>	192.2	1559.79
23		<input checked="" type="checkbox"/>	192.3	1558.98
24		<input checked="" type="checkbox"/>	192.4	1558.17
25		<input checked="" type="checkbox"/>	192.5	1557.36
26		<input checked="" type="checkbox"/>	192.6	1556.55
27		<input checked="" type="checkbox"/>	192.7	1555.75
28		<input checked="" type="checkbox"/>	192.8	1554.94
29		<input checked="" type="checkbox"/>	192.9	1554.13
30		<input checked="" type="checkbox"/>	193.0	1553.33
31		<input checked="" type="checkbox"/>	193.1	1552.52
32		<input checked="" type="checkbox"/>	193.2	1551.72
33		<input checked="" type="checkbox"/>	193.3	1550.92
34		<input checked="" type="checkbox"/>	193.4	1550.12
35		<input checked="" type="checkbox"/>	193.5	1549.32
36		<input checked="" type="checkbox"/>	193.6	1548.51

OSC (Optical Supervisory Channel) – оптичний канал управління. Призначений для організації службового зв’язку між мережевими елементами DWDM по DCC. Довжина хвилі 1510 ± 10 нм.

Основні компоненти DWDM:

- Передавачі, приймачі.
- **MUX** (оптичні мультиплексори) – збирають оптичні канали в композитний сигнал.
- **DEMUX** - оптичний демультимплексор,
- **OADM** (Optical Add Drop Multiplexer - оптичні мультиплексори вводу виводу).
- **GOADM** (Group Optical Add Drop Multiplexer) - оптичні мультиплексори вводу виводу групи каналів – ([21,22,23,24], [26,27,28,29], [31,32,33,34]).
- **EDFA Amplifiers** – оптичні підсилювачі (без перетворення оптичного сигналу в електричний, підсилення регенерації та перетворення в оптичний сигнал), леговані ербієм. Використовуються в OFA_2 та OFA_M.
- Fiber – оптичне волокно G.652
- **DCF (Dispersion Compensation Fiber)** – блок компенсації дисперсії:
- DCF-40 (до 700 пс*нм),
- DCF-80 (до 1400 пс*нм),

- DCF-95 (до 1600 пс*нм).
- **Transponder** – необхідний для перетворення звичайного оптичного сигналу рівня STM-16 у кольоровий (λ), або регенерації λ ;
- **Combiner** – об'єднує два сигнали Gigabit Ethernet в λ ;
На мережі використовується три типи площадок:
- **MUX/DEMUX** – всі λ вводяться та виводяться із лінії;
- **OADM** – вводяться та виводяться лише частина λ , а інші проходять наскрізь.
- **Amplifier** – оптичний підсилювач: всі λ проходять наскрізь без перетворення в композитному сигналі.

17.3 Живлення обладнання XDM.

Живлення обладнання XDM повинне здійснюватися тільки від джерел постійного струму, що відповідають вимогам відповідних розділів ETSI 300 132-2 й FTZ 19S1, а також вимогам SELV або TNV стандарту EN60950. Номінальна напруга живлення становить -48 або -60 В постійного струму (заземлений позитивний провідник); а припустимий діапазон живлення становить від -40 до -75 В постійного струму. Для резервування живлення повинно бути два окремих джерела постійного струму.

Тип полки	Типова потужність	Максимальна потужність
XDM-1000	650 Вт	1500 Вт
XDM-500	650 Вт	950 Вт
XDM-400	500 Вт	700 Вт

Станція елементного управління XDM (EMS-XDM) та випробувальне обладнання живляться від джерела змінного струму; їхня номінальна напруга становить 110В або 220В, 50/60Гц.

17.4 Необхідні інструменти і випробувальне обладнання

Інструменти, що рекомендують, для монтажу коаксіальних кабелів

№	Назва	Опис	Виготовлювач	Заводський №
1	Пристрій для зачищення проводів	DIN 1.6/5.6	Pressmaster	CX301
2	Інструмент для обжиму центрального контакту (синій) DIN	DIN 1.6/5.6	DMC	M22520/2-01 M22520/2-06
3	Інструмент для обжиму, зовнішній	DIN 1.6/5.6	Amphenol	CTL-1
4	Пристрій для зачищення кабелю	BT3002	Greenpar	127711-44
5	Гострозубці (гострозубці для центрального контакту)	BT3002	Greenpar	127712-44
6	Обрубний інструмент для BT3002	BT43/3002	Greenpar	30030xxxEA

Випробувальне обладнання.

Для основної частини наведених робіт із технічного обслуговування потрібні лише робочий термінал eCraft й універсальний вимірювальний прилад. У випадку проведення вимірів рекомендується використовувати обладнання того ж типу й тієї ж моделі, що використовувалося для РНР та при прийманні в експлуатацію.

17. 5. Загальні вимоги техніки безпеки

У полках XDM є джерела живлення різної напруги. Монтаж полиць повинен проходити у відповідності з наступними вказівками:

- ◆ Устаткування розраховане на використання в місцях обмеженого доступу.

- ◆ Варто забезпечити цілісність заземлюючих з'єднань.

- ◆ Переконайтесь у тому, що при роботі з устаткуванням є достатня освітленість.

- ◆ Не працюйте з устаткуванням, підключеним до джерела живлення (постійний або змінний струм), за винятком випадків вилучення або встановлення плат і модулів; ці роботи можна проводити на працюючому обладнанні.

- ◆ Максимальна робоча температура не повинна перевищувати 50°C.

- ◆ Під час монтажу користуйтеся тільки ізольованими інструментами.

- ◆ Користуйтеся захисним спецодягом відповідно до вимог правил техніки безпеки.

- ◆ Не проводьте встановлення або техобслуговування встаткування, підключеного до зовнішніх ліній, під час негоди з розрядами блискавок.

- ◆ Уникайте контакту із джерелами високої напруги під час установавання полок, плат та модулів.

- ◆ Ви повинні знати попереджувальні сигнали й написи, розміщені на встаткуванні, і строго зберігати порядок дій, необхідний для того, щоб уникнути зазначених небезпек.

Весь персонал, зайнятий на монтажі, експлуатації та технічному обслуговуванні встаткування, повинен знати про те, що лазерне випромінювання є невидимим. Із цієї причини, хоча захисні пристрої звичайно, охороняють від прямого впливу променя, персонал повинен строго дотримуватися діючих правил техніки безпеки й, зокрема, повинен уникати огляду оптичних роз'ємів як неозброєним оком, так і без допомоги спеціальних оптичних приладів (без оптичних мікроскопів з окремим дисплеєм).

17.6. Вимоги до заземлення

Усе встаткування, у тому числі полки XDM і допоміжні блоки, а також устаткування інших постачальників, повинне бути постійно заземлено належним чином. Якісне заземлення встаткування потрібно для захисту персоналу й устаткування, зменшення завад і забезпечення розряду накопиченого статичного заряду на землю.

Стійка повинна бути підключена до шини заземлення об'єкта за допомогою заземлюючого кабелю відповідно до рекомендацій ETSI (верхнє/нижнє приєднання). Стійка поставляється з головним мідним або латунним болтом заземлення, привареним до корпусу стійки. Штир заземлення на стояку позначається наклейкою зі знаком заземлення. На болті не повинно бути фарби. Заземлюючий болт стійки потрібно з'єднати із шиною заземлення об'єкта за допомогою заземлюючого кабелю перетином 50 мм² (0 AWG) і як можна меншої довжини, відповідно до рекомендацій UL/ETSI. Кабель повинен бути зроблений з мідних жил і забезпечуватися кінцевими муфтами з обох сторін. Монтажні направляючі стояка повинні бути вільними від фарби й забезпечувати електропровідність для головного заземлюючого болта. Варто перевірити опір між направляючим і головним заземлюючим болтом стійки – воно повинно бути нижче 0,1 Ом.

17.7. Вимоги до живлення

Для полок XDM потрібні два джерела живлення з номінальною напругою - 48 або -60 В постійного струму. Кожне джерело живлення захищене за допомогою встановленого в панелі xRAP автоматичного вимикача згідно UL.

Необхідні автоматичні вимикачі включені в набір монтажних деталей, що поставляються з устаткуванням, і тому їхній номінальний струм відповідає вимогам замовлення. Крім того, оператор на місці повинен забезпечити легкодоступний і, що відповідає UL, пристрій відключення вбудований у стаціонарну силову проводку на об'єкті. За допомогою цього пристрою максимальний струм обмежений до безпечного значення.

17.Профілактичне технічне обслуговування.

18.

В обсяг робіт по технічному обслуговуванню входять дії по підтримці устаткування XDM у нормальному стані і якнайшвидше виявлення й усунення стану, що може призвести до руйнування або несправності встаткування. Записуйте виконання робіт та їхні результати відповідно до організаційних процедур.

У табл. приводиться перелік мір та перевірок у рамках профілактичного технічного обслуговування та рекомендації щодо періодичності. Періодичність перевірок устаткування, встановленого у незахищеному середовищі, можливо змінити в разі потреби.

18.1 Щотижневі роботи

18.1.1 Перевірити закриття всіх невикористаних оптичних роз'ємів захисними ковпачками.

При необхідності закрити захисними ковпачками.

18.1.2 Перевірити належну роботу всіх блоків xFCU HP.

Перевірити відсутність аномальних шумів та вібрацій.

6.1.3 Перевірити напругу живлення постійного струму.

Перевірити напругу живлення на дисплеї стояка PPS-10.48.11700.

18.1.4 Перевірити джерела постійного струму (головний та резервний).

Впевнитись у тому, що всі автоматичні вимикачі xRAP, які обслуговують активні блоки апаратури, знаходяться в положенні ON (Укл.).

18.1.5 Перевірити відсутність аварійної індикації на платах та модулях.

Перевірити, щоб не було аварійної індикації на платах та модулях

18.1.6 Перевірка світлодіодів xRAP.

Перевірити роботу світлодіодів xRAP та спрацювання зумера при натисканні кнопки POWER ON (Живлення вкл.) на панелі xRAP.

18.1.7 Перевірити працездатність світлодіодів на всіх платах та модулях.

Перевірити працездатність світлодіодів на всіх платах та модулях, натисканням кнопки на панелі МЕСР.

18.1.8 Перевірити візуальну індикацію світлодіодів у відповідності з додатком А.

18.2 Щомісячні роботи

18.2.1 Перевірити надійність закриття дверцят XDM .

18.2.2 Перевірити механічні кріплення стояків, стан затискання заземлення та клем живлення.

18.3 Щоквартальні профілактичні роботи

18.3.1 Перевірка стану кабелю та оптоволокна.

Перевірити правильність укладання (без гострих вигинів) кабелю та оптоволокна.

Попередження: під час огляду не доторкайтеся до волоконно-оптичних кабелів, за виключенням випадків, коли потрібно щось поправити.

18.3.2 Перевірка закріплення плат та модулів.

Перевірити, щоб плати та модулі були надійно закріплені: усі ручки знімачів повинні бути в положенні зберігання (паралельно кромці плати), а всі кріпильні гвинти модулів затягнуті (затягувати тільки вручну).

18.3.3 Перевірка установки блоків xFCU HP.

Перевірити, чи повністю вставлені блоки xFCU HP на свої місця у шасі, та чи затягнуті їх гвинти.

18.3.4 Чистка блоків xFCU HP

Перевірити включення турборежиму.

Почистити блоки xFCU HP.

18.3.5 Перевірка кріплення блоків xINF HP.

Перевірити, чи добре закріплені блоки xINF HP до полки.

18.3.6 Видалення пилу на обладнанні XDM.

Табл. 18.1. Перевірки в рамках профілактичного технічного обслуговування

Поз.	Опис огляду/перевірки	Періодичність		
		Н	М	К
1	Візуально перевірте стан кабелів й оптоволокна. Перевірте правильність їхнього укладання (без гострих вигинів) та наявність опор для запобігання виникнення натягування кабелів. Під час огляду не доторкайтеся до волоконно-оптичних кабелів, за виключенням випадків, коли потрібно щось поправити.			X
2	Стан передніх дверцят стійки та пальців RFI. При необхідності проведіть чистку за допомогою дозволених засобів.		X	
3	Переконайтеся в тім, що всі невикористані оптичні роз'єми закриті захисними кришками. В разі необхідності закрийте їх після попередньої чистки.	X		
4	Перевірте, щоб плати та модулі були надійно закріплені: всі ручки знімачів повинні бути в положенні зберігання (паралельно краю плати), а всі кріпильні гвинти модулів затягнуті (затягувати тільки рукою).			X
5	Перевірте належну роботу всіх блоків xFCU та xFCU_HP – відсутність аномальних шумів і вібрації.	X		
6	Перевірте, чи повністю вставлені блоки xFCU й xFCU_HP у свої місця у шасі та чи затягнуті їхні гвинти.			X
7	Почистіть блоки xFCU та xFCU_HP. Щоб уникнути перегріву полки XDM-500,1000 не виймайте її блок xFCU_HP більш ніж на 2-3 хвилини. При чищенні перевірте збільшення швидкості блоків xFCU (режим forse), що залишилися, коли один xFCU виймуть.			X
8	Перевірте, чи добре прикріплені блоки xINF та xINF_HP до полиці.			X
9	Перевірте напругу живлення постійного струму.	X		
10	Перевірте джерела постійного струму (головний і резервний) та переконайтеся у тім, що всі автоматичні вимикачі xRAP, які обслуговують активні блоки апаратури, перебувають у положенні ON (Вкл.).	X		
11	Перевірте, щоб не було аварійної індикації на платах і модулях.	X		
12	Перевірте, щоб всі світлодіоди xRAP були включені, а зумер дзенькав при натисканні кнопки POWER ON (Живлення вкл.) на панелі xRAP.	X		
13	Перевірте, щоб на всіх платах і модулях включалися світлодіоди при натисканні кнопки перевірки індикації на панелі MECR (MECR_OSC5).	X		
14	Проведіть візуальну перевірку індикацій світлодіодів.	X		

15	Перевірте апаратні стійки й корпуси, приєднувальні затискачі, заземлення й т.п., звернувши особливу увагу на ознаки корозії.		X	
16	Перевірте допоміжне устаткування (кондиціонери повітря, висвітлення, розподільні щити й т.д.) і їхніх джерел живлення, якщо вони є.	X		

Позначення

Н – щотижня, **М** – щомісяця, **К** – щокварталу

На додаток до вищеописаних робіт по профілактичному технічному обслуговуванню апаратури, необхідно проводити профілактичне технічне обслуговування станції керування.

19. Пошук й усунення несправностей

19.1 Пошук й усунення проблем живлення

У випадку проблем із живленням з'являється одна з наступних індикацій збою:

◆ Індикатор панелі xRAP POWER ON (Живлення вкл.) виключений: збій як у головному, так й у резервному джерелі живлення. У цьому випадку спочатку перевірте систему розподілу живлення на місці й лінії підключення живлення до панелі xRAP.

◆ Індикатор xINF або xINF-HP ACTIVE виключений: немає живлення на вході у відповідний блок. У цьому випадку спочатку перевірте відповідний автоматичний вимикач на панелі xRAP, стан силового кабелю і його підключення з обох кінців.

◆ Індикатор xINF або xINF-HP FAIL горить: технічний збій у відповідному блоці. Замініть цей блок.

Порядок систематичного пошуку несправностей блоків живлення

Якщо є підозра на проблеми із джерелом живлення, дійте у такий спосіб:

1. Перевірте напругу постійного струму на затискачах головного та резервного живлення панелі xRAP. Якщо є відхилення від належного інтервалу, перевірте кабельні з'єднання до панелі розподілу живлення постійного струму та переконайтеся в тім, що всі запобіжники працездатні. Перевірте також напругу відповідного джерела.

2. Перевірте автоматичні вимикачі в панелі xRAP: увімкніть вимкнутий автомат живлення. Якщо автоматичний вимикач знову робить розмикання, від'єднайте від устаткування кабель, що захищається цим вимикачем, перевірте полярність напруги й переконайтеся у тім, що кабель не пошкоджений і не викликає КЗ.

3. Перевірте напругу на кінці кожного силового кабелю в xINF або xINF_HP. Якщо напруга відсутня, замініть кабель або відремонтуйте xRAP.

4. Якщо після підключення до встаткування кабелю, перевіреного відповідно до пояснень вищенаведених пунктів 2 й 3, автоматичний вимикач знову розмикає ланцюг, замініть відповідний блок xINF або xINF-HP.

19.2 Загальний пошук й усунення несправностей плат/модулів

Почніть пошук й усунення несправностей цих компонентів шляхом перевірки їхніх індикаторів. Ці індикатори, розміщені на різних платах і

модулях, можуть допомогти швидко й ефективно виявити несправний компонент.

1. Зелений індикатор ACTIVE: звичайно, горить. Якщо індикатор виключений, витягніть компонент і почекайте 5 хвилин, перш ніж вставити його на місце. Переконайтесь у тім, що плата або модуль повністю вставлені у свій слот. Якщо індикатор ACTIVE не включається після повторної установки, замініть компонент.

2. Червоний індикатор FAIL: повинен бути виключений, за винятком короткого періоду часу під час завантаження ПО (наприклад, після включення живлення й повторної установки). Якщо індикатор горить, скиньте компонент шляхом його виїмки та повторної установки через кілька хвилин. Переконайтесь в тім, що індикатор ACTIVE включається після повторної установки компонента. Індикатор FAIL повинен миготіти, поки в компонент завантажується ПО. Зачекайте закінчення завантаження ПО та перевірте, чи виключиться індикатор збою FAIL. Якщо індикатор FAIL включиться знову, замініть компонент.

Примітка: На більшості плат є також жовтогарячий індикатор, що горить, коли плата настроєна на передачу робочого навантаження. Якщо цей індикатор не горить, перевірте разом з оператором станції керування, чи була настроєна й укомплектована ця плата: якщо ні, не звертайте уваги на стан жовтогарячого індикатора.

19.3 Загальний пошук й усунення несправностей змінних оптичних прийомопередавачів

Кожен змінний оптичний прийомопередавач має у своєму розпорядженні індикатор статусу інтерфейсу, що звичайно, горить зеленим світлом. Якщо індикація відрізняється, виконайте наступні загальні кроки по пошуку й усуненню несправностей:

1. Перевірте стани індикатора статусу інтерфейсу кожного змінного оптичного прийомопередавача: він повинен горіти зеленим світлом у всіх активних інтерфейсів.

◆ Якщо індикатор виключений, можливо, що відповідний оптичний передавач був виключений функцією ALS: у цьому випадку, натисніть кнопку включення лазера на платі, щоб активувати відповідний лазер, попередньо узгодив свої дії із ЦКУТЕПМ.

◆ Якщо проблема усе ще залишається, лазер знову автоматично виключиться на кілька секунд. У цьому випадку перевірте: прийомопередавач, коннектори патч-кордів підключених до модулів на якість з'єднання та цілісність.

◆ Якщо вийняти прийомопередавач і потім знову вставити його на своє місце, зверніть увагу на те, щоб його рознімання повністю входило в рознімання, що сполучає з платою. Також зверніть увагу на неушкодженість рознімання.

◆ Якщо після повторної установки прийомопередавача проблема не буде усунена, замініть прийомопередавач.

2. У змінних прийомопередавачів з контрольним розніманням індикатор статусу інтерфейсу буде горіти червоним світлом, коли іспитова апаратура підключена до контрольного рознімання. Ця індикація служить цілям ідентифікації й не обов'язково свідчить про несправності.

У випадку прийомопередавачів без контрольного рознімання:

◆ Вийміть прийомопередавач і потім знову вставте його на своє місце, звернувши увагу на те, щоб його рознімання повністю входило в рознімання, що сполучає, плати.

◆ Якщо після повторної установки прийомопередавача проблема не буде усунута, замініть прийомопередавач.

19.4 Пошук й усунення несправностей модуля електричного інтерфейсу

У кожного модуля електричного інтерфейсу є зелений індикатор ACTIVE, що звичайно горить, і червоний індикатор збою FAIL, що повинен бути виключений, за винятком короткого періоду часу під час завантаження ПО (наприклад, після включення живлення й скидання). Опис порядку пошуку й усунення несправностей, пов'язаних із цими індикаціями. Крім цього, у таких модулях є жовтогарячий індикатор PROT:

1. У модулів захисту, як, наприклад, M2-84P, цей індикатор горить, коли модуль перенаправляє робоче навантаження з плати P1O2_84 на захисну - P1O2_84P.

2. В інших модулів цей індикатор горить, коли модуль направляє своє робоче навантаження на захисну шину. Це може бути в таких випадках:

- навмисна команда керування,
- збій в самому модулі чи збій у платі P1O84_2, підключеної до модуля електричного інтерфейсу.

Для локалізації проблеми проведіть наступні дії:

- знайдіть плату В/У, що підключена до цього інтерфейсного модулю та перевірте її роботу; при необхідності замініть.

19.5 Пошук й усунення несправностей підсистеми синхронізації

Пошук й усунення несправностей підсистеми синхронізації звичайно, проводиться після того, як оператор станції керування одержує аварійне повідомлення, пов'язане з цією підсистемою. У відповідь на аварійне повідомлення можуть знадобитися наступні дії по пошуку й усуненню несправностей на місці:

1. Перемикання на резервний блок TMU через технічну несправність: примусове перемикання робочого навантаження на іншу плату HLXC або X1O і потім заміна плати HLXC або X1O із несправним блоком синхронізації TMU.

2. Відсутність зовнішнього опорного сигналу T3/BITS IN:

◆ Перевірте устаткування, що забезпечує зовнішній опорний сигнал, і переконаєтесь в тім, що воно працює належним чином.

◆ Перевірте кабель, підключений до відповідного рознімання ESB. Переконайтесь у тім, що обидва його кінця надійно підключені – один до рознімання ESB, інший – до сполучає рознімання устаткування, що дає опорний сигнал синхронізації.

◆ Перевірте жили кабелю та роз'єми. У випадку сумнівів замініть.

◆ Замініть відповідну плату ESB.

3. Відсутність зовнішнього опорного сигналу T4/BITS OUT:

◆ Перевірте кабель, підключений до відповідного рознімання ESB. Переконайтесь у тім, що обидва його кінця надійно підключені – один до рознімання ESB, інший – до рознімання устаткування, що дає опорний сигнал синхронізації.

◆ Перевірте жили кабелю та роз'єми. У випадку сумнівів замініть.

◆ Замініть відповідну плату ESB.

◆ Примусово перемкніть робоче навантаження на іншу плату HLXC або X1O і потім замініть плату HLXC або X1O.

4. Зменшення рівня джерела опорного синхросигналу, що забезпечується трибутарним портом: перевірте відповідну плату й замініть її, якщо вона несправна.

20. Порядок заміни плат

Примітка: При установці плат і модулів ретельно вирівняйте плату або модуль по напрямних полиці. Якщо при установці ви відчуваєте опір, відразу ж витягніть плату або модуль та повторіть процес ще раз. При установці або вийманні плати або модуля тримайте її (його) прямопаралельно напрямних та витягайте або вдавлюйте повільно й обережно, щоб уникнути контакту з компонентами на суміжних платах/модулях. Затягуючи кріпильні гвинти плат і модулів, не застосовуйте зайву силу.

Перш ніж проводити заміну плати, модуля, енергонезалежного ЗУ:

1. Перевірте замінний компонент на відсутність фізичних ушкоджень через транспортування та переконайтесь у тім, що антистатичний захисний пакет оригінального впакування закупорений.

2. Вийміть замінний компонент із його антистатичного захисного впакування й огляньте плату на предмет ушкоджень через транспортування. В разі виявлення проблем - складіть звіт.

3. Переконайтесь у відсутності мигання жовтого світло діода на платі xMCP, що вказую на роботу з NVM.

4. Запишіть версії апаратних засобів і програмного забезпечення, які зазначені на ідентифікаційних ярликах компонентів, і переконайтесь в тому, що вони сумісні з тими, що зазначено на замінному компоненті.

Перш ніж проводити заміну оптичного модуля:

1. Перевірте замінний компонент на відсутність фізичних ушкоджень через транспортування та переконайтесь у тім, що антистатичний захисний пакет оригінального впакування закупорений.

2. Вийміть замінний компонент із його антистатичного захисного впакування й огляньте плату на предмет ушкоджень через транспортування. В разі виявлення проблем - складіть звіт.

4. Запишіть версії апаратних засобів і програмного забезпечення, які зазначені на ідентифікаційних ярликах компонентів, і переконайтесь в тому, що вони сумісні з тими, що зазначено на замінному компоненті.

Після заміни компонента:

а) покладіть знятий компонент у антистатичне захисне впакування й закрийте його;

в) до впакування додайте акт із поясненнями причини заміни та з вказівкою вузла мережі, фізичного місця розташування, полки й часу заміни.

УВАГА: при заміні плати енергонезалежного ЗУ (на платі xMCP) Для запобігання руйнування даних, що зберігаються на платі енергонезалежного ЗУ (NVM), не натискайте кнопку звільнення NVM у той момент, коли xMCP звертається до NVM. Перед тим як вийняти плату NVM, подивіться на жовтий індикатор: кнопку звільнення можна натиснути тільки після того, як жовтий індикатор xMCP буде виключений як мінімум дві хвилини.

При вийманні або встановленні плати NVM тримайте плату прямо та не допускайте випадкового контакту між платою NVM і печатною схемою плати xMCP: цей контакт може призвести до перезапуску плати xMCP.

Загальний порядок заміни для оптичних прийомопередавачів

Компанія ESI поставляє змінні в умовах експлуатації оптичні прийомопередавачі з трьома різними конструктивними параметрами, показані як змінні блоки OM1_4, OM4_1 та OM16_1. Допускається гаряча заміна, за умови дотримання в процесі заміни всіх запобіжних заходів. Перед заміною прийомопередавача підготуйте ескіз із позначенням кожного підключеного до прийомопередавача волоконно-оптичного кабелю для використання цього ескізу при повторному підключенні кабелів.

21. Нормативи часу на усунення пошкодження на обладнанні та трактах ВОЛЗ

№ з.п.	Характер пошкодження	Відновлення дієздатності	Контрольні строки	Примітка
1	Аварія блока на MUX. 1. На ОРП	а) є підмінні блоки (в резерві на ОРП)	$T_{\text{інф.}} + 5 + 5 + 5 + *$ (Див. примітку)	$T_{\text{інф.}}$ до 15 хв. – час на визначення стану КО (аналіз аварійних сигналів на MUX, „журналу аварій” MUX при локальному підключенні, доклад у ВПУ); До 5 хв. – Програмний перезапуск плати (роботи виконує техперсонал ЦКУТЕПМ); До 5 хв. – Фізичний перезапуск плати (роботи виконує техперсонал ЛАЦ, контроль за станом плати здійснює техперсонал ЦКУТЕПМ по СУ); До 5 хв. – Заміна плати (роботи виконує техперсонал ЛАЦ спільно з техперсоналом ЦКУТЕПМ (здійснює контроль по СУ). *Примітка: + час на контроль за відновленням плати залежно від типу MUX та плати.
		б) є підмінні блоки (в резерві на інших ОРП, НРП ЦТЕПМ, ЦТЕПМ).	$T_{\text{інф.}} + 5 + 5 + 5 + T_{\text{доставки}} + *$ (див. примітку)	$T_{\text{інф.}}$ до 15 хв. – час на визначення стану КО (аналіз аварійних сигналів на MUX, „журналу аварій” MUX при локальному підключенні, доклад у ВПУ); До 5 хв. – Програмний перезапуск плати (роботи виконує техперсонал ЦКУТЕПМ); До 5 хв. – Фізичний перезапуск плати (роботи виконує техперсонал ЛАЦ спільно з техперсоналом ЦКУТЕПМ (здійснює контроль по СУ); До 5 хв. – Заміна плати (роботи виконує техперсонал ЛАЦ спільно з техперсоналом ЦКУТЕПМ (здійснює контроль по СУ); $T_{\text{доставки}}$ – час на доставку плати з іншого місця. *Примітка: + час на контроль за відновленням плати залежно від типу MUX та плати.
	2. На НРП	а) є підмінні блоки (в цеху, який обслуговує НРП)	$T_{\text{інф.}} + 20 (40) + T_{\text{проїзду}} + 30 + 5 + 5 + 5 + T_{\text{доставки}} + *$ (див. примітку)	$T_{\text{інф.}}$ до 15 хв. – час на визначення стану КО (аналіз аварійних сигналів на MUX за допомогою техперсоналу ЦКУТЕПМ, аналіз аварійних сигналів MUX при наявності віддаленого локального підключення, доклад у ВПУ); 20 (40) – збір бригади в робочий час (збір бригади в неробочий час); $T_{\text{проїзду}}$ – час на проїзд визначається шляхом поділу відстані до НРП на середню швидкість руху; До 30 хв. – час на прогрівання приладів в зимовий період; До 5 хв. – Програмний перезапуск плати (роботи виконує техперсонал ЦКУТЕПМ); До 5 хв. – Фізичний перезапуск плати (роботи виконує техперсонал ЛАЦ, контроль за станом плати здійснює техперсонал ЦКУТЕПМ по СУ); До 5 хв. – Заміна плати (роботи виконує техперсонал ЛАЦ, контроль за станом плати здійснює техперсонал ЦКУТЕПМ по СУ); $T_{\text{доставки}}$ – час для доставки плати з іншого місця. *Примітка: + час на контроль за відновленням плати залежно від типу MUX та плати.
		б) немає підмінних блоків (в цеху, який обслуговує	$T_{\text{інф.}} + 20 (40) + T_{\text{проїзду}} + 30 + 5 + 5 + T_{\text{доставки}} + 5 + *$ (Див. примітку)	$T_{\text{інф.}}$ до 15 хв. – час на визначення стану КО (аналіз аварійних сигналів на MUX, „журналу аварій” MUX при локальному підключенні, доклад у ВПУ); 20 (40) – збір бригади в робочий час (збір

		НРП)		<p>бригади в неробочий час);</p> <p>$T_{\text{проїзду}}$ – час на проїзд визначається шляхом поділу відстані до НРП на середню швидкість руху;</p> <p>До 30 хв. – час на прогрівання приборів в зимовий період;</p> <p>До 5 хв. – Програмний перезапуск плати (роботи виконує техперсонал ЦКУТЕПМ);</p> <p>До 5 хв. – Фізичний перезапуск плати (роботи виконує техперсонал ЛАЦ, контроль за станом плати здійснює техперсонал ЦКУТЕПМ по СУ);</p> <p>$T_{\text{доставки}}$ – час для доставки плати.</p> <p>До 5 хв. – Заміна плати (роботи виконує техперсонал ЛАЦ, контроль за станом плати здійснює техперсонал ЦКУТЕПМ по СУ).</p> <p>*Примітка: + час на контроль за відновленням плати залежно від типу MUX та плати.</p>
2	Пошкодження ПЦП. 1. На ОРП	а) Пошкодження ПЦП на дільниці ЛАЦ-ЛАЦ	$T_{\text{інф.}} + 10 + n \cdot T_2$	<p>$T_{\text{інф.}}$ до 11 хв. – час на визначення стану КО, аналіз стану за допомогою аналізатора потоків, аналіз стану за допомогою техперсоналу ЦКУТЕПМ, аналіз „журналу аварій” MUX при локальному підключенні, доклад у ВПУ);</p> <p>10 хв. – визначення дільниці пошкодження за допомогою шлейфування (при необхідності за участю техперсоналу ЦКУТЕПМ);</p> <p>$T_2=15$ хв. – час визначення пошкодження при наявності фізичного переприйому;</p> <p>n – Кількість переприйомів.</p>
		б) Пошкодження ПЦП на дільниці ЛАЦ-„П”	$T_{\text{інф.}} + 10 + n \cdot K + *$ (Див. примітку)	<p>$T_{\text{інф.}}$ до 15 хв. – час на визначення стану КО, аналіз стану за допомогою аналізатора потоків, аналіз стану за допомогою техперсоналу ЦКУТЕПМ, аналіз „журналу аварій” MUX при локальному підключенні, доклад в ВПУ);</p> <p>10 хв. – визначення дільниці пошкодження за допомогою шлейфування (при необхідності за участю техперсоналу ЦКУТЕПМ);</p> <p>$K=5$ хв. – час на локалізацію та усунення пошкодження у разі виходу з ладу з’єднувальної лінії між DDF та мультиплексором;</p> <p>n – кількість точок контролю.</p> <p>* Примітка: + час на проїзд споживача до місця знаходження обладнання (у разі відсутності техперсоналу поруч з обладнанням), + час на усунення пошкодження.</p>
	2. На НРП (кінцевому для пошкодженого потоку)	а) Пошкодження ПЦП на дільниці НРП-ЛАЦ	$T_{\text{інф.}} + 10 + n \cdot T_2 + 20 (40) + T_{\text{проїзду}} + 30 + 10$	<p>$T_{\text{інф.}}$ до 11 хв. – час на визначення стану КО, аналіз стану за допомогою аналізатора потоків, аналіз стану за допомогою техперсоналу ЦКУТЕПМ, аналіз „журналу аварій” MUX при локальному підключенні, доклад в ВПУ);</p> <p>10 хв. – визначення причини пошкодження за допомогою шлейфування (при необхідності за участю техперсоналу ЦКУТЕПМ);</p> <p>$T_2=15$ хв. – час визначення пошкодження при наявності фізичного переприйому;</p> <p>n – Кількість переприйомів;</p>

				<p>При необхідності: 20 (40) – збір бригади в робочий час (збір бригади в неробочий час); $T_{\text{проїзду}}$ – час на проїзд визначається шляхом поділу відстані до НРП на середню швидкість руху; До 30 хв. – час на прогрівання приборів в зимовий період; 10 хв. – визначення причини пошкодження за допомогою шлейфування (при необхідності за участю техперсоналу ЦКУТЕПМ).</p>
		б) Пошкодження ПЦП на дільниці НРП-НРП	$T_{\text{інф.}} + 10 + n \times T_2 + 20 (40) + T_{\text{проїзду}} + 30 + 10$	<p>$T_{\text{інф.}}$ до 11 хв. – час на визначення стану КО, аналіз стану за допомоги техперсоналу ЦКУТЕПМ, аналіз „журналу аварій” МУХ при локальному підключенні, доклад у ВПУ); 10 хв. – визначення причини пошкодження за допомогою шлейфування за участю техперсоналу ЦКУТЕПМ; $T_2=15$ хв. – час визначення пошкодження при наявності фізичного переприйому; n – Кількість переприйомів; При необхідності: 20 (40) – збір бригади в робочий час (збір бригади в неробочий час); $T_{\text{проїзду}}$ – час на проїзд визначається шляхом поділу відстані до НРП на середню швидкість руху; До 30 хв. – час на прогрівання приборів в зимовий період. 10 хв. – визначення причини пошкодження за допомогою шлейфування (при необхідності за участю техперсоналу ЦКУТЕПМ).</p>
		в) Пошкодження ПЦП на дільниці НРП - „П”	$T_{\text{інф.}} + 10 + n \cdot T_2 + 20 (40) + T_{\text{проїзду}} + 30 + 10$	<p>$T_{\text{інф.}}$ до 15 хв. – час на визначення стану КО, аналіз стану за допомогою аналізатора потоків, аналіз стану за допомогою техперсоналу ЦКУТЕПМ, аналіз „журналу аварій” МУХ при локальному підключенні, доклад у ВПУ); 10 хв. – визначення причини пошкодження за допомогою шлейфування (при необхідності за участю техперсоналу ЦКУТЕПМ); $K=5$ хв. – час на локалізацію та усунення пошкодження у разі виходу з ладу з’єднувальної лінії між DDF та мультиплексором; n – кількість точок контролю. При необхідності: 20 (40) – збір бригади в робочий час (збір бригади в не робочий час); $T_{\text{проїзду}}$ – час на проїзд визначається шляхом поділу відстані до НРП на середню швидкість руху; До 30 хв. – час на прогрівання приборів в зимовий період; 10 хв. – визначення причини пошкодження за допомогою шлейфування (при необхідності за участю техперсоналу ЦКУТЕПМ).</p>
3	Пошкодження лінійного тракту	а) пошкодження кабелю	$T_{\text{інф.}} + 10 + 30 + 5 + 20 (40) + T_{\text{проїзду}} + 30 + T_{\text{усунення лінійного п/в.}}$	<p>$T_{\text{інф.}}$ до 15 хв. – час на визначення стану КО, аналіз стану за допомогою техперсоналу ЦКУТЕПМ, аналіз „журналу аварій” МУХ при локальному підключенні, доклад в ВПУ); 10 хв. – підготовка та підключення рефлектометра до пошкодженого ОВ, налаштування параметрів прилада; До 30 хв. – вимірювання ОВ в залежності від кількості волокон; 5 хв. - аналіз рефлекторами, доклад в ВПУ уточнених даних;</p>

				<p>20 (40) – збір бригади в робочий час (збір бригади в не робочий час);</p> <p>$T_{\text{проїзду}}$ – час на проїзд визначається шляхом поділу відстані до НРП на середню швидкість руху;</p> <p>До 30 хв. – час на прогрівання приборів в зимовий період;</p> <p>$T_{\text{усунення лінійного п/в}}$ – час усунення лінійного пошкодження (за нормативами лінійної служби).</p>
4	Пошкодження, яке неможливо усунути стандартним способом		Визначається у кожному конкретному випадку спеціалістами і ЦТЕПМ та затверджується спеціалістами і філії „Дирекція первинної мережі ВАТ „Укртелеком“.	

БІБЛІОГРАФІЯ

1. КНД 45-140-99 Правила технічної експлуатації первинної мережі ЄНСЗ України. Частина перша. Державний комітет зв'язку та інформації України. 2001.-80 т.
2. КНД 45-162-2000 Правила технічної експлуатації первинної мережі ЄНСЗ України. Частина друга. Державний комітет зв'язку та інформації України. 2002.-108 ст.
3. Рекомендації ІТУ-Т М.2101, М.2100, G.826.
4. КНД 45-074-97 Системи передавання цифрові. Норми на параметри основного цифрового каналу і цифрових трактів первинної мережі зв'язку України.
5. “Положення та технічні вимоги до необслуговуваних регенераційних пунктів із виділенням по ВОСП” (ДПМ ВАТ “Укртелеком”2004 р.).
6. Слепов Н.Н. Синхронные цифровые сети SDH.- М.: Радио и связь, 1997.
7. Бондаренко В.Г. Керівний технічний матеріал по застосуванню систем і апаратури синхронної цифрової ієрархії на мережах зв'язку України. - К.: 1998.
8. Стеклов В.К., Кільчицький Є.В. Основи управління мережами та послугами телекомунікацій./За ред. Стеклов В.К. – К.: Техніка, 2002.
9. “Правила устройств электроустановок” (ПУЭ);
10. “Правила технічної експлуатації електроустановок підприємств електрозв'язку України (ПТЕ);
11. ГСТУ 45.021-2001 “Акумулятори свинцеві стаціонарні”.

12. ГСТУ 45.022-2001 “Напруги живлення. Загальні вимоги та методи вимірювань”.

13. СНиП 2.04.05-91 “Отопление, вентиляция и кондиционирование”.

14. “Інструкція по експлуатації систем вентиляції та кондиціонування повітря на об’єктах зв’язку ДПМ” (ДПМ ВАТ “Укртелеком” 2002рік).3.

15. XDM® Руководство по монтажу и техобслуживанию (ИММ).Февраль 2003 г. Четвертое издание

ДОДАТОК 7

Тимчасова інструкція по взаємодії ВАТ Укртелеком з технічної експлуатації

1. Основні положення

1.1. Технічне обслуговування цифрових систем передачі (SDH, DWDM, CWDM) здійснюється керованим контрольно-коригуючим методом, який не передбачає виведення з експлуатації трактів та каналів.

1.2. Наявність в ЦСП спеціальних програмно-технічних засобів забезпечує централізований спосіб контролю та управління обладнанням цифрових систем передачі.

1.3. Контроль та управління цифрових систем передачі (ЦСП) здійснюється за допомогою робочих станцій (РС) та включає:

- експлуатаційний та оперативно-технічний контроль;
- конфігурування елементів мережі та маршрутизація цифрових трактів при введенні в експлуатацію чи при зміні маршрутів за розпорядженням ЦУТМ/РЦУ;
- конфігурування маршрутів цифрових трактів для забезпечення планів резервування за розпорядженням ЦУТМ/РЦУ;
- ведення статистики.

2. Функції та відповідальність підрозділів

2.1. Безперервний контроль, визначення стану КО, визначення місця аварії та пошкодження, конфігурування - покладається на робочі станції систем управління: SDH, DWDM, CWDM, які мають централізовані засоби управління та контролю - ЦКУТЕПМ, РгТУК, РС ОРП філії «Дирекція первинної мережі» ВАТ «Укртелеком».

2.2. Усунення лінійних аварій та пошкоджень покладається на МАВБ ЦЦСП ЦТЕПМ під керівництвом ЦКУТЕПМ, робочих станцій РгТУК, РС ОРП та відділів експлуатації філії «ДПМ ВАТ «Укртелеком».

2.3. Оперативно-технічне обслуговування станційного обладнання здійснюється технічним персоналом ОРП, ЦЦСП, під керівництвом ЦКУТЕПМ, РгТУК, РС ОРП та відповідних відділів експлуатації філії «ДПМ ВАТ «Укртелеком».

2.4. Оповіщення зацікавлених про зміну стану КО (проводиться відповідно наведеної нижче схеми) покладається на підрозділи системи оперативно-технічного управління: ІП, ВПУ, РЦУ, ЦУТМ та на ЦКУТЕПМ, який є структурним підрозділом ОТО філії «ДПМ ВАТ «Укртелеком» з наданням додаткових повноважень та функцій ОТУ. Додаткові повноваження та функції ОТУ ЦКУТЕПМ:

- визначення стану КО;
- оперативна взаємодія із зацікавленими підрозділами СОТУ (ЦУТМ, РЦУ) при зміні стану КО;
- надання інформації про хід усунення надзвичайної ситуації;
- забезпечення формування мереж згідно розпоряджень;
- складання та погодження з ЦУТМ заявок на проведення робіт на обладнанні РС ЦКУТЕПМ;
- попереднє погодження експлуатаційним підрозділам філії «ДПМ ВАТ «Укртелеком» технології виконання робіт на лініях та обладнанні, часу їх проведення для подання заявок в РЦУ відповідної зони.

2.5. Функції оповіщення по зборі МАВБ ЦЦСП покладаються на ДГ ЦТЕПМ або ВПУ, по вирішенню керівництва ЦТЕПМ.

2.6. Для технічного обслуговування, усунення аварій та пошкоджень на ЦСП в ЦТЕПМ створені комплексні спеціалізовані структурні підрозділи ЦЦСП (цех цифрових систем передачі), до яких входять мобільні аварійно-відновлювальні бригади (МАВБ).

2.7. ЦЦСП адміністративно входять до складу ЦТЕПМ та оперативно підпорядковуються робочій станції ЦКУТЕПМ, робочим станціям РгТУК, РС ОРП.

2.8. МАВБ ЦЦСП відповідають за якісне та своєчасне проведення ремонтно-відновлювальних робіт.

2.9. ЦЦСП забезпечуються спеціальними транспортними засобами, обладнаними необхідними технічними засобами для проведення аварійно-відновлювальних робіт та поточного технічного обслуговування ЦСП.

