

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.

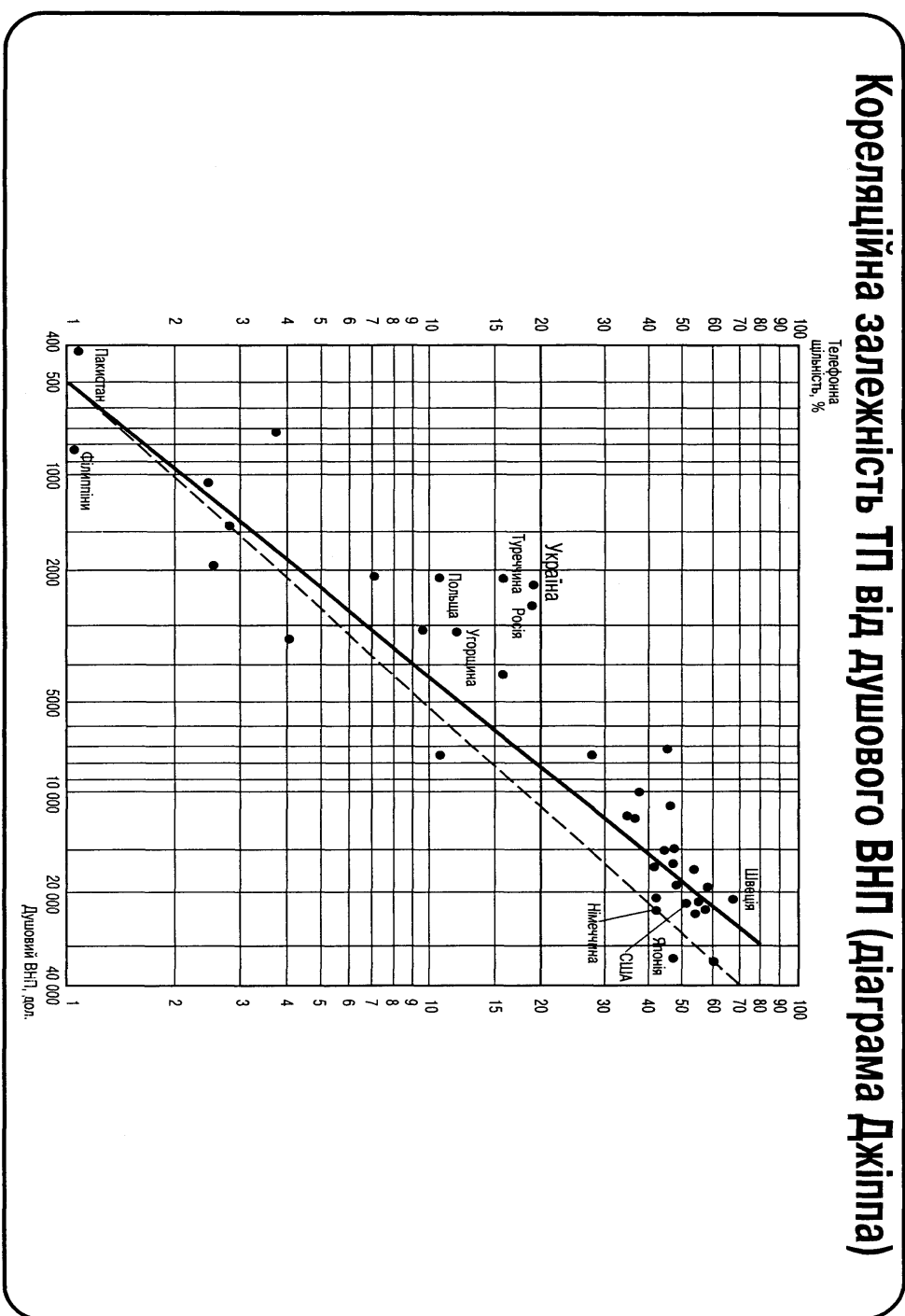


Рис. 1.д.1. — Закон пропорційно-попереджувального розвитку зв'язку як відбиття телекомунікаційної інфраструктури суспільства