2.10. Час оповіщення, збору та виїзду МАВБ ЦЦСП на аварійно-відновлювальні роботи після визначення зміни стану КО:

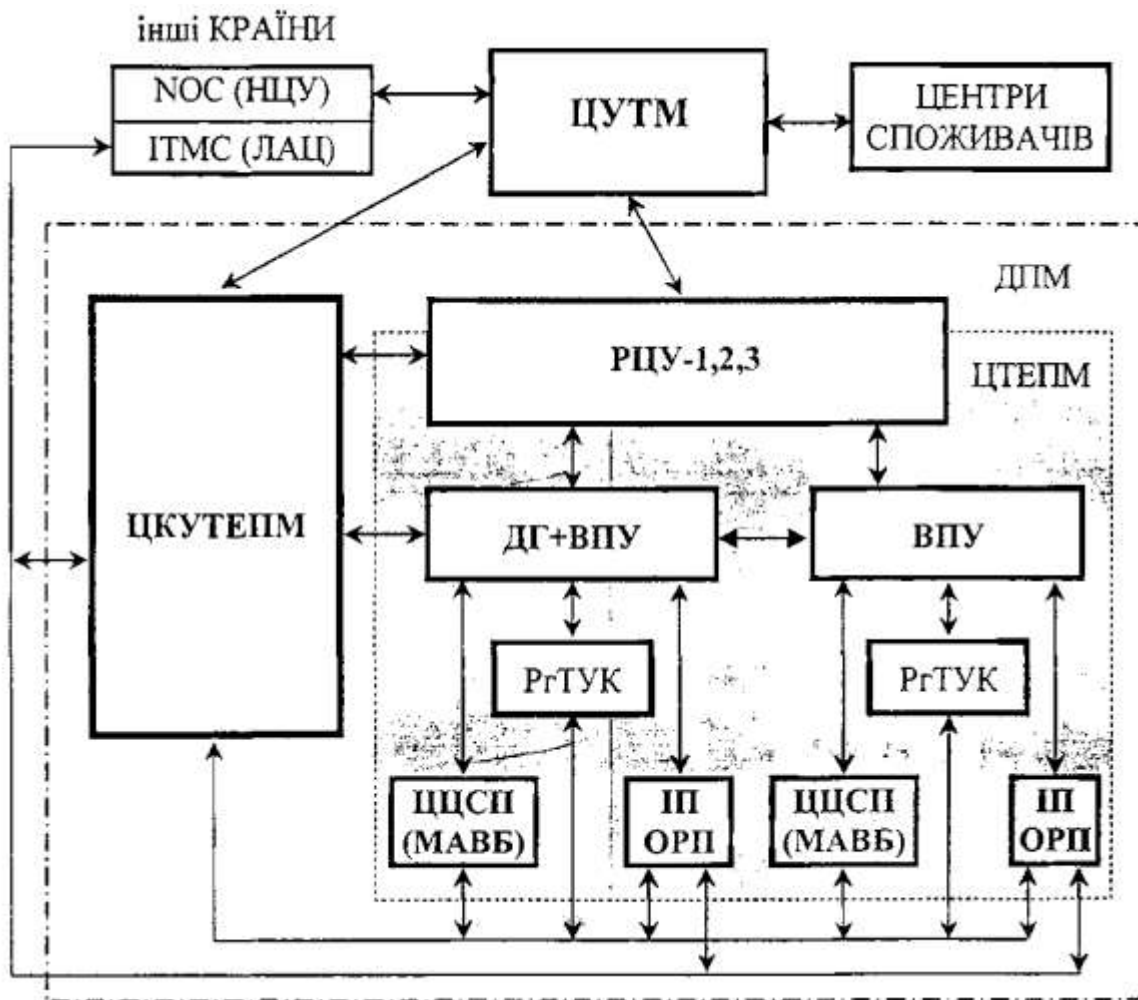
- 20 хвилин у робочий час;
- 40 хвилин у неробочий час;

2.11. Час збору та виїзду ЦЦСП по нетермінових сигналах визначає технічне керівництво ЦТЕПМ за узгодженням з відділами експлуатації філії «ДПМ ВАТ «Укртелеком», відповідними робочими станціями та СОТУ.

2.12. Оформлення, контроль за проведенням РНР на лініях та обладнанні здійснюють ВПУ по заявкам ОРП, ЦЦСП які належать до його зони.

2.13. Функції визначення зміни стану КО трактів PDH, SDH при відсутності централізованого контролю виконують ПП, згідно діючої технології COTU.

ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА ВЗАЄМОДІЇ ПІДРОЗДІЛІВ ОТУ/ОТО ПЕРВИННОЇ МЕРЕЖІ ВАТ "УКРТЕЛЕКОМ".



3. Визначення стану КО, локалізація та усунення станційних і лінійних пошкоджень на ЦСП ВОЛЗ філії «Дирекція первинної мережі» ВАТ «Укртелеком» надаються у додатку 3.

Доповнення до діючих алгоритмів СОТУ надані у додатку 3
ЗСкорочення

У цьому документі використано такі скорочення:

ВПУ	- вузловий пункт управління;
ГТУК	- група технічного управління та контролю
ЦКУТЕПМ;	
ДАС-ТМ	- довідково-аналітична система телекомунікаційних мереж;
ДГ ЦТЕПМ	- диспетчерська група ЦТЕПМ;
ДПМ	- філія «Дирекція первинної мережі» ВАТ «Укртелеком»;
ІП	- інформаційно-виконавчий пункт;
КО	- контрольований об'єкт;
ЛП	- лінія передачі;
ЛТ	- лінійний тракт;
МАВБ	- мобільна аварійно-відновлювальна бригада;
МТ	- мережевий тракт;
НРП	- не обслуговуваний регенераційний пункт;
ОДС	- оперативно-диспетчерська служба ЦКУТЕПМ;
ОТО	- оперативно-технічне обслуговування телекомунікаційних мереж;

ОТУ	-	оперативно-технічне	управління
телекомунікаційними мережами;			
ОРП	-	обслуговуючий регенераційний пункт;	
РгТУК	-	регіональна група технічного управління та контролю	
РС	-	робоча станція;	
РЦУ	-	Регіональний центр	управління
телекомунікаційними мережами;			
СОТО	-	система оперативно-технічного обслуговування;	
СОТУ	-	система оперативно-технічного управління;	
ЦКУТЕПМ	-	Центр контролю та управління технічною експлуатацією первинної мережі філії «ДПМ ВАТ «Укртелеком»	
ЦСП	-	цифрові системи передачі;	
ЦТЕПМ	-	Центр технічної експлуатації первинної мережі філії «ДПМ ВАТ «Укртелеком»;	
ЦУТМ	-	Центр управління телекомунікаційними мережами	«Укртелеком»;
ВАТ			
ЦЦСП	-	цех цифрових систем передачі;	
CWDM	-	грубе спектральне мультиплексування сигналів;	
DWDM	-	щільне спектральне мультиплексування сигналів;	
SDH	-	синхронна цифрова ієрархія.	

Додаток 8

Оцінка якості при пакетній передачі в ІР-телефонії.

В. Г. Бондаренко, к.т.н., проф.. ДУІКТ І.П. Павелко, аспірант
ОНАЗ, викладач ДЗ «ККЗ»

В сучасному стані розвитку телекомунікацій, велика увага приділяється дослідженню якості пакетної передачі сигналів. Аналіз затримок являється

актуальним оскільки при передачі пакетних даних цей процес впливає на якість ведення розмови.

Основними складовими якості IP-телефонії є: (рис. 1)

- Якість мови, що включає:
 - Діалог - можливість користувача зв'язуватися і розмовляти з іншими користувачами в реальному часі і повнодуплексному режимі;
 - розбірливість - чистота і тональність мовлення;
 - відлуння - чутність власної мови;
 - рівень - гучність мови.
- Якість сигналізації, що включає:
 - ◆ встановлення дзвінка - швидкість успішного доступу та час встановлення з'єднання;
 - ◆ завершення виклику - час відбою та швидкість завершення;
 - ◆ DTMF - визначення і фіксація сигналів багаточастотного набору номера.

Фактори, що впливають на якість IP-телефонії, можуть бути розділені на дві категорії:

- Фактори якості IP-мережі:
 - ◆ максимальна пропускна здатність – максимальна кількість корисних та надлишкових даних, які вона передає;
 - ◆ затримка – проміжок часу, необхідний для передачі пакету через мережу та джиттер – затримка між двома послідовними пакетами;
 - ◆ втрата пакета – це пакети або дані, втрачені при передачі через мережу.
- Фактори якості мовного шлюзу:
 - ◆ необхідна смуга пропускання – різні вокодери вимагають різну смугу. Наприклад, вокодер G.723, використаний в подальших експериментальних дослідженнях, вимагає смуги 16,3 кбіт/с для кожного мовного каналу;
 - ◆ затримка – час, необхідний цифровому сигнальному процесору DSP або іншим пристроям обробки для кодування та декодування мовного сигналу;
 - ◆ буфер джиттера – визначає час збереження пакетів даних до тих пір, поки всі пакети не будуть отримані і можна буде передати в необхідній послідовності для мінімізації джиттера;
 - ◆ втрата пакетів – це втрата пакетів при стисненні і/або передачі в обладнанні IP-телефонії;
 - ◆ придушення відлуння – механізм для придушення відлуння, яке виникає при передачі по мережі;
 - ◆ управління рівнем сигналу – можливість регулювати гучність мови.



Рис. 1. Фактори, що впливають на якість передачі мови

Затримка сигналу створює незручність при веденні діалогу, призводить до накладання розмов і виникнення відлуння. Відлуння виникає у разі, коли відбитий мовний сигнал від дальнього кінця разом з сигналом передачі повертається знову тому, хто говорить. Відлуння стає великою проблемою, коли затримка в петлі передачі більше, ніж 50 мс. Так як відлуння є проблемою якості, системи з пакетною комутацією мови повинні мати можливість керувати відлунням і використовувати ефективні методи ехоподавлення. Складності при веденні діалогу та накладених розмов стають серйозним питанням якості, коли затримка в одному напрямку передачі перевищує 250 мс. Можна виділити наступні джерела затримки при пакетній передачі мови з кінця в кінець

Також на якість дуже впливає затримка накопичення (іноді називається алгоритмічної затримкою): ця затримка обумовлена необхідністю збору кадру мовних відліків, що виконується в мовному кодері. Величина затримки визначається типом мовного кодера і змінюється від невеликих величин (0,125 мкс) до декількох мілісекунд. Наприклад, стандартні мовні кодери мають наступні тривалості кадрів:

G.729 CS-ACELP (8 кбіт/с) — 10 мс

G.723.1 -Multi Rate Coder (5,3; 6,3 кбіт/с) — 30 мс

Мережна затримка – це затримка обумовлена фізичним середовищем і протоколами, які використовуються для передачі мовних даних, а також буферами, що використовуються для видалення джиттера пакетів на приймальному кінці. Мережна затримка залежить від ємності мережі і процесів передачі пакетів в ній.

У Інтернеті затримки пакетів істотно залежать від часу доби. Крива цієї залежності має великий динамічний діапазон і швидкість зміни. Помітні зміни часу поширення можуть відбутися протягом одного нетривалого сеансу зв'язку, а коливання часу передачі можуть бути в діапазоні від десятків до сотень мілісекунд і навіть перевищувати секунду.

Джиттер відбувається коли мова або дані розбиваються на пакети для передачі через IP-мережу, пакети часто прибувають в пункт призначення в різний час і в різній послідовності. Це створює різницю часу доставки пакетів, що призводить до специфічних порушень передачі мови, у вигляді тріщання та клацання. Розрізняють три форми джиттера:

1. джиттер, залежний від даних (Data Dependent Jitter - DDJ) - відбувається у випадку обмеженої смуги пропускання, або при порушеннях в складових мережі;

2. Спотворення робочого циклу (Duty Cycle Distortion - DCD) - обумовлене затримкою розповсюдження між передачею від абонента до сервера і навпаки;
3. Випадковий джиттер (Random Jitter - RJ) - є результатом шуму квантування.

На рис. 2 наведені одержані експериментально гістограми джиттеру пакетів в локальній мережі та в Інтернет з різними швидкостями роботи, що показують емпіричний розподіл ймовірностей затримок. На осі абсцис відкладена відносна затримка. Вона характеризує реальний стан пакета в послідовності відповідно часу, що відкладений на осі по відношенню до ідеального в припущенні, що перший пакет прийшов без затримки.

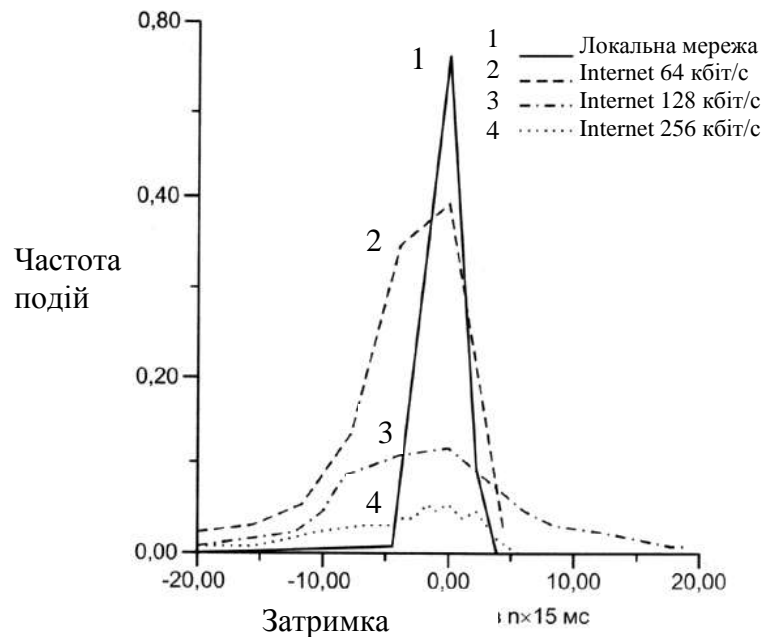


Рис. 2 Гістограма джиттеру пакетів

Втрачені пакети в IP-телефонії порушують цілісність мови і створюють спотворення мови. В існуючих IP-мережах всі голосові кадри оброблюються як дані. При пікових навантаженнях і перевантаженнях голосові кадри будуть відкидатися, як і кадри даних. Однак кадри даних не пов'язані з часом і відкинуті пакети можуть бути успішно передані шляхом повторення. Втрата голосових пакетів, у свою чергу, не може бути заповнена у такий спосіб і в результаті відбудеться неповна передача інформації. Передбачається, що втрата до 5% пакетів непомітна, а понад 10-15% - неприпустима. Причому дані величини суттєво залежать від алгоритмів компресії/декомпресії.

Також були проведені експерименти з вимірювання втрат, результати яких показані на рис. 3. По осі абсцис відкладено число послідовно втрачених пакетів. Аналіз гістограми показує, що найбільш ймовірні втрати одного, двох і трьох пакетів. Втрати великих пачок пакетів є рідкісні.

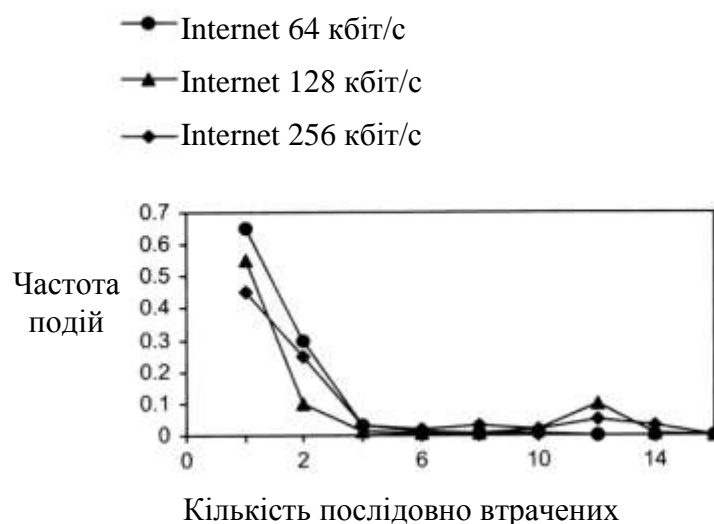


Рис. 3. Гістограма втрати пакетів

Суттєво, що втрата великої групи пакетів приводить до незворотних локальних спотворень, тоді як втрати одного, двох, трьох пакетів можна відновити.

Ясно, що з підвищенням трафіку зростають затримки і втрати в телефонному каналі. В умовах обмежених пропускних здатностей це проявляється не тільки при інтегральному збільшенні завантаження каналів, як, наприклад, в години найбільшого навантаження, але і при збільшенні потоку локального джерела інформації. Криві приведених графіків рис. 2 і 3, переконливо свідчать про необхідність використання більш низької швидкості передачі мовної інформації (в певних межах), для забезпечення кращої якості телефонного зв'язку.

На рис. 4 приведено схема забезпечення якості передачі мовного сигналу і взаємозв'язок методів її забезпечення.

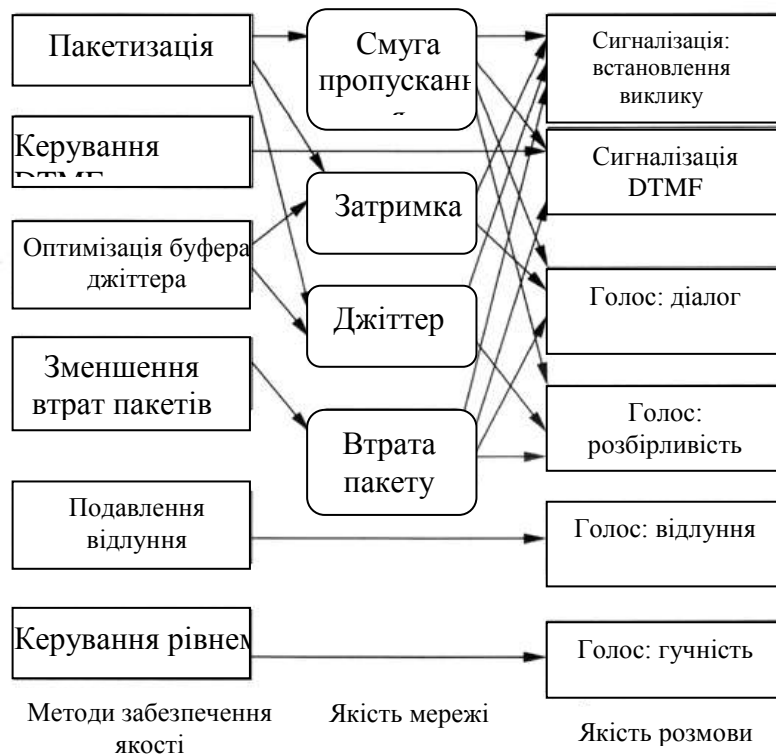


Рис. 4. Схема забезпечення якості IP-телефонії

Приведена оцінка якості і результати експериментальних досліджень показує, що є шляхи покращення передачі мовних сигналів в IP-телефонії.

Додаток 9

АНАЛІЗ

змін величини кілометричного загасання оптичних волокон
на волоконно-оптичних лініях зв'язку,
які знаходяться в експлуатації понад 10 років

З метою визначення змін величини кілометричного загасання оптичних волокон у часі (від старіння) на волоконно-оптичних лініях зв'язку в ході їх технічної експлуатації, ВЕЛКС було проведено порівняння результатів вимірів параметрів волоконно-оптичного кабелю при введенні в експлуатацію з контрольними вимірами ВОК ВОЛЗ в 2011 році.

Усього були виконані виміри 616 оптичних волокон волоконно-оптичних кабелів різних виробників, які знаходяться в експлуатації на транспортній (первинній) телекомунікаційній мережі ВАТ «Укртелеком».

Для аналізу змін кілометричного загасання оптичних волокон у часі були прийняті наступні припущення:

1. Розгляду підлягали тільки оптичні волокна волоконно-оптичних кабелів ліній зв'язку, які знаходяться в експлуатації від 10 до 16 років.

2. Різниця (зміни) кілометричного загасання оптичних волокон до 0,02dB/км є практично відносною похибкою обумовленою конструкцією самих вимірювальних приладів, і не розглядається, як погіршення параметрів оптичних волокон у часі. Згідно паспортних даних рефлектометрів, які використовувалися для вимірів, відносна похибка виміру кілометричного загасання 1,0 dB/км, складає 0,05 dB, що в перерахунку на середнє значення загасання ОВ 0,20 dB/км буде складати 0,01 dB, тим самим при двох вимірюваннях ОВ різними приладами максимальна похибка становить 0,02 dB.

3. Щорічний приріст кілометричного загасання оптичних волокон має лінійний характер.

Аналіз результатів вимірів оптичних волокон (ОВ), які надійшли з РЦТЕТТМ, показав:

1. В 482 випадках (78 % загальної кількості вимірів) збільшення загасання ОВ – менше або дорівнює 0,01dB/км.

2. В 97 випадках (16 % загальної кількості вимірів) загасання ОВ збільшилося на величину – від 0,011dB/км до 0,02 dB/км.

3. В 37 випадках (6 % загальної кількості вимірів) загасання окремих ОВ збільшилося на величину – від 0,021dB/км до 0,05 dB/км. При цьому результати вимірів інших ОВ в кабелях на цих же ділянках ВОЛЗ, не перевищували 0,02 dB/км, тобто така зміна загасання не є системною для всіх ОВ перевіреного волоконно-оптичного кабелю ВОЛЗ.

Враховуючі прийняті припущення та фактичні дані вимірів, що в 94 % значення кілометричного загасання ОВ збільшилось не більше ніж на 0,021dB, можна зробити висновок, що загасання ОВ у часі (за рахунок старіння) фактично не змінилось, а його збільшення в окремих випадках (до 6% обсягу вимірів) більш ніж на 0,021dB обумовлене локальними факторами впливу (конструктивні недоліки при виробництві ВОК, якість зварювання в оптичних муфтах, механічний вплив та т.і.).

Висновок: протягом 10–15 років експлуатації ВОЛЗ не спостерігається суттєвого збільшення кілометричного загасання оптичних волокон волоконно-оптичного кабелю у часі (від старіння), що дозволяє з метою зменшення витрат на неефективні заходи, змінити періодичність щорічних контрольних вимірювань параметрів ВОК, з 2-х разів на рік на 1 раз. При цьому для урахування температурних впливів виміри проводити: в парні роки – в літній період, а непарні – в зимній.

Додаток:

1. Розпорядження Філії від 03.04.2006 № 119 щодо періодичності контрольних вимірювань оптичних параметрів ВОК магістральних та зонних ВОЛЗ – на 1 арк.

2. Графічний аналіз змін величини кілометричного загасання оптичних волокон на ВОЛЗ, які знаходяться в експлуатації понад 10 років – на 3 арк.
3. Аналіз змін кілометричного загасання ОВ на ВОЛЗ, які знаходяться в експлуатації понад 10 років, в розрізі РЦТЕТТМ – на 1 арк.
4. Аналіз змін кілометричного загасання ОВ на ВОЛЗ, які знаходяться в експлуатації понад 10 років, в розрізі Філії – на 1 арк.
5. Дані порівняльних вимірів оптичного загасання вільних ОВ волоконно – оптичного кабелю ВОЛЗ Філії ДПМ, які знаходяться в експлуатації понад 10 років.



Додаток 1

Відкрите акціонерне товариство
«Укртелеком»Філія «Дирекція первинної мережі
ВAT «Укртелеком»

РОЗПОРЯДЖЕННЯ

03.04.2006

м. Київ

№ 119Про проведення контрольних
вимірів оптичних параметрів ВОК

З метою визначення дійсного стану оптичних параметрів ВОК, попередження пошкоджень та накопичення необхідного статистичного матеріалу щодо змін кілометричного загасання ОВ та загасання на зрощуваннях

1 Начальникам ЦТЕПМ організувати та проводити контрольні вимірювання оптичних параметрів ВОК магістральних та зонових ВОЛЗ з обох напрямків по регенераційних ділянках.

2 Контрольні вимірювання проводити два рази на рік (літо – зима).

3 Контрольні вимірювання проводити на вільних волокнах. В разі відсутності вільних волокон контрольні вимірювання проводити згідно «Інструкції про порядок оформлення планових ремонтно-налагоджувальних робіт і контрольних вимірів на первинній мережі».

4 Результати контрольних вимірювань записувати на CD.

5 Методом накладання рефлектограм проводити аналіз змін кілометричного затухання ОВ та зміну затухання на зрощуваннях.

6 Звіт про зміну кілометричного затухання, затухання на зрощуваннях та свої пропозиції по їх усуненню направляти у ВЕЛКС до 1 квітня та 1 листопада кожного року.

7 Контроль за виконанням розпорядження залишаю за собою.

Заступник директора
з питань експлуатації мереж –
головний інженер

С.І. Коршун

Розпорядження розіслати: ВЕЛКС, ЦТЕПМ 1-12; ВТФК.

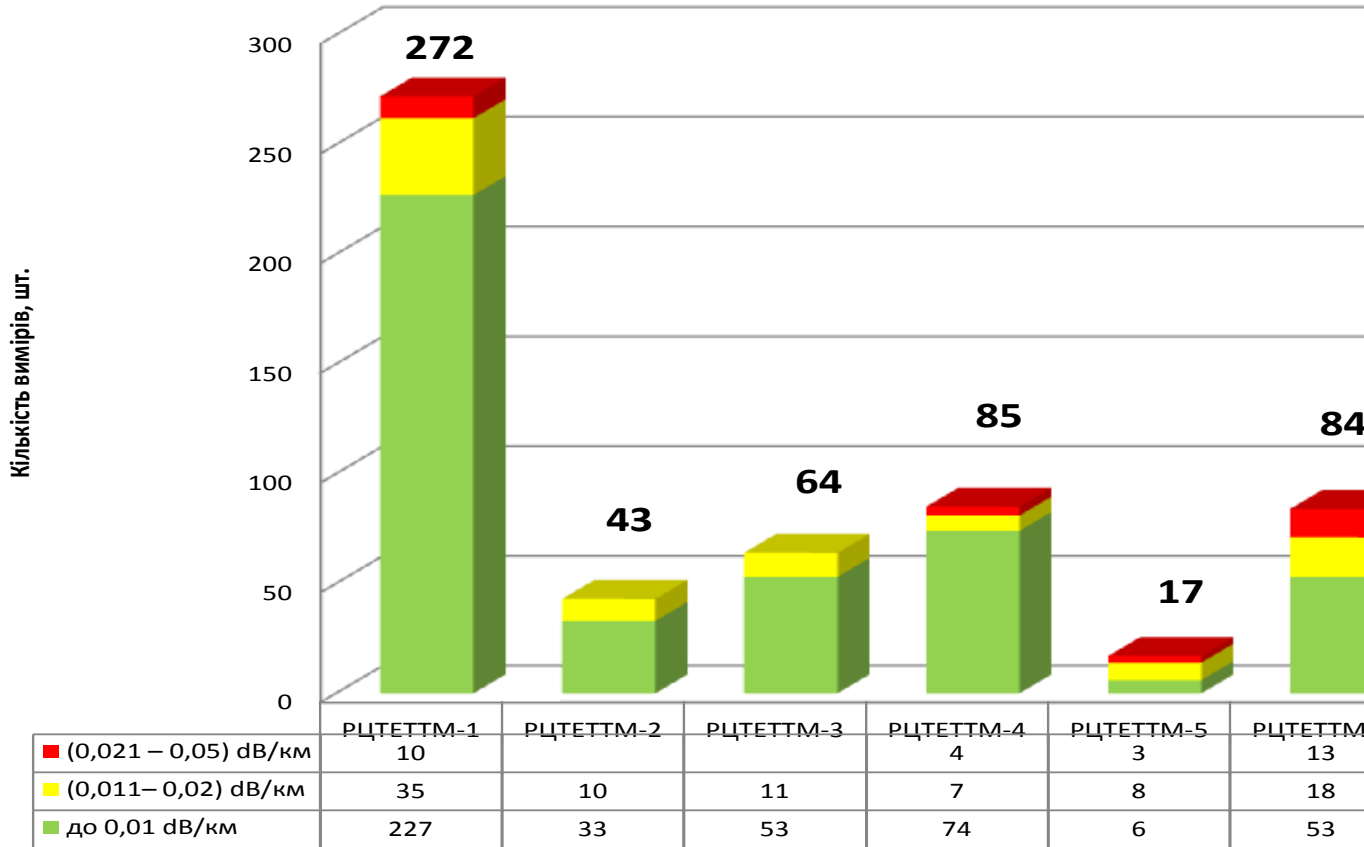
Додаток 2

ТАБЛИЦЯ

зведених даних вимірів кілометричного загасання оптичних волокон

Структурний підрозділ	Загальна кількість ділянок виміру, од	Кількість ділянок із змінами кілометричного загасання ОВ, од.		
		до 0,01 dB/км	(0,011– 0,02) dB/км	(0,021 – 0,05) dB/км
РЦТЕТТМ-1	272	227	35	10
РЦТЕТТМ-2	43	33	10	
РЦТЕТТМ-3	64	53	11	
РЦТЕТТМ-4	85	74	7	4
РЦТЕТТМ-5	17	6	8	3
РЦТЕТТМ-6	84	53	18	13
РЦТЕТТМ-7	11	8	3	
РЦТЕТТМ-8	40	28	5	7
Філія	616	482	97	37

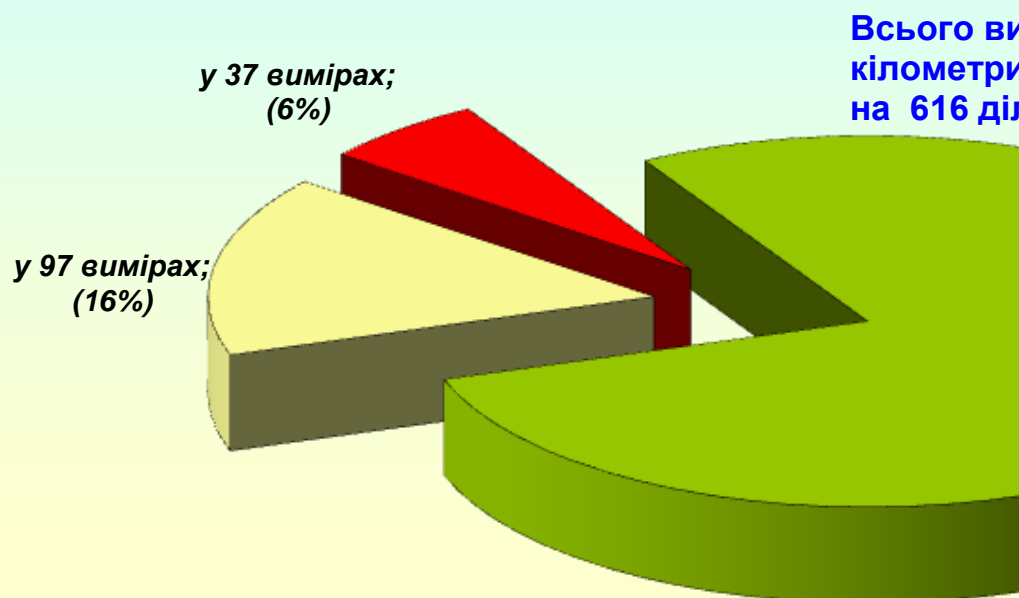
АНАЛІЗ змін кілометричного загасання ОВ на ВОЛЗ, які знаходяться в експлуатації понад 10 років, в розрізі РЦТЕТМ



АНАЛІЗ
зміни величини кілометричного загасання ОВ на ВОЛЗ,
знаходяться в експлуатації понад 10 років, в розрізі Ф

- збільшення загасання до 0,01 дВ/км
- збільшення загасання до 0,021 дВ/км

■ збільшення загасання до



Додаток 4

Додаток 10
Лабораторна робота з СЦІ (для ф-ту ТСМ)

КАФЕДРА Телекомунікаційних систем

Лабораторне заняття №

з навчальної дисципліни Технічна експлуатація систем зв'язку

напрямку підготовки _____ телекомунікації, _____

освітньо-кваліфікаційного рівня _____ спеціаліст _____

спеціальності _____ телекомунікаційні системи та мережі _____

Тема: ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ТЕ СЦІ

Лабораторне заняття № 2 розроблене професором Бондаренком В.Г. та асистентом Чупенком А.О.

Редакція: Власов О.М. доц., Жураківський Б.Ю.

Обговорено на засіданні кафедри (ПМК)

Протокол № _____

“ _____ ” _____ 2010 року

Київ 2010

ПЛАН ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТТЯ ТА РОЗРАХУНОК ЧАСУ

Вступ _____ - 5 хвилин

Питання, що підлягають вивченню:

<u>1. Вступ</u>	- 5 хвилин
<u>2. Дослідження формування транспортної системи</u>	- 40 хвилин
<u>5. Аналіз сигналів ТЕ СЦІ</u>	- 25 хвилин
<u>4. Основні положення з ТЕ СЦІ</u>	- 20 хвилин
<u>6. Домашнє завдання</u>	- 2 год.
<u>7. Література</u>	

НАВЧАЛЬНО-МАТЕРІАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Навчально-матеріальне забезпечення (наочні посібники, схеми, таблиці, ТЗН та інше). Методичні вказівки до лабораторної роботи, журнал Проведення лабораторних робіт.

Вступ

В лабораторній роботі приведені і вивчаються сучасні тенденції розвитку телекомунікаційної мережі України, а також структурні та технічні зміни, які викликані цифровізацією телекомунікаційної мережі з використанням новітніх технічних засобів електрозв'язку і визначаються об'єкти ЦСП СЦІ, що мають контролюватись, перелік перевірок та вимірів об'єктів ЦСП СЦІ, що контролюються, необхідні методики вимірів і перевірок та основні принципи обслуговування ЦСП СЦІ.

Даний матеріал розповсюджується на технічну експлуатацію ЦСП СЦІ транспортної телекомунікаційної мережі.

1 Нормативні посилання

Основними документами, на яких базується організація технічної експлуатації транспортної телекомунікаційної мережі України, є:

1. КНД 45-140-99 Правила технічної експлуатації первинної мережі ЕНСЗ України. Частина перша. Основні принципи побудови та організації технічної експлуатації.

2. КНД 45-162-2000. Правила технічної експлуатації первинної мережі ЕНСЗ України. Частина друга. Правила технічної експлуатації апаратури, обладнання, трактів та каналів передавання.

3. Рекомендації ІТУ-Т М.2101, М.2100, G.826.

4. КНД 45-074-97 Системи передавання цифрові. Норми на параметри основного цифрового каналу і цифрових трактів первинної мережі зв'язку України.

5. Мешковський К.О. Бондаренко В.Г. Біла М.О. Чупенко А.О. І.П. Павелко

СИНХРОННІ ЦИФРОВІ МЕРЕЖІ СЦІ. ТЕХНОЛОГІЇ І СТРУКТУРА WDM СИСТЕМИ.

Навчальний посібник для студентів вищ.навч закл. за напрямком “Телекомунікації”. з дисциплін СП, ЦСП, ТОТСМ, ТЕСЗ. К- 2010 - 130с

6. Бондаренко В.Г, Підручник “Технічна експлуатація систем і мереж зв'язку” К.ДУІКТ,2010р.564с

7.Бондаренко В.Г. Керівний технічний матеріал по застосуванню систем і апаратури синхронної цифрової ієрархії на мережах зв'язку України. - К.: 1998.

8. Слепов Н.Н. Синхронные цифровые сети SDH.- М.: Радио и связь, 1997.

2. Основні поняття та терміни.

Нижче приводяться деякі основні терміни СЦІ, необхідні для експлуатації систем передачі синхронної цифрової ієрархії.

Синхронна цифрова ієрархія (Synhronous Digital Hierarchy, SDH) – ієрархічний набір цифрових транспортних структур, стандартизованих для транспортування відповідно адаптованого навантаження по фізичним мережам передачі.

Віртуальний контейнер (Virtual Container-n, VC-n) – інформаційна структура, що використовується для організації з'єднань у шарі трактів СЦІ; складається з інформаційного навантаження та трактового заголовка (РОН), які об'єднуються в циклову структуру з періодом повторення 125 або 500 мкс.

Цифрова система передачі СЦ, ЦСП СЦІ (Digital Transmission System SDH) - комплекс технічних засобів, що забезпечує створення секцій, трактів VC та компонентних трактів ПЦІ.

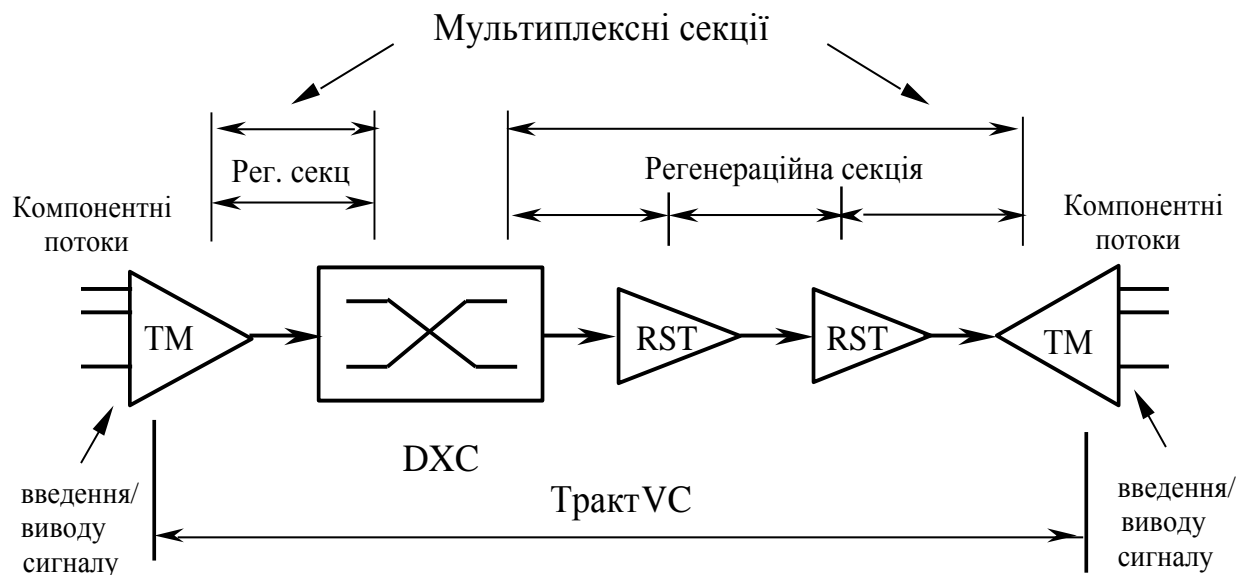
Секція СЦІ (SDH Section) - комплекс технічних засобів, призначений для передачі нормалізованих синхронних транспортних модулів (STM) із швидкістю передачі, що відповідає даному STM.

Секція СЦІ починається (закінчується) у місці формування (видалення) заголовків STM.

Секція СЦІ може бути регенераційною або мультиплексною.

Мультиплексна секція забезпечує передачу інформації між кінцевими пунктами або між кінцевим пунктом та пунктом уведення/виводу сигналу. У мультиплексних секціях можливе резервування.

Регенераційна секція (RS Regenerator Section) забезпечує передачу інформації між регенераторами (RST Regenerator Section Termination) або між регенератором і сусіднім кінцевим пунктом (MUX, DMUX).



(Д.10)Рис.1 Структура цифрової системи передачі SDH точка-точка.

Тракт VC (VC Path, VC Path Trail) - комплекс технічних засобів ЦСП, призначений для передачі нормалізованих віртуальних контейнерів (VC) із швидкістю передачі, що відповідає даному VC.

Тракт СЦІ починається (закінчується) у місці формування (видалення) заголовків VC.

Секційний заголовок (Section Overhead, SOH) - частина циклу STM-N, що несе інформацію циклової синхронізації, службового зв'язку, каналів системи обслуговування DCC, каналів користувача, якості секції й т.п.

SOH розділяється: на RSOH - заголовок регенераційної секції й MSOH - заголовок мультиплексної секції. RSOH виділяється в регенераторах, MSOH проходить прозоро регенератори та виділяється в мультиплексорах.

Трактовий заголовок (Path Overhead, POH) - частина циклу віртуального контейнеру, що забезпечує цілісність передачі VC з кінця в кінець і містить набір службових байтів. POH виділяється в пристроях закінчення трактів VC обладнання СЦІ.

Наскрізне з'єднання STM-1 (STM-1 Tandem Connection, STM-1 TC) – сукупність технічних засобів для передачі сигналу STM-1 всередині сигналів STM-4,16 при незмінному інформаційному навантаженні з можливістю безперервного контролю якісних показників з'єднання.

STM-1 TC починається (закінчується) у місці формування (видалення) заголовків STM-1 TC.

Послідовне з'єднання VC-n (Concatenated Connection, TnC) – довільна послідовність неперервних з'єднувальних ланок чи з'єднувальних підмереж; цей тип з'єднання звичайно, представляє сегмент маршруту даних, що існує в рамках адміністративного домену.

Мережевий елемент СЦІ (SDH Network Element, NE) - обладнання, що має функцію передачі цифрових сигналів та є елементом для мережевої системи обслуговування СЦІ.

Мережевий вузол СЦІ (SDH Network Node, NN) - комплекс обладнання, що має функцію передачі цифрових сигналів.

Інтерфейси мережевого вузла СЦІ (Network Node Interfaces, NNI) — інтерфейси, за допомогою яких один мережевий вузол може передавати цифрові сигнали іншим вузлам. Інтерфейси можуть бути синхронними по G.757 або плезіохронними по G.703.

Мережева система обслуговування СЦІ (Network Management System, NMS) - комплекс програмно-технічних засобів, що виконує функції контролю та керування на рівні мережевих елементів СЦІ та всієї підмережі СЦІ в цілому.

Підмережа СЦІ може складатися з однієї мережевої структури або декількох мережевих структур.

Прикладами мережевих систем обслуговування є EMOS фірми Siemens або SMS Manager фірми NEC.

Мережева структура - стандартна конфігурація мережевих елементів, контрольована та керована однією й тією же системою обслуговування.

Прикладами мережевих структур, які найбільш часто застосовуються на магістральних та зонавих мережах є лінійний ланцюг та кільце.

Синхронний мультиплексор CM (Synchronous Multiplexer) – апаратура, що має компонентні сигнали ПЦІ або СЦІ й агрегатні сигнали СЦІ. Рівень мультиплексора визначається рівнем агрегатного сигналу СЦІ.

Мультиплексор вводу/виводу MBV (Add-Drop Multiplexer, ADM) - мультиплексор, що має два робочі агрегатні порти (Захід і Схід). MBV дозволяє вводити та виділяти сигнали з/у будь-якого агрегатного порту у/з будь-які компонентні порти, а також здійснювати передачу цифрових сигналів з одного агрегатного порту в іншій.

Кінцевий мультиплексор КМ (Terminal Multiplexer, TM) - мультиплексор, що має один робочий агрегатний порт. В якості опції КМ дозволяє вводити сигнали з будь-якого компонентного порту в агрегатний та виділяти сигнали з агрегатного порту в компонентний порт.

Обладнання оперативного переключення ООП (SDH Cross-connector) - обладнання, що утворює перехресні з'єднання за допомогою переміщення тимчасових позицій віртуальних контейнерів всередині сигналів STM-N або за допомогою введення (виділення) просторово розділених компонентних сигналів у кожен (із кожної) тимчасову позицію агрегатного сигналу. ООП може бути всередині мультиплексорів СЦІ або автономною.

Робоча станція системи обслуговування, РС СО (Workstation, NMS WS) - спеціалізований комп'ютер мережевої системи обслуговування СЦІ, завантажений спеціальною операційною програмою.

Місцевий термінал МТ (Local terminal, LT) - IBM-сумісний персональний комп'ютер, що підключається безпосередньо до устаткування по стику типу F (в деяких випадках по стику типу Q) і завантажується спеціальною програмою.

Шлюзовий мережевий елемент (Gate NE) - мережевий елемент, до якого по місцевій мережі (LAN) підключається робоча станція за допомогою стику типу Q, що здійснює обслуговування певної мережевої структури СЦІ. В одній мережевій структурі може бути кілька шлюзових елементів. Один із цих шлюзових елементів є Головною станцією по організації обслуговування даної структури.

Головний мережевий елемент по синхронізації (Master Clock NE) мережевий елемент, що задає синхронізацію певній мережевій структурі СЦІ.

Компонентний тракт ПЦІ (PDH Tributary Path) - сукупність технічних засобів для передачі сигналу ПЦІ (2 Мбит/с, 34 Мбит/с, 140 Мбит/с) від компонентного входу устаткування СЦІ до компонентного виходу устаткування СЦІ.

Компонентний тракт ПЦІ контролюється за допомогою зовнішніх вимірювальних приладів.

Компонентні тракти СЦІ:

STM-1 (STM-1 Tributary Path) - сукупність технічних засобів для передачі компонентного сигналу STM-1 від компонентного входу устаткування STM-4 (STM-16) до компонентного виходу устаткування STM-4 (STM-16) при незмінному інформаційному навантаженні.

Компонентний тракт STM-1 контролюється за допомогою зовнішніх вимірювальних приладів.

STM-4 (STM-4 Tributary Path) - сукупність технічних засобів для передачі компонентного сигналу STM-4 від компонентного входу устаткування STM-16 до компонентного виходу устаткування STM-16 при незмінному інформаційному навантаженні. Компонентний тракт STM-4 контролюється за допомогою зовнішніх вимірювальних приладів.

Далі перераховані деякі відмінності ЦСП СЦІ від ЦСП ПЦІ.

1. ЦСП СЦІ не мають окремого устаткування лінійного тракту. Лінійний сигнал STM-N поширюється в середині мультиплексної секції.
2. Оптичні стики лінійних сигналів ЦСП СЦІ нормовані.
3. Тракти VC і секції STM у ЦСП СЦІ є логічними поняттями, не мають на кінцях стандартних інтерфейсів і з цієї причини не можуть бути складеними (див. наступний розділ).

Для організації безперервного контролю за послідовно включеними (тандемними) трактами VC або секціями STM-1 в устаткуванні СЦІ потрібна організація спеціальних заголовків (див. наступний розділ).

4. Тракти ПЦІ в одній ЦСП СЦІ є компонентними і простими.

Складені тракти 2М, 34М, 140М утворюються при переході від даної ЦСП СЦІ до іншої ЦСП СЦІ або ЦСП ПЦІ. Перехід здійснюється через стики по рек. G.703.

Складені компонентні тракти STM-1 утворюються при переході від даної ЦСП СЦІ до іншої ЦСП СЦІ. Перехід здійснюється через електричні стики по рек. G.703 (STM-1 електр.).

Комбіновані тракти 2М, 34М, 140М утворюються при переході від волоконно-оптичної ЦСП СЦІ до радіорелейних ЦСП СЦІ або ЦСП ПЦІ. Перехід здійснюється через стики по рек. G.703.

Комбіновані компонентні тракти STM-1 утворюються при переході від волоконно-оптичної ЦСП СЦІ до радіорелейних ЦСП СЦІ. Перехід здійснюється через електричні стики по рек. G.703.

3. Контрольовані об'єкти СЦІ

До складу цифрових систем передачі СЦІ входять об'єкти, в яких мають бути зроблені вимірювання за допомогою зовнішніх вимірювальних приладів або за допомогою вбудованої системи обслуговування СЦІ. До них відносяться:

- інтерфейси NNI;
- компонентні тракти ПЦІ, утворені за допомогою обладнання СЦІ;
- тракти СЦІ (тракти віртуальних контейнерів VC);
- регенераційні секції;
- мультиплексні секції;
- наскрізні з'єднання (ТС) на швидкості STM-1;
- компонентні тракти STM-1, утворені за допомогою обладнання СЦІ.

Фізичні інтерфейси мережевих вузлів відповідно до рекомендації G.709 розділяються на електричні інтерфейси ПЦІ (G.703) й оптичні інтерфейси STM-N (G.957).

Електричні інтерфейси ПЦІ перевіряються за допомогою зовнішніх вимірювальних приладів. Погіршення якості сигналу на цих інтерфейсах у процесі експлуатації можна контролювати також за допомогою системи обслуговування по порушенню коду (code violation) на стиках ПЦІ.

На оптичних інтерфейсах STM-N при обслуговуванні за допомогою зовнішніх вимірювальних приладів вимірюють рівень оптичної потужності на

передачі, чутливість оптичних приймачів та рівень оптичної потужності на прийомі. Деякі показники (наприклад, старіння лазера) можуть бути виміряні за допомогою системи обслуговування в процесі експлуатації.

Тракти ПЦІ, утворені за допомогою обладнання СЦІ, можуть бути первинними (2М), третинними (34М) або четвертинними (140М). Дані тракти мають електричні стики відповідно до рек. G.703 МСЭ-Т.

В якості трактів СЦІ використовуються тракти VC-12, VC-3 й VC-4. Тракти VC-3, VC-4 відносяться до трактів вищого порядку, а тракт VC-12 - до трактів нижчого порядку.

Тракти VC починаються й закінчуються в пристроях, де формуються й видаляються трактові заголовки POH і не мають доступних для експлуатаційного персоналу нормалізованих електричних стиків. Якісні показники трактів VC можна виміряти тільки за допомогою терміналів обслуговування (місцевих або мережевих).

Регенераційні та мультиплексні секції починаються й закінчуються в пристроях, де формуються й видаляються секційні заголовки RSOH й MSON відповідно. Вони також не мають доступних нормалізованих електричних стиків. Ці секції використовуються для передачі сигналів STM-N, де N=1,4,16. Якісні показники секцій можна виміряти тільки за допомогою терміналів обслуговування (місцевих або мережевих).

Загальною ознакою трактів і секцій СЦІ є те, що ці об'єкти контролюються й управляються мережевою системою обслуговування СЦІ як цілісні одиниці.

Система обслуговування призначена для контролю й керування всіма операціями, необхідними для функціонування обладнання та мережі СЦІ. На апаратному рівні в неї входять мережева робоча станція РС (спеціалізований комп'ютер), місцеві термінали МТ (персональні комп'ютери), інтерфейси обслуговування й контролери обладнання. На програмному рівні система обслуговування включає операційну систему обслуговування для робочої станції та спеціальне програмне забезпечення для місцевих терміналів.

Інтерфейси обслуговування обладнання й мережі СЦІ діляться на:

- інтерфейси низького рівня;
- інтерфейси високого рівня.

До інтерфейсів низького рівня відносяться інтерфейси до сигналізації стійки/ряду/станції й інтерфейси для контролю та керування зовнішнім обладнанням (наприклад, до датчиків несанкціонованого доступу та датчиків пожежі, до джерел синхронізації та живлення). Вони повинні являти собою групи замкнених або розімкнених контактів реле (або контактів іншого типу), що керуються за допомогою контролерів обладнання.

До інтерфейсів високого рівня відносяться інтерфейс до робочої станції й інтерфейс до місцевого терміналу.

Інтерфейс до РС повинен відноситися до групи Q - інтерфейсів TMN (Рек. G.773 МСЕ-Т).

Інтерфейс до МТ повинен відноситися до групи F - інтерфейсів TMN.

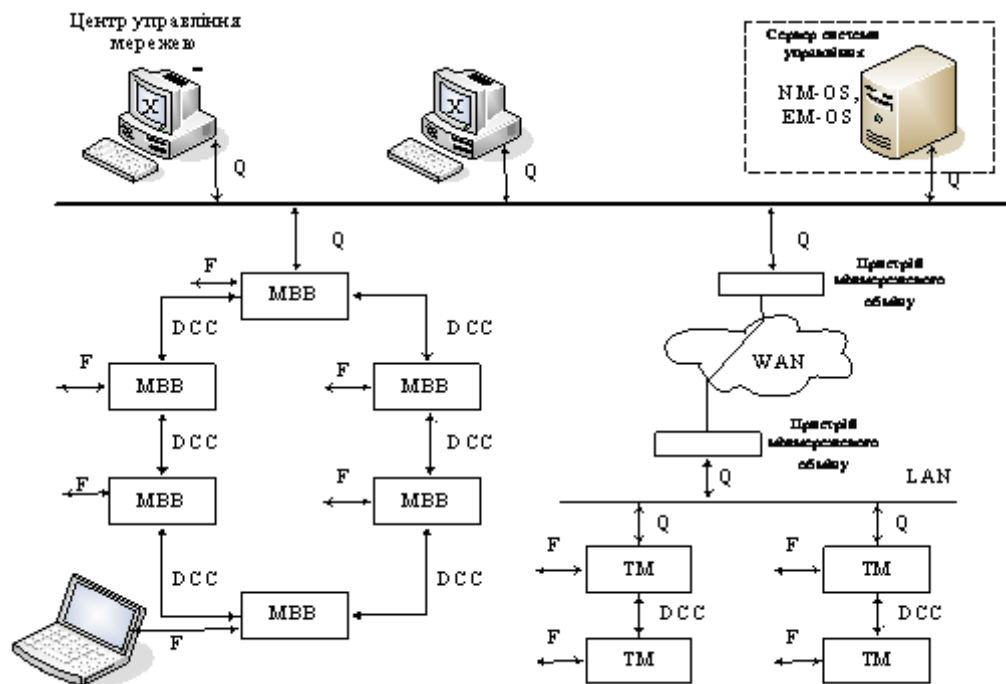
Система обслуговування (СО) повинна функціонувати на двох рівнях:

- мережному;
- елементному.

РСЗ являє собою робочу станцію наступного рівня обслуговування, що управляє даною лінійною структурою й іншими мережевими структурами.

На цих двох рівнях у системі обслуговування повинні виконуватися наступні основні операції:

- доступ у систему;
- конфігурування;
- обслуговування подій;
- контроль якості;
- адміністрування.



(Д.10)Рис.2. Структурна схема управління мережею СЦІ.

4. Сигнали обслуговування в ЦСП СЦІ

Для локалізації й усунення пошкоджень в ЦСП СЦІ використовуються наступні сигнали:

CIAC (Alarm Indication Signals, AIS) - Сигнал індикації аварійних станів надсилається, при наявності пошкодження в напрямку прийому сигналу, в напрямку передачі сигналу. AIS мультіплексної секції (MS-AIS) являє собою всі "1" у бітах 6, 7, 8 байта K2 SOH після дескремблювання. AIS компонентного або адміністративного блоку (TU-n AIS або AU-n AIS) являє собою всі "1" у всьому циклі TU-n або AU-n, включаючи показник.

(Remote Defect Indication, RDI, раніше називався FERF) - Сигнал індикації віддалених дефектів. MS-RDI надсилається на передавальний кінець у випадку аварії на приймальному кінці або прийому AIS й представляє собою код "110" у бітах 6, 7, 8 байта K2 SOH після дескремблювання.

(Remote Error Indication, REI, раніше називався FEBE) - Сигнал індикації помилок на віддаленому кінці. Сигнал MS-REI, формується при перевищенні порога помилок цифрового потоку. Сигнал характеризує аварійний стан цифрових трактів та посилається на передавальний кінець у випадку помилок на віддаленому кінці секції і представляє собою код, що показує кількість помилок; надсилається у байті M1.

Для трактів VC-3,4 сигнал RDI записується в 5-му біті ("1" або "0") байта G1. Для трактів VC-12 сигнал RDI записується у 8-му біті байта V5 у вигляді "1" (пошкодження) або "0" (немає пошкоджень).

Для трактів VC-3.4 сигнал REI записується в певному коді, що показує кількість помилок та надсилається у бітах 1-4 байта G1. Для трактів VC-12 сигнал записується в 3-му біті байта V5 у вигляді "1" (помилки) або "0" (немає помилок).

LOS (Loss of Signal) - утрата сигналу; характеризує стан трактів, пошкодження цифрового потоку. Цей сигнал характеризує одну з трьох причин пошкодження:

- пошкодження оптичного кабелю;
- пошкодження патчкордів;
- пошкодження з'єднувальної лінії;
- пошкодження передавача чи приймача;
- пошкодження живлення мультіплексора.

При усіх випадках порушується зв'язок між мультіплексорами.

LOF (Loss of Frame) - втрата кадру сигналу (циклу). Сигнал, який характеризує порушення синхронізації циклу на прийомі секції регенерації. Як наслідок порушується структура SDH (пропадають усі тракти). Сигнал формується при аварії регенераційної секції.

TIM (Trace Identifier Mismatch) – порушення маршруту траси. Сигнал формується для віртуальних контейнерів при порушеннях траси. При цьому пропадають тракти відповідних віртуальних контейнерів VC4, VC3, VC12.

LOP (Loss of Pointer) – втрата вказівники. Характеризує порушення синхронізації при формуванні віртуального контейнера. При цьому пропадають тракти відповідних віртуальних контейнерів VC4, VC3, VC12.

SLM (Signal Label Mismatch) – невідповідність мітки сигналу. Характеризує порушення мітки виду корисного навантаження сигналу. При

цьому пропадають тракти відповідних віртуальних контейнерів VC4, VC3, VC12.

LOM (Loss of Multiframe) – втрата мультiframe (надциклу). Втрата мультiframe призводить до аварії VC4. Порушується синхронізація потоків VC12.

TF (Transmission Fail) – збій при передачі.

Для оперативного технічного керування (OTU) пропонується формувати такі сигнали стану трактів SDH:

4.1. АВАРІЯ - сигнал який характеризує втрату послуг зв'язку по цифровому тракту SDH різних рівнів.

Таблиця 4.1 Формування сигналу “АВАРІЯ” тракту систем передачі SDH

Місце ушкодження	Характер ушкодження трактів SDH (найменування сигналів)	Умовне позначення сигналів SDH
Секція регенерації	Ушкодження тракту передачі; пропадання сигналу; втрата кадру; помилки по бітах. Повна відмова обладнання (відсутність живлення, аварія оптичного обладнання як основного так і резервного та інші)	TF, LOS, LOF, REI (FEBE)
Секція мультиплексування	Помилки по бітах; помилки по прийому на дальньому кінці; повна відмова обладнання.	REI (FEBE) RDI (FERF)
У віртуальних контейнерах VC4	Втрата мультiframe.	LOM

4.2 Попередження - поява несправності на обладнанні, що не приводить до погіршення якості передавання.

Перелік сигналів, що характеризують стан ПОПЕРЕДЖЕННЯ

19. Аварія основних джерел живлення;
20. Робота на резервних джерелах синхронізації;
21. Робота на резервній оптичній агрегатній платі (аварія основної агрегатної оптичної плати);
22. Робота на резервному тракті (аварія основного тракту);
23. Аварія вентиляторів обладнання мультиплексора;
24. Порушення роботи системи керування елементами мережі (якщо при цьому трафік не порушується);
25. Порушення роботи контролера мультиплексора (якщо при цьому трафік не порушується);
26. Робота на резервних на трибутивних платах;
27. Живлення мультиплексора від акумуляторів.
28. Перезапуск серверів робочої станції.
29. Фіксація помилок централізованими програмними засобами у трактах

високого рівня при нормальній роботі трафіка.

30. Аварія на захистному лінійному тракті.

4.3. Норма

НОРМА-сигнал, який характеризує стан цифрового тракту.

Сигнал формується у випадку, коли тракт з "аварійного" стану, або стану попередження переходить у стан "норма" (відсутні сигнали, які характеризують стан аварія й попередження).

Широкий набір сигналів аварійного стану і перевірка на парність, які вбудовані в байтах заголовків сигналів SDH, підтримують ефективне тестування в робочому режимі (без перерви зв'язку трафіку).

Головний аварійний стан - LOS, LOP, LOF викликають сигнали індикації аварійного стану AIS, які передаються в прямому напрямку.

В залежності від рівня ієрархії обладнання, яке використовується і обслуговується відпрацьовуються різні аварійні сигнали.

5. Технічна експлуатація.

Система технічної експлуатації первинної мережі - це сукупність методів і алгоритмів технічного обслуговування об'єктів технічної експлуатації первинної мережі, комплексу технічних засобів зв'язку і програмно-технічних засобів, а також технічний персонал, який забезпечує функціонування первинної мережі із заданою якістю.

Система технічної експлуатації забезпечує ефективне функціонування первинної мережі ЄНСЗ України при визначеній якості і експлуатаційній надійності трактів і каналів передавання і досягається шляхом удосконалення організації технічної експлуатації, зокрема, її основної складової - технічного обслуговування, у взаємодії з оперативно-технічним управлінням первинною мережею.

Контроль за якістю роботи ЦСП ВОСП поділяється на:

- оперативний;
- плановий;
- позаплановий.

Оперативний контроль за якістю роботи ЦСП СЦІ здійснюється в автоматичному режимі та в процесі оперативного обслуговування.

Плановий контроль проводять за попередньо складеним планом незалежно від стану обладнання, яке перевіряється. Планування контрольних вимірювань здійснюється у відповідності з обсягом і періодичністю, що визначаються:

- даною інструкцією;
- "Інструкцією про порядок оформлення планових ремонтно-налагоджувальних робіт і контрольних вимірів на первинній мережі зв'язку України» та «Інструкцією про порядок організації позапланових ремонтно-налагоджувальної роботи на первинній мережі зв'язку України» 07.03.1997 р. НЦУ, Укртелеком.

Позаплановий контроль здійснюється після РНР, або після профілактичних робіт на робочому тракті.

Система обслуговування дозволяє виміряти велику кількість параметрів трактів VC або секцій, однак для експлуатаційних цілей найбільш важливим є вимір показників помилок. На теперішній час для секцій STM і трактів VC нормуються наступні показники помилок:

- ES (ESR);
- SES (SESR).

Для контролю помилок на регенераційних й мультиплексних секціях у циклі STM-N передбачені спеціальні байти.

Для організації безперервного контролю за послідовно включеними (тандемними) трактами VC або секціями STM-1 в устаткуванні СЦІ потрібна організація спеціальних заголовків.

При контролі помилок регенераційної секції цикл STM-N після скремблювання розбивається на блоки по 8 біт. Обчислюється парність послідовно для всіх перших бітів усіх блоків. Дані підрахунку записуються в першому біті байта B1 заголовка RSOH. Процедура повторюється для других, третіх,....., восьмих бітів, поки не заповниться весь байт B1. У кожному регенераторі вміст цього байта попереднього циклу порівнюється з результатом розрахунку даного циклу й при відмінностях фіксується помилка блоку довжиною в один цикл.

Для мультиплексної секції цикл STM-N до скремблювання (без заголовка RSOH) розбивається на блоки по $24 \times N$ біта. Обчислюється парність для всіх перших бітів всіх блоків. Дані підрахунку записуються в першому біті першого байта B2 заголовки MSOH. Процедура повторюється для других, третіх,....., $24 \times N$ бітів, поки не заповниться останній ($3 \times N$) байт B2. У кожному мультиплексорі вміст цих байтів попереднього циклу порівнюється з розрахунковим значенням для даного циклу й при відмінностях фіксується помилка блоку довжиною в один цикл, що використовується для розрахунку показників помилок на мультиплексній секції.

Аналогічним чином організується контроль помилок у трактах VC за допомогою заголовків POH. Для VC-3, VC-4 використовується байт B3 (BIP-8), для VC-12 використовуються два біти байта V5 (BIP-2).

У проєкті нової рекомендації G.709, що найближчим часом замінить рекомендації G.707, G.708, G.709, введено поняття наскрізного з'єднання (tandem connection), зокрема, на швидкості STM-1 всередині STM більш високого порядку. У цьому випадку в трактовому заголовку VC високого порядку виділяються байти, що утворюють заголовок наскрізного з'єднання, що дозволяє контролювати наскрізне з'єднання STM-1. Слід зазначити, що при наскрізному з'єднанні залишається незмінним тільки інформаційне навантаження.

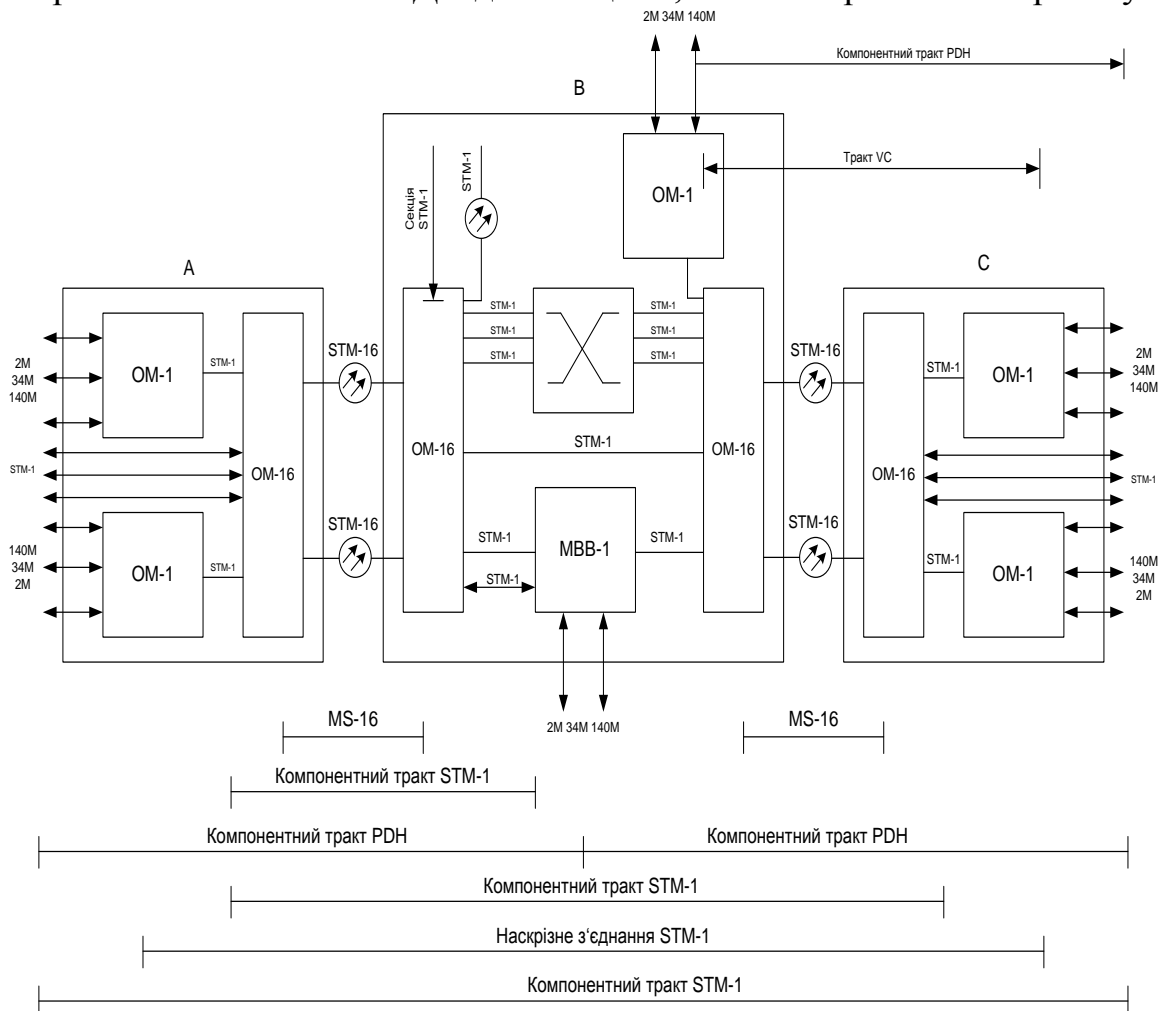
Тому наскрізні з'єднання (ТС) також є об'єктами СЦІ, що контролюються.

На теперішній час в обладнанні, встановленому на лініях СЦІ України заголовки наскрізного з'єднання не використовуються. При здачі в

експлуатацію обладнання ВОЛЗ якості наскрізних з'єднань на ділянках 1,2,3,4,5 оцінюють, вимірюючи компонентні тракти ПЦІ (в цьому випадку 34M), а на ділянках 2,3,4 - вимірюючи компонентні тракти STM-1.

У системі SDH використовується метод контролю параметрів помилок без відключення каналу, що одержав назву методу контролю парності (Bit Interleaved Parity -BIP). Метод контролю парності є оціночним, оскільки декілька помилок можуть компенсувати одна одну в **змісті** контролю парності, проте цей метод дає прийнятний рівень оцінки якості цифрової системи передачі. Оскільки технологія SDH передбачає створення секційного й трактового заголовка, метод контролю парності дає можливість тестування параметрів цифрової системи передачі від секції до секції і до кінця маршруту ("end to end"). Для цього використовуються спеціальні байти (див. вище) у складі заголовків SOH і POH.

На рис. 5.1 показані межі ДО для ланцюга, взятого з реального проекту.



(Д.10)Рис.3. Методи контролю й визначення помилок у системі SDH

Незважаючи на те що цей метод, також як і CRC, є оціночним, він дає гарні результати при аналізі систем передачі SDH. Алгоритм контролю парності достатньо простий. Контроль парності виконується для конкретного

блоку даних циклу в межах груп даних по 2, 8 і 24 біта (ВІР-2, ВІР-8 і ВІР-24 відповідно). Ці групи даних організуються в стовпчики, потім для кожного стовпчика розраховується його парність, тобто парна або непарна кількість одиниць у стовпчику. Результат підрахунку передається у виді кодового слова на протилежну сторону. На приймальній стороні проводиться аналогічний розрахунок, порівнюється з результатом і робиться висновок про кількість помилок парності. Результат порівняння передається у зворотному напрямку.

Таблиця 3 Байти, які використовуються для контролю парності і ділянки SDH.

Байт	Заголовок	Довжина	Секція моніторингу
B1	RSOH	ВІР-8	STM-1
B2	MSON	ВІР - 24	STM - 1 без RSOH
B3	POH VC - 3/4	ВІР-8	VC - 3/4
V5	POH VC - 1/2	ВІР-2	VC - 1/2

Моніторинг робочих параметрів на кожному рівні ієрархії обслуговують основні на перевірки парності перемежування бітів (ВІР), які вставляються кадр за кадром.

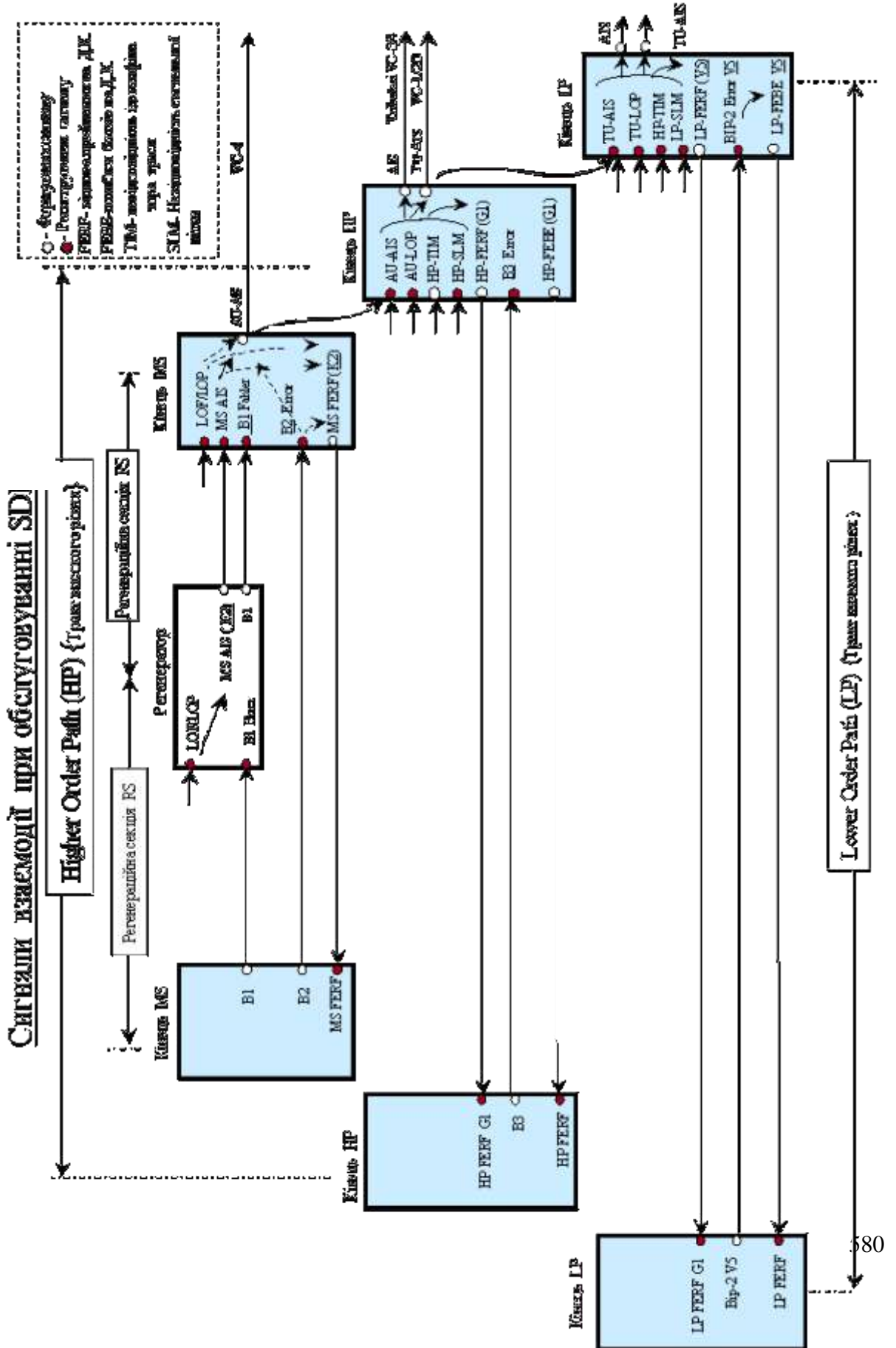
Ці перевірки парності розміщуються у відповідно регенераційному, мультиплексному і трактовому заголовку. Крім того, кінцеве обладнання дільниці трактів високого і низького рівня генерують сигнали індикації помилки віддаленого терміналу (REI- FEBE). Ці сигнали основані на помилках, які виявлені при перевірці парності бітів (ВІР) трактів високого й низького рівня. Сигнал REI посиляється у зворотному напрямку.

У відповідь на сигнали AIS і при визначенні основних аварійних станів приймача, мережеве обладнання посиляє у зворотному напрямку інші аварійні сигнали, для попередження про несправності потоку прямого напрямку.

На кінцевому обладнанні мультиплексної секції, де виявляється аварійний стан AIS, LOS, LOP, надсилається в заголовку цієї секції сигнали індикації RDI у зворотному напрямку.

Кінцеве обладнання трактів вищого рівня (Higher-Order), яке виявляє сигнал AIS або LOP посиляє сигнал індикації аварії (RAI) для трактів вищого рівня у зворотному напрямку.

Так само, кінцеве обладнання трактів низького рівня надсилає у зворотному напрямку після виявлення сигналу AIS або LOP тракту низького рівня.



(Д.10)Рис.4 Обслуговування без перерви зв'язку
і аварійні сигнали.

6. Оцінка якісних параметрів цифрових трактів.

6.1 Загальні положення.

Головним джерелом погіршення якості зв'язку є помилки, які впливають як на передавання мовної інформації, так і на передавання даних. Норми на якісні показники функціонування мереж зв'язку за помилками відображають вимоги різних служб і забезпечують єдиний рівень якості.

Для визначення якісного стану цифрового тракту за помилками використовуються такі показники помилок:

- *коефіцієнт помилок по секундах з помилками (ESR)* - відношення кількості секунд із помилками до загальної кількості секунд протягом часу готовності з'єднання за визначений період вимірювання;

- кількості сильно уражених помилками секунд до загальної кількості секунд протягом часу *коефіцієнт помилок по секундах, які сильно уражені помилками (SESR)* - відношення готовності з'єднання за визначений період вимірювання;

- *коефіцієнт помилок по бітах (BER) або по блоках з фоновими помилками (BBER)* - відношення кількості зіпсованих символів (блоків) до загальної кількості символів (блоків), які були передані протягом часу готовності з'єднання за визначений період вимірювання. До загальної кількості блоків не входять блоки секунд, які сильно уражені помилками (SES).

У свою чергу, секунда з помилками (ES) - це одnoseкундний інтервал, протягом якого має місце принаймні одна помилка (для цифрових каналів) або одnoseкундний інтервал з одним або з декількома блоками з помилками (для цифрових трактів). Блок із помилками (BE) - це блок, в якому один або декілька біт, які належать до цього блоку, зіпсовані.

Секунда, яка сильно уражена помилками, (SES) - це одnoseкундний інтервал, протягом якого коефіцієнт помилок по бітах перевищує або дорівнює 10^{-6} (для цифрових каналів), або одnoseкундний інтервал, в якому кількість зіпсованих помилками блоків з фоновими помилками перевищує 30% або має принаймні один період з серйозними порушеннями (для цифрових трактів). Блок з фоновими помилками (BBE) - це блок з помилками, який не входить до складу SES.

Для оцінки експлуатаційних характеристик повинні використовуватися результати вимірювань тільки в періоди готовності (Available State) тракту, інтервали неготовності (Unavailable State) з аналізу вилучаються.

Показники помилок цифрових трактів - це статистичні параметри, і норми на них визначаються з відповідною імовірністю їх виконання. За показниками помилок використовуються такі види експлуатаційних норм:

- довгострокові норми;
- короткочасні (оперативні) норми.

Довгострокові норми, визначені на підставі еталонних норм на показники помилок для міжнародного з'єднання максимальної протяжності 27 500 км, які наведені в Рекомендаціях МСЕ-E G.821 для цифрових каналів 64 кбіт/с та в

G.826 - для цифрових трактів зі швидкістю передавання сигналів від 2 048 кбіт/с і вище.

Довгострокові норми можна перевірити в експлуатаційних умовах під час проведення безперервних тривалих вимірювань - не менше одного місяця. Ці норми використовуються при перевірці показників якості цифрових каналів і трактів нових систем передавання або нового цифрового обладнання, яке впливає на ці показники. Оперативні норми, розроблені на підставі Рекомендацій МСЕ-E M.2100, M.2101, M.2110, M.2120 і потребують для такої оцінки відносно недовгих періодів вимірювання. Серед оперативних норм визнають такі:

- норми для введення в експлуатацію використовуються тоді, коли канали та тракти вже пройшли випробування на відповідність довгостроковим нормам;
- норми технічного обслуговування використовуються при контролі протягом експлуатації трактів і для визначення необхідності виведення з експлуатації при виході контрольованих параметрів за припустимі межі;
- норми відновлення систем використовуються при здаванні тракту до експлуатації після ремонту обладнання.

Норми на показники якості цифрових каналів і трактів визначені у відповідності з правилами пропорційного розподілу норм між складовими частинами номінальної первинної мережі, тобто для магістральної, внутрішньозонової та місцевої мереж. Запропонований такий розподіл загальних норм між дільницями первинної мережі:

- на магістральну мережу довжиною 1800 км відводиться 2,9 % від загальної норми для міжнародного з'єднання;
- на внутрішньозонову мережу довжиною 250 км із кожної сторони відводиться 7,5% від загальної норми для міжнародного з'єднання;
- на місцеву мережу довжиною 100 км із кожної сторони відводиться 7,5% від загальної норми для міжнародного з'єднання;
- на абонентську лінію з кожного боку відводиться 15% від загальної норми.

6.2 Норми оцінки якості цифрових трактів.

В процесі безперервного контролю перевіряється якість роботи ЦСП СЦ, під час знаходження її у робочому стані, на протязі всього часу експлуатації.

Крім того, вимірювання за допомогою вбудованих засобів контролю можуть бути проведені поза планом зацікавленими станціями, а також після погіршення рівня якості функціонування по узгодженню з ГКС-Д та ЦУТМ.

Постійний контроль за технічним станом обладнання ЦСП СЦ виконується в автоматичному режимі.

За даними постійного контролю:

- визначаються основні показники якості роботи ЦСП СЦ;
- порівнюються отримані дані з нормами і з даними попереднього контролю (паспортні дані);
- розроблюються заходи з покращення якості роботи ЦСП СЦ.

Основними функціями постійного контролю є:

- виявлення несправності обладнання ЦСП СЦІ;
- локалізація джерела пошкодження;
- усунення пошкодження.

Відповідно рекомендації ІТУ-Т на основі реєстрації та оцінки показників якості формується три оцінки якості функціонування КО:

- неприйнятна якість;
- погіршена якість;
- нормальна якість.

За результатами оцінки якості функціонування формується відповідно три види тривожної сигналізації:

- терміновий тривожний сигнал (аварія або стан відмови);
- нетерміновий тривожний сигнал (ушкодження або перед аварійний стан);
- інформаційно-технічний “індикативний” сигнал (попередження).

Визначивши зміни стану КО, технічний персонал повідомляє ЦУТМ.

Якщо показники якості обладнання ЦСП СЦІ не задовольняють нормам, приймають рішення про проведення позапланових робіт.

При наявності резервних трактів роботи можуть виконуватись в денний час. Електричні параметри резервних лінійних трактів повинні вимірюватись в обсязі і з періодичністю, прийнятими для основних трактів.

Профілактичне обслуговування обладнання, яке не охоплено контролем із боку РС ЦКУТЕПМ, виконується магістральним інженером за допомогою локального терміналу. Роботи узгоджуються згідно з установленим порядком проведення профілактичних робіт.

Виміряні параметри перевіряються на їх відповідність встановленим нормам і допускам, наведеним в електричному паспорті на відповідну СП, або в інших нормативних документах (або з результатами раніше проведених вимірювань).

Профілактичні вимірювання проводяться як за допомогою зовнішніх приладів, так і за допомогою вбудованих засобів контролю якості функціонування ЦСП СЦІ. Для проведення контрольних вимірювань застосовуються вимірювальні прилади, призначені для перевірки параметрів відповідної ЦСП СЦІ, які постачаються в комплекті з обладнанням, що встановлюється або інші прилади, що забезпечують можливість і необхідну точність вимірювань (Додаток 3, табл.Д3.1).

6.3 Норми технічного обслуговування цифрових трактів.

Норми технічного обслуговування використовуються для контролю трактів під час експлуатації, а також при визначенні необхідності виведення тракту з експлуатації при значному погіршенні показників якості.

Перевірка тракту протягом технічної експлуатації виконується за допомогою засобів експлуатаційного контролю помилок за періоди часу 15 хвилин і 1 доба.

До норм технічного обслуговування входять:

- граничні значення неприпустимої якості. Якщо значення показників

помилки виходять за межі цих значень, тракт необхідно вивести з експлуатації;

- граничні значення зниженої якості. При виході за межі цих значень контроль даного тракту і аналіз характеристик помилок повинні проводитися більш ретельно та частіше.

Для норм при технічному обслуговуванні трактів порогові значення для ESR і SESR задаються у відповідності з технічними вимогами, які визначені розробниками даного виду апаратури системи передавання та засобів контролю показників помилок. Якщо ці порогові значення не виставлені, тоді для визначення необхідності виведення тракту з експлуатації при 15-хвилинному періоді спостережень можна використовувати значення, які наведені в таблиці 6.3.1.

Таблиця 6.3.1 - Граничні значення показників помилок ES і SES для виведення з експлуатації цифрових трактів при 15-хвилинному періоді спостереження

Частка експлуатаційних норм для ділянки тракту	Показники помилок	Граничні значення ES і SES для виведення з експлуатації				
		трактів ПЦІ та СЦІ	секцій мультиплексування			
			STM-1	STM-4	STM-16	STM-64
Від 500 до 2500	ES	120	50	50	65	80
	SES	15	10	10	10	10

6.4 Норми для відновлення трактів після виконання ремонтних робіт.

Граничні значення показників помилок у разі введення тракту в експлуатацію після ремонту визначаються так, як і при введенні в експлуатацію нового цифрового тракту, але під час розрахунку порогових значень. При цьому коефіцієнт К дорівнює 0,125 для лінійних трактів систем передавання або секцій мультиплексування, та 0,5 - для цифрових трактів і ділянок.

6.5 Оцінка якості цифрових трактів на відповідність довгостроковим нормам

Вимірювання на відповідність довгостроковим нормам виконуються під час приймання каналів і трактів, які утворені в нових системах передавання, а також протягом експлуатаційних випробувань для розробки засобів збільшення експлуатаційної надійності мережі. Відповідність нормам на показники помилок повинна перевірятись протягом періоду вимірювання не менш одного місяця. При такому виді вимірювання перевіряються найчастіше усі характеристики фазового дрижання, які нормуються.

У цифрових трактах при довгострокових вимірюваннях нормуються характеристики помилок для трьох показників:

- коефіцієнт помилок по секундах з помилками (ESR);
- коефіцієнт помилок по секундах, які сильно уражені помилками (SESR);
- коефіцієнт помилок по блоках з фоновими помилками (BBER).

Для оцінки відповідності довгостроковим нормам вимірювання показників помилок у ЦТ може проводитися як із перервою зв'язку при використанні псевдовипадкової цифрової послідовності, так і без перерви зв'язку під час експлуатаційного контролю.

Цифровий тракт вважається таким, що відповідає нормам при одночасному додержанні вимог до кожного з трьох показників помилок - ESR, SESR, VBER. Порядок розрахунку довгострокової норми на будь-який показник помилок для простого тракту довжиною $L_{\text{км}}$ такий:

2. По таблиці 6.5.1 для відповідного тракту і відповідного показника помилок знаходиться значення A ;

2. Значення $L_{\text{км}}$ округлюється з точністю до 250 км для магістральної мережі та з точністю до 50 км для внутрішньозонової мережі;

5. Для значення L по таблиці 6.5.2 визначається припустима частка розрахункових норм C_1 і C_2 ;

6. Довгострокова норма на показники помилок ESR, SESR та VBER визначається як добуток відповідних значень A і C :

$$ESR = A \times C,$$

$$SESR = A \times C,$$

$$VBER = A \times C.$$

Якщо до складу тракту магістральної частини первинної мережі входить ділянка з радіорелейною системою передавання протяжністю до 2500 км, до наведеного значення довгострокової норми на показник помилок SESR додається значення 0,0005, для однієї ділянки із супутниковою системою передавання - значення 0,0001. Ці значення враховують несприятливі умови розповсюдження сигналу (для найгіршого місяця).

Якщо до складу тракту входять декілька транзитних ділянок (транзит ЦТ будь-якого порядку), кожна з цих ділянок транзиту повинна відповідати нормам для довжин ділянок L , які округлені, а весь складовий тракт повинен відповідати нормам для довжини, яка дорівнюється сумі не округлених довжин ділянок:

n

$$L = \sum_{i=1}^n L_i$$

де n - кількість ділянок транзиту.

Надалі значення L округляється до величин, які наведені в п.2, визначаються значення C і норма для відповідного показника.

Якщо тракт проходить і по магістральній і по внутрішньозонових мережах, значення C для цього тракту визначається як сума значень C_1 , C_2 і C_3 : $C = C_1 + C_2 + C_3$, а далі визначається норма для відповідного параметра.

Якщо до складу тракту магістральної частини первинної мережі входить ділянка з радіорелейною системою передавання протяжністю до 2500 км, до наведеного значення довгострокової норми на показник помилок SESR додається значення 0,0005, для однієї ділянки із супутниковою системою передавання - значення 0,0001. Ці значення враховують несприятливі умови розповсюдження сигналу (для найгіршого місяця).

Для оцінки відповідності нормам Рекомендацій G.826 частини міжнародного каналу або тракту, яка проходить по території нашої країни, можна використовувати методику визначення норм, яка викладена вище. Частина тракту, яка проходить по території України до міжнародної станції (міжнародного центру комутації), повинна задовольняти запропонованим нормам.

Для цифрових систем передавання, які розроблені до 1996 року, показник ВВЕР має значення 3×10^{-4} .

Для трактів із швидкостями передавання більше 160 Мбіт/с норми на ESR не встановлюються. Але при наявності відповідних приладів слід проводити оцінку ESR із метою технічної експлуатації та контролю.

Таблиця 6.5.1 Загальні розрахункові експлуатаційні норми на показники помилок для міжнародного з'єднання протяжністю 27 500 км

Канал (тракт)	Швидкість передавання, Мбіт/с	Довгострокові норми (А)		
		ESR	SESR	ВВЕР
ЦТ	від 1.5 до 5.0	0.04	0.001	2×10^{-4}
	Від 5.0 до 15	0.05	0.001	2×10^{-4}
	від 55 до 160	0.016	0.001	2×10^{-4}
	Від 15 до 55	0.075	0.001	2×10^{-4}
	Від 55 до 160	0.016	0.001	2×10^{-4}
	Від 160 до 3500		0.001	2×10^{-4}
	Від 160 до 3500		0.001	2×10^{-4}

Наведена норма на показник ВВЕР розповсюджується на тракти, в яких використовуються блоки сигналів із розмірами до 20 000 біт. Для тракту VC-16 (STM-16), який використовує блоки розміром приблизно по 80 000 біт, норма на показники ВВЕР дорівнює 4×10^{-4} .

Примітка 1. До наведеного значення довгострокової норми для показника SESR при включенні до тракту або каналу магістральної дільниці з радіорелейною системою передавання протяжністю до 2500 км додається значення 0,0005, однієї ділянки із супутниковою системою передавання - значення 0,0001. Ці значення враховують несприятливі умови розповсюдження сигналу (для найгіршого місяця). До оперативних норм такий додаток не додається у зв'язку з коротким періодом вимірювання.

Примітка 2. Для цифрових мережних трактів із швидкостями передавання сигналів більше 601 Мбіт/с довгострокові норми на показники помилок підлягають вивченню (ПВ).

Таблиця 6.5.2 - Частина експлуатаційних норм на показники помилок тракту (каналу) довжиною L км для магістральної та внутрішньозонових первинних мереж України при визначенні довгострокових норм

Магістральна первинна мережа		Внутрішньозонова первинна мережа	
Довжина менше або дорівнює,	C_1	Довжина менше або дорівнює,	C_2
250	0,004	50	0,015

500	0,008	100	0,03
750	0,012	150	0,045
1000	0,016	200	0,06
1250	0,02	250	0,075
1 500	0,024		
1 750	0,028		
1 800	0,029		

Відповідно до розподілу розраховані значення показників якості по помилках для цифрових лінійних трактів первинної мережі зв'язку України (таблиці 6.5.3, 6.5.4, 6.5.5)

Норми на SESR залежать не від швидкості передачі та ієрархії (ПЦІ або СЦІ), а також від місця використання на мережі зв'язку України. Нормовані значення ESR, SESR і BBER наведені нижче.

Таблиця 6.5.3 Норми на SESR

Мережа	Норми на максимальну довжину	
	ЛТ	Норма на довжину L, км, ЛТ
Магістральна	$1,2 \times 10^{-4}$	$6,67 \times 10^{-8} L$
Внутрішньозоно	$1,4 \times 10^{-4}$	$5,6 \times 10^{-8} L$
Місцева	$1,4 \times 10^{-4}$	$1,7 \times 10^{-8} L$

Таблиця 6.5.4 Норми на ESR

Швидкість передачі, кГц	Мережа		
	Магістральна	Внутрішньозонона	Місцева
2048	$2,4 \times 10^{-3}$ $1,33 \times 10^{-6} L$	$2,8 \times 10^{-3}$ $1,12 \times 10^{-5} L$	$3,4 \times 10^{-3}$ $3,4 \times 10^{-5} L$
8448	$3,0 \times 10^{-3}$ $1,67 \times 10^{-6} L$	$3,57 \times 10^{-3}$ $1,43 \times 10^{-5} L$	$4,2 \times 10^{-3}$ $4,2 \times 10^{-5} L$
34368	$4,5 \times 10^{-3}$ $2,5 \times 10^{-6} L$	$5,25 \times 10^{-3}$ $2,1 \times 10^{-5} L$	$6,37 \times 10^{-3}$ $6,37 \times 10^{-5} L$
139 264 и 155520	$9,6 \times 10^{-3}$ $5,3 \times 10^{-6} L$	$1,12 \times 10^{-3}$ $4,48 \times 10^{-6} L$	$1,36 \times 10^{-2}$ $1,36 \times 10^{-4} L$

Примітка: Жирним шрифтом виділені значення, які відповідають нормам на максимальну довжину ЛТ. Світлим виділено значення норм при довжині лінійного тракту L.

Таблиця 6.5.5 Норми на BBER

Мережа	Норми на максимальну довжину	
	ЛТ	Норма на довжину L, км, ЛТ
Магістральна	$1,2 \times 10^{-5}$	$6,67 \times 10^{-9} L$
Внутрішньозононов	$1,4 \times 10^{-5}$	$5,6 \times 10^{-8} L$
Місцева	$1,7 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{-7} L$

6.6 Оцінка якості цифрових трактів на відповідність оперативним нормам.

Оперативні норми визначаються для двох показників помилок:

- коефіцієнт помилок по секундах з помилками (ESR);
- коефіцієнт помилок по секундах, які сильно уражені помилками (SESR).

Для оцінки відповідності оперативним нормам вимірювання показників помилок в ЦТ можна проводити як без перерви зв'язку за допомогою системи експлуатаційного контролю, так і з перервою зв'язку з використанням засобів вимірювання.

ЦТ відповідають оперативним нормам при одночасному додержанні вимог до кожного з показників помилок - ESR і SESR.

Розрахунок порогових значень показників помилок проводиться у такій послідовності:

1. Визначаються середні оперативні норми показників помилок R_0 для SESR і ESR. Вони розраховуються за формулами:

$$R_0 = ESR_0 = B \times D \times k,$$

$$R_0 = SESR_0 = B \times D \times k,$$

де B - значення розрахункової норми, яке наведене у таблиці 6.6.2,

D - сумарне значення частки загальної норми для різних ділянок первинної мережі України, яке наведене у табл. 3 ,

k - коефіцієнт, який визначає призначення експлуатаційного контролю. Граничні значення коефіцієнта K для різних умов випробування системи передавання, цифрового тракту або ОЦК наведені в таблиці 6.6.1 ;

2. Визначаються порогові значення показників помилок S_1 і S_2 за період спостереження T згідно з формулами

$$S_1 = R_0 - 2\sqrt{R_0/T}$$

$$S_2 = R_0 + 2\sqrt{R_0/T}$$

де R_0 - середня оперативна норма на показники помилок ESR_0 або $SESR_0$,
 T - період вимірювання, сек.

Примітка. Слід відзначити, що пороги S_1 і S_2 не використовуються при тривалості випробувань 7 діб або більше.

Таблиця 6.6.1 - Граничні значення коефіцієнта призначення експлуатаційного контролю

Системи передавання, секції		Цифрові тракти, ділянки, ОЦК	
Вид випробувань	К	Вид випробувань	К
Введення в експлуатацію	0,1	Введення в експлуатацію	0,5
Введення після ремонту	0,125	Введення після ремонту	0,5
Введення зі зниженою якістю	0,5	Введення зі зниженою якістю	0,75
Еталонне значення	1,0	Еталоннезначення	1,0

Виведення з експлуатації	Більше 10	Виведення з експлуатації	Більше 10
--------------------------	-----------	--------------------------	-----------

Під час експлуатаційного контролю за період випробувань T визначаються значення показників помилок ESR і SESR. Якщо ці значення дорівнюють S , тоді:

- при $S < S_1$ - тракт дозволяється експлуатувати або вводити в експлуатацію з деякою упевненістю;
- при $S > S_2$ - тракт не приймається до експлуатації або виводиться з неї для визначення пошкодження;
- при $S_1 < S < S_2$ - тракт дозволяється експлуатувати умовно з проведенням подальших випробувань протягом більш тривалого часу.

Якщо після проведення додаткових випробувань (наприклад, 7 діб) $S > R_0$, тракт не приймається в експлуатацію.

Для оцінки відповідності нормам частини міжнародного каналу або тракту, яка проходить по території нашої країни, можна використовувати наведену вище методику визначення норм. Але при цьому замість таблиці 6.6.3 необхідно використовувати таблицю 6.6.4



(Д.10)Рис. 5 Границі та умови введення в експлуатацію

Таблиця 6.6.2 Загальні розрахункові експлуатаційні норми на показники помилок для міжнародного з'єднання протяжністю 27 500 км

Тракт	Швидкість передавання, Мбіт/с	Оперативні норми (В)	
		ESR	SESR
ЦТ	від 1,5 до 5,0	0,02	0,001
	від 5,0 до 15	0,025	0,001
	від 15 до 55	0,0375	0,001
	від 55 до 160	0,08	0,001
	від 160 до 601	-	-

Для трактів зі швидкостями передавання більше 160 Мбіт/с норми на ESR не встановлюються. Але при наявності відповідних приладів слід проводити

Магістральна первинна мережа	Внутрішньозонова первинна мережа
------------------------------	----------------------------------

оцінку ESR з метою технічної експлуатації та контролю.

Частка розрахункових експлуатаційних норм на показники помилок тракту довжиною L км на магістральній та внутрішньозонових мережах зв'язку України для визначення оперативних норм наведена в таблиці 6.6.3 Ця частка для тракту магістральної мережі позначена D_1 та для внутрішньозонової мережі - D_2

Довжина L тракту на магістральній первинній мережі округляється до значення L , яке кратне 250 км, на внутрішньозоновій мережі - до значення, яке кратне 50 км.

Порядок визначення значення простого ЦТ такий:

3. Довжину L тракту округлюємо до значень, які наведені у табл. 6.6.3;
4. Для одержаного значення L визначаємо по таблиці 7.3 значення D_1 або D_2 .

Для складеного ЦТ порядок розрахунку такий:

1. Довжина L кожної із ділянок транзиту округлюється до значень, які визначені у табл. 6.6.3.

2. Для кожної ділянки по таблиці 6.6.3 визначається значення D_1 .

3. Одержані значення D_1 підсумовуються.

Сумарне значення D не повинне перевищувати:

- для магістральної первинної мережі 0,029,
- для внутрішньозонової мережі 0,075,
- тракту, який проходить по магістральній та двох внутрішньозонових мережах
(з обох кінців) 0,179.

Таблиця 6.6.3 - Частка експлуатаційних норм на показники помилок для ділянки тракту (каналу) довжиною L км на магістральній та внутрішньозоновій первинній мережі України для визначення оперативних норм

Довжина менше або дорівнює, км	D ₁	Довжина менше або дорівнює, км	D ₂
250	0,015	50	0,025
500	0,02	100	0,040
750	0,022	150	0,052
1 000	0,024	200	0,065
1 250	0,026	250	0,075
1 500	0,027		
1 800	0,029		

Контроль показників помилок у цифрових трактах для оцінки відповідності оперативним нормам може проводитися в експлуатаційних умовах протягом різних інтервалів часу - 15 хвилин, 1 або 2 години, 1 доба, 7 діб. Для аналізу результатів контролю визначаються порогові значення S₁ і S₂ для показників помилок ESR і SESR за період вимірювання T, які характеризують стан об'єкта вимірювання (припустимий, невизначений та неприпустимий). Порогові значення показників помилок при переході від одного стану до другого позначимо літерами S₁ і S₂ (малюнок 1). Ці значення визначаються відносно середньої норми R₀ на показники помилок при короткочасних вимірюваннях.

Таблиця 6.6.4 - Частка експлуатаційних розрахункових норм на показники помилок для міжнародних каналів і трактів

Довжина L	Частка розрахункових норм
менше або дорівнює 500 км	0,02
від 500 до 1 000 км	0,03
від 1 000 до 2 500 км	0,04

Норми для введення в експлуатацію цифрових трактів.

Норми на показники помилок для введення в експлуатацію цифрових трактів визначаються згідно з формулами:

$$R_0 = ESR_0 = B \times D \times k, \quad R_0 = SESR_0 = B \times D \times k,$$

$$S_1 = R_0 - 2\sqrt{R_0/T}$$

$$S_2 = R_0 + 2\sqrt{R_0/T}$$

де R₀ - середня оперативна норма на показники помилок ESR₀ або SESR₀,
T - період вимірювання, сек.

з використанням відповідного коефіцієнта призначення експлуатаційного контролю, довжини каналу або тракту та тривалості випробувань. Норми перевіряються після проведення випробувань на відповідність довгостроковим нормам.

При введенні в експлуатацію цифрового тракту вимірювання показників помилок виконується двома етапами.

На першому етапі вимірювання виконуються з перервою зв'язку за допомогою псевдовипадкової цифрової послідовності протягом 15 хвилин. Якщо під час таких вимірювань відбувається принаймні одна подія ES або SES, або подія неготовності, тоді вимірювання повторюються до двох разів. Якщо протягом третього випробування спостерігається будь-яка з цих подій, необхідно перейти до локалізації пошкодження.

Після вдалого виконання першого етапу виконуються випробування протягом однієї доби. Ці випробування можна проводити як без перерви зв'язку за допомогою засобів експлуатаційного контролю, так і з перервою зв'язку з використанням псевдовипадкової цифрової послідовності.

Розраховуються оперативні норми на показники помилок та їх порогові значення S_1 і S_2 для тривалості випробувань 24 години і порівнюються з відповідними значеннями, які одержані під час вимірювань.

На першому етапі випробування повинні виконуватись протягом 15 хвилин. Якщо під час цього етапу не виявлена жодна подія ES або SES, тоді виконуються випробування протягом 24 годин (1 доба). По таблиці 4 знаходимо $k = 0,5$. По формулам розраховуємо значення R , S_1 і S_2 .

$$R_0 = ESR_0 = B \times D \times k,$$

$$R_0 = SESR_0 = B \times D \times k,$$

$$S_1 = R_0 - 2\sqrt{R_0/T}$$

$$S_2 = R_0 + 2\sqrt{R_0/T}$$

де R_0 - середня оперативна норма на показники помилок ESR_0 або $SESR_0$,
 T - період вимірювання, сек.

Одержані під час контролю показники помилок порівнюються з розрахованими пороговими значеннями R_0 , S_1 , і S_2 . Якщо по результатах контролю необхідно провести вимірювання протягом 7 діб, порогове значення для цього випадку визначається як значення R_0 .



(Д.10)Рис. 6. Алгоритм випробувань ЦТ при введенні в експлуатацію.

При одночасному введенні в експлуатацію більше одного цифрового тракту, що входять до одного і того ж тракту більш вищого рівня (цифрового тракту більш вищого рівня або лінійного тракту цифрової системи передавання), і цей тракт вводиться в експлуатацію одночасно з трактами нижчого рівня, необхідно провести випробування тільки першого тракту даного рівня протягом 1 доби, а інші тракти проходять випробування протягом 2 годин.

При введенні в експлуатацію кількох цифрових трактів, які входять до складу одного тракту більш вищого рівня, та при наявності засобів експлуатаційного контролю помилок у трактах перевірку кожного з таких трактів можна проводити протягом 15 хвилин або при послідовному їх з'єднанні по шлейфу одночасно протягом 15 хвилин. При цьому використовуються критерії оцінки для одного напрямку передавання одного тракту. За кожний з періодів випробування по 15 хвилин не повинна відбуватися ні одна подія ES або SES або подія неготовності.

7. Види робіт на обладнанні ВОЛЗ ЦСП СЦІ

Всі види робіт на обладнанні ЦСП СЦІ проводяться по узгодженню з ЦКУТЕПМ, відповідними відділами Філії «Дирекція первинної мережі ВАТ «Укртелеком» і ЦУТМ.

В разі необхідності проведення будь-яких робіт на обладнанні ЦСП або ЕЖУ, виконання яких може привести до виникнення аварійної ситуації, для уникнення втрати бази даних (конфігурації) діючих мультиплексорів, необхідно створювати резервні копії бази даних мультиплексорів.

Приміщення, де встановлено обладнання ЦСП СЦІ, повинно задовольняти вимогам ефективної та надійної експлуатації високотехнологічного електронного обладнання і повинно відповідати “Технічним вимогам до НРПВ” та інструкції по технічному обслуговуванню.

Роботи на обладнанні ЦСП СЦІ проводяться кваліфікованими фахівцями. При виконанні робіт на обладнанні обов’язкове застосування антистатичних браслетів, які підключаються до спеціальної клеми заземлення для зняття електростатичного заряду, якщо клема недоступна - до спеціального з’єднувального пристрою. Роботи проводяться відповідно до “Інструкції з експлуатації” на конкретний тип обладнання.

На ЦСП СЦІ проводяться наступні роботи:

- перевірка стану умов експлуатації обладнання ЦСП СЦІ;
- перевірка стану обладнання та трактів ЦСП СЦІ за допомогою системи управління і контролю;
- вимірювання електричних параметрів обладнання ЦСП СЦІ;
- створення резервної копії бази даних мультиплексорів.

Перевірка технічного стану обладнання ЦСП СЦІ проводяться на відповідність вимогам “Технічним вимогам до НРПВ”.

Перевірка стану обладнання та трактів ЦСП СЦІ за допомогою системи управління і контролю проводиться в автоматичному режимі.

Вимірювання на обладнанні ЦСП СЦІ проводяться для визначення відхилення основних показників якості роботи обладнання ЦСП СЦІ і виконуються:

- при введенні в експлуатацію (паспортизація);
- в процесі експлуатації;
- при виконанні ремонтно-налагоджувальних робіт (РНР).

Для підтримки обладнання СЦІ в робочому стані в основному використовується безперервний контроль і періодичні вимірювання без закриття зв'язку.

8. Обсяг та періодичність робіт на обладнанні ЦСП СЦІ

Роботи на обладнанні ВОСП проводяться кваліфікованими працівниками, що пройшли спеціальне навчання. Працівники повинні користуватись антистатичними браслетами, які підключаються до спеціальної клеми заземлення для зняття електростатичного заряду, якщо клема недоступна – до спеціального пристрою. Не слід під’єднувати браслети до анодованого металу чи лицевих панелей обладнання. Браслет повинен мати тісний контакт із шкірою руки оператора.

При викладці волоконно-оптичного кабелю радіус його вигину повинен бути не менше 35мм. Для уникнення пошкодження волокон кабелю при закріпленні не пережимати.

При виконанні з'єднань оптичного тракту необхідно почистити всі оптичні з'єднання з використанням мікроскопу (при роботах на лініях DWDM – тільки за допомогою оптичного мікроскопа), не слід без необхідності повертати оптичний з'єднувач навколо його осі. Оптичні з'єднувачі, які не використовуються, повинні бути закриті захисними кришками та ковпачками. Маркування не повинно вилучатись і має бути на видноті.

Усі роботи виконуються по узгодженню та під керівництвом ГТУК, результати перевірки записуються у відповідному журналі. В разі втрати контролю над мережевим елементом, роботи на обладнанні виконуються за допомогою локального менеджера.

1 Бригада аварійно-профілактичної служби, яка базується в ЦТЕПМ, забезпечує регулярне відвідування НРПВ своєї зони для профілактичного обслуговування обладнання ЦСП СЦІ та проведення аварійно-відновлювальних робіт.

2 Бригада повинна бути забезпечена вимірювальними приладами, ЗІП обладнання ЦСП.

3 Перевірка стану обладнання ЦСП СЦІ

Таблиця Д1.3.

<i>№</i>	<i>Вид робіт</i>	<i>Примітка</i>
1	Механічні	
1.1	Перевірка технічного стану приміщення НРПВ та механічних з'єднань, контактних з'єднань кабелів живлення та кабелів заземлення.	1 год.
2	Електрична профілактика	
2.1	Перевірка пульсацій та вихідної напруги блоків живлення.	Згідно вимог виробника
2.2	Чистка оптичних конекторів і контроль за допомогою мікроскопа.	При виконанні робіт пов'язаних із роз'єднанням та з'єднанням оптичних конекторів.

Примітки:

1. Технологія виконання окремих перевірок може визначатися фірмою - постачальником обладнання за узгодженням із Філією.

2. Окремі параметри перевіряються за умови їх підтримки апаратним та програмним забезпеченням.

8.1 Роботи на робочому тракті без закриття зв'язків

Дані роботи проводяться на робочому тракті після переведення основного трафіка на резервний. Роботи передбачається виконувати тільки при

необхідності - при відхиленні від норми параметрів, які характеризують працездатність тракту й отримання сигналу «Попередження» (коефіцієнт помилок Кпом $>10^{-6}$, погіршення системи синхронізації і т.д.).

На даний час відсутні рекомендації, за якими при наближенні параметрів до критичного значення необхідно проводити їх корекцію. Доцільно в проміжки часу між контрольними вимірюваннями оцінювати поведінку параметру і при необхідності приймати рішення відносно їх корекції.

(Дивись примітку 1 до Таб. Д 1.3)

При проведенні контрольних вимірювань основних показників якості роботи СП усі значення виміряних параметрів порівнюються з даними електричних паспортів, або вимогами рекомендацій ІТУ-Т. Зважаючи на те, що цифрові тракти та секції приймаються в експлуатацію тільки при відсутності помилок, систематична поява кількох помилок є підставою для проведення робіт із метою визначення причин зниження показників якості роботи трактів.

При проведенні контрольних вимірювань, електричні параметри трактів, каналів і устаткування кінцевих станцій доводяться до рівня діючих норм.

Роботи можуть бути також проведені після заміни окремих блоків обладнання ЦСП СЦІ.

Контрольні вимірювання, як правило, проводяться у денний час.

Крім того, вимірювання за допомогою вмонтованих засобів контролю якості функціонування ЦСП СЦІ, можуть бути проведені поза планом зацікавленими станціями по узгодженню з ГКС-Д.

Перелік основних видів робіт та контрольних вимірювань, які повинні виконуватися на обладнанні ЦСП СЦІ за графіками, складеними ЦТЕПМ, наведено в Додатку 1, табл.Д1.2. Графіки проведення профілактичних робіт складаються технічним відділом ЦТЕПМ та магістральними службами ЛАЦ, які експлуатують обладнання ЦСП СЦІ. Роботи узгоджуються з технічним центром управління та контролю і затверджуються начальником ЦКУТЕПМ та головним інженером ЦТЕПМ.

Таблиця Д1.2. Перелік робіт на НРПВ та обладнанні ЦСП ВОСП без закриття

<i>№ n/n</i>	<i>Найменування робіт</i>	<i>Час вик. роботи</i>	<i>Періодичність</i>
1	Зовнішній огляд		1 раз у кв.
1.1	Огляд приміщення, підвідних оптичних і електричних кабелів, ланцюгів і датчиків пожежної і охоронної сигналізації.	10 хв.	1 раз в кв.
1.2	Вологе прибирання приміщення.	30 хв.	Під час відвідувань НРП, але не рідше 1 раз на місяць.
1.3	Перевірка роботи службового зв'язку.	10 хв.	1 раз у кв.
1.4	Перевірка працездатності пожежної, охоронної сигналізації, роботи датчиків із контролем ЦКУТЕПМ.	30 хв.	1 раз у кв.

1.5	Перевірка роботи сигналізації, виведеної на станційне табло.	10 хв.	1 раз у кв.
1.6	Огляд і корекція адресної інформації на обладнанні, наявність пам'яток і інструкцій для техперсоналу в технологічних приміщеннях	10 хв.	1 раз у кв.
1.7	Видалення пилу з обладнання	15 хв.	1 раз у квартал.
1.8	Перевірка наявності та справності вимірювальних шнурів	5 хв.	1 раз на місяць.
1.9	Перевірка стану механічних з'єднань, контактних з'єднань кабелів живлення та кабелів заземлення.	5 хв.	1 раз у кв.
2 Електрична профілактика			1 раз у кв.
2.1	Проведення вимірів напруги первинного живлення (на панелі запобіжників)	5 хв.	1 раз у кв.
2.2	Перевірка параметрів оптичних сигналів. Проведення вимірювань електричних параметрів і робочих характеристик лазерних діодів	30 хв.	1 раз у кв. (з роб. станції, якщо є така можливість)
2.3	Перевірка функціонування захисту N+1, MSP 1+1, MS-SPRing		1 раз на рік
2.4	Перевірка параметрів сигналу синхронізації на відповідність G.703/10		1 раз на рік
3	Профілактика ПЗ (Відповідно з інструкцією з експлуатації) Пере запуск серверів		Згідно з рекомендаціями фірм - виробників.
3.1	Електрична профілактика робочої станції після переключення на резервну станцію згідно з інструкцією по експлуатації на робочу станцію.		1 раз на рік (по можливості)
4	Перевірка роботи кондиціонерів та контроль температурного режиму приміщення.	10 хв.	1 раз на тиждень.
5.	Створення резервної копії бази даних мультиплексорів		При зміні конфігурації, відновлювальних роботах, але не рідше 1 раз у кв.
6.	Перевірка величини живлячої напруги постійного струму в контрольних точках на передній панелі блоку електроживлення	5 хв.	1 раз у кв.
7.	Ведення технічної документації		При кожному відвідуванні НРП

Дослідження формування транспортної системи (STM-1)

Дослідження формування транспортної системи проводиться на комп'ютері. В процесі дослідження студенти відповідають на питання, які закладено у програму.

Заключення

Здача і залік лабораторної роботи.

В заключній частині роботи студенти оформляють звіт про виконання лабораторної роботи, зображають схему за якою проводилися дослідження. малюють блочну схему STM, пояснюють елементи транспортного модуля.

Потім студенти показують викладачу оформлений звіт, відповідають на його запитання, після чого викладач ставить свій підпис під оформленим звітом. Це означає, що робота студентом здана. Викладач робить відмітку про здачу в журналі проведення лабораторних робіт і розписується в журналі про проведення заняття.

додаток 11

Державний комітет зв'язку України
Українське державне підприємство електрозв'язку Укртелеком
Дирекція первинної мережі Укртелеком
Український Будинок економічних та науково-технічних знань
товариства «Знання» України
Науково-технічне товариство радіотехніки, електроніки та зв'язку
України
Київський інститут зв'язку УДАЗ ім.А.С.Попова
Український науково-дослідний інститут зв'язку

**Керівний технічний матеріал(КТМ) по застосуванню систем і
апаратури синхронної цифрової ієрархії на мережі зв'язку
України**

Київ 1998

В методичних рекомендаціях на основі міжнародних стандартів, КТМ по застосуванню систем і апаратури синхронної цифрової ієрархії(СЦ) на мережі зв'язку України видання 1996 року, КТМ Російської Федерації використаній в ній та досліджень, виконаних кафедрою БЕЗ КІЗ УДАЗ, розроблена ця редакція КТМ по застосуванню систем і апаратури синхронної цифрової ієрархії на мережі зв'язку України. Ця редакція враховує останні рекомендації ІТУ-Т та досвід впровадження СЦІ на мережі зв'язку України. Вона розрахована на слухачів науково-практичної конференції "Перспективи розвитку первинної мережі зв'язку України", лекторів, студентів та інших фахівців, які займаються вивченням, розробкою, проектуванням та експлуатацією сучасних цифрових мереж зв'язку.

Підготовлені канд. тех. наук професором В.Г.Бондаренко.

(Рекомендовано до друку координаційно-проблемною Радою з пропаганди науково-технічного прогресу, конкретної економіки і передового виробничого досвіду при правлінні товариства "Знання" України. Секція „Зв'язок“).

Відповідальні за випуск:
голова секції канд.тех.наук В.Ф.Михайлов.

Науковий редактори:
доктор тех.наук професор В.К.Стеклов,
канд.тех.наук професор В.Б.Каток.

Рецензенти:
канд.тех.наук доцент В.М.Бурмистенко,
канд.тех.наук ст.наук.сотруд. В.О.Гребенніков.

Товариство "Знання"
України

ВСТУП

Зв'язок України знаходиться на якісно новому етапі історичного розвитку, що визначається новим геополітичним станом України та економічними перетвореннями.

Сучасні мережі зв'язку повинні будуватися на цифрових системах передачі (СП) і комутації і мати гнучку легко керовану структуру, що можливо при глобальних змінах в практиці проектування, будівництва та експлуатації мереж зв'язку.

Повинна забезпечуватися можливість сумісної праці апаратури різних фірм-виготовлювачів на мережі одного оператора і можливість взаємодії декількох мережевих операторів.

Необхідні передача і переключення потоків інформації різної потужності, введення і виділення цих потоків у довільних пунктах, глибокий контроль якості і тарифікації у відповідності з дійсним часом користування зв'язком і його якістю.

Повинні бути відкриті шляхи розвитку служб, які використовують як синхронний (STM), так і асинхронний (ATM) способи перенесення інформації. Перелічені вимоги практично неможливо виконати в рамках плезіохронних цифрових ієрархій (ПЦІ), на основі котрих до недавнього часу будувалися цифрові мережі. У 1988 р сектор стандартизації електрозв'язку МСЕ (ITU-T) прийняв СЦІ, яка враховувала накопичений у світі досвід і підтримана системою міжнародних стандартів. Альтернативи впровадження СЦІ фактично немає.

Міжнародні стандарти описують мережеві структури СЦІ, функції і електричні параметри її апаратури, які розраховані на глобальне використання і мають, у зв'язку з цим, ряд варіантів процедур і параметрів, які характеризують різні регіональні і національні мережі.

Але для конкретної держави ці вимоги часто бувають надмірними і не дають однозначного вирішення проблеми, що затруднює мережеву взаємодію. Тому потрібна національна регламентація декотрих схем і процедур. Особливості запровадження СЦІ в різних регіонах викладені в регіональних стандартах.

В США, Канаді, Японії діє регіональна система стандартів SONET, розроблена Американським Національним інститутом стандартів ANSI.

Регіональний стандарт СЦІ для Європи розроблений | лений Європейським інститутом стандартів ETSI. | Росія і Україна не прийняли жодної з цих регіональних регламентацій. ЦНДІЗ розробив і затвердив у 1995 році "Руководящий технический материал по применению систем и аппаратуры синхронной цифровой иерархии на сети связи Российской Федерации".

В цій праці на основі останніх рекомендацій ITU-T і регіонального стандарту для Європи, керівних технічних матеріалів (КТМ) Росії і України виконана нова неофіційна на громадських засадах редакція КТМ України для слухачів даної конференції та ін.

Матеріали КТМ можуть бути використані проектними, будівельними та експлуатаційними організаціями.

Брошура написана за таким планом:

Вступ.

1. Основні характеристики СЦІ.
2. Регламент СЦІ для первинної мережі України.
3. Концепція запровадження СЦІ на мережі зв'язку України.
4. Апаратура та обладнання СЦІ.
5. Додатки.

1. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЦІ ІТУ-Т

1.1. Транспортна система

Принципами СЦІ зумовлено створення на мережі зв'язку універсальної транспортної системи (ТС)₅ яка органічно поєднує мережеві ресурси, котрі виконують функції передачі інформації, контролю і керування {оперативного переключення, резервування, експлуатації та ін.).

Транспортна система являє собою основу для діючих і запланованих служб, інтелектуальних, персональних і інших мереж.

Інформаційним навантаженням ТС СЦІ можуть бути сигнали будь-якої з діючих ПЦІ, потоки комірок АТМ або інші цифрові сигнали. Аналогові сигнали повинні попередньо бути перетворені в цифрові за допомогою обладнання, яке є на мережі, чи нового обладнання.

Універсальні можливості транспортування сигналів різного роду досягаються в СЦІ завдяки використанню ідеї контейнерного перевезення. В ТС СЦІ транспортуються (переміщуються) не самі споживчі потоки інформації (сигнали), а спеціальні цифрові структури - віртуальні контейнери, в які і завантажуються сигнали. Мережеві операції з контейнерами виконуються незалежно від їх змісту. Після доставки до місця вивантаження з контейнерів сигнали приймають вихідну форму. Тому ТС СЦІ являє собою всевітньо прозору систему і може негайно використовуватися для розвитку будь-яких діючих мереж. До складу ТС СЦІ входять інформаційна мережа і система контролю і керування (далі система експлуатації).

1.1.1. Інформаційна мережа.

Архітектура інформаційної мережі (ІМ) встановлена в Рекомендації ІТУ-Т (далі "Рек.") G.803. ІМ СЦІ побудована за функціональними прошарками, пов'язаними відношенням клієнт/послуга. Клієнтом для верхнього прошарку (шару) є користувач. Сам верхній шар, у свою чергу, виступає як клієнт для наступного і т.д. Всі шари виконують визначені функції і мають стандартизовані точки доступу. Кожний шар оснащений

власними засобами контролю, керування, що мінімізує операції при аваріях і знижує вплив аварії на інші шари.

Функції кожного шару не залежать від способу фізичної реалізації нижчого обслуговуючого шару. Кожний шар може створюватись і розвиватись незалежно. Вказана пошарова побудова полегшує створення і експлуатацію мережі та дозволяє досягти найбільш високих техніко-економічних показників.

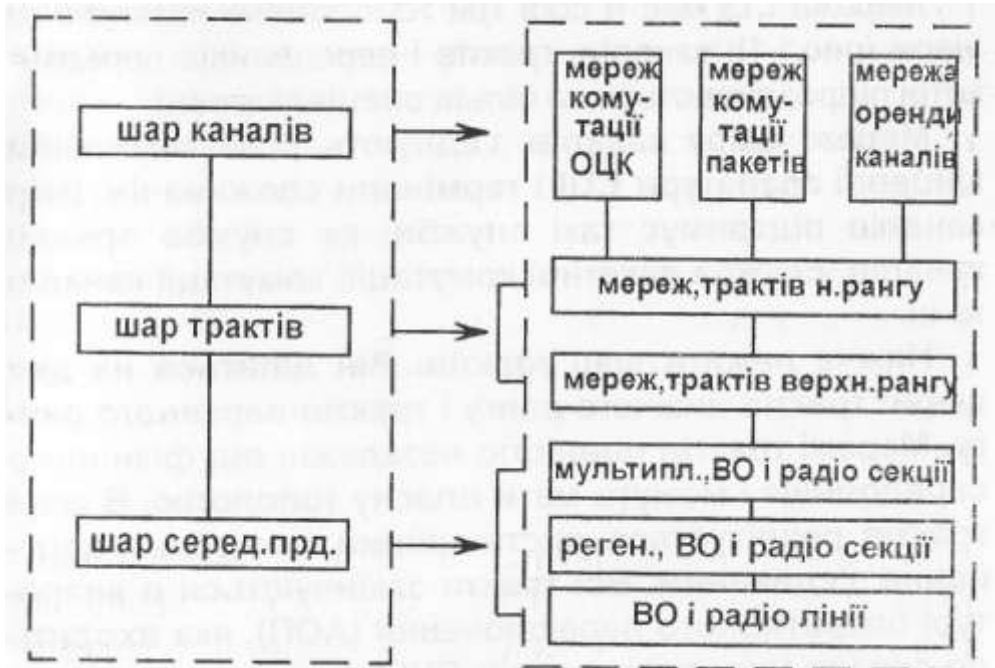


Рис.1.1 Пошарова будова мережі

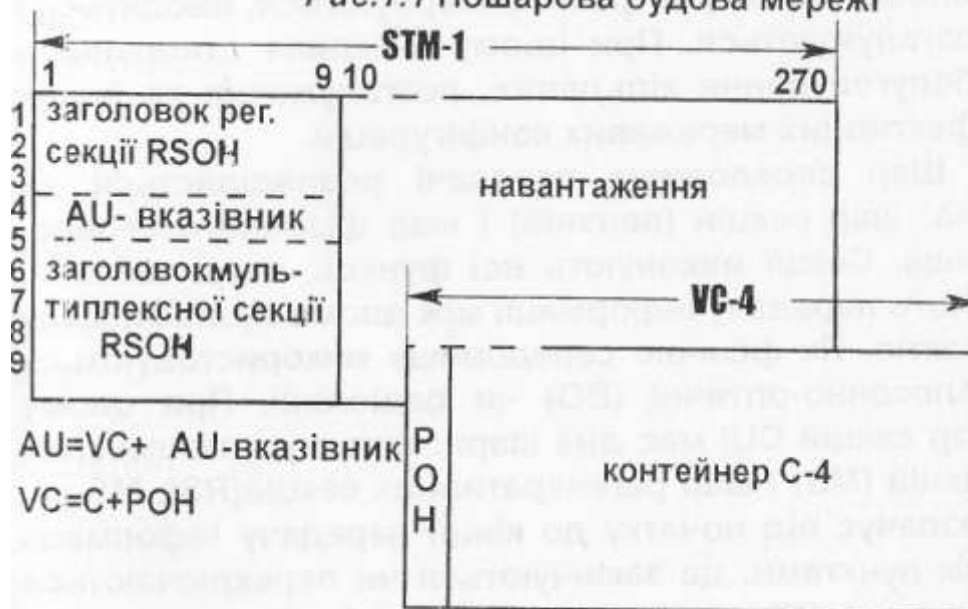


Рис 1.2 Цикли STM-1 і VC-4

Мережа СЦІ має в собі три топологічно незалежних шари (рис.1.1): каналів, трактів і середовища передачі, котрі підрозділяються на більш спеціалізовані.

Мережі шару каналів з'єднують різні комплекти кінцевої апаратури СЦІ і термінали споживачів. Шар каналів підтримує такі служби, як служба оренди каналів, служба пакетної комутації, комутації каналів та ін.

Нижче лежить шар трактів. Він ділиться на два шари: трактів нижчого рангу і трактів верхнього рангу. Мережі трактів повністю незалежні від фізичного середовища і можуть мати власну топологію. В шарі трактів реалізується дистанційний контроль і керування з'єднанням. Всі тракти закінчуються в апаратурі оперативного переключення (АОП), яка входить до складу мультиплексорів СЦІ (або автономній), за допомогою котрої тракти резервуються, вводяться і розгалужуються. При цьому можливе створення і обслуговування кільцевих, розгалужених та інших ефективних мережевих конфігурацій.

Шар середовища передачі розподіляється на два: шар секцій (верхній) і шар фізичного середовища. Секції виконують всі функції, котрі забезпечують передачу інформації між двома вузлами шару трактів. Як фізичне середовище використовуються волоконно-оптичні (ВО) чи радіолінії. При цьому шар секцій СЦІ має два шари: шар мультиплексних секцій (MS) і шар регенеративних секцій (RS). MS забезпечує від початку до кінця передачу інформації між пунктами, де закінчуються чи переключаються тракти, а RS - передачу інформації між регенераторами або між регенераторами і пунктами закінчення чи комутації трактів. В шарі секцій також можливе резервування (наприклад, по системі 1+1).

Регенеративні секції повністю залежать від середовища передачі. Мультиплексні секції можуть залежати від середовища передачі (радіо) і мати обмеження в топології (крапка в крапку).

Мережа СЦІ в кожному своєму шарі може бути розподілена на підмережі (національні, регіональні місцеві та ін.). Розподіл на підмережі дозволяє спростити процеси експлуатації мережі, ввести більш економне нормування.

1.1.2. Система експлуатації.

Створення мережевих конфігурацій, контроль, керування окремими станціями і всією інформаційною мережею реалізується програмно і дистанційно за допомогою системи експлуатації СЦІ. Ця система являє собою підсистему загально-мережевої системи експлуатації TMN і використовує загальні принципи останньої, котрі виладені в Рек. М 20 та Рек. М 3010, а для СЦІ конкретизовані в Рек. G. 774 та G. 784. Система вирішує завдання експлуатації сучасних мереж зв'язку: оптимізує експлуатацію апаратури різних фірм в зоні одного оператора та забезпечує автоматичну взаємодію зон різних операторів.

Система експлуатації ділиться на підсистеми, які обслуговують окремі ділянки інформаційної мережі СЦІ. Доступ до кожної СЦІ - підсистеми реалізується через головний (шлюзовий) вузол чи станцію СЦІ в цій підсистемі. Фізичною основою системи є контрольно-керуючі

мікропроцесори, Q- інтерфейси обслуговування, які входять в апаратуру СЦІ, встроєні в цикли службові канали та програмне забезпечення. Протоколи зв'язку за встроєними службовими каналами встановлені в Рек. G.784, а для Q- інтерфейсів - в Рек. G.773, Q.811 та Q.812. Всі операції по обслуговуванню мережі і кожного вузла (станції) СЦІ можуть виконуватись як із центру, так і з інших пунктів, котрі мають таке право.

1.2. Інформаційні структури і схема перетворень.

Принципи ТС СЦІ реалізуються на апаратному рівні за допомогою інформаційних цифрових структур, які утворюються в мережевих шарах секцій і трактів.

1.2.1. Інформаційні структури.

В шарі секцій використовуються найбільші структури СЦІ - синхронні транспортні модулі STM-N, які являють собою формати лінійних сигналів. Вони ж використовуються на інтерфейсах мережевих вузлів і регламентовані Рек. G.707. Число N означає рівень СЦІ. Сучасна СЦІ має три синхронні рівні, швидкості передачі котрих (155520-622080-2488320 кбіт/с) жорстко зв'язані співвідношенням 1:4:16. Останні числа співпадають з номерами N рівнів СЦІ. Швидкість N-го рівня в N разів вище швидкості першого. Є новий рівень N = 64 зі швидкістю передачі $64 \times 155520 = 9953280$ кбіт/с. На рис. 1.2 приведений цикл STM-1. Він має період повторення 125 мкс. Для наглядності цей цикл відображається у вигляді прямокутної таблиці з 9 рядків та 270 стовбців ($9 \times 270 = 2430$ елементів). Кожний елемент відображає 1 байт (8 біт) і відповідає швидкості передачі 64кбіт/с, а вся таблиця - швидкості передачі першого рівня СЦІ: $64 \times 2430 = 155520$ кбіт/с. Перші 9 стовбців циклу STW1-1 займають службові сигнали: секційний заголовок (SOH) і AU - вказівник позиції першого байту циклу навантаження. Решта 261 стовбець - навантаження.

SOH несе сигнали системи експлуатації СЦІ в мережевих шарах і розподіляється на заголовки регенераційної і мультиплексної секції (RSOH і MSOH).

RSOH діє в границях обмеження регенеративної секції, а MSOH проходить прозоро регенератора і діє в границях обмеження всієї мультиплексної секції - від формування до розформування STM-1.

Для організації з'єднань в мережевих шарах трактів використовуються віртуальні контейнери, визначені в Рек. G.707. Віртуальний контейнер - це блочна циклічна структура з періодом повторення 125 або 500 мкс (в залежності від виду тракту). Кожний VC-n складається з поля навантаження (контейнер C-n) і трактового заголовку (POH), який несе сигнали експлуатації даного тракту: $VC-n = C-n + POH$.

Заголовок створюється і ліквідується в пунктах, у котрих формуються і розформовуються VC-n, проходячи транзитом секції. Інформація, яка визначає початок циклу VC-n, забезпечується експлуатаційним мережевим шаром.

Перелік VC-n приведений в табл. 1.1. VC-11, VC-12 і VC-2 відносяться до нижнього рангу, а VC-3 і VC-4 до верхнього рангу. В другому рядку таблиці показано їх корисний "об'єм", тобто гранична швидкість навантаження, а в нижньому рядку швидкості передачі сигналів ПЦІ (округлено), розташування котрих стандартизовано в цих контейнерах.

Таблиця 1.1

VC-n	VC-11	VC-12	VC-2	VC-3	VC-4
Об'єм Мбіт/с	1.6	2.176	6.784	48.384	149.76
Сигнали ПЦІ Мбіт/с	1.5	1.5 і 2	6	34 і 45	140

Цикл найбільшого віртуального контейнера VC-4 приведений на рис. 1.2. Він містить 9 рядів і 261 стовпець. Перший стовпець займає РОН, а решта 2340 елементів займає контейнер C-4 (швидкість передачі $2340 \times 64 = 149760$ кбіт/с).

Аналогічно побудований контейнер VC-3, який відрізняється лише кількістю стовпців - 85. Контейнер C-3 має 84 стовпці і вміщує корисне навантаження $84 \times 9 \times 64 = 48384$ кбіт/с.

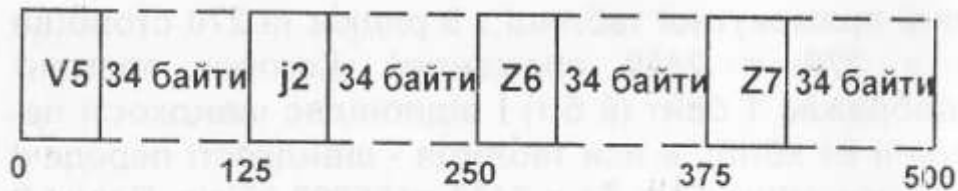


Рис.1.3 Надцикл VC-12

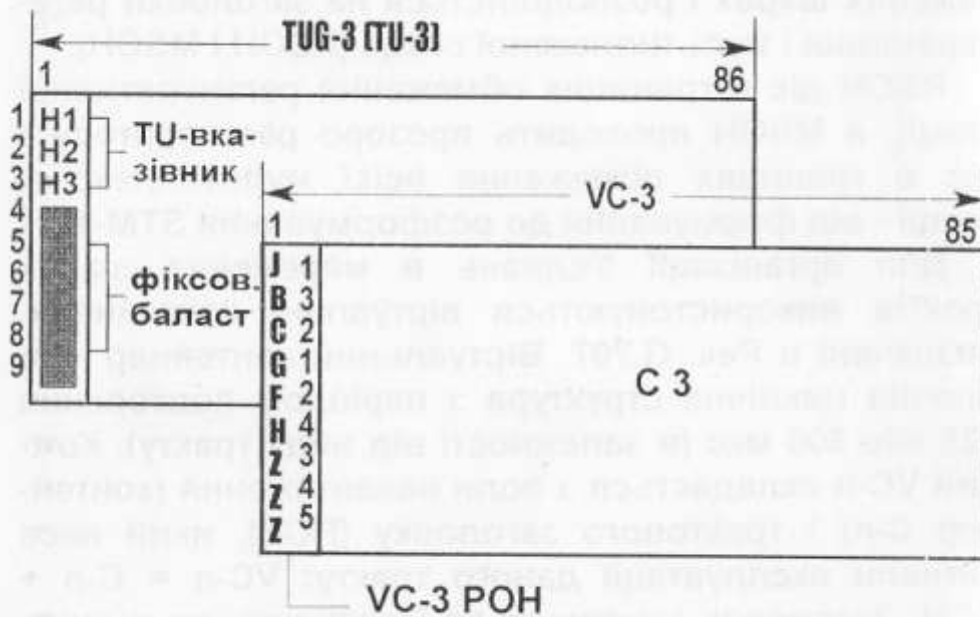


Рис 1.4 Цикли C-3, VC-3, TUG-3

Віртуальні контейнери нижнього рангу використовують надцикл 500 мкс. На рис. 1.3 приведена структура VC-12. Байти V-5, J-2, Z-6 і Z-7 утворюють заголовок тракту, а 4 групи по 34 байта навантаження - контейнер C-12 з корисною ємністю 2176 кбіт/с. VC-11 і VC-2 мають ту ж структуру, але містять відповідно по 25 і 106 байтів в кожній з груп навантаження.

Синхронні транспортні модулі переносять віртуальні контейнери верхнього рангу і роблять обмін ними у вузлах мережі. Аналогічно, самі VC-3,4 роблять обмін контейнерами нижнього рангу. Ці процеси повинні забезпечуватися компенсацією можливих коливань фази і частоти VC-n відносно циклу експлуатаційної структури. Згадана компенсація доповнюється вказівкою початку циклу контейнера в циклі експлуатаційного мережевого шару. Обидві операції виконуються механізмом вказівників, які оговорені в Рек. G.707. Додаванням вказівників до віртуальних контейнерів верхнього рангу утворюються адміністративні блоки (AU): $AU = VC-n + AU\text{-вказівник}$. VC-4 утворює

блок AU-4, цілком завантажуючий STM-1. VC-3 утворює AU-3. В STM-1 замість VC-4 можна ввести 3 AU-3, які мають свої вказівники і створюють групи AUG. Всі AU-вказівники займають фіксоване положення в 4 рядку перших 9 стовпців циклу STM-1. Аналогічні операції виконуються при об'єднанні сигналів трактів нижнього рангу в тракт верхнього. При цих операціях використовуються субблоки TU, які утворюються додаванням вказівників до віртуальних контейнерів: $TU-n = VC-n + TU\text{-вказівник}$ ($n = 1,2,3$).

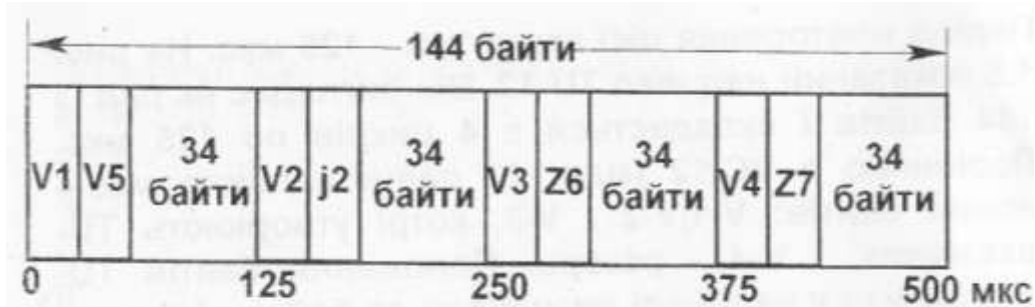


Рис. 1.5 Надцикл TU-12

Один чи більше субблоків, які займають визначені фіксовані місця в навантаженні вищестоячого VC-n, називають групою субблоків TUG. TUG-3 може містити 1 субблок TU-3, або однорідний набір із семи TUG-2, а кожна TUG-2, чи однорідний набір ідентичних TU-12 (3) або TU-11(4). Субблоки побайт-но мультиплекуються в циклі групи. На мал. 1.4 показана TUG-3 (в даному випадку співпадає з TU-3).Період повторення цієї структури - 125 мкс. На рис. 1.5 показаний надцикл TU-12. Він виглядає як ряд із 144 байтів і складається з 4 циклів по 125 мкс. Порівняно з VC-12 (мал.1.3) даний надцикл має 4 нових байтів: V-1/V-2 і V-3, котрі утворюють TU-вказівник, і V-4 - резерв. Положення байтів TU-вказівника у надциклі визначається байтом H4 заголовка тракту вищого рангу, вказаного на рис. 1.4. Аналогічно побудовані надцикли TU-11 і TU-2, які відрізняються від TU-12 числом байтів у циклах 125 мкс: відповідно 27 і 108.

1.2.2. Схема перетворень.



Схема перетворень СЦІ по Рек. G.707 приведена на рис. 1.6. Як корисне навантаження показані сигнали ПЦІ, хоча замість них можуть використовуватись комірки АТМ та інші сигнали. Різні процеси перетворень показані трьома видами ліній. Ці процеси можуть бути проілюстровані на прикладі перетворення сигналу 139264 кбіт/с (округлено 140 Мбіт/с). Розміщення навантаження в контейнерах показано тонкими лініями. Сигнал 140 Мбіт/с розміщується в С-4 асинхронно. Для підгонки швидкості сигналу до швидкості контейнера використовуються баластні біти і цифрове вирівнювання за Рек. G.707. Після добавлення трактового заголовку РОН утворюється віртуальний контейнер VC-4. Рек. G.707 вказують способи асинхронного розміщення всіх приведених на схемі сигналів ПЦІ. Крім того, сигнали 1,5; 2; 6 Мбіт/с можуть бути розміщені в контейнерах синхронно, а сигнали 1,5; 2 Мбіт/с з октетною структурою - ще й байтсинхронно. Останнє забезпечує прямий доступ до каналів 64 кбіт/с. Асинхронне навантаження може бути розміщено тільки при використанні плаваючого режиму мультиплексування субблоків в контейнері верхнього рангу за допомогою TU-вказівників. Для синхронного навантаження є і фіксований режим. В цьому випадку TU-вказівники виключаються, місця субблоків фіксовані і визначаються AU-вказівниками. Для сигналів, що не вміщуються в один контейнер, є можливість використати зчеплення контейнерів. В Рек. G.707 стандартизовані зчепки VC-4nC із п контейнерів VC-4, зручні для транспортування високошвидкісних сигналів. Розглядаються зчепки VC-2mC (TU-2mC), які складаються з m (m = 2-7) контейнерів VC-2, котрі створюють серію транспортних об'ємів m x 6, 784 Мбіт/с між VC-2 і VC-3. Можливі три варіанти таких зчепок:

зчепки сусідніх TU-2 в навантаженні VC-3; послідовність зчепки TU-2 і TU-3 в навантаженні VC-4 і віртуальні зчепки TU-2 в навантаженні VC-4. Стандартизація цих зчепок проводитиметься і далі. Комірki ATM розміщуються в контейнерах і їх зчепках так, щоб октети комірок співпадали з байтами контейнерів. Через те, що число байтів комірок не завжди кратне числу байтів контейнера, комірки можуть виходити за межі контейнерів. Попередньо потік комірок скремблюється. Стандартизоване розміщення комірок у контейнерах VC-4 і їх зчепок. Розглядається спеціальне використання для цієї мети контейнерів VC-2 і їх зчепок. Завантаження VC-4 в STM-1 у загальному випадку потребує коректування фаз і швидкостей передачі, бо STM-1 жорстко синхронізується з циклом секції даної лінії, а VC-4 може надходити з другої ділянки мережі і мати іншу тактову частоту та додаткові коливання фази. Необхідність коректування показано пунктиром. Воно виконується визначеним в Рек.6.707 механізмом вказівника. Завдяки цьому механізму VC-4 одержують можливість "плавати" в середині STM-1, при цьому початок його циклу визначається позначенням вказівника. Додавання цього вказівника до VC-4 утворює адміністративний блок AU-4 (в даному випадку співпадає з групою адміністративних блоків AUG). Аналогічні операції з вказівниками виконуються і на рівнях TU-3, а також TU1/2.

STM-N утворюється побайтовим об'єднанням N адміністративних блоків з додаванням секційного заголовку, який має 9N стовбців:

$$STM-N = N \times AUG + 3OH.$$

Це операція мультиплексування. Кожна AUG займає фіксоване положення у циклі STM-N. Число об'єднаних AUG відмічається в RSOH. Мультиплексування показано подвійними лініями. Кількість об'єднаних блоків та субблоків вказана біля цих ліній. Оскільки схема, яку розглядаємо, допускає невизначеність побудови STM-N, Рекомендацією G.707 встановлені такі правила мережевих з'єднань:

- при з'єднанні AUG, одна з яких складена на основі AU-4, а друга на основі AU-3, перевага віддається першій групі; AUG, яка базується на AU-3, повинна демультимплексуватися до рівня VC-3 або TUG-2 (в залежності від виду навантаження) і знову збиратися в AUG по шляху TUG-3/VC-4/AU-4;

- при з'єднанні VC-11, для транспортування котрих можна використовувати як TU-11, так і TU-12, перевага віддається TU-11.

1.3. Лінійні тракти.

В СЦІ використовуються одномодові волоконно-оптичні (ВО) лінії та радіолінії. Параметри апаратури передачі на інтерфейсах мережевих вузлів встановлені Рек. G.957, а характеристики регенераційних секцій - Рек. 0.958.

1.3.1. ВО лінії передачі.

ВО кабелі стандартизовані в Рек. G.652,G.653,G.654. Довжина секцій регенераційних лінійних трактів досягає 80 км, що в ряді випадків виключає проміжну регенерацію. Особливістю ВО-лінійних трактів СЦІ є поперечна сумісність, тобто можливість використання по кінцях однієї регенеративної секції апаратури різних фірм. Для того, щоб досягти поперечної сумісності в регенеративних секціях СЦІ, окремо нормується апаратура передачі, приймання та кабель. Забезпечена і поздовжня сумісність ПЦІ по Рек.G.955, G.958, тобто можливість роботи з ними в одному кабелі. В СЦІ стандартизовані лінійні сигнали, за які використовуються скрембльовані сигнали STM-N інтерфейсів мережевих вузлів. Нормується висока якість зв'язку: Кпом = 10 E(-10) на секції регенерації в найгірших умовах. Вказане нормування характеристик ВО-лінійних трактів проведено за 18-ти категоріями застосування, приведеними в таблиці 1.2 (3 нижні рядки), що дозволяє економічно вирішувати широке коло мережевих задач. Конкретні параметри для всіх цих категорій приведені в Рек. G.957.

Наведені в табл.1.2 довжини секцій - тільки для класифікації і не є нормативними. Реальна довжина секцій регенерації визначається параметрами апаратури (рівень передачі, чутливість) і кабелю (згасання, дисперсія) і може бути набагато більша, що часто виключає проміжні регенерації. У необхідних випадках, коли специфікації Рек.G.957 не відповідають пред'явленим вимогам (наприклад, якщо потрібні дуже довгі секції), допускається відхід від поперечної сумісності. При цьому, відповідно до пункту 7.3. Рек.G.958, приймач, передавач і лінія проектується сумісно, як це прийнято в системах ПЦІ, що дозволяє досягти специфічних показників. Сумісне проектування може привести до необхідності застосування обладнання однієї фірми на обох кінцях секції регенерації.

Таблиця 1.2

Застосування	Внут. станц.	Міжстанційний	
		короткі секції (S)	довгі секції (L)
Номінальна довжина хвилі випромінювання (нм)	1310	1310 1550	1310 1550 1550

Тип волокна Рек.	G.652	G.652	G.652	G.652 G.654	G.652	G.653
Довжина секції	<2	~15		~40	~80	
	1	I-1	S-1.1 S-1.2	L-1.1	L-1.2	L-1,3
Рівень СЦІ	4	I-4	S-4.1 S-4.2	L-4.1	L-4.2	L-4.3
	16	I-16	S-16.1 S-16.2	L-16.1	L-16.2	L-16.3

1.3.2. Радіолінії.

Радіорелейні (РРЛ) і супутникові лінії СЦІ використовують для створення мультиплексних (MS) і регенераційних (RS) секцій у таких випадках мережевих застосувань:

- замикання ВО-кілець;
- послідовне з'єднання з ВО-лініями;
- резервування ВО-ліній;
- багатокрапкові мережі з функціями мультиплексування.

Радіо-MS включаються в СЦІ-мережу через інтерфейси мережевих вузлів прямо або за допомогою внутрішньостанційних секцій. Радіолінії можуть мати електричний інтерфейс за Рек. G.703 або оптичний внутрішньостанційний інтерфейс за Рек. G.957. Інтерфейси для радіо частотних з'єднань не стандартизуються. Функціональні характеристики радіолінії повинні повністю відповідати вимогам СЦІ, щоб забезпечувати необмежені можливості мережевої взаємодії. Радіолінії СЦІ повинні відповідати всім вимогам системи експлуатації СЦІ, в тому числі повністю транспортувати і використовувати сигнали, які містяться в заголовку SON секції, і забезпечувати названі функції експлуатації.

Разом з тим, радіолінії можуть вимагати додаткових каналів передачі між інтерфейсами мережевих вузлів для реалізації функцій, специфічних для їх середовища передачі.

Магістральні РРЛ СЦІ великої ємності розраховуються на STM-1 або $n \times$ STM-1, та STM-N. Зонові РРЛ, як правило, несуть STM-1 або $n \times$ STM-1. На ділянках мережі, де ємність STM-1 надмірна і трафік не виходить за межі можливостей VC-3, слід використовувати радіолінії (РРЛ чи супутникові), розраховані на субпервинний синхронний транспортний модуль STM-RR зі швидкістю передачі 51,84 Мбіт/с. Структура циклу STM-RR приведена в додатку Рек.6.707 і показана на рис.1.7. STM-RR є форматом лінійного сигналу, але не є новим рівнем СЦІ і не може використовуватися на інтерфейсах мережевих вузлів.

Субпервинні радіолінії повинні вмикатися в мережу СЦІ за допомогою інтерфейсів рівня STM-1 за Рек.6.707, а збоку плезіохронних цифрових потоків мати інтерфейси за Рек. G.703. Як і інші лінійні тракти, вони можуть утворювати MS і RS, підтримувати шари трактів СЦІ, навантаженням для котрих можуть бути тракти СЦІ нижчих рангів або сигнали ПЦІ чи інші. На рис.1.8 показана рекомендована ІТУ-Т схема перетворень СЦІ, яка передбачає організацію STM-RR. На ній RRRP-еталонна точка субпервинної радіолінії, в котрій діє сигнал STM-RR.

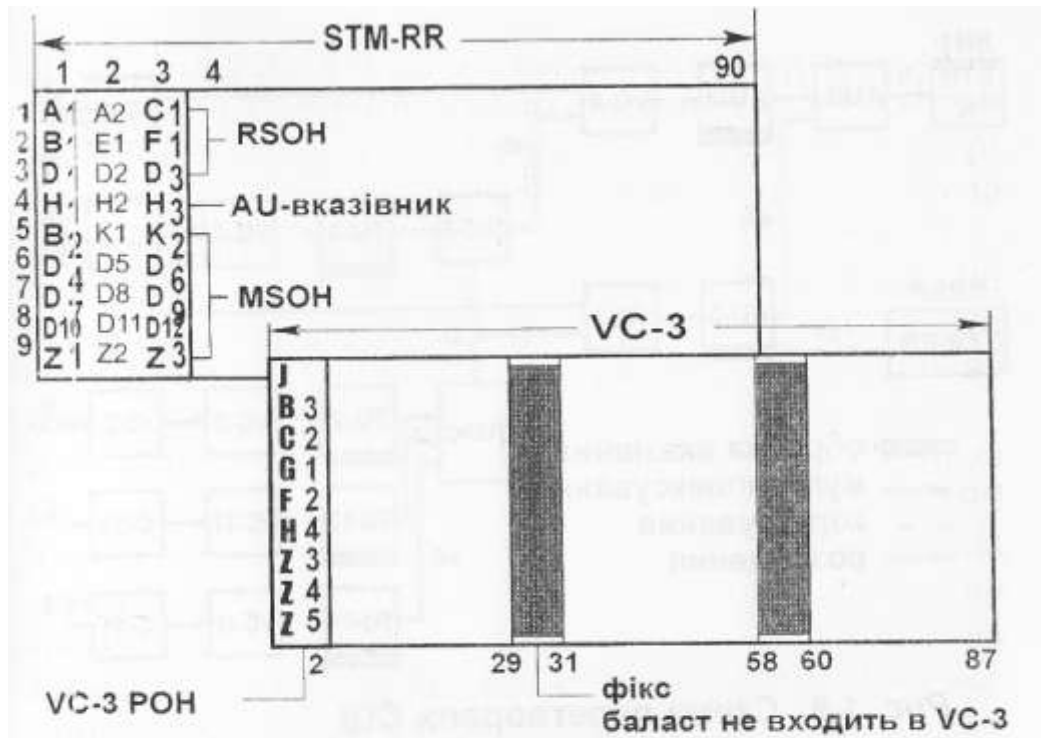


Рис.1.7 STM-RR і VC-3

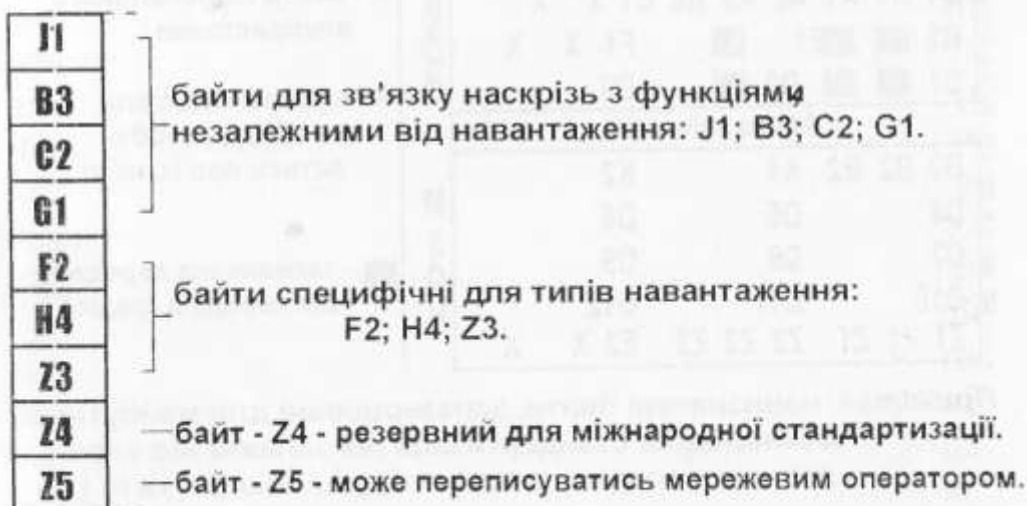
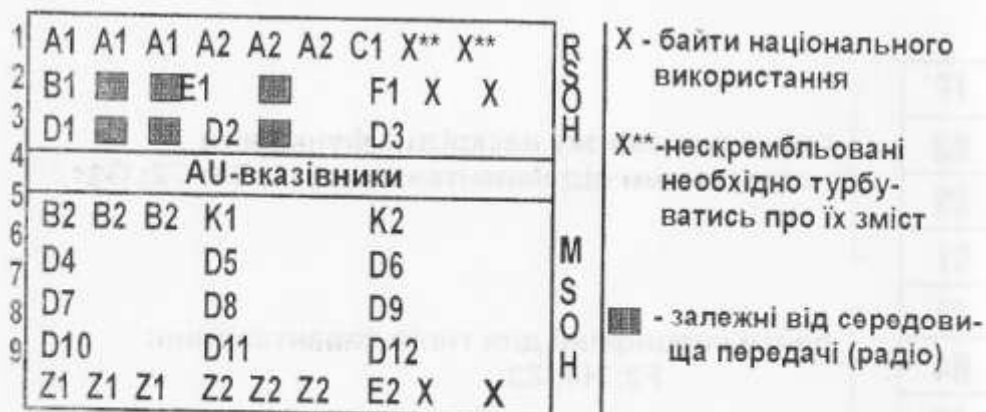


Рис.1.10 Заголовок трактів верхнього рангу.



Рис. 1.8 Схема перетворень СЦІ з врахуванням субпервинної РРЛ



Примітка: невизначені байти, зарезервовані для майбутньої міжнародної стандартизації (як залежні від середовища передачі, додаткові, національні та ін.)

Рис.1.9 Структура секційного заголовку

1.4. Заголовки секцій і трактів, сигнали експлуатації.

1.4.1. Секційний заголовок ЗОН.

Структура секційного заголовку показана на рис.1.9. Призначення байтів заголовку, визначено Рек. G.707:

- A1,2 - циклова синхронізація;
- C1 - визначник 8TM;

D1-D12 - канал передачі даних (DCC). Для регенераційної секції використовується канал 192 кбіт/с (D1-D3), а для мультиплексної секції - канал 576 кбіт/с (D4-D12);

E1,E2 - службовий канал, телефонний зв'язок. E1 - частина КЗОН, має доступ в регенераторах; E2 - частина М50Н, має доступ на закінченнях мультиплексних секцій;

F1 - канал користувача - створення тимчасових телефонних або ПД-з'єднань для спеціальних експлуатаційних потреб;

V1- контроль помилок регенераційної секції методом ВІР-8. Код ВІР-8 обчислюється за всіма бітами попереднього циклу STM-M після скремблювання і вписується в байт V1 перед скремблюванням;

V2 - контроль помилок мультиплексної секції методом ВІР-24. Код ВІР-24 обчислюється за всіма байтами попереднього циклу STM-N, крім трьох перших рядків SOH, і вміщується в байти V2 перед скремблюванням;

K1,K2 - сигналізація автоматичного переключення на резерв;

Z1 - виділені для повідомлень про статус даного тракту в системі синхронізації (визначено 4 рівні);

Z1,Z2 - запас ще не визначених функцій.

1.4.2. Трактові заголовки.

а) Заголовки віртуальних контейнерів верхнього рангу і їх зчеплень (VC-3/VC-4/NC-4 - xC).

Дані заголовку займають перший стовбець таблиць циклів вказаних структур (див. рис. 1.2; 1.4; 1.7) який складається з 9 байтів, позначених: J1,V3,C2,G1,F2,H4,Z3,Z4,Z5 - (рис.1.10). Призначення окремих байтів цього заголовку такі:

J1 - траса тракту. Перший байт віртуального контейнера, положення якого вказується AU-n чи TU-n вказівником. Цей байт використовується для передачі Мітки Пункту Доступу Тракту Верхнього Рангу, які повторюються, щоб приймальне обладнання тракту могло перевіряти неперервність з'єднання з передавачем, якого вимагають;

V3 - трактовий ВІР-8. Обчислюється за всіма бітами попереднього циклу VC після скремблювання і вписується в байт V3 поточного циклу перед скремблюванням;

C2 - марка сигналу; вказує на зміст VC (наприклад, "не обладнаний", "обладнаний, сигнал не стандартний", "структура "TUG", "ATM");

G1 - статус тракту. Байт для повернення передавачу тракту повідомлення про стан і якісні показники обладнання закінчення тракту. Дає можливість контролювати статус і якість повного дуплексного тракту в будь-якому проміжному пункті тракту і в будь-якому кінці його. Біти 1-4 несуть сигнал FEBE (Far End Block Error) і сповіщають число блоків біт,

котрі відзначені як помилкові за допомогою коду ВІР-8 (ВЗ). Сигнал FERE (Far End Receiv Failure) аварії на дальньому кінці тракту повинен посилатися асемблером VC, як тільки цей асемблер не одержить правильного сигналу. Сигнал FERE передається як 1 в біті 5, в протилежному випадку цей біт є 0. Умовою генерації сигналу FERE є прийом AIS, зникнення сигналу або помилка в трасі тракту. Біти 6,7,8 не використовуються;

F1,F2 - канал користувача тракту. Зв'язок користувача між елементами тракту;

H4 - позиційний вказівник. Узагальнений вказівник навантаження (наприклад, вказівник положення надциклу для VC-1,VC-2);

Z4 - запас для майбутнього. Значення не визначено;

Z5 - байт мережевого оператора для експлуатаційної мети. Наприклад, для транзитних з'єднань біти 1-4 використовуються для підрахунку вхідних помилок, а біти 5-8 - для каналу зв'язку.

б) Заголовки трактів нижнього рангу VC-1, VC-2.

Структуру заголовку трактів нижнього рангу видно з рис. 1.3. Це байти V5, J2, Z6, Z7. Байти заголовку використовуються тільки в плаваючому режимі розміщення VC в TU, коли 4 сусідніх 125 мкс циклу VC об'єднуються в 500-мкс надцикл. Байт V5 є першим байтом надциклу, його розташування вказується вказівником TU-1, TU-2.

1.4.3 Призначення байтів заголовку.

Байт V5 - контроль помилок, марка сигналу і статус тракту VC-1, VC-2. Біти 1 і 2 використовуються для контролю помилок на основі методу ВІР-2. Біту 1 надається таке значення, щоб привести до парності значення непарних бітів (1,3,5,7) всіх байтів попереднього VC, а біт 2 виконує аналогічну операцію з парними бітами (2,4,6,8). Обчислення ВІР-2 включає байти заголовку VC, але виключає байти V1, V2, V3 (крім випадків використання від'ємного стафінгу) і V4.

Біт 3 - індикатор FEBE тракту VC-1, VC-2, котрий приймає значення 1 і посилається назад до організатора тракту, якщо одна чи більше помилок знайдені за допомогою ВЧР-2, а у протилежному випадку-0.

Біт 4 - індикація аварії на дальньому кінці REI. Він дорівнює 1, якщо є аварія і 0 коли її немає.

Біти 5-7 несуть марку сигналу VC-1; VC-2 і можуть позначити 8 бінарних чисел (необладнаний тракт, нестандартний сигнал і ін.).

Біт 8 - FERE тракту. Він приймає значення 1, якщо прийнятий AIS тракту TU-1; TU-2, чи зник сигнал, в протилежному випадку він дорівнює 0. FERE тракту VC-1, VC-2 посилається в зворотньому напрямку асемблером цього тракту.

Байт J2 - використовується для повторення передачі Мітки Пункту Доступу Тракту Нижнього Рангу, щоб приймальне обладнання тракту могло перевіряти неперервність з'єднання з передавачем, який вимагається.

Байт Z6 - вивчається.

Байт Z1 - резерв на майбутнє.

1.4.4. Сигнали експлуатації.

а) При експлуатації секції застосовуються такі сигнали.

AIS-сигнал, який посилається далі по напрямку передачі як вказівка про виявлення аварії, яка виникла до даного пункту.

MS-FERE - використовується для повернення на передавальну станцію вказівки про те, що приймальна станція визначила пошкодження вхідної секції, або як AIS приймальної станції. MS-FERE виявляється як код 110 в бітах 6,7 і 8 байту K2 після дескремблювання.

б) При експлуатації трактів застосовують такі сигнали.

Вказівка відсутності обладнання VC-n (n = 3;4) або VC-4 Xc - всі нулі в мітці сигналу тракту віртуального контейнера (байт C2) після скремблювання. Теж саме для тракту VC-1(2) всі нулі в мітці сигналу тракту нижнього рангу (біти 5-7 байта V5). Цей код вказує кінцевому обладнанню віртуального контейнера, що даний контейнер навмисно не обладнаний для того, щоб аварійні сигнали обов'язково були пригнічені. AIS трактів TU-n (n = 1,2,3) визначається, як всі "1" в TU-n, включаючи його вказівник. Аналогічно, AIS трактів AU-n (n = 3;4) визначається як всі "1" в AU-n (в його вказівнику включно). Всі трактові AIS передаються в сигналах STM-N з діючим SOH.

2. РЕГЛАМЕНТ СЦІ ДЛЯ МЕРЕЖІ ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ

2.1. Мета й призначення.

Регламент встановлює основні характеристики синхронної цифрової ієрархії (СЦІ) для загальнодержавної мережі зв'язку України з метою забезпечення взаємодії:

- апаратури СЦІ різних фірм на мережі одного оператора,
- мереж СЦІ різних операторів на мережі України і мережі України з закордонними.

Метою цього Регламенту є досягнення вказаної взаємодії на фізичному рівні. Узгодження систем контролю обслуговування і керування мереж є подальшим завданням. Регламент створений на основі Рек. ITU-T і європейського стандарту ETS300147. Приймаючи основні положення рекомендацій, Регламент вводить обмеження на ті схеми і процедури, котрі не відповідають умовам мережі зв'язку України і утруднюють мережеву взаємодію. Схеми, процедури і параметри систем і апаратури СЦІ, не обговорені в Регламенті, повинні відповідати Рек. ITU-T. В рамках регламенту можуть бути реалізовані різні схеми мереж і апаратури. Наявність повного переліку установлених у Регламенті схем і процедур не обов'язкова для кожної ділянки мережі та виду апаратури, але якщо певна схема чи процедура реалізується, то вона повинна виконуватись відповідно до даного Регламенту. Регламент не є

технічними вимогами до апаратури, але повинен використовуватись як нормативна база при розробці таких вимог, а також при проектуванні мереж і сертифікації апаратури СЦІ. Регламент підлягає корекції по мірі накопичення досвіду застосування СЦІ, а також при суттєвих корекціях РеК.ITU-T, які потребують перегляду Регламенту.

2.2. Нормативні посилання.

В Регламенті використовуються посилання на Реіс.ITU-T, перелік котрих приведено нижче. Ці посилання є нормативними, тобто цитованими Рекомендаціями, або їх пунктами. Приймаються як обов'язкові.

[1] Рек. G.702 (1988): Швидкості передачі цифрових ієрархій.

[2] Рек. G.703 (1991): Фізичні та електричні характеристики ієрархічних цифрових інтерфейсів.

[3] Рек. G.704 (1995): Структури синхронних цііслів, використовуваних на першому і другому рівнях ієрархії 1544; 6312; 2048; 8448 і 44736 кбіт/с.

[4] Рек. G.707 (1996) Інтерфейс мережевого вузла СЦІ. Замінює Рек. G.707; G.708; G.709.

[5] Рек. G.783 (1997): Типи і загальні характеристики апаратури СЦІ, характеристики функціональних блоків апаратури СЦІ. Замінює Рек. G.781; G.782 і G.783 (1994).

[6] Рек. G.784 (1994): Управління СЦІ.

[7] Рек. G.803 (1997): Архітектура транспортних мереж на основі СЦІ.

[8] Рек. G.811 (1997): Часові вимоги до первинних частотних генераторів.

[9] Рек. G.812 (1988): Часові вимоги до вторинних генераторів придатних для плезіохронної роботи міжнародних цифрових трактів.

[10] Рек. G.957 (1995): Оптичні інтерфейси для систем і апаратури СЦІ.

[11] Рек. G.958 (1994): Цифрові лінійні тракти, основані на СЦІ, для використання на волоконно-оптичних кабелях.

[12] Рек. G.821 (1996): Характеристики помилок у міжнародному цифровому з'єднанні при швидкостях нижче первинної, що утворює частину мережі з інтеграцією послуг.

[13] Рек. G.652 (1997): Характеристики одномодових волоконно-оптичних кабелів.

[14] Рек. G.653 (1997): Характеристики одномодових волоконно-оптичних кабелів зі зміщеною дисперсією.

[15] Рек. G.654 (1997): Характеристики одномодових волоконно-оптичних кабелів з сунутим частотним зрізом.

[16] Рек. G.655 (1997): Характеристики одномодових волоконно-оптичних кабелів з ненулевою дисперсією.

[17] Рек. M.20 (1992): Ідеологія обслуговування для телекомунікацій.

[18] Рек. M.3010 (1996): Принципи експлуатації для телекомунікаційних мереж.

[19] Рек. G.774 (1992): СЦІ інформаційна модель управління для виду мережевого елемента.

[20] Рек. G.774.01 (1994): Спостереження за роботою СЦІ для виду мережевого елемента.

[21] Рек. G.774.02 (1994): СЦІ структура корисного навантаження для виду мережевого елемента.

[22] Рек. G.774.03 (1994); СЦІ - управління резервуванням мультіплексної секції для виду мережевого елемента.

[23] Рек. G.774.04 (1995): СЦІ - управління резервуванням з'єднанням підмереж для виду мережевого елемента.

[24] Рек. G.774.05 (1995): СЦІ - управління спостереженням за функціонуванням з'єднання (HCS/LCS) для виду мережевого елемента.

[25] Рек. G.774.06 (1997): СЦІ - спостереження характеристик одного напрямку для виду мережевого елемента.

[26] Рек. G.774.07 (1996): СЦІ - управління трасою тракту нижнього порядку та позначення інтерфейсу для виду мережевого елемента.

[27] Рек. G.774.08 (1997): СЦІ - управління радіорелейними системами для виду мережевого елемента.

[28] Рек. G.774.09 (1998): СЦІ - конфігурація резервування мультіплексної секції для виду мережевого елемента.

2.3. Терміни, визначення і скорочення.

2.3.1. Терміни і визначення.

В даному Регламенті використовуються терміни ГОСТ 22348-86 "Система связи автоматизированная единая. Термины и определения".

Спеціальні для СЦІ терміни і визначення по Рек.

G.707[4] приведені нижче. Оскільки українські скорочення цих термінів ще не загальноприйняті, для збереження відповідності скороченням, використовуваним в англійській технічній літературі, в більшості в Регламенті застосовуються англійські скорочення СЦІ-термінів.

1) Синхронна цифрова ієрархія, СЦІ (Synchronous Digital Hierarchy, SDH). Ієрархічний набір цифрових транспортних структур стандартизованих для транспортування відповідного адаптованого навантаження фізичними мережами передачі.

2) Синхронний транспортний модуль (Synchronous Transport Modul, STM).

Інформаційна структура, яка використовується для організації з'єднань в шарі секцій СЦІ. Складається з інформаційного навантаження і секційного заголовку (SOH), об'єднаних в блочну цифрову структуру з періодом повторення 125 мкс. Ця інформація відповідно підготовлена для послідовної передачі зі швидкістю, синхронізованою з мережею. Базовий STM має швидкість 155520 кбіт/с і називається STM-1. Швидкості вищих STM в N разів вищі. Визначені $N = 4$; $N = 16$; $N = 64$. STM-1 містить одну групу адміністративних блоків (AUG) і SOH. STM-N містить N AUG і SOH. Значення N відповідають рівню СЦІ і встановлені в Рек. G.707.

3) Віртуальний контейнер (Virtual Container-n, VC-n). Інформаційна структура, яка використовується для організації з'єднань в шарі трактів СЦІ. Складається з інформаційного навантаження і трактового заголовку, об'єднаних в блочну циклову структуру з періодом повтору 125 і 500 мкс. Інформація, яка визначає початок циклу VC-n, забезпечується мережевим шаром, який обслуговується. Визначені два типи віртуальних контейнерів. Віртуальний контейнер нижнього рангу ($n = 1;2$) містить один контейнер C-n ($n = 1;2$) плюс заголовок POH віртуального контейнера нижнього рангу, які відносяться до цього рівня. Віртуальний контейнер верхнього рангу ($n = 3;4$) містить або 1 контейнер C-n ($n = 3;4$), або набір груп субблоків (TUG-2 або TUG-3) плюс заголовок POH віртуального контейнера, які відносяться до цього рівня.

4) Адміністративний блок (Administrative Unit-n, AU-n). інформаційна структура, яка забезпечує узгодження між шаром трактів верхнього рангу і шаром мультиплексних секцій. Складається з інформаційного навантаження (віртуальний контейнер верхнього рангу) і вказівника адміністративного блоку, котрий означає відступ початку циклу навантаження від початку циклу мультиплексної секції. Визначено 2 види адміністративних блоків. AU-4 складається з VC-4 і вказівника адміністративного блоку, котрий показує коректування фази VC-4 відносно циклу STM-N. AU-3 складається з VC-3 і вказівника адміністративного блоку, котрий показує коректування фази VC-3 відносно циклу STM-N. В обох випадках вказівник адміністративного блоку займає фіксоване положення в циклі STM-N. Один чи більше адміністративних блоків, які займають фіксоване положення в навантаженні STM, називаються групою адміністративних блоків (AUG). AUG складається з однорідного набору AU-3 чи одного AU-4.

5) Субблок (Tributary Unit-n, TU-n). інформаційна структура, яка забезпечує узгодження між шаром трактів нижнього рангу і шаром трактів верхнього рангу. Складається з інформаційного навантаження (віртуальний контейнер нижнього рангу) і вказівника субблока, котрий показує відступ початку циклу навантаження відносно початку циклу віртуального контейнера верхнього рангу.

TU-n ($n = 1;2;3$) складається з VC-n плюс вказівник субблока. Один чи більше субблоків, які займають фіксовані позиції в навантаженні VC-n

верхнього рангу, називають групою субблоків (TUG). Групи визначені так, щоб одержати можливість утворення змішаного навантаження із субблоків різних розмірів для збільшення гнучкості транспортної мережі. TUG-2 містить однорідний набір ідентичних TU-1 чи один TU-2, а TUG-3 - однорідний набір TUG-2 чи один TU-3.

6) Контейнер (Container-n, n=1-4). Інформаційна структура, яка формує синхронне з мережею інформаційне навантаження для віртуального контейнера. Кожному віртуальному контейнеру відповідає свій контейнер. Визначені функції адаптації використовуваних на мережі швидкостей до обмеженого числа стандартних контейнерів, включаючи швидкості, визначені в Рек. G.702. Для широко-копосних сигналів функції адаптації будуть визначені в майбутньому.

7) Інтерфейс мережевого вузла (Network Node Interface, NNI). Інтерфейс, який використовують для зв'язку з іншим мережевим вузлом.

8) Вказівник (Pointer). Індикатор, призначення котрого показує відступ циклу віртуального контейнера відносно точки відліку циклу транспортної одиниці, котра його обслуговує.

9) Зчеплення (Concatenation). Процедура об'єднання декількох віртуальних контейнерів, в результаті котрої їх сукупна ємність може бути використана як один контейнер, в якому забезпечується цілісність послідовності біт.

10) СЦІ розміщення (SDH mapping). Процедура адаптування сигналів навантаження до віртуальних контейнерів в межах мережі СЦІ.

11) СЦІ мультиплексування (SDH multiplexing). Процедура адаптування декількох сигналів шару трактів нижнього рангу до трактів верхнього рангу, чи декількох сигналів шару верхнього рангу до мультиплексної секції.

12) СЦІ вирівнювання (SDH Alingning). Процедура, завдяки якій у субблок чи адміністративний блок вводиться інформація про зсув цього циклу від еталонної точки відліку циклу підтримуючого шару.

2.3.2. Скорочення.

ЗГ - задавальний генератор;

ПЦІ - плезіохронна цифрова ієрархія;

ПЦТ - первинний цифровий тракт;

Рек. W.xyz - рекомендації ITU-T (MCE) W.xyz;

СС - система синхронізації;

СЦІ- синхронна цифрова ієрархія;

ТЦТ - третинний цифровий тракт;

ЧЦТ - четверинний цифровий тракт;

АТМ - asynchronous transfer mode - асинхронний спосіб переносу;

АUn - адміністративний блок;

АUG - група адміністративних блоків;

B-ISDN - широкополосна цифрова мережа з інтеграцією служб (broadband integrated services digital network);

C- контейнер;

ITU-T – international telecommunication union,

Telecommunication standartisation - сектор стандартизації електрозв'язку МСЕ;

NNI - інтерфейс мережевого вузла;

STM-M - синхронний транспортний модуль N-го рівня СЦІ;

TU - субблок;

TUGn - група субблоків;

VC - віртуальний контейнер.

2.4. Загальні характеристики систем і апаратури.

Загальні характеристики систем і апаратури СЦІ на загальнодержавній мережі України повинні відповідати вказаним нижче рекомендаціям ІТІІ Т з урахуванням уточнень і доповнень даного Регламенту.

2.4.1. Швидкості передачі, основні принципи і структурні елементи перетворень повинні відповідати Рек. 0.707 [4].

2.4.2. Схема перетворень

У системах і апаратурі СЦІ повинна використовуватися схема перетворень, показана на рис.2.1.

Як навантаження контейнерів C-n повинні використовуватись вказані на схемі сигнали ПЦІ, відповідно Рек.G.702[1], або інші сигнали (наприклад, комірки АТМ). Віртуальні контейнери VC-2 призначені для сигналів нових служб з неієрархічними швидкостями передачі.

2.4.3. Процедури перетворень.

Процедури, які використовуються в схемі перетворень, рис.2.1, повинні відповідати Рек.G.707[4] за виключенням пунктів цієї рекомендації, вказаних в таблиці 2.1. Вимоги відзначені НВ - не використовуються, а ЗМ - змінюються відповідно даної таблиці.



Рис.2.1 Схема перетворень СЦІ

Пункт Рек. G.707[4]	Нормована процедура	Статут
6.1	Основна структура мультиплексування повинна відповідати мал.2.1 Регламенту.	ЗМ
7.1.3	Мультиплексування AU-3 через AUG.	НВ
7.2.4	Мультиплексування груп TUG-2 в VC-3.	НВ
7.2.6	Мультиплексування субблоків TU-1 через TUG-2 - виключається частина, яка відноситься до TU-11.	ЗМ
6.2.4	Сигнали обслуговування трактів - виключається частина, яка відноситься до AU-3.	ЗМ
8.1.1	Вказівники адміністративних блоків - виключається частина, яка відноситься до AU-3.	ЗМ
8.3.1	Вказівник TU-1, TU-2 - виключається частина, яка відноситься до TU-11.	ЗМ
8.3.3	Байт надциклової індикації TU-1, TU-2 - виключається частина, яка відноситься до VC-3.	ЗМ
8.3.6	Зчеплення TU-2 - виключається зчеплення сусідніх TU-2 в VC-3.	ЗМ
8.3.6.1	Зчеплення сусідніх TU-2 в VC-3.	НВ
8.3.6.2	Віртуальне зчеплення TU-2 в VC-3.	НВ
8.1.5 8.1.6	Створення і інтерпретація вказівника TU-1, TU-2 - виключається п.4.	ЗМ
10	Розміщення субблоків у віртуальних контейнерах - виключається TU-11 на рис.10.1 G.707.	ЗМ
10.1.3	Розміщення субблоків в VC-2 - виключаються п.п 10.1.3.4.	ЗМ
10.1	Плаваючий і фіксований режим. Перетворення - виключається посилання на VC-3 РОН і AU-3.	ЗМ

2.4.4. Функціональні характеристики апаратури.

2.4.4.1. Функції претворень, оперативного переключення і введення/виведення.

Типи, загальні характеристики і функції апаратури, яка виконує функції перетворень, оперативного переключення повинні відповідати Рек. G.783 [5]. Загальні якісні показники апаратури, характеристики функціональних блоків цієї апаратури також повинні відповідати Рек. G.783 [3].

2.4.4.2. Функції передачі по лінії.

Загальні характеристики і якісні показники апаратури, яка виконує функції передачі по волоконно-оптичним лініям, повинні відповідати Рек. G.958 [11], а параметри її оптичних інтерфейсів - Рек. G.957 [10]. Нормування характеристик передачі повинно виконуватись по категоріям застосування таблиць Рек. G.957 [10].

2.4.5. Інтерфейси мережевих вузлів.

Структури циклів цифрових сигналів апаратури СЦІ на інтерфейсах мережевих вузлів (NNI), а також склад і функції заголовків повинні відповідати п.п 8 і 10 Рек. G.707 [4].

Фізичні електричні характеристики апаратури СЦІ на інтерфейсах мережевих вузлів повинні відповідати Рек. G.703[2], а фізичні оптичні характеристики - Рек. G.957[10].

2.4.6. Загальні якісні показники.

Комплекс апаратури СЦІ (включаючи лінійний тракт), при роботі в межах нормального розрахункового режиму повинен забезпечити вищий рівень якості по класифікації таблиці Рек. (3.821 [12].

Апаратура перетворень, оперативного переключення і введення/виведення, при роботі в межах нормального розрахункового режиму, не повинно вносити цифрових помилок.

2.5. Характеристика волоконно-оптичних кабелів.

В межах СЦІ повинні використовуватись волоконно-оптичні кабелі, які відповідають Рек. 6.652 [13], 6.653 [14], 6.654 [15] і (3.655 [16].

УНДІЗ та Дирекцією первинної мережі Укртелеком розроблені:

"Норми та показники надійності оптичних кабельних магістралей" (преспективні та на початковий період експлуатації) з урахуванням рекомендацій ITU-T G.602;

"Норми витрат матеріалів на ремонтно-експлуатаційні потреби та аварійного запасу ВОК" розроблені з урахуванням допустимої мінімальної довжини вставки та ймовірності суцільності відмов на ВОК;

"Норми на оптичні параметри волоконно-оптичних кабелів для регенераційних ділянок" з урахуванням Рек. G.957, та характеристик ВОК, що використовуються в Україні.

Зазначені норми узгоджені з Дирекцією первинної мережі та затверджені Укртелеком ом в 1998 році.

Ряд нормативних документів розроблені НіЦ ЛКС для ВОЛЗ, наприклад:

- Керівництво по монтажу та ремонту міжміського внутрішньозонового оптичного кабелю ОКЗБІ, 1996;
- Рекомендації по вибору способу з'єднання оптичних волокон оптичних кабелів зв'язку, 1996;
- Керівництво по проектуванню міжміських оптичних кабелів внутрішньозонових мереж Мінзв'язку України, 1996 та інші. Вони знаходяться на стадії затвердження.

2.6. Мережеві взаємодії СЦІ/СЦІ.

2.6.1. На мережі допускається з'єднання AUG, побудованих тільки на основі AU-4 по шляху TUG-3/VC-4/AU-4 відповідно Рек. G.707[4]. При міжнародних з'єднаннях з мережами СЦІ, на яких використовується AU-3, ці мережі зобов'язані перетворювати сигнали, які забезпечують з'єднання на основі AU-4 по вищевказаному шляху.

2.6.2. Пункт 6.1.3 Рек. G.707[4] не застосовується. VC-11 транспортується в TU-12 з перетворенням VC-11/VC-12 по п. 10 Рек. C.707[4].

2.7. Використання субпервинних транспортних модулів.

2.7.1. Субпервинний транспортний модуль STM-RR зі швидкістю 51840 кбіт/с відповідно п.10 Рек. G.707[4] може використовуватись як формат лінійного сигналу радіорелейних і супутникових ліній, не розрахованих на STM-1. Схема перетворень для одержання субпервинного транспортного модулю повинно відповідати рис. 2-2.

2.7.2. Субпервинний транспортний модуль STM-RR не є рівнем СЦІ і не може використовуватись на інтерфейсах мережевих вузлів загальнодержавної мережі, повинні виконуватись перетворенням по схемі рис. 2-2.

2.8. Взаємодія з мережами ПЦІ.

2.8.1. Взаємодія мереж СЦІ і ПЦІ повинна відбуватись на рівні сигналів, вказаних як навантаження контейнерів C-n на рис.2-1.

2.8.2. Для взаємодії з європейською ПЦІ повинні використовуватись сигнали ПЦТ 2048 кбіт/с, ТЦТ 34368 кбіт/с і ЧЦТ 139264 кбіт/с відповідно Рек. G.702[1].

2.8.2.1. Для сигналу 2048 кбіт/с повинен використовуватись шлях перетворень: C-12/VC-12/TU-12/TUG-2/TUG-3/VC-4/AU-4/AUG/STM-N.

2.8.2.2. Для сигналу 34368 кбіт/с повинен використовуватись шлях перетворень: C-3/VC-3/TU-3/TUG-3/VC-4/AU-4/AUG/STM-N.

2.8.2.3. Для сигналу 139264 кбіт/с повинен використовуватись шлях перетворень: C-4/VC-4/AU-4/AUG/STM-N.

2.8.3. Для взаємодії з мережами північноамериканської ПЦІ повинні використовуватись сигнали ПЦТ 1544 кбіт/с і ТЦТ 44736 кбіт/с відповідно Рек. G.702[1].

2.8.3.1. Для сигналу 1544 кбіт/с необхідний шлях перетворень: C-11/VC-11/TU-12/TUG-2/TUG-3/VC-4/AU-4/AUG/STM-N.

2.8.3.2. Для сигналу 44736 кбіт/с необхідний шлях перетворень: C-3/VC-3/TU-3/TUG-3/VC-4/AU-4/AUG/STM-N.

2.8.4. Процедури розміщення сигналів ПЦІ в контейнерах повинні відповідати п. 10 Рек. G.707[4]. Сигнали ТЦТ і ЧЦТ повинні розміщуватись асинхронно, а ПЦТ асинхронно, байтсинхронно і бітсинхронно.

2.8.5. Конкретні способи розміщення сигналів ПЦТ на мережі встановлюється мережевими операторами відповідно з умовами, які є на даних мережах чи напрямках зв'язку з врахуванням наступного:

2.8.5.1. Відсутності спеціальної вказівки (не зумовлено) - повинно використовуватись асинхронне розміщення.

2.8.5.2. Байтсинхронне розміщення призначено для синхронних сигналів. Воно може використовуватись у поєднанні з двома режимами мультиплексування TU-2 в VC-2:

- в плаваючому режимі мультиплексування це розміщення повинно використовуватись для сигналів з циклом по Рек. G.704[3] і маючих конкретну структуру (канали 64 кбіт/с і N x 64 кбіт/с), або без такої.
- у фіксованому режимі це розміщення може використовуватись для сигналів з циклом по Рек. G.704[3] і октетною структурою (канали 64 кбіт/с і N x 64 кбіт/с), але тільки у випадках, коли на даному напрямку мережі відсутнє і не передбачається використання апаратури оперативного переключення чи введення/розгалуження VC-11, VC-12.

2.8.5.3. Бітсинхронне розміщення призначено для синхронних сигналів, які не мають октетної структури. Воно не повинно використовуватись для міжнародних з'єднань.



Рис.2.2 Схема перетворень для субпервинних радіоліній

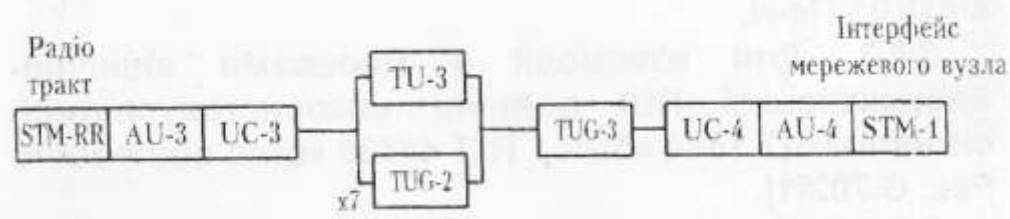


Рис.2.3 Перехід від STM-RR до STM-1

2.9. Використання СЦІ в B-ISDN.

Мережа СЦІ може бути використана як фізичний шар транспортної системи широкосмугової цифрової системи з інтеграцією служб (B-ISDN), яка використовує АТМ. Комірки АТМ повинні транспортуватися в мережі СЦІ як навантаження віртуальних контейнерів і їх зчеплення. Способи розміщення комірок АТМ в контейнерах і зчепленнях повинні відповідати Рек. G.707[4].

2.10. Система синхронізації.

2.10.1. Принципи побудови системи синхронізації (СС) СЦІ повинні відповідати Рек. G.803[7] з вказаними нижче уточненнями. По мірі утворення загальномережевої системи синхронізації СС СЦІ повинна включатись до її складу.

2.10.2. Ієрархія СС СЦІ повинна мати 4 рівні:

- первинний стандарт,
- 3Г мережевих вузлів (транзитних вузлів по термінології ІТУ-Т),
- 3Г мережевих станцій (місцевих вузлів по термінології ІТУ-Т),

-ЗГ апаратура СЦІ.

Кожний рівень СС, починаючи з другого повинен примусово синхронізуватись від верхнього по принципу "провідний/ведений". Характеристики первинного стандарту повинні відповідати вимогам Рек.С811[8], а ЗГ вузлів і станцій - Рек. G.812[9].

2.10.3. Як синхротраси повинні використовуватись тракти, які не оброблялися вказівниками, наприклад, лінійні тракти STM-N.

2.10.4. Для вказівки статусу синхросигналів (приналежності до одного з рівнів ієрархії СС також якості сигналів) мережі СЦІ повинна використовуватись класифікація рівнів СС Рек. G.707[4]. Створення загальномережевої системи синхронізації України для мережі загального користування регламентовано в документі, розробленому інститутом "Гіпрозв'язок", при участі УНДІЗ (м.Київ), з врахуванням Рек. G.803[7], G.811[8], G.812[9], G.783[5], G.810 та ін.: - ТЕР "Создание системы синхронизации цифровой сети связи Украины", 1997. Цей документ застосовується інститутом "Гіпрозв'язок" при проектуванні та розбудові СЦІ на зональних мережах України та ін.

2.11. Режими синхронізації при взаємодії мереж СЦІ.

2.11.1. Щоб досягти найкращої якості зв'язку мережа СЦІ одного оператора повинна працювати в синхронному режимі, утворюючи єдину синхронну зону, в цьому режимі всі ЗГ мережі повинні одержувати синхросигнал від головного, який повинен відповідати Рек. G.811[8].

Примітка 1. В лініях "крапка-крапка", коли навантаження STM-N служать тільки плезіохронні сигнали, по Рек. G.702[1], і не потребують обробки вказівників TU і AU, синхронізація не потрібна.

Примітка 2. Відсутність взаємодії даної мережі СЦІ з іншими як головний ЗГ синхронної зони, можливо використати ЗГ мережевого вузла (станції), який відповідає Рек. G.812[9] чи ЗГ апаратури СЦІ.

2.11.2. При взаємодії мереж СЦІ різних операторів в межах України слід надати перевагу утворенню об'єднаних синхронних зон. У протилежному випадку взаємодії цих мереж повинні бути в псевдосинхронному режимі (див. п. 2.11.3.).

2.11.3. Взаємодія мереж СЦІ, які складають різні синхронні зони, повинна реалізуватись у псевдо-синхронному режимі. В цьому випадку головний ЗГ кожної зони повинен відповідати вимогам Рек. G.811[8]. Цей режим, якщо не досягнута інша згода, повинен використовуватись і при міжнародних з'єднаннях.

2.11.4. В аварійному стані СС (пошкодження син-хротрас) ЗГ, який загубив синхросигнал, повинен переходити в стан утримання, що відповідає переходу даної ділянки мережі в плезіохронний режим.

2.12. Система контролю і управління (система технічної експлуатації).

Коротко, цьому питанню присвячений пункт 1.1.2 цього документу. Система контролю і управління мережі України повинна відповідати Рек. М.20[17], Рек. М.3010[18], Рек. G. 774 [19,20,21,22,23,24,25,26,27,28]. Повинні використовуватись також документи, розроблені Укртелекомом на (перехідний період). Це "Інструкція по нумерації трактів та каналів ЦСП (плезіохронної PDH та синхронної SDH) цифрових ієрархій"(1997) і "Тимчасова інструкція по взаємодії та технічній експлуатації ЦСП ВОЛЗ і ЦРРЛ"(1997), "Алгоритмы взаимодействия национальных центров управления при изменении состояния КО на первичной сети электросвязи на международных линиях передачи и линейных трактах" (1995) та ін.

Регламентація системи контролю і управління для мережі України буде виконана в наступних редакціях цього Регламенту.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО РЕГЛАМЕНТУ

До розділу 2.1. Мета і призначення.

Введення обмежень в декотрі положення Рекомендацій ІТУ-Т викликається необхідністю усунути їх неоднозначність, яка затруднює мережеву взаємодію. Основна функція цього Регламенту - обмежувальна. Він виключає тільки ті схеми і процедури, котрі не відповідають умовам мережі зв'язку України, залишаючи повну можливість міжнародної співпраці. Взаємодія на фізичному рівні забезпечує можливість обміну на мережі інформаційними сигналами з забезпеченням якісних показників зв'язку, які вимагаються. Узгодження систем контролю і керування, які використовуються різними фірмами, вимагає досягнень відповідальності процедур обслуговування і програмного забезпечення.

Навіть з врахуванням введених обмежень Регламент - на основі Рек. ІТУ-Т - забезпечує можливість використання та побудови апаратури СЦІ віх рівнів синхронної ієрархії різного призначення (кінцевої, транзитної, введення/виведення, оперативного переключення та ін.), придатної для створення мереж різної конфігурації (лінійних, розгалужених, кінцевих та інш.) і для взаємодії з різноманітними зовнішніми мережами (будь-яких ПЦІ, В-ISDN та ін.). Апаратура може бути багатofункціональною з можливістю зміни схем і функцій - програмно і дистанційно, за допомогою СЦІ - системи експлуатації, чи може бути вузькоспеціалізованою та ін. Можлива різна конфігурація мереж СЦІ - апаратури різного виду і взаємодія з зовнішніми мережами на різних рівнях. Конкретний вибір варіантів схем апаратури і мереж СЦІ може бути виконаний тільки мережевими операторами і виробниками апаратури, як це робиться на діючих мережах. Необхідною умовою нормальної мережевої взаємодії різних типів СЦІ - апаратури і

мережі є точне виконання схем і процедур, які повинні в кожному випадку відбиратися тільки з числа рекомендованих ІТУ-Т і підтвержених Регламентом. Як і на діючих мережах, всі перебудови на мережі одного оператора повинні узгоджуватись з операторами, які взаємодіють з ним.

До розділу 2.2. Нормативні посилання.

Загальний об'єм вимог Рек. ІТУ-Т, які цитуються в Регламенті складає кілька сот сторінок англійського тексту і рисунків. Включення всіх цих матеріалів у Регламент (з врахуванням необхідності перевидань при періодичних корекціях Рекомендацій) практично неможливо. Міжнародний досвід показує, що можливий випуск документів, які обмежують, або уточнюють окремі вимоги Рек. ІТУ-Т, але залишають в дії решту (наприклад, європейський стандарт ETS300147).

До розділу 2.4. Загальні характеристики систем і апаратури.

Підтвержується обов'язковість вимог Рек. ІТУ-Т, як умови забезпечення мережевої взаємодії.

До розділу 2.4.1. Швидкості передачі, основні принципи і структурні елементи перетворень.

Принципові основи СЦІ обов'язкові для виконання.

До розділу 2.4.2. Схема перетворень.

Регламентована схема і перелік сигналів ПЦІ, котрі допускаються для транспортування в мережі СЦІ, відповідають європейському стандарту ETS30Q147. На Україні застосовується різновидність європейської ПЦІ, мережа зв'язку України тісно пов'язана з європейською, що цілком виправдовує прийняття такої схеми. Вона є частиною схеми Рек.G.707, при порівнянні з котрою регламентована

схема не включає адміністративного блоку AU-3 і процедур, пов'язаних з ним, а також сублока TU-11. Ці структури характерні для системи SONET, розробленої для американо-японської мережі зв'язку і зручні для транспортування сигналів 45 і 1,5 Мбіт/с, які відсутні в європейській ПЦІ. Для зв'язку з мережами Америки і Японії є можливість транспортування цих сигналів за допомогою використання суб-локів TU-3 і TU-12, які застосовуються для сигналів 34 і 2 Мбіт/с, Крім того виключається введення в мережу СЦІ сигналу 6 Мбіт/с з американо-японської ПЦІ, а віртуальний контейнер VC-2 і його зчепки (від 2 до 7) призначаються для сигналів з неієрархічними швидкостями (комірок АТМ, сигналів зображення ті інш.).

До розділу 2.4.3. Процедури перетворень.

Даний розділ включає перелік процедур Рек. G.707, які змінюються або не застосовуються на мережі України, відповідно з застосуванням схеми перетворень (рис.2-1 Регламенту).

Пункти 7.1.3; 7.2.4; 8.11; 8.3.1; 8.3.6; 8.3.6.1 і 10.1 Рекомендацій змінюються, або не застосовуються в зв'язку з відмовою від АУ-3. Пункти 7.2.6; 8.3.1; 10 і 10.1.3 Рекомендацій змінюються у зв'язку з відмовою від ТУ-11.

Пункти 8.3.6, 8.1.5 і 8.1.6 Рекомендацій змінюються, або не застосовуються у зв'язку з проведенням розробки процедур зчеплень VC-2 для європейських мереж, які можливо, доцільно прийняти на Україні.

Розділи 7.2.4; 7.2.5 і 7.2.6 відображають обов'язковість виконання вимог Рек. ІТУ-Т до апаратури СЦІ і не вимагають обмежень на мережі України.

До розділу 2.5. Характеристики волоконно-оптичних кабелів.

Системи і апаратура СЦІ повинні задовольнити вимоги до них при умовах застосування на кабелях вказаних в даному розділі типів.

До розділу 2.6. Мережеві взаємодії СЦІ/СЦІ.

Вимоги п. 2.6.1 відповідають основному варіанту мережевих з'єднань, встановленому в Рек. G.707 і забезпечуються при використанні схеми перетворень на рис. 2-1 Регламенту. Вимоги п. 2.6.2 викликані схемою рис. 2-1, яка прийнята Регламентом.

До розділу 2.7. Використання субпервинних транспортних модулів.

Даний розділ відноситься до малоканалних СЦІ - радіоліній, які не розраховані на перший рівень СЦІ, а тому в них використовується субпервинний транспортний модуль СЦІ зі швидкістю передачі 51840 кбіт/с, як формат лінійного сигналу. Схема рис.2-2 Регламенту для одержання субпервинного модулю розроблена на основі схеми рис. 2-1 Регламенту і fig. Рек. G.707. Умовою взаємодії субпервинних СЦІ-радіоліній з рештою мережі СЦІ є перетворення формату їх лінійного сигналу у форматі STM-1, для цього повинна використовуватись схема відповідно рис.2-3 Регламенту.

До розділу 2.8. Взаємодія з мережами ПЦІ.

П.2.8.1. встановлює перелік рівнів взаємодії. Він відповідає європейському стандарту ETS300147.

В п. 2.8.2 вказані рівні взаємодії з мережами європейської ПЦІ і встановлюються шляхи перетворень сигналів відповідно схемі рис.2-1 Регламенту.

Збереження цих шляхів - необхідна умова мережевої взаємодії. Для ПЦІ-сигналів зумовлюються тільки швидкості передачі, без обмежень по структурам циклів та інш.

В п. 2.8.3. вказані рівні взаємодії з мережами американо-японської ПЦІ і встановлюються шляхи перетворень сигналів відповідно схемі рис. 2-1 Регламенту. Відмова від можливості прямої взаємодії з цими мережами сприяла б ізоляції мережі України. Відповідна апаратура може встановлюватися на мережі по рішенням операторів.

П. 2.8.5. регламентує способи розміщення сигналів ПЦТ. Асинхронне розміщення зберігає незмінною середню тактову частоту сигналів при транспортуванні через СЦІ мережу, а тому є найбільш універсальним. При утворенні синхронних зон, які інтегрують засоби передачі і комутації, виникає можливість синхронного розміщення, Байт-синхронне розміщення забезпечує прямий доступ до каналів 64 кбіт/с. В плаваючому режимі мультиплексування TU-12 в VC-4 залишає можливість розподільно звертатися до кожного віртуального контейнера, який несе ПЦТ. В фіксованому режимі відповідні вказівники відключаються і доступ до кожного такого контейнеру забезпечується тільки після розформування VC-4.

До розділу 2.9. Використання СЦІ в B-ISDN.

Регламентується одне з перспективних застосувань мережі СЦІ. Зараз в цитованій Рек. G.707 встановлені методи розміщення АТМ-комірок в найбільших СЦІ-контейнерах VC-4 на зчепленнях. Проводиться розробка подібних методів для інших віртуальних контейнерів, в окремому випадку - VC-2 і його зчепленнях.

До розділу 2.10. Система синхронізації.

Положення цього розділу узгоджені з принципами побудови загальної мережевої СС України, розроблені УНДІЗ за допомогою ЦНДІЗ та НПО "Дальсвязь" Росії.

До розділу 2.11. Режими синхронізації при взаємодії мереж СЦІ.

Передбачена в СЦІ процедура коректування і система вказівників забезпечує взаємодію мережевих СЦІ-елементів в режимах від синхронного, коли вимагається тільки компенсація мережевого розходження фаз, до плезіохронного, коли необхідна і компенсація розходження тактових частот. Однак робота у псевдосинхронному, а тим більш в плезіохронному режимі, збільшує джітер сигналів.

Апаратура СЦІ розрахована на великий джітер. Теоретичні дослідження показують практичну відсутність обмежень збільшення числа цифрових транзитів на мережі СЦІ, Однак, ПЦІ-апаратура не має подібних запасів і великий джітер на стиках СЦІ/ПЦІ може привести до зниження якості її роботи. Тому плезіохронний режим 1 застосовується в СЦІ як аварійний. Слід вибирати режим з мінімальним джітером.

3. КОНЦЕПЦІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ СЦІ НА МЕРЕЖІ ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ.

3.1. Мета.

Головною перспективною метою впровадження СЦІ повинно бути створення цифрової транспортної системи (ТС) мережі зв'язку України. ТС СЦІ повинна обійняти всі ділянки мережі від зон до магістралей, які утворюють не тільки розгалужену, гнучку і надійну мережу передачі, але й сучасну систему контролю і керування з її апаратними та програмними засобами. Для якнайшвидшої віддачі інвестицій кожний етап створення ТС СЦІ повинен відповідати актуальним потребам розвитку діючої мережі і забезпечити розумне використання засобів зв'язку, які мають.

Необхідно загальне планування створення ТС СЦІ. Воно повинно координувати введення окремих ділянок і компонентів ТС (ліній передачі, вузлів оперативного переключення, систем обслуговування та інш.). На основі перспективного і близького планування структури мережі повинна виконуватись розробка конкретних проектів окремих її ділянок з застосуванням доступної апаратури.

Ця робота повинна визначити і співвідношення засобів СЦІ та ПЦІ на мережі, що залежить від можливостей виробництва і закупівлі різної апаратури, а також від вимог до темпів розвитку мережі і т.п. Крім того, планування повинно допомогти уточнити перелік типів обладнання СЦІ та ПЦІ, які необхідно розробляти та купувати.

3.2. Загальні положення.

3.2.1. Технічні характеристики засобів СЦІ, які впроваджуються на мережі зв'язку України, повинні відповідати Регламенту СЦІ.

3.2.2. Для того, щоб одержати максимальний ефект засобів СЦІ, вони повинні, як правило, використовуватись для організації не окремих ліній, а мереж різних конфігурацій (лінійних, розгалуджених, кільцевих та ін.) з високими вимогами до економічності, надійності та якості зв'язку. Для цього необхідні засоби СЦІ з мережевим контролем і управлінням оперативним переключенням, з введенням і виведенням потоків інформації в проміжних пунктах з автоматичним обслуговуванням.

3.2.3. Доцільно наближення засобів СЦІ до користувачів (котрими можуть бути мережі ПЦІ чи кінцеві користувачі) з метою прямого введення сигналу кожного користувача в ТС СЦІ і розміщення його в окремому

контейнері, що забезпечує дію системи обслуговування СЦІ на довжині всього зв'язку. Для цього слід утворювати СЦІ-мережі доступу (роздавальні), котрі повинні доповнювати і замінювати мережі ПЦІ.

3.2.4. Взаємодія СЦІ/ПЦІ найбільш раціональна на рівнях 2 і 140 Мбіт/с за допомогою ПЦІ-обладнання. В необхідних випадках можливе і пряме введення в СЦІ сигналів 34 Мбіт/с (за допомогою спеціальної апаратури). Сигнали 8 Мбіт/с завжди необхідно роздробити до 2, чи об'єднати до 140 (34) Мбіт/с.

3.2.5. Взаємодія мережі СЦІ з діючою аналоговою мережею забезпечується перетворенням аналогових сигналів у цифрову форму - наприклад, ПЦТ 2 Мбіт/с. У вузлах і станціях телефонної мережі таке перетворення може виконувати апаратура ІКМ-30 чи інша (наприклад, АДІКМ).

3.3. Застосування СЦІ на магістральній мережі.

На магістральній мережі можна виділити:

- основну частину, яка утворена головними лініями передачі та мережевими вузлами, в яких виконується обмін навантаженням між головними лініями;

- мережі доступу (роздавальні), з менш потужними лініями, які з'єднують вузли і станції, в котрих включаються користувачі.

Так як фізично обидві частини використовують загальні споруди, обладнання, апаратуру, то такий розподіл чисто функціональний; однак, від допомагає виявити певні тенденції. В основній частині мережі необхідні лінії передачі на десятки тисяч каналів ТЧ або ОЦК. Найбільш тут підходять лінійні тракти STM-4 і STM-16. З врахуванням багатопарних кабелів і методів спектрального розподілу сигналу, такі тракти забезпечать і перспективні потреби. Головним об'єктом мережеских операцій на основній частині магістральної мережі ОЦІ є віртуальні контейнери VC-4 з межовим корисним навантаженням (табл.1-1) близько 150 Мбіт/с (до 1920 ОЦК чи ТЧ). Тракти STM-4 (STM-16) несуть 4 (16) VC-4. В мережеских вузлах VC-4 переключаються між STM-N за допомогою апаратури оперативного переключення АОП (автономної чи введеної в склад синхронних мультиплексорів СМ). Це обладнання має порти 140 і 155 Мбіт/с і може виконувати також роль шлюзів між мережами СЦІ і ПЦІ. Ці операції керуються системою обслуговування СЦІ для підвищення надійності в основній мережі СЦІ доцільно використати кільцеві схеми, що дозволяє ввести резервування по різним напрямкам передачі кільця, зберігаючи зв'язність мережі при аваріях на лініях. В цих схемах застосовується СМ в конфігурації мультиплексора введення/виведення (МВВ-N, де N-рівень СЦІ). МВВ-N має два порти STM-N, порти навантаження і вбудовану АОП, яка переключає цифрові потоки між ними, що дозволяє ввести, вивести і переключати транзитом будь-який VC-4. Таким чином, основна частина магістральної мережі реалізується засобами СЦІ, як мережа обміну

віртуальними контейнерами VC-4. Саме так будуються зараз магістральні мережі європейських країн. На окремих напрямках мережі можуть використовуватись і тракти ПЦІ 140 і 565 Мбіт/с (наприклад, вони можуть бути збережені на сусідніх волокнах кабелів, які доуцільнінені апаратурою СЦІ). Декотрі функції обслуговування цих трактів можуть використовуватись за допомогою каналів заголовків STM-N (які згадувались в розд.1.4.1.), спеціально призначених для об'єктів, які не входять в мережу СЦІ.

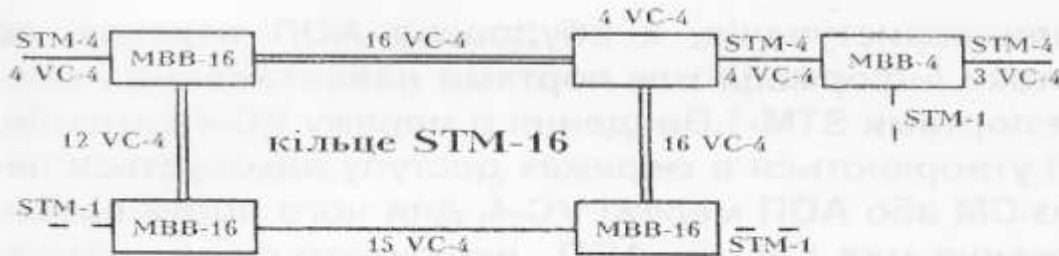


Рис. 3.1 Фрагмент мережі VC-4

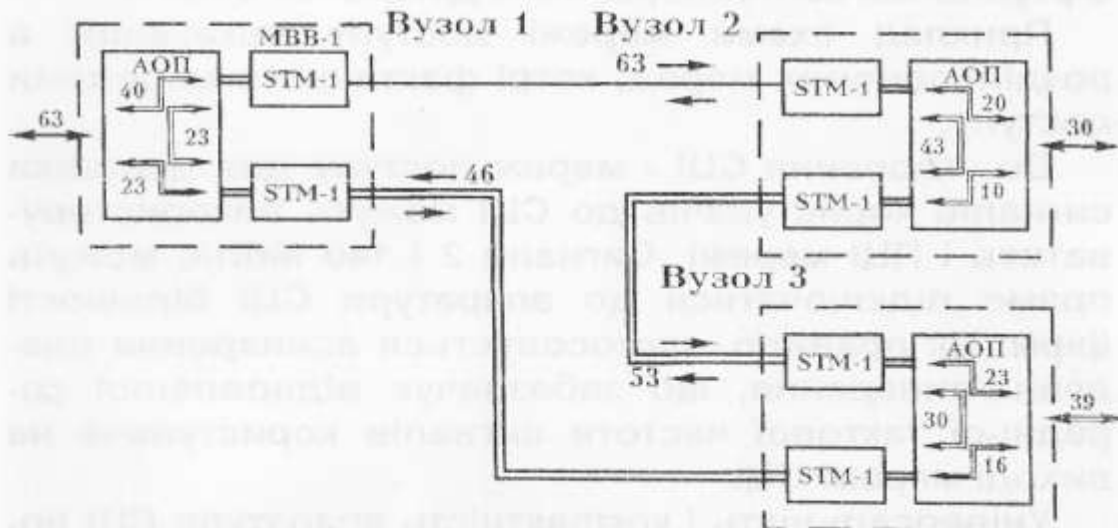


Рис. 3.2 Кільцева мережа з MBB-1

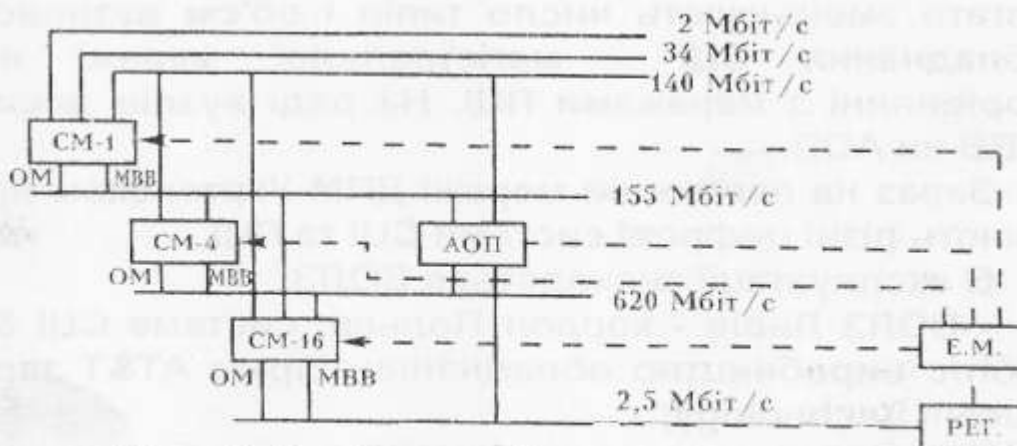


Рис. 3.3 Основні типи апаратури СЦІ

На рис. 3.1. показаний Регламент мережі VC-4. Він має кільце трактів STM-16, котре зв'язує три МВВ-16 і АОП. В даному фрагменті показано неповне завантаження двох ліній кільця - в цих лініях число VC-4 менше ніж 16, оскільки відповідна кількість контейнерів розгалуджується в МВВ. На рис. показані також тракти STM-4 і STM-1, які зв'язують кільце з другими частинами мережі.

Відстань між мережевими вузлами (пунктами виділення) на ряді ділянок магістральної мережі можуть не відповідати умовам досягнення поперечної сумісності Рек. G.957 (див. розд. 1.3.1.)- Для одержання великих довжин секцій, або інших нестандартних параметрів слід застосувати процедуру сумісного проектування передавачів і приймачів секції передбаченої Рек.G.958. Друга можливість збільшення довжин секцій регенерації за рахунок впровадження оптичних підсилювачів. Це може привести до необхідності постачання на такі ділянки мережі апаратури СЦІ тільки однієї фірми. Формування VC-4 із сигналів користувачів виконується в основному в мережах доступу. Ці мережі слід оснащати МВВ-1 з лінійними трактами STM-1. Порти навантаження МВВ-1 обробляють сигнали користувачів, а вбудована АОП переключає потоки інформації між портами навантаження і двома портами STM-1. Введення в мережу VC-4 сигналів, які утворюються в мережах доступу, виконується через СМ або АОП мережі VC-4, для чого порти навантаження цих СМ чи АОП включаються в мережі доступу. Сигнали STM-N (16) формуються з віртуальних контейнерів VC-4 декількох STM-1.

Приклад схеми мережі доступу показаний в розділі зонних мереж, котрі фактично є мережами доступу.

До утворення СЦІ - мереж доступу для доставки сигналів користувачів до СЦІ можуть використовуватись і ПЦІ мережі. Сигнали 2 і 140 Мбіт/с можуть прямо підключатися до апаратури СЦІ більшості фірм. Як правило, застосовується асинхронне введення/виведення, що забезпечує відновлення середньої тактової частоти сигналів користувача на виході мережі СЦІ.

Універсальність і компактність апаратури СЦІ досягається завдяки високому рівню її технології, набагато зменшують число типів і об'єм вузлового обладнання СЦІ - магістральної мережі при порівнянні з мережами ПЦІ. На ряді вузлів досить ІУІВВ чи АОП.

Зараз на первинній мережі ДПМ Укртелеком працюють різні цифрові системи СЦІ та ПЦІ.

В експлуатації знаходяться ВОЛЗ:

- ВОЛЗ Львів - кордон Польщі, система СЦІ 622 Мбіт/с виробництво обладнання фірми AT&T зараз Lucent Technology;
- з'єднувальна лінія Ужгород - Словачія СЦІ система / STM - 1 155 Мбіт/с, виробництво компанії Nortel;
- з'єднувальна лінія Ужгород - Угорщина, СЦІ система / STM - 1 155 Мбіт/с, виробництво компанії Siemens;

- міжнародна лінія ITUR, яка з'єднала Італію, Турцію, Україну, Росію, прокладена по дну Середземного, Егейського, Мраморного та Чорного морів; система ПЦІ 565 Мбіт/с; обладнання фірми Alcatel. Продовження ITUR - ВОЛЗ "Південь", Київ - берегова станція ITUR, обладнання STM - 4 виробництва компанії Nortel. Лінія проходить через Київську, Черкаську, Кіровоградську та Одеську області. Система має відгалуження на вказані областні центри, а також проходить 14 райцентрів в котрих встановлені НРП з виділенням каналів. Система забезпечує пропускання як національного так і міжнародного трафіку;

- з'єднувальна лінія ВОЛЗ "Північ" Київ - кордон Білорусії, обладнання STM - 4 виробництва компанії Nortel;

- цифрова РРЛ Київ - Львів, Львів - Ужгород та Львів - Івано-Франківськ - Чернівці, обладнана системою ПЦІ зі швидкістю 140 Мбіт/с;

- ВОЛЗ "Захід" Київ - Львів обладнання STM-16 2,4 Гбіт/с фірми Ericsson;

- ВОЛЗ Чернівці - Румунія, обладнання STIVS - 4 та Чернівці - Молдова, обладнання STM -1.

Україна приймає активну участь в міжнародних проектах: ITUR, TAE (Транс - Азіатсько Європейська лінія, котра зв'язує Шанхай і Франфуркт на Майні і проходить республіки Середньої Азії, Іран, Турцію, Україну, Польщу), TEL (Транс - Європейська лінія, котра зв'язує держави Європи) та ін.

Крім участі в міжнародних проектах Україна закупила ємність в підводних кабельних системах:

- SEA - ME - WE - 2, SEA - ME - WE - 3 (Європа -Близький схід - південносхідна Азія - Австралія);

- FLAG (Європа - Ближній схід - Далекий Схід);

- TAT - 9, 10, 11 (Трансатлантичні телефонні системи);

- Canus 1 (Канада - східне узбережжя США);

- Cantat 3 (Східне узбережжя Канади - південна Європа). Ці ємності забезпечують вихід України по цифровим каналам високої якості практично в любую точку земної кулі.

На первинній магістральній цифровій мережі України використовується обладнання компаній Siemens, Nortel, Ericsson, Alcatel, Lусent Technologies (AT&T). Успішно забезпечена сумісність обладнання різних компаній: Nortel - Siemens, Nortel - Marconi, Nortel - Alcatel.

Основними постачальниками ВОК для України є такі відомі компанії як: Pirelly Cavi (Італія), Gold - Star (Південна Корея), Ericsson (Швеція), Siemens (Німеччина), Lусent Technologies (США) та Одеський кабельний завод.

Рівень управління елементами мережі складається із робочих станцій SMS магістралей Київ - Затока ("Південь"), Київ - Білорусь ("Північ"), Київ - Львів, які встановлені на КМТС та робочої станції магістралі "Львів - Західний кордон" на вузлі зв'язку в м.Яворові.

3.4. Використання СЦІ на зонових мережах.

Хоча транспортна здатність уже навіть для першого рівня СЦІ (155 Мбіт/с) для зонних (внутрішньозонних і місцевих) мереж здається великою, однак принципи СЦІ дозволяють ефективно використовувати її і тут. Згадана швидкість передачі визначає лише межі пропускної здатності ліній, котрі в складних мережах можуть нести навантаження від багатьох станцій, забезпечуючи мережеве резервування. Основними потоками користувачів в зонних мережах і мережах доступу є первинні цифрові тракти ПЦТ 2 Мбіт/с, з яких формується VC-4. Для підвищення надійності тракти STM-1 часто з'єднують в кільця за допомогою мультиплексорів MBV-1. На рис. 3-2 показана проста кільцева мережа з трьома вузлами, які оснащені MBV-1 і котрі обробляють ПЦТ. Кожний вузол цієї мережі може вводити/виділяти від 1 до 63 ПЦТ (приклади наведені на схемі). Число ПЦТ, які обробляються, визначає лише кількість інтерфейсних плат ПЦТ та MBV. Межеве число у будь-якому перетині кільця - 63.

В області може бути 10-30 районів. Як правило, на АТС /АМТС райцентру, слід вводити декілька ПЦТ. При створенні в області кільцевих мереж з роздачею ПЦТ в райцентрах можливості STM-1 не є надмірними. Якщо ж ввести мережеве резервування коли в кожний райцентр ПЦТ зможуть поступати по різним сторонам кільця, то для багатьох областей буде потрібно по декілька STM-1 і навіть STM-4. Аналогічні схеми можуть бути застосовані і на великих міських телефонних мережах. Сучасні АТС зв'язані трактами 2 Мбіт/с. Надійна керована мережа обміну котрими може бути побудована на апаратурі СЦІ. Планується широке застосування СЦІ на Київській МТМ і МТМ великих міст України. Користувачами мереж 2 Мбіт/с можуть бути і інші користувачі, як це має місце, наприклад, в Києві. Тут працює окрема мережа СП KANCOM, яка роздає ПЦТ в оренду користувачам Києва. Мережа, побудована на апаратурі, аналогічній TN-IX фірми Nortel Telekom, фірми JPT. Це типовий MBV-1, який обробляє ПЦТ. Кабелі мережі прокладені в тунелях метро Києва, а MBV встановлені в станційних приміщеннях. Мережа квазікільцева, з розгалуженнями, без регенераторів, має близько 40 вузлів. Керується дистанційно з одного пункту.

МТМ м. Києва планує реалізацію нової транспортної мережі, що ґрунтується на кільцях СЦІ та транзитних цифрових системах комутації, які виконуватимуть функції міжстанційних зв'язків, вузлів вихідних та вхідних сполучень. Для цього будується міське магістральне кільце і цифрові транзитні вузли з перемиканням на них усіх аналогових вузлів цифрових АТС існуючої міжміської та міжнародної телефонних станцій. Для магістрального кільця взятий одномодовий ВОК з довжиною хвилі 1300/1500 нм. Його ємність відповідає трафіку, який потрібно реалізувати засобами цього міжстанційного зв'язку з урахуванням обладнання систем передачі, які використовуються, а також резерву майбутнього розвитку.

В Дніпропетровську реалізується проект принципово нової міжстанційної системи зв'язку, побудованої по кільцевому принципу з використанням СЦІ. СПІ "Оптіма" ("Op1:ita Servise Sviaz") побудована в

М.Дніпропетровську телефонна мережа яка експлуатується вже близько року на основі обладнання Lusent Technologies.

Мережа передачі "Оптіма" зараз складається із оптичних мультиплексорів ISM - 2000, які організовані в два повних транспортних кільця та одну лінію з резервним дублюванням трафіку (плоске кільце).

Кільцева конфігурація лінійних трактів забезпечує надійність міжстанційних з'єднань, так як зовсім однакові по змісту інформаційні потоки передаються по кільцю одночасно в протилежних напрямках. В інших містах України (Одесі, Харкові, Львові і т.д.) також активно впроваджується технологія СЦІ на міських телефонних мережах. В зв'язку з проходженням систем передач СЦІ по вище вказаних областях й 14 районах активно впроваджуються в них цифрові канали і тракти.

Зонові СЦІ-мережі можуть легко взаємодіяти з ПЦІ-мережами шляхом обміну ПЦТ 2 Мбіт/с. При використанні асинхронного розміщення, яке майже виключно реалізується у всій апаратурі СЦІ, яка випускається, ніяких проблем взаємодії не виникає, так як при цьому мережа СЦІ зберігає середню тактову частоту ПЦТ. Зберігається і можливість побудови синхронних (на рівні 2 Мбіт/с) мереж комутації. Можливості підключення до мережі СЦІ кінцевих користувачів також реалізована в апаратурі СЦІ.

В додатку, як приклад, описана апаратура OLS-2000 фірми AT&T, яка використовується для модернізації абонентського доступу в приміських та сільських мережах США. Слід зауважити, що окрім застосування ВО-ліній передачі на магістральній і зонувій мережах, можуть бути використані радіолінії в застосуваннях, вказаних в розд.1.3.2.

3.5. Номенклатура обладнання СЦІ.

3.5.1. Основні типи апаратури. На відміну від ПЦІ, де апаратура вузькоспеціалізована, для перетворень, передачі, оперативного переключення чи інших функцій, апаратура СЦІ багатофункціональна. Основним її типом є синхронний мультиплексор СМ. Він виконує функції перетворень, приймає участь в оперативному переключенні, введенні і виведенні цифрових потоків і передачі по лінії. Крім того, він приймає участь у функціях перебудови мережі і контролю мережі. У відповідності з вищим рівнем синхронного транспортного модулю, котрий обробляє СМ, можна розрізняти СМ-1, СМ-4, СМ-16, СМ-64. Мультиплексори першого рівня працюють в мережах доступу. Вони формують із сигналів користувачів сигнал STM-1, який або використовується як лінійний, або по внутрішньостанційним зв'язкам подається в СМ-4,16,64 для подальших перетворень. Мультиплексори всіх вказаних видів взагалі можуть працювати як кінцеві (КМ) і МВВ. Другим основним типом апаратури СЦІ є автономна апаратура оперативного переключення АОП. її функції - переключення цифрових потоків і передача їх по лінії. Крім того, АОП є шлюзом між мережами СЦІ і ПЦІ, тобто виконує і функції СМ. Тут також можливі комбінації функцій АОП різних рівнів СЦІ і ПЦІ.

Третій тип апаратури - лінійний СЦІ - регенератор. Він виконує більш складні функції, ніж в ПЦІ (глибокий контроль вірності передачі, обробка заголовків RSON, зв'язок з користувачами і системою обслуговування). Хоча лінійні регенератори стандартизовані Рек.ITU-T, перспектива їх широкого розповсюдження сумнівна. На розвинених мережах відстань між вузлами складає декілька десятків кілометрів, що вже зараз виключає проміжну регенерацію. При використанні кінцевих оптичних підсилювачів досягається довжина секції регенерації 250-300 км, достатня для більшості ділянок всіх мереж зв'язку. Ці підсилювачі розроблені рядом фірм. Як станційні регенератори в мережах СЦІ використовуються СМ, котрі транслюють між секціями регенераторів не увесь сигнал STM-n, а тільки VC-4(приклад див. нижче). Специфічним для СЦІ є головний пристрій (Element Manager) системи обслуговування. Його завдання - контроль і керування всіма мережевими елементами СЦІ (в тому числі, конфігурація мережі кожного мережевого елемента). Мережевими елементами є СМ, АОП і регенератори, з якими Element Manager зв'язується по каналах, які вбудовані в заголовки STM-N і VC-n, або по локальній мережі (наприклад, Enternet). Після створення загальномережевої системи обслуговування TMN, остання повинна буде взяти на себе функції Element Manager. Апаратура СЦІ оснащена електричними і оптичними зовнішніми інтерфейсами. Електричні інтерфейси за Рек. G.703 обслуговують внутрішній зв'язок станцій мережевих вузлів на рівнях ПЦІ і STM-1. Інтерфейси типу Q за Рек. G.773 використовуються для взаємодії з головним пристроєм системи обслуговування по локальній мережі даного вузла (станції). У випадку, коли головний пристрій, розміщений на іншій станції (вузлі) підмережі СЦІ, зв'язок з ним реалізується по вбудованим в заголовки STM-N і VC-n каналам, інтерфейси типу F (наприклад, RS-232) використовуються для зв'язку з місцевим контрольно-керівним пристроєм (комп'ютером). Крім того, є інтерфейси службового зв'язку, синхронізації і інш. Оптичні інтерфейси по Рек.0.957 використовуються для передачі сигналів STM-1,4,16,64 по ВО-кабелям і РРЛ. Ці інтерфейси нормуються по 18 категоріях застосування (табл.1-2 розд.1 даного КТМ).

Рис. 3-3 пояснює мережеву взаємодію основних типів апаратури СЦІ. В верхній його частині показані швидкості передачі різних рівнів ПЦІ, нижче - СЦІ, а між ними основні типи апаратури СЦІ, які виконують відповідні перетворення. Праворуч унизу показані Element Manager і один з регенераторів. На даному рис, СМ-1 обробляє всі передбачені стандартами СЦІ потоки європейської ПЦІ. Реальна апаратура, як правило, має тільки деякі. Режим MBV відрізняється від режиму КМ додатком другого порту STM-N, що показано на рис. у всіх СМ. Показаний тільки один тип АОП - для мережі VC-4. На практиці ця апаратура може мати багато різновидностей. Вивчення пропозицій західних фірм дозволяє відзначити наступні особливості апаратури СЦІ, яка зараз випускається.

а) В СЦІ-апаратурі, яка випускається для європейських мереж, рідко забезпечується доступ до ПЦІ - рівня 34 Мбіт/с. Частіше таку

можливість обіцяють у майбутніх розробках. Взаємодія з ПЦІ, як правило, реалізується на рівнях сигналів 140 і 2 Мбіт/с, котрі застосовуються як на магістральних мережах, так і на мережах користувачів відповідно.

б) В СМ першого рівня відсутнє введення потоку 140 Мбіт/с. Очевидно мала ефективність заміни діючих трактів 140 Мбіт/с на тракт STM-1. Потік 140 Мбіт/с може бути прямо введений в лінійні тракти вищих рівнів СЦІ через СМ і АОП мережі VC-4. Тракт STM-1 дає більший ефект в мережах доступу для розподілення потоків 2 Мбіт/с.

в) Функції станційних регенераторів часто виконують СМ мережі віртуальних контейнерів VC-4. При цьому регенерується не весь лінійний сигнал, а тільки самі віртуальні контейнери VC-4, які передаються з одної секції в слідуочу з новим заголовком RSOH регенераційної секції.

ДОДАТОК 1.

Комплекс апаратури СЦІ фірми AT&T NSI. (Lusent Technologies)

Промисловість України поки не випускає СЦІ-апаратуру. Маються пропозиції ряду закордонних фірм. Досить повні дані приведені фірмою AT&T NSI (Нідерланди) по комплексу "Сім'я 2000". Подібні комплекси з аналогічними і більш широкими функціями (і з не менш високою якістю) є і у інших фірм. Вибір конкретної апаратури повинен визначатись мережевим оператором на основі реальних пропозицій постачальників. На рис.3-4 показані зв'язки "Сім'ї 2000" з рівнями СЦІ і ПЦІ. У верхньому ряді показана апаратура, яка призначена для мереж доступу і зонних. Ліворуч знаходиться апаратура OLS-2000, яка згадувалась у розд.3-4. її функції, по відношенню до абонентського доступу, на рис. умовно показані зв'язками з рівнем 64 ($n \times 64$) кбіт/с, хоча насправді OLS-2000 обробляє не тільки цифрові потоки, нижчі за 2 Мбіт/с, а й аналогові сигнали. Вона перетворює і об'єднує сигнали користувачів в STM-1, виконуючи роль кінцевої станції мережі СЦІ. Ця апаратура виконує функції транспортування потоків 2 Мбіт/с, а також розподіляє 16 з цих потоків на менші (64, $n \times 64$ кбіт/ста інш.) і утворює ряд видів абонентського доступу:

- аналогові абонентські телефонні лінії;
- лінії до таксофонів;
- з'єднувальні лінії до електромеханічних АТС;
- базовий доступ ISDN (2B+D);
- синхронні і асинхронні термінали передачі даних (V.24/V.28, X.24, V.35, V.36);
- канали $n \times 64$ кбіт/с (X.24, V.35, V.36, G.703);
- інтерфейси 2 і 34 Мбіт/с по G.703;
- доступ до MAN (Metropolitan Area Network) по IEEE 802.6;
- доступ до LAN (Local Area Network) по IEEE 802.3 і 802.5.

Всі ці сигнали вводяться в STM-1 по вбудованим каналам керування, якого OLS-2000 контролює і керує. Таким чином, ця апаратура вторгнена в каналний шар мережі, котрий до сих пір був оснащений апаратурою ПЦІ. Порти STM-1 цієї апаратури перекривають вгамовність до 28дБ на хвилі 1310 нм.

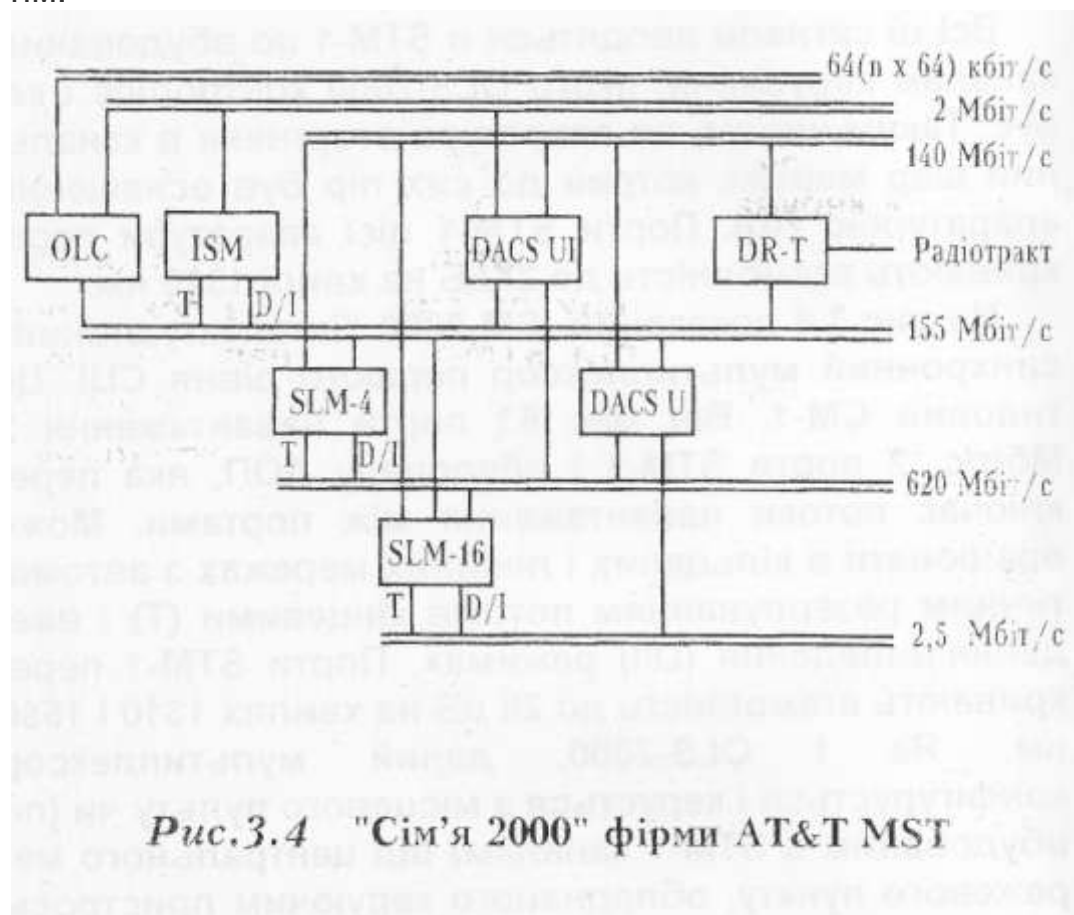


Рис.3.4 "Сім'я 2000" фірми AT&T MST

На рис.3.4 показаний SSM-2G0Q "інтелектуальний" синхронний мультиплексор першого рівня СЦІ. Це типовий SM-1. Він має 63 порти навантаження 2 Мбіт/с, 2 порти STM-1 і вбудовану АОП, яка переключає потоки навантаження між портами. Може працювати в кільцевих і лінійних мережах з автоматичним резервуванням потоків кінцевими (Т) і введення/виведення (D/I) режимах. Порти STM-1 перекривають вгамовність до 28 дБ на хвилях 1310 і 1550 нм. Як і OLS-2000, даний мультиплексор конфігурується і керується з місцевого пульту чи (по вбудованим в STM-1 каналам) від центрального мережевого пункту, обладнаного керуючим пристроєм і-2000. АОП DACS VI-2000 приймає ПЦІ потоки 2 і 14G Мбіт/с і переключає їх між портами STM-1 і STM-4. Поруч показана апаратура РРЛ DR-2000, яка належить до першого рівня СЦІ. Вона може сприйняти як 140 Мбіт/с, так і STM-1. Решта видів апаратури призначається для мереж VC-4 (основної частини магістральної мережі).

SLM-2000-4 - синхронний лінійний мультиплексор 4-го рівня СЦІ! (лінійна швидкість 622 Мбіт/с). Може конфігуруватись в режимах кінцевому, введення/виведення чи регенератора і використовуватися

в лінійних і кільцевих мережах з автоматичним резервуванням. Приймає до чотирьох потоків ПЦІ 140 Мбіт/с, або 3ТМ-1, і переводить їх в 8ТМ-4 з комутацією потоків між портами. Порти 8ТМ-4 перекривають загасання до 24 дБ на хвилях 1310 чи 1550 нм. Можлива робота по одному волокну зі спектральним розподілом. Конфігурується і керується з місцевого пункту чи від центрального мережевого пункту, обладнаного керуючим пристроєм І-2000.

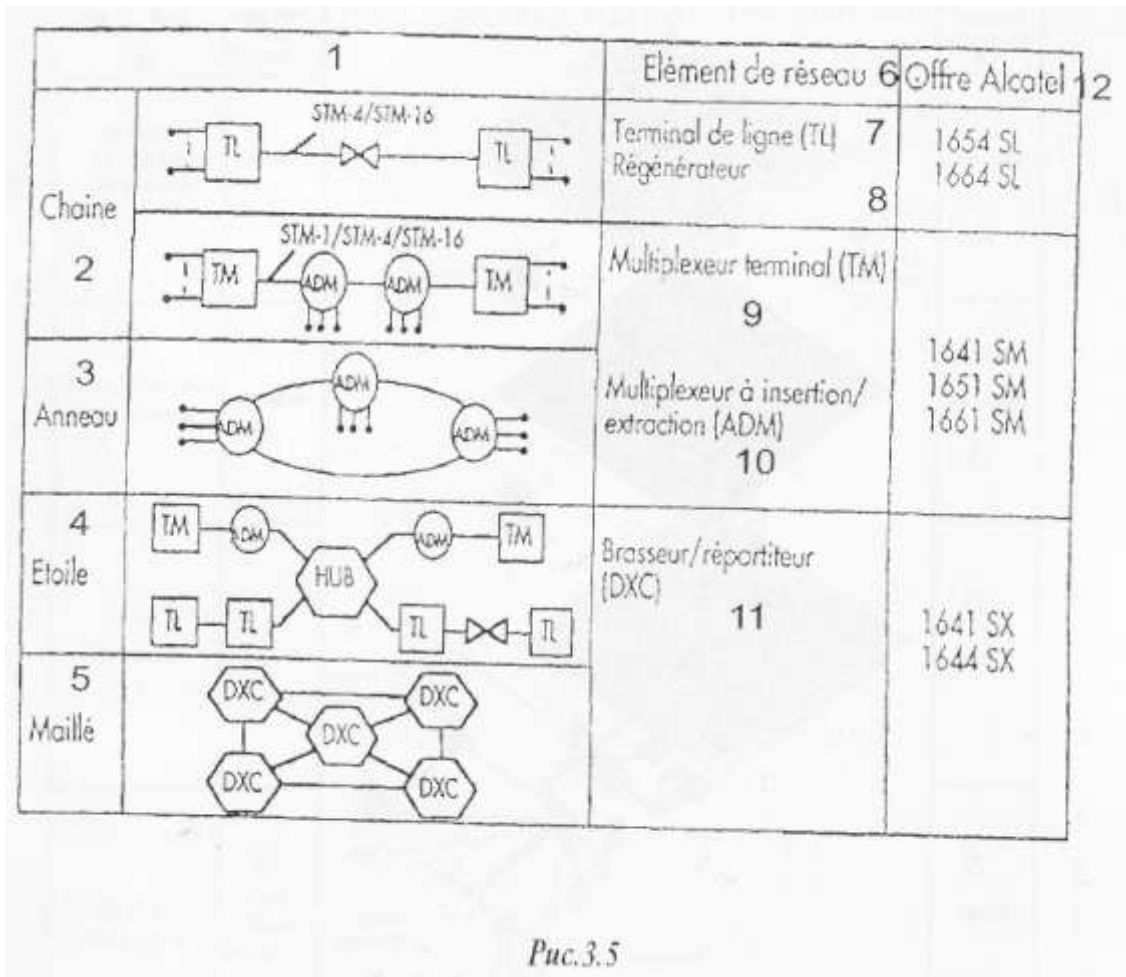
SLM-2000-16 з лінійною швидкістю 2,5 Гбіт/с, взаємодіє з усіма рівнями СЦІ і верхнім рівнем ПЦІ. Він обробляє до 16-ти потоків 140 Мбіт/с чи 155 Мбіт/с і має ті ж можливості конфігурування, переключення і керування, як і SLM-2000-4.

І-2000 - мережевий керувальний пристрій (Element Manager) для дистанційного програмного обслуговування мереж СЦІ. Дозволяє конфігурувати апаратуру вузлів і станцій і обслуговувати цю мережу самостійно як підсистему ТММ. Відповідає сучасним проектам рекомендацій системи обслуговування СЦІ, які розробляються в ІТІІ-Т. Побудований на основі робочої станції ЗІІМ 8РАКС, операційної системи ІІМІХ бази даних ІМРСЖМІХ і інтерфейсів користувача OPEN LOOK X.windows.

АОП DAC5 V-2000 переключає ПЦІ потоки 140 Мбіт/с, або контейнери VC-4 між портами STM-1, STM-4 і STM-16. Вона найбільш підходить для вузлів магістральної мережі.

ДОДАТОК 2.

Топологічні схеми мереж і конфігурація обладнання (за матеріалами фірми Alkatel)



Puc.3.5

Рис.3.5. Топологічна схема мережі і конфігурація обладнання;

- | | |
|-----------------------|--|
| 1 - топологія мережі; | 7 - термінал лінії; |
| 2 - магістраль; | 8 - регенератор; |
| 3 - кільце; | 9 - кінцевий мультиплексор; |
| 4 - зірка; | 10 – мультиплексом введення/виведення; |
| 5 - клітчатка; | 11- крос - конектор; |
| 6 - елемент мережі; | 12 - пропозиція Alcatel |

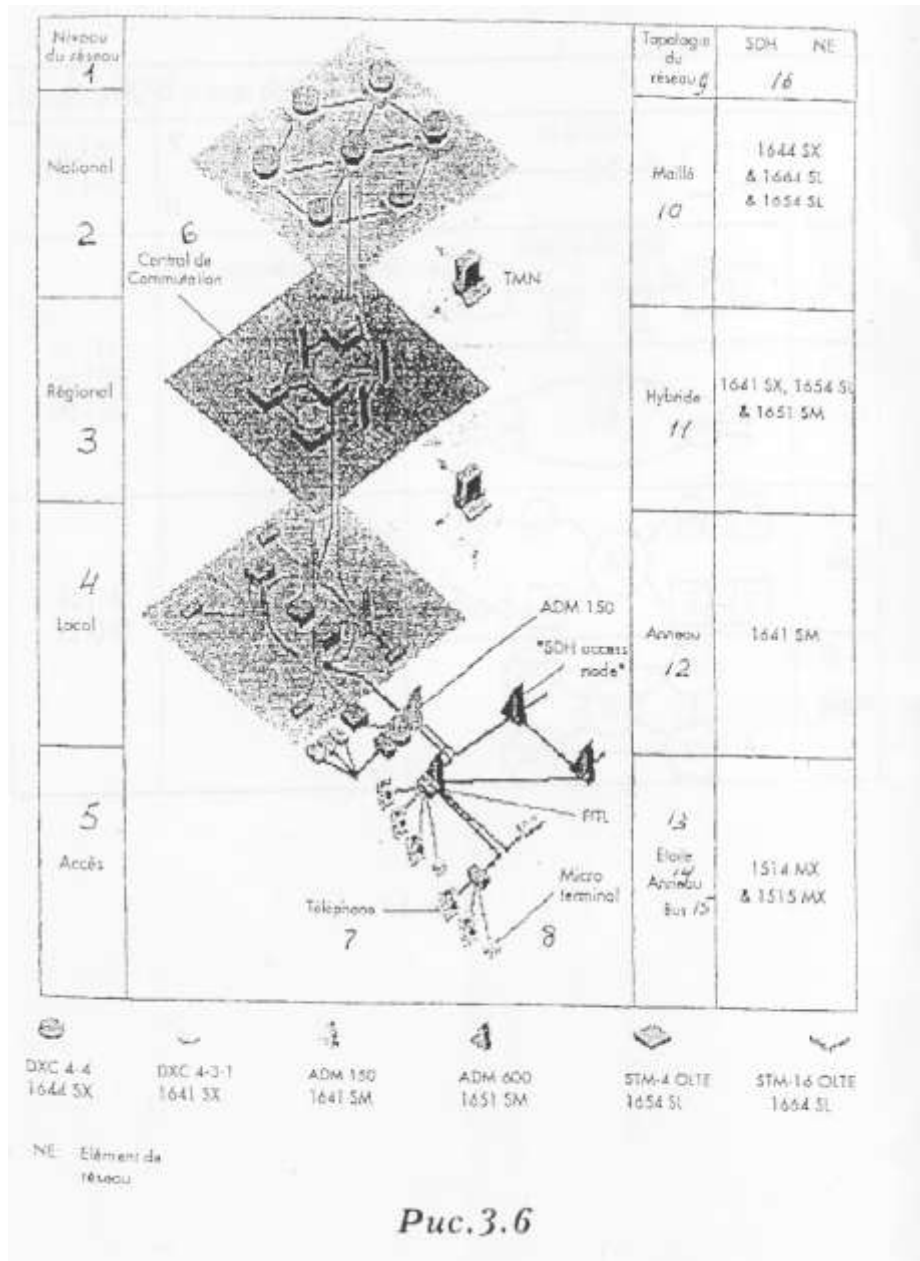


Рис.3.6

Рис.3-6. Приклад структури мережі:

- 1 - рівень мережі; 9 - топологія мережі;
- 2 - національний; 10 - клітчатка;
- 3- регіональний; 11- гібридна;
- 4 - локальний; 12- кільцева;
- 5 - абонентський; 13-зіркообразна;
- 6 - центр комутації; 14- кільцева;
- 7 -телефон; 15 - магістральна;
- 8- мікротермінал; 16 - елемент мережі.

Рис.3-7. Засоби захисту і види їх застосування;


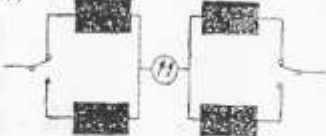
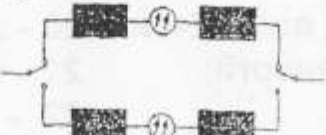

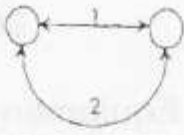
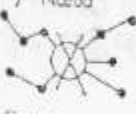

Défaut 1	10 Protection		
	Duplication 11	Exemple 16	Type 21
Composant  2	Carte ▼ EPS: Protection des équipements 17 	EPS N + 1 EPS 1 + 1	
	Carte et câble ▼ APS: Protection automatique (câbles posés dans la même canalisation) 18 	APS N + 1 APS 1 + 1 APS N : 1 APS 1 : 1	
Liaison 3  Cause: 5 - travaux de terrassement 6 - sabotage	Route ▼ Protection du câble par 2 routes différentes 19 	▼ APS 1 + 1: 1 : 1 avec 2 routes 22 - en anneau 23 - maille 24	
7 Nœud  Cause: 8 - incendie 9 - panne d'électricité	Station ▼ Protection du nœud 20 	▼ anneau ▼ maille	

Рис.3.7

- 1 - відмова;
2 - елементи;
3 - зв'язок;
4 - причина;
5 - ґрунтові роботи;
6 - саботаж;
7 - вузол;
8 - пожега;
9 - аварійне виключення;
10-захист;
11 - дублювання;
12 - плата;
13 - плата і кабель;
14 - маршрут;
15 – станція
16 - приклад;
17- захист обладнання
18 - автоматичний захист(кабелі в одному каналі)
19- захист кабеля двома різними маршрутами
20 - електроенергії;
21- тип;
22- з двома маршрутами
23 – кільцеве
24- клітчатa

Примітка. EPS: Equipment Protection Switching, EPSN + 1 = 1- карта захисту на N активних плат.

APS: Automatic Protection Switching, APSN +1 = 1-канал захисту на N активних каналів.

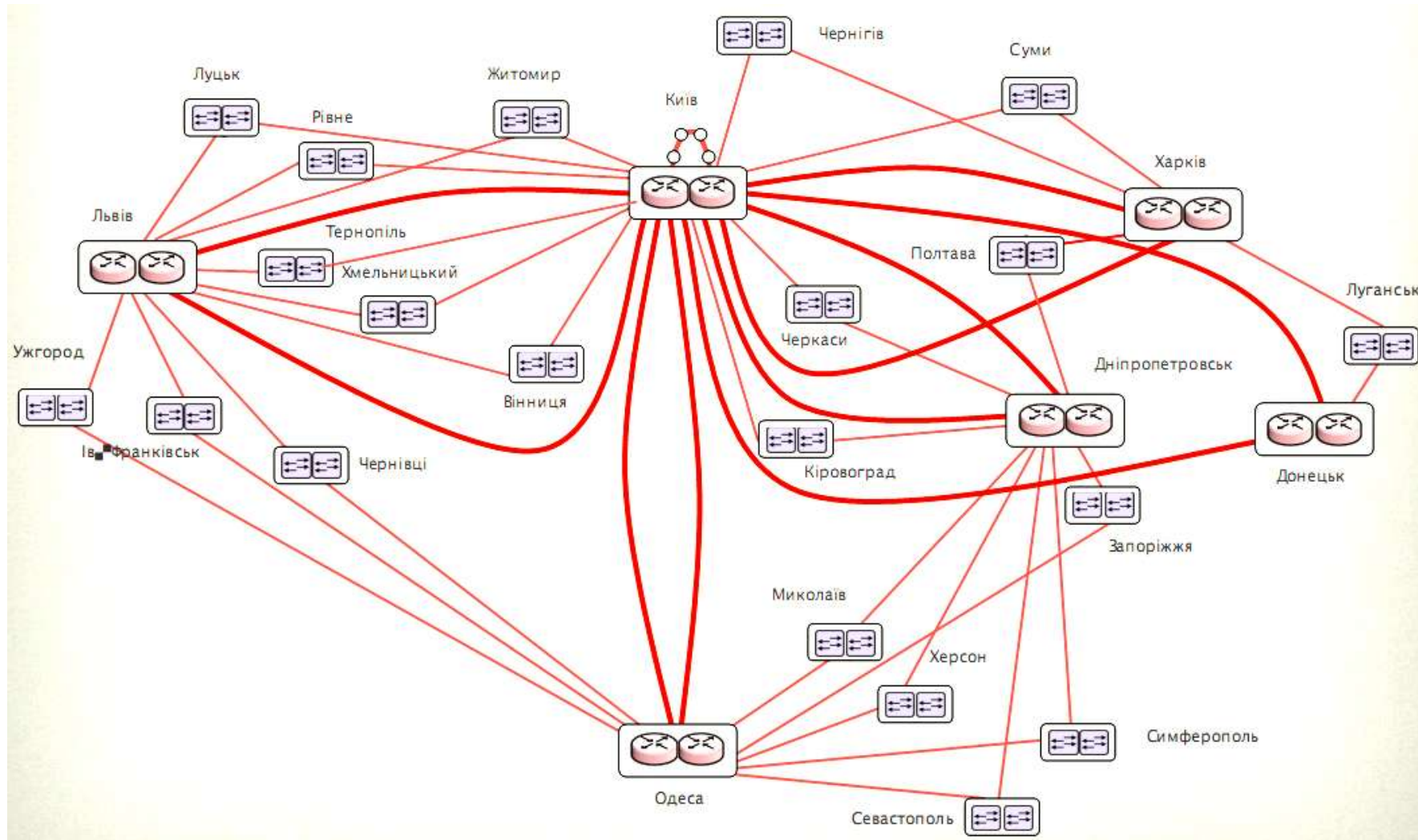
APSN: 1- канал захисту може бути використаний для другорядного трафіку.

ЗМІСТ

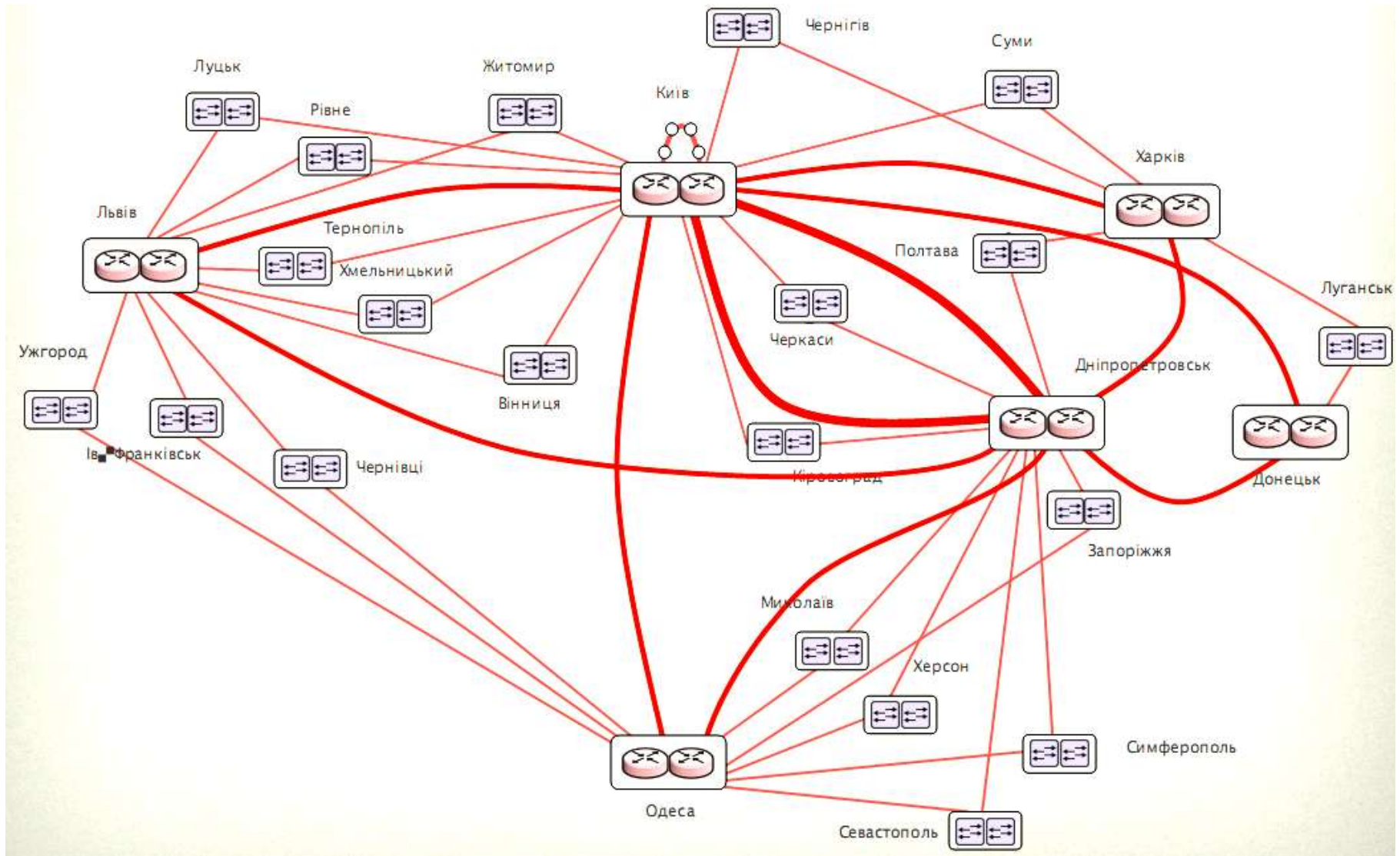
Вступ.....	1
1. Основні характеристики СЦІ.....	3
1.1. Транспортна система.....	3
1.2. Інформаційні структури і схема перетворень.....	8
1.3. Лінійні тракти.....	17
1.4. Заголовки секцій і трактів, сигнали експлуатації.....	23
2. Регламент СЦІ для мережі зв'язку України.....	28
2.1. Мета і призначення.....	28
2.2. Нормативні посилання.....	29
2.3. Терміни, визначення і скорочення.....	31
2.4. Загальні характеристики систем і апаратури.....	36
2.5. Характеристика волоконно-оптичних кабелів.....	40
2.6. Мережеві взаємодії СЦІ/СЦІ.....	42
2.7. Використання субпервинних транспортних модулів.....	42
2.8. Взаємодія з мережами ПЦі.....	43
2.9. Використання СЦІ з В-ISDN.....	46
2.10. Система синхронізації.....	46
2.11. Режим синхронізації при взаємодії мереж СЦІ.....	47
2.12. Система контролю і управління.....	48
3. Концепція впровадження СЦІ на мережі зв'язку України.....	56
3.1. Мета.....	56
3.2. Загальні положення.....	57
3.3. Застосування СЦІ на магістральній мережі.....	58
3.4. Застосування СЦІ на аонових мережах.....	65
3.5. Номенклатура обладнання СЦІ.....	68
Додаток 1. Комплекс апаратури СЦІ фірми AT&TNSI.....	71
Додаток 2. Топологічні схеми мереж і конфігурація обладнання (за матеріалами фірми Alkatel).....	76(662с)

Структура IP/MPLS мережі
Начальник відділу експлуатації пакетного
транспорту
Філії ДПМ ВАТ “Укртелеком”
Пилипенко Г.В.

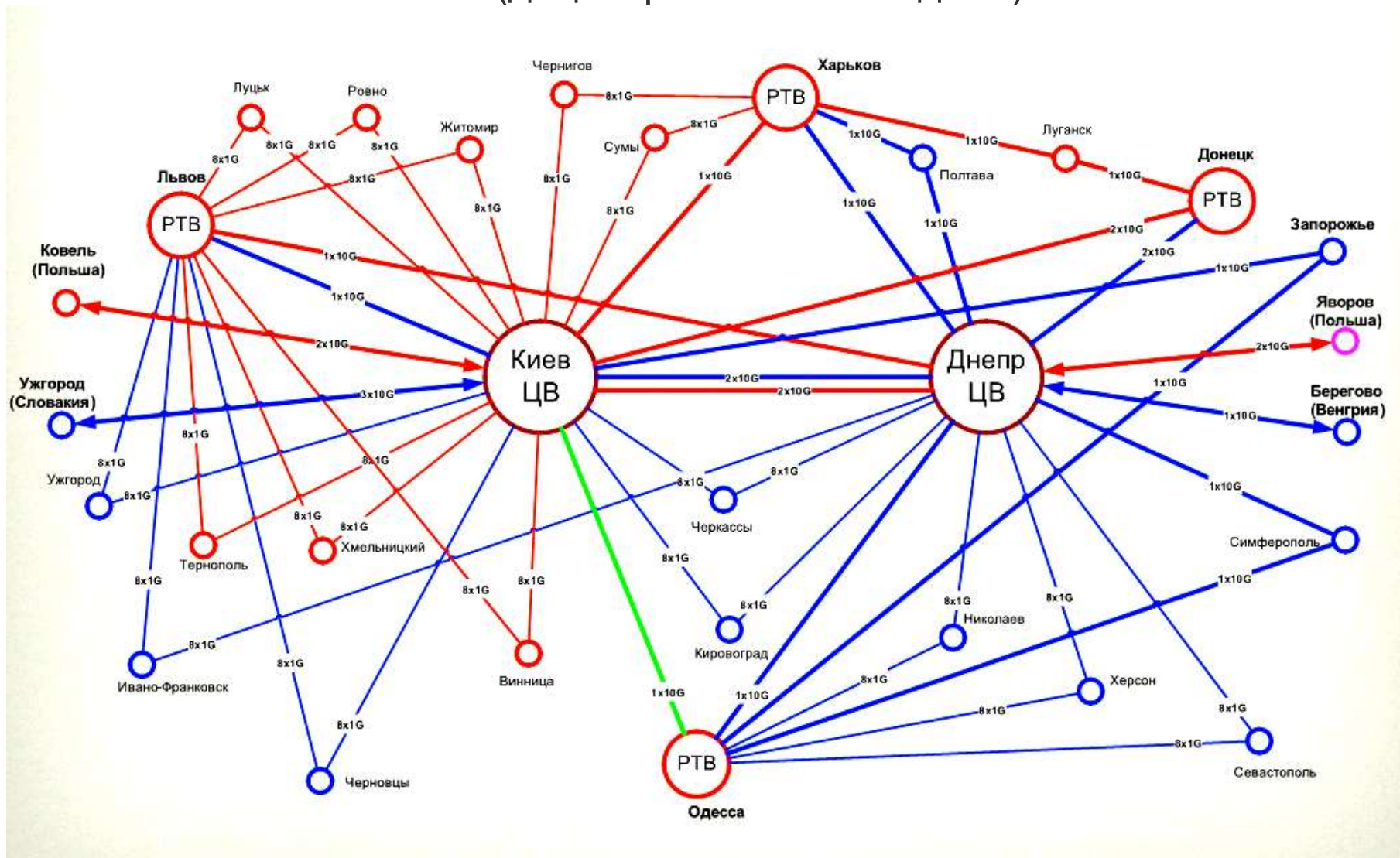
Початкова структура IP/MPLS мережі. 2008 рік



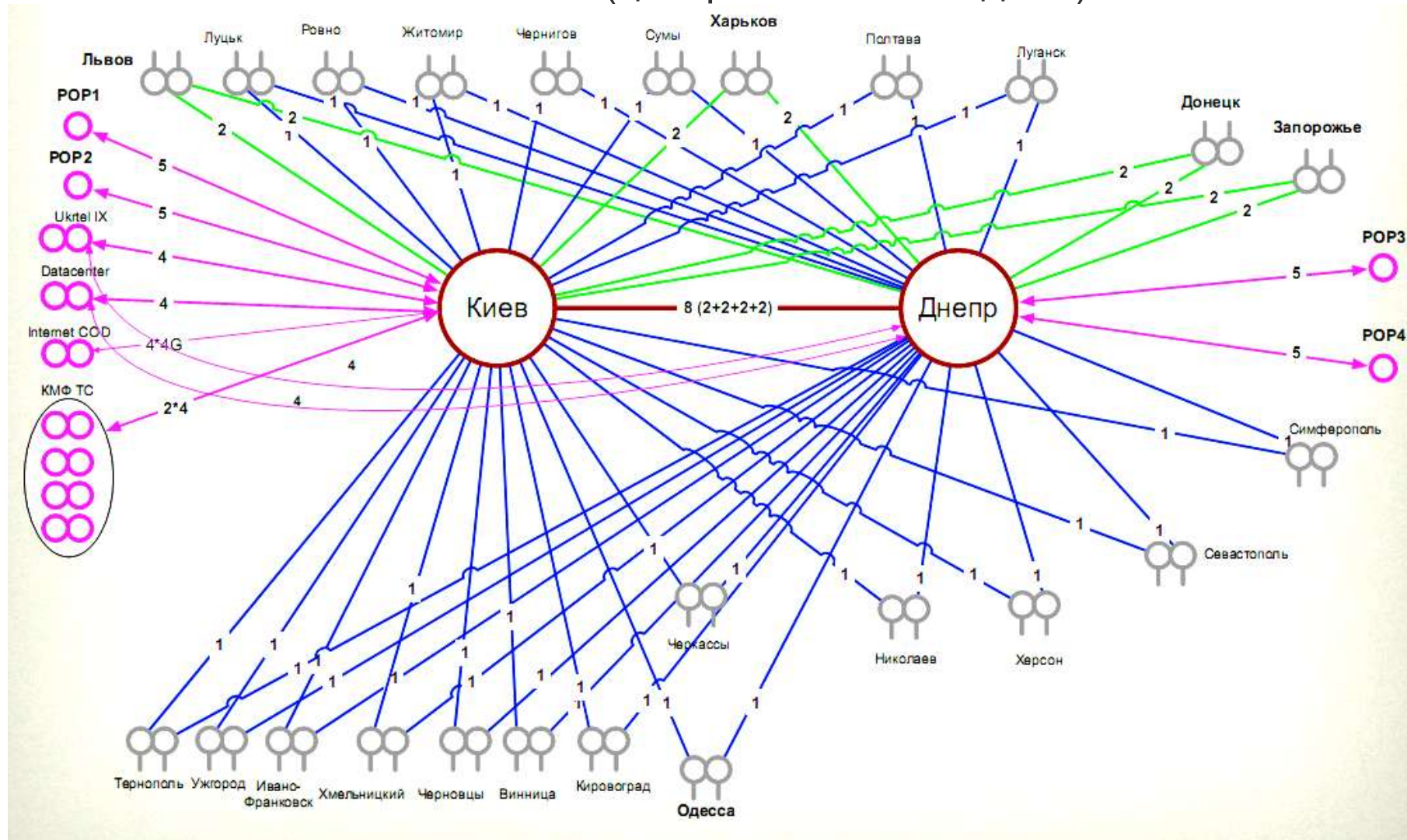
IP/MPLS мережа. 2009 рік.



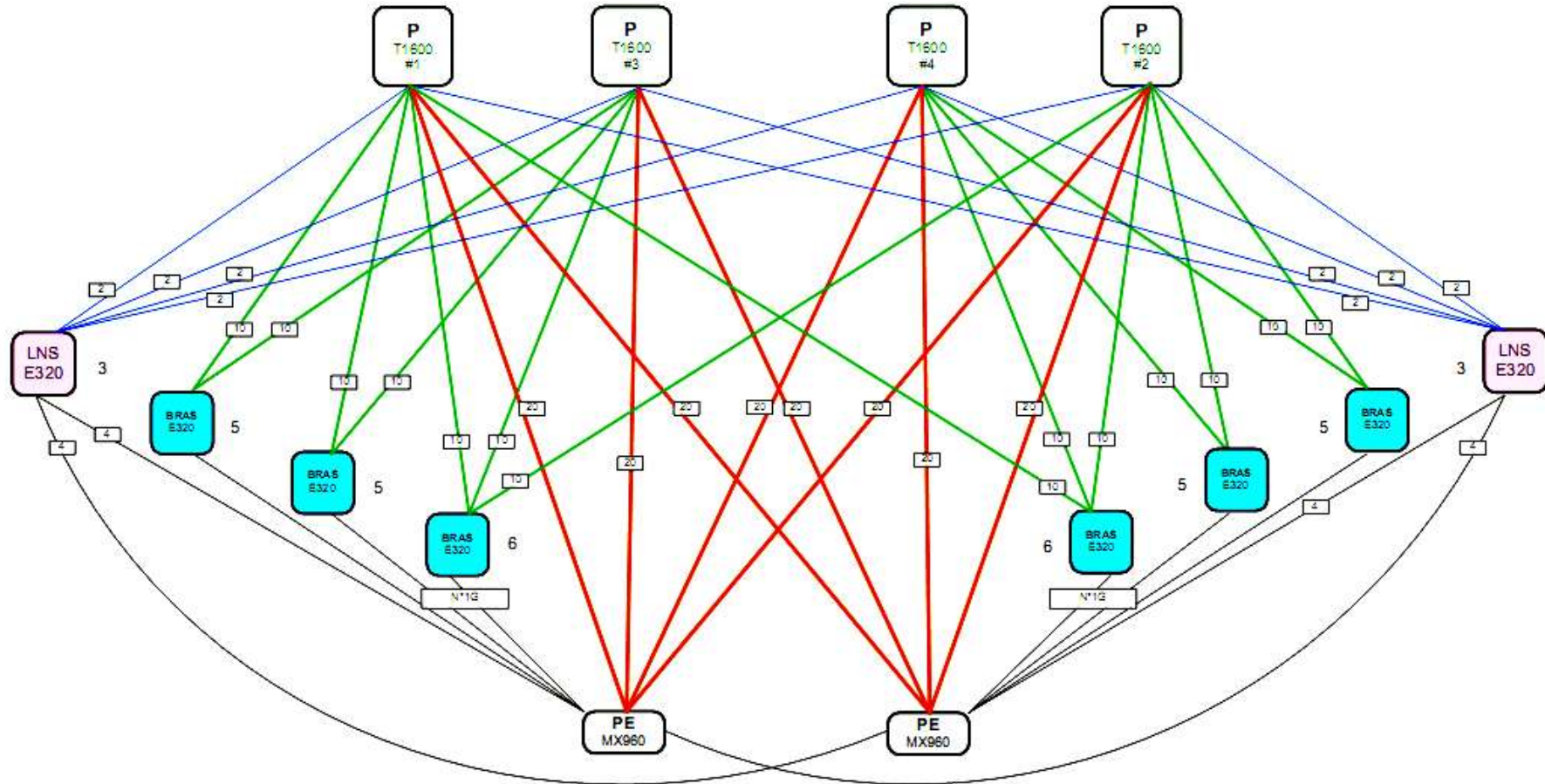
Матриця трафіку на 2009 рік - магістральні канали 10GE (децентралізована модель).



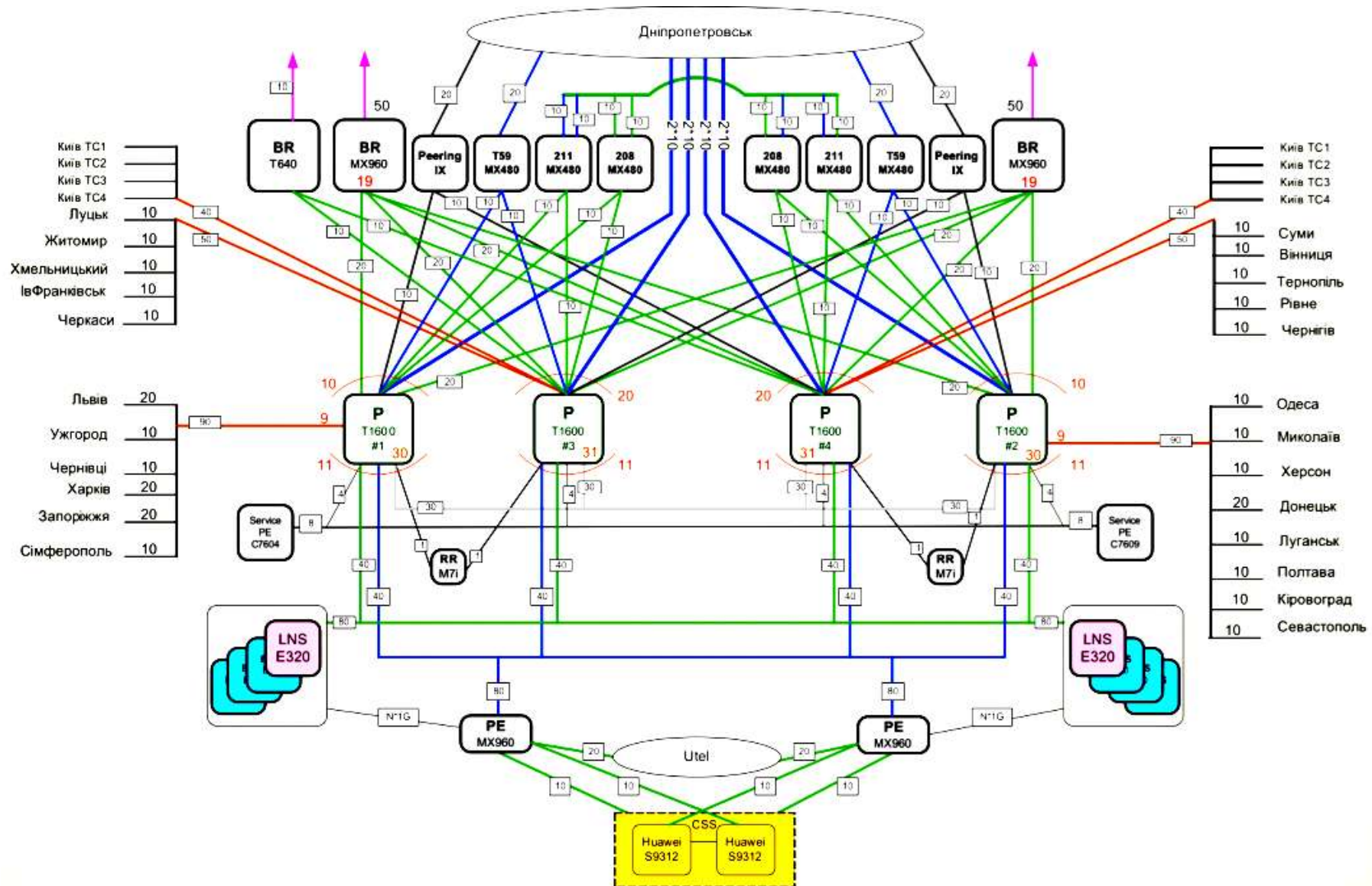
Нова матриця трафіку на 2011 рік - магістральні канали 10GbE (централізована модель).



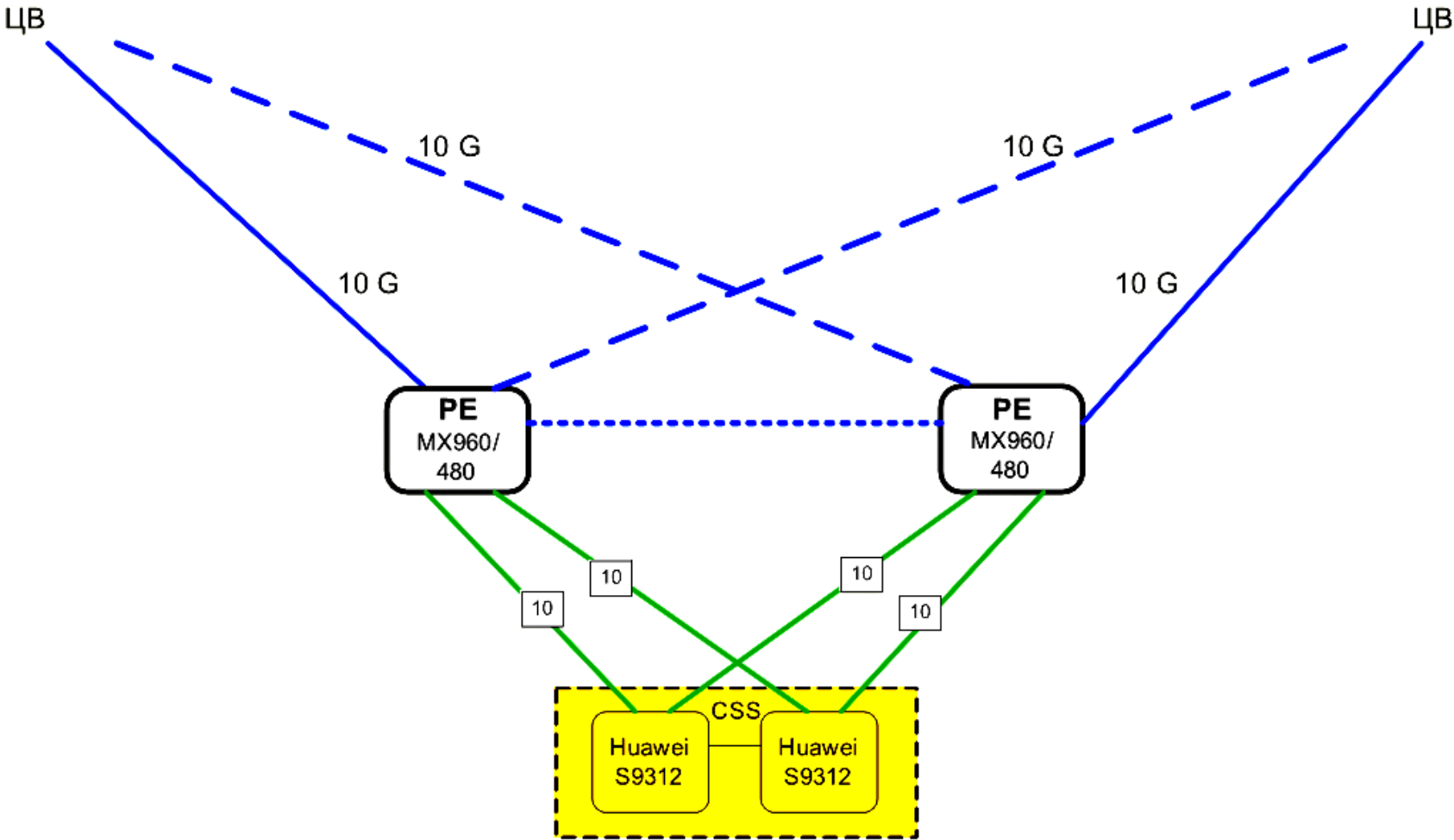
Централізація BRAS в ЦВ



Структурна схема організації з'єднань ЦВ

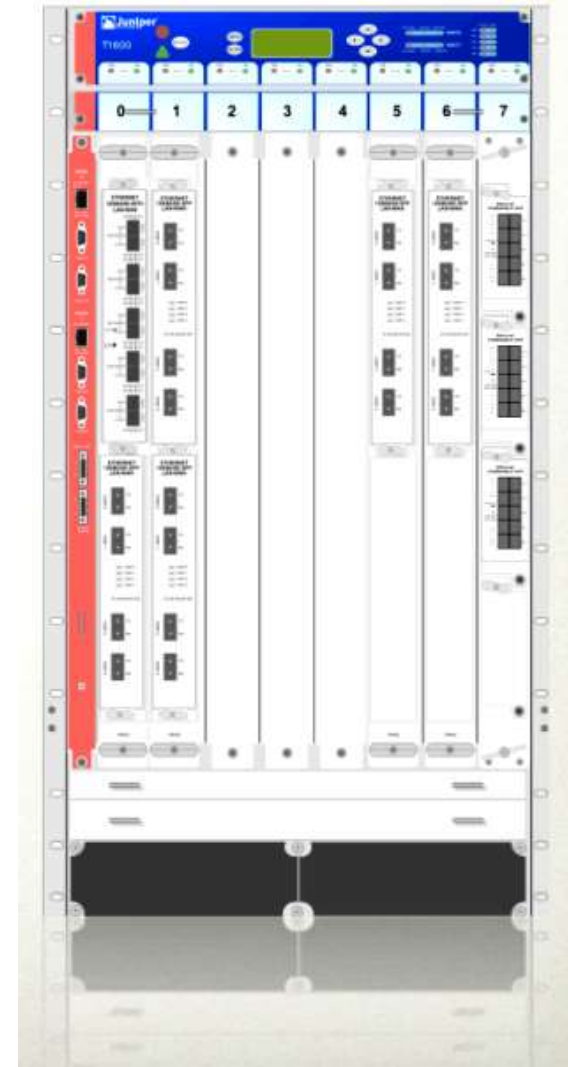


Структурна схема організації з'єднань РВ



P маршрутизатори

- Маршрутизатори ядра мережі відповідають за термінацію з'єднань між центральними та регіональними вузлами.
- P маршрутизатори встановлені тільки в центральних вузлах мережі у м. Києві та м. Дніпропетровську.
- В кожному центральному вузлі мережі встановлено по чотири P маршрутизатора.
- В якості апаратної платформи для P маршрутизаторів використовуються маршрутизатори – Juniper T1600.



PE маршрутизатори

- Виконують функцію термінації організації IP/MPLS з'єднань, обслуговування абонентських підключень з використанням протоколу DHCP (функції Broadband Network Gateway) та підключення комутаторів рівні дистрибуції міських пакетних мереж.
- PE маршрутизатори підключаються до Р маршрутизаторів використовуючи одне або кілька з'єднань 10 Gigabit Ethernet.
- Кожен PE маршрутизатор підключається до двох Р маршрутизаторів (один Р маршрутизатор - вузол Київ, другий Р маршрутизатор - вузол Дніпропетровськ, за виключенням PE маршрутизаторів центральних вузлів) для забезпечення резервування та балансування навантаженням.



- PE маршрутизатори встановлені в центральних та регіональних вузлах. В якості PE маршрутизаторів в центральних вузлах, а також в регіональних вузлах Донецька, Одеси та Харкова, буде використовуватись обладнання – Juniper MX960, а в інших регіональних вузлах – Juniper MX480.
- Підключаються до Р маршрутизаторів у центральному вузлі в м. Києві.
- Забезпечують підключення обладнання IPTV Head-End до IP/MPLS мережі.
- Підключаються до Р маршрутизаторів використовуючи 2 x 10GE інтерфейси.
- В якості IPTV PE маршрутизаторів використовується обладнання – Juniper MX960.



ASBR (Autonomous system Border Routers)

ASBR маршрутизатор для пірінгових з'єднань Інтернет з національними провайдерами

- Основна задача ASBR - забезпечувати границю між мережами операторів, що знаходяться під різною адміністративною відповідальністю або правилами маршрутизації.
- Кожен ASBR для підключення зовнішніх каналів Інтернет підключається до двох Р маршрутизаторів використовуючи вісім 10GE інтерфейсів у центральних вузлах мережі в м. Києві та м. Дніпропетровську. В якості ASBR маршрутизаторів використовується обладнання – Juniper MX960.
- Кожен ASBR підключається до двох Р маршрутизаторів використовуючи два 10GE інтерфейси у центральних вузлах мережі в м. Києві та м. Дніпропетровську. В якості ASBR маршрутизаторів використовується обладнання – Cisco GSR.



ASBR маршрутизатор для з'єднань з зовнішніми операторами надання послуг L3 VPN

- Кожен ASBR підключається до двох Р маршрутизаторів використовуючи два 10GE інтерфейси у центральних вузлах мережі в м. Києві та м. Дніпропетровську. В якості ASBR маршрутизаторів використовується обладнання – Juniper T640.

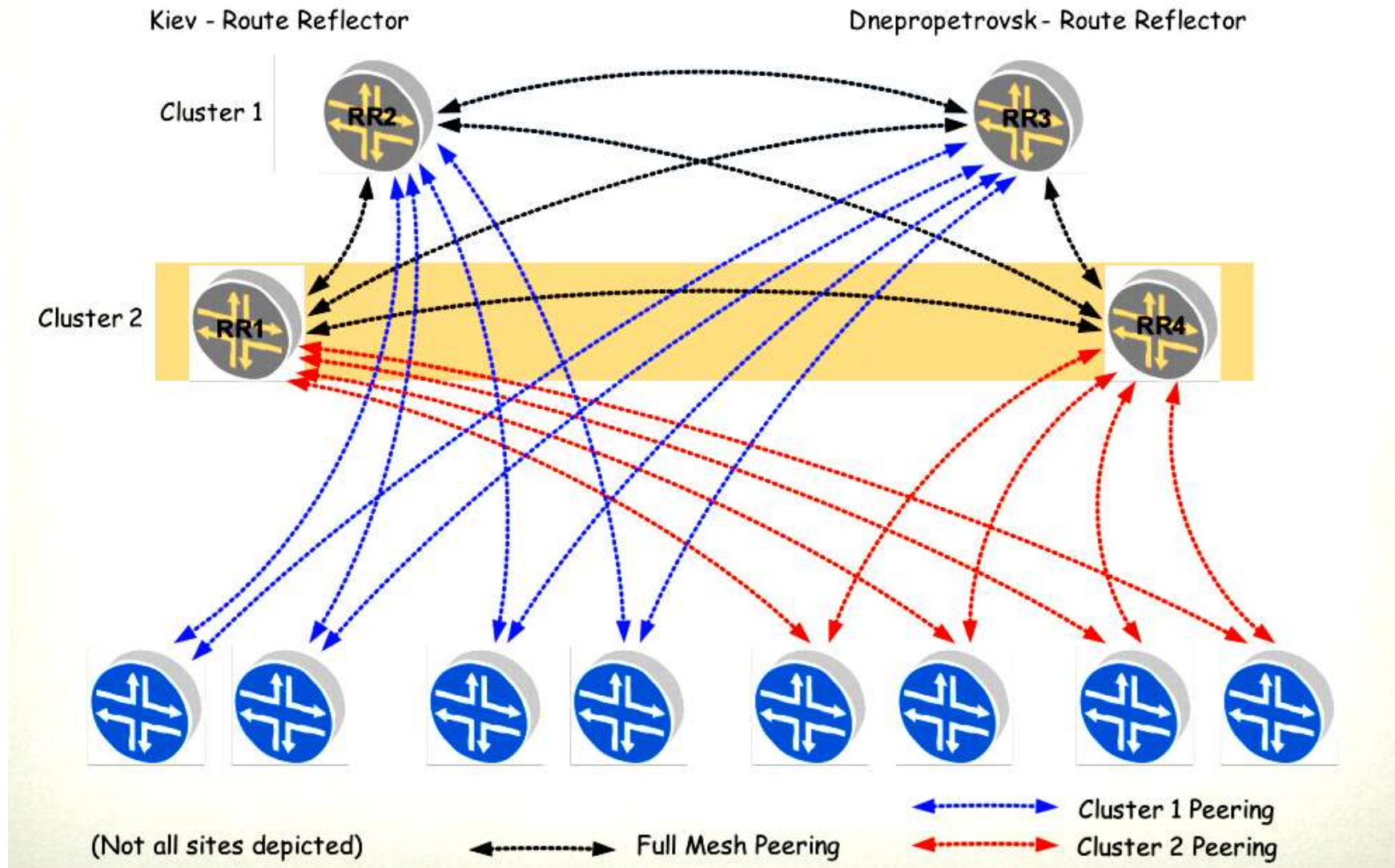


Route Reflectors – рефлектори маршрутів

- IP/MPLS мережа використовує виділені рефлектори маршрутів в кожному центральному вузлі мережі (Київ та Дніпропетровськ).
- Основна ціль використання рефlectorів маршрутів - це розподіл між сигнальною площиною та площиною передачі даних.
- Рефлектори маршрутів встановлюють BGP сесії з усіма маршрутизаторами мережі, що потребують BGP маршрутної інформації.
- В якості апаратної платформи для рефlectorів маршрутів використовуються маршрутизатори – Juniper M7i.
- Рефлектори маршрутів встановлені парами в двох центральних вузлах мережі та об'єднані у кластери. Кластери забезпечують резервування.



Спосіб підключення до мережі рефlectorів маршрутів



Організація сервісних транспортних тунелів MPLS label switching Path (LSP)

- LDP over RSVP-TE tunnel (Label Distribution Protocol over Resource reSerVation Protocol with Trafic Engineering) в якості транспортних тунелів.
- LDPoRSVP дозволяє використовувати RSVP-TE LSP в таких мережах, де повний full mesh RSVP-TE LSP тунелів не може бути впроваджений із-за великої кількості PE маршрутизаторів.

Дві основні властивості LDPoRSVP

- LDPoRSVP використовує LDP для об'єднання разом (stitch together) RSVP-TE LSP тунелів, які використовуються на різних сегментах мережі в єдиний MPLS тунель;
- LDPoRSVP дозволяє також в мережах, що розділені на декілька OSPF area, використовувати окремі RSVP-TE LSP в кожній area для тунелювання трафіку LDP-LSP. Це додає TE (трафік інжиніринг) властивості та забезпечує резервування для LDP-LSP тунелів.

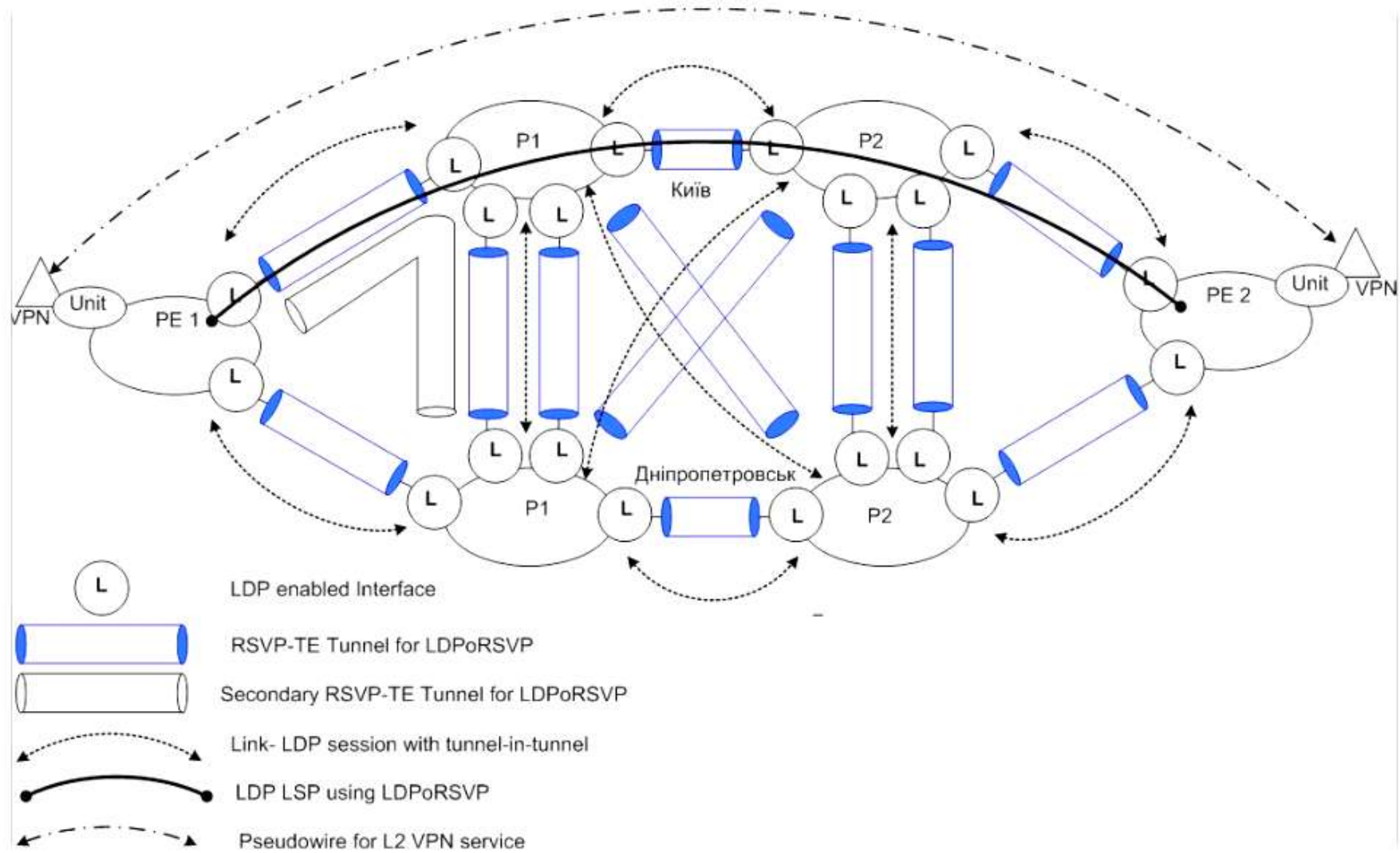
RSVP-TE LSP

- В ядрі IP/MPLS мережі відокремлено два основні сегменти, на яких будуть побудовані різні RSVP-TE LSP.
- Перший сегмент - це Full mesh RSVP-TE LSP тунелі, що будуть створені між Р маршрутизаторами, які знаходяться в центральних вузлах мережі (Київ та Дніпропетровськ).
- Другий сегмент - RSVP-TE LSP тунелі, що будуть створені між PE маршрутизаторами, які знаходяться в регіонально-транзитних та регіональних вузлах та Р маршрутизаторами в центральних сайтах.
- Кожен RSVP-TE LSP може мати до 8 LSP-Path (маршрутів проходження), тому для кожного транспортного RSVP-TE LSP в мережі БАТ «Укртелеком» будуть створені: Primary LSP (з захистом FRR facility backup) та Secondary LSP.

LDP-LSP

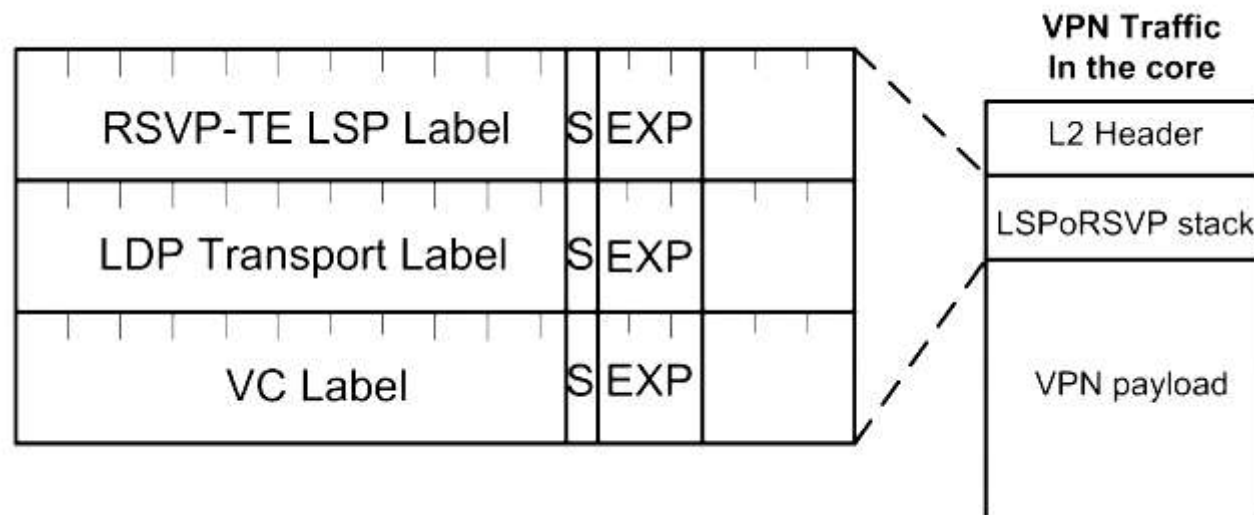
- Для об'єднання цих окремих RSVP-TE LSP тунелів в єдині транспортні MPLS тунелі використовуються LDP-LSP.
- Для налаштування LDP-LSP будуть встановлені Link-LDP session, між безпосередньо з'єднаними Layer 3 інтерфейсами сусідніх маршрутизаторів.
- PE маршрутизатори та Р маршрутизатори потребують налаштування Link LDP сесій на інтерфейсах, через які проходять LDPoRSVP тунелі.
- Використання LDPoRSVP змінює LSP layout з плоскої топології на ієрархічну топологію, завдяки чому зменшується кількість транспортних LSP в ядрі IP/MPLS мережі.

Транспортні LDPoRSVP тунелі



LDPoRSVP MPLS label stack

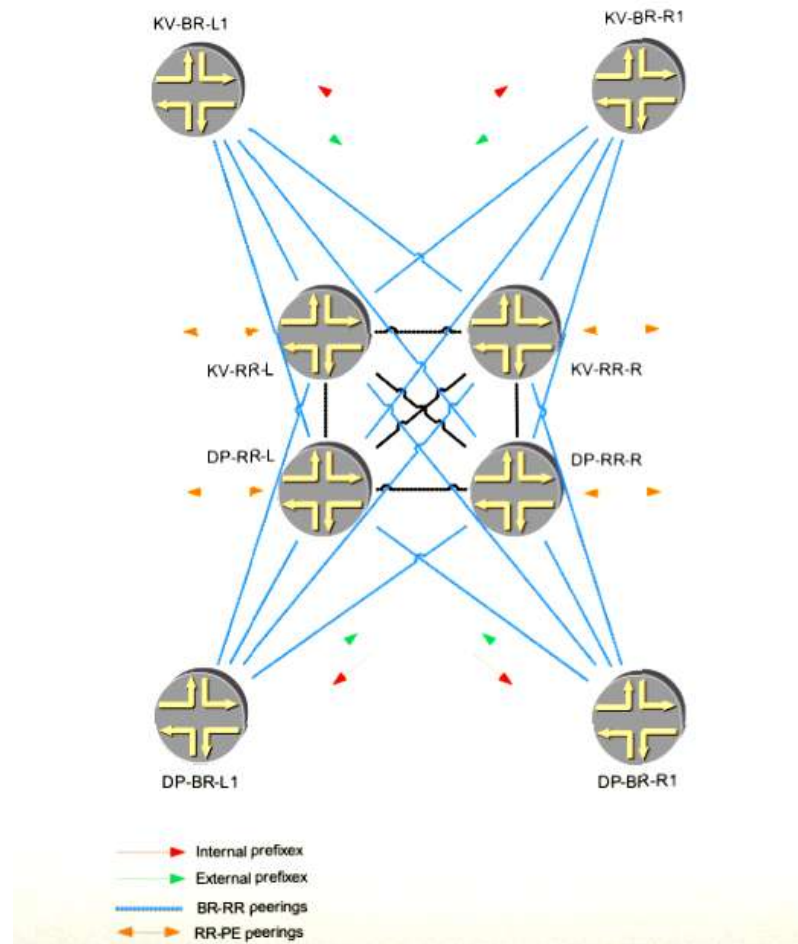
- При використанні LDPoRSVP пакети даних інкапсулюються в стек з трьох MPLS міток до того, як PE відправляє трафік до ядра IP/MPLS мережі:
- RSVP-TE Label – використовується на кожному з двох основних сегментів мережі IP/MPLS BAT «Укртелеком».
- LDP Transport Label – використовується для об'єднання RSVP-TE тунелів на різних сегментах (area) та формування LSP з кінця в кінець (end-to end).
- VC label – використовується термінальним PE для ідентифікації до якого VPN належать дані



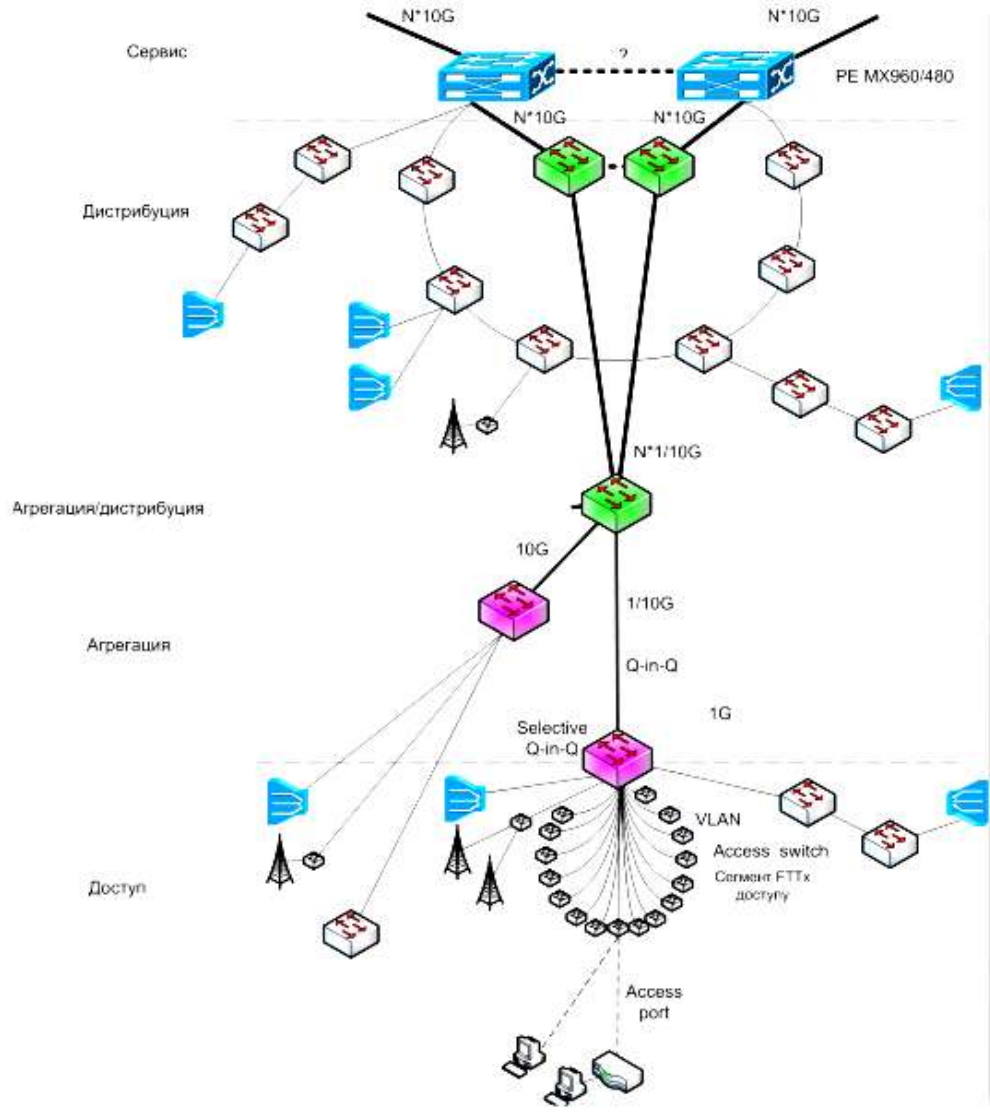
Забезпечення балансування та відмовостійкості

- На рівні шасі відмовостійкість реалізується за допомогою застосування резервного Routing Engine та комбінування різних типів підключень на різних платах.
- Балансування вхідного (inbound) трафіку відбувається завдяки анонсуванню різних префіксів мережі ВАТ «Укртелеком» через різні піринги з постачальниками трафіку.
- Балансування вихідного (outbound) трафіку визначається за кращими анонсами маршрутів від постачальників зв'язку та внутрішніми метриками між Києвом та Дніпропетровськом.

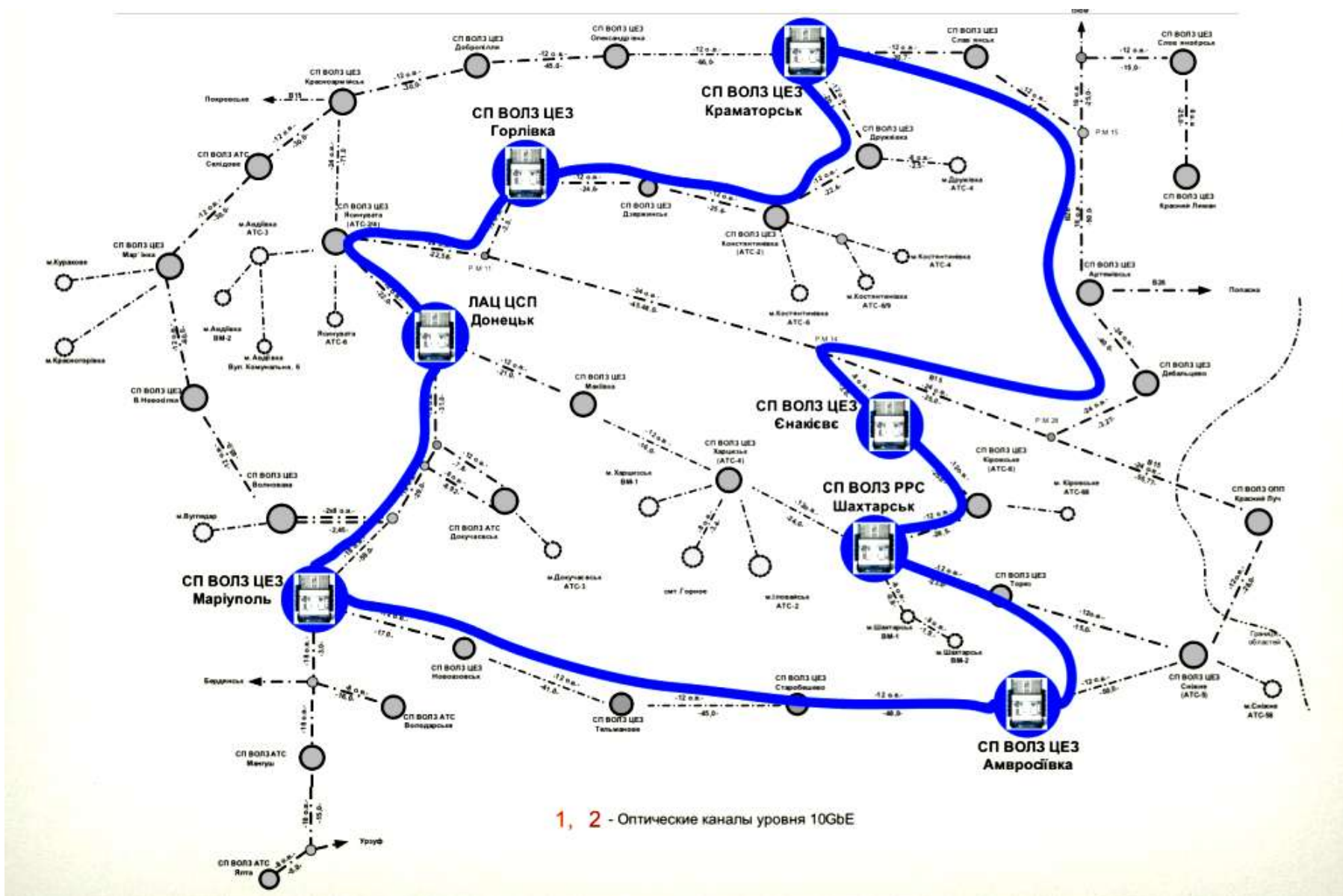
Схема взаємодії елементів мережі для передачі маршрутної інформації



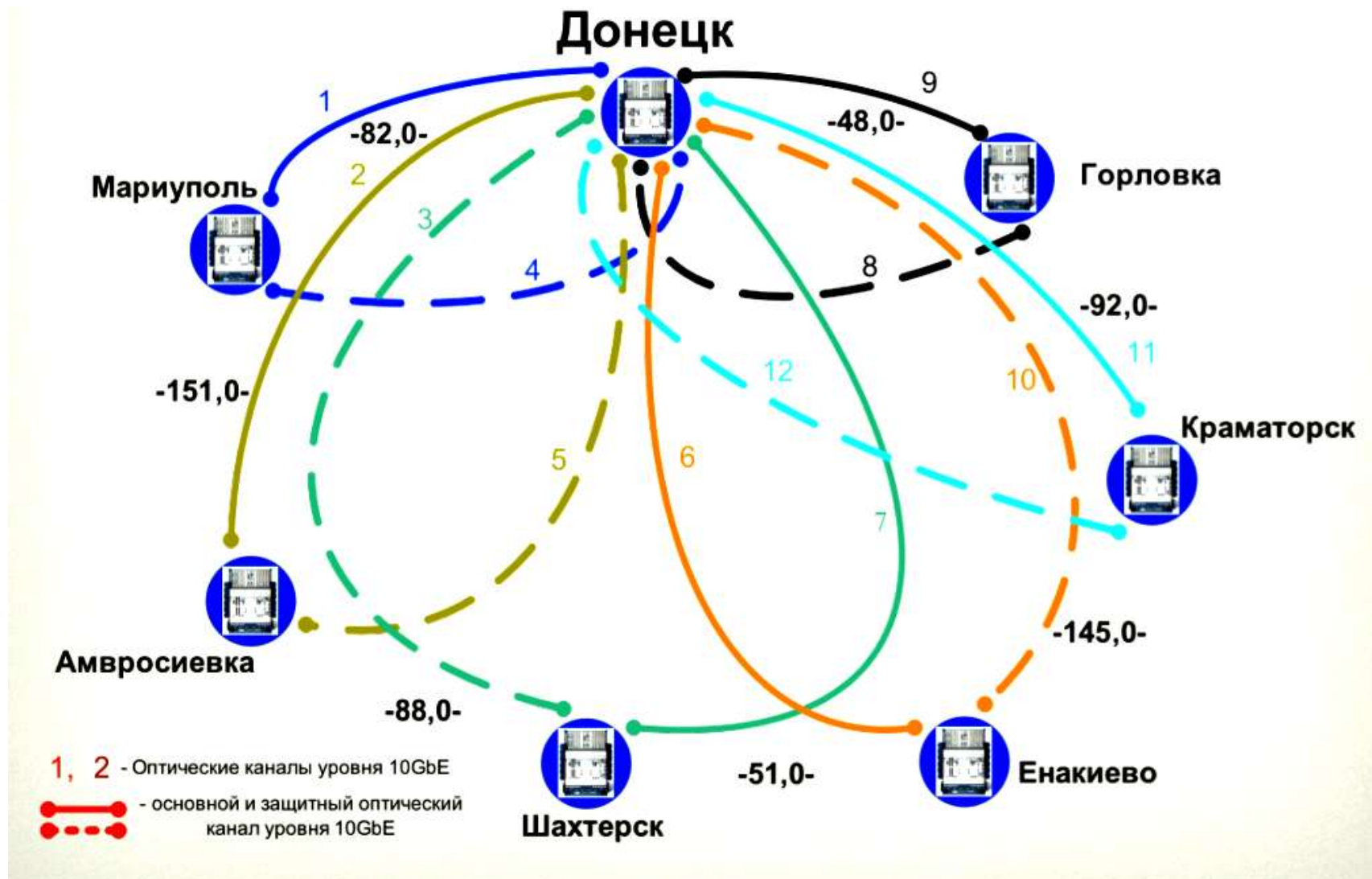
Service - Access



Топологія мережі побудови зонової DWDM



Побудова DWDM в Донецькій області



Структурна схема побудови FTTb

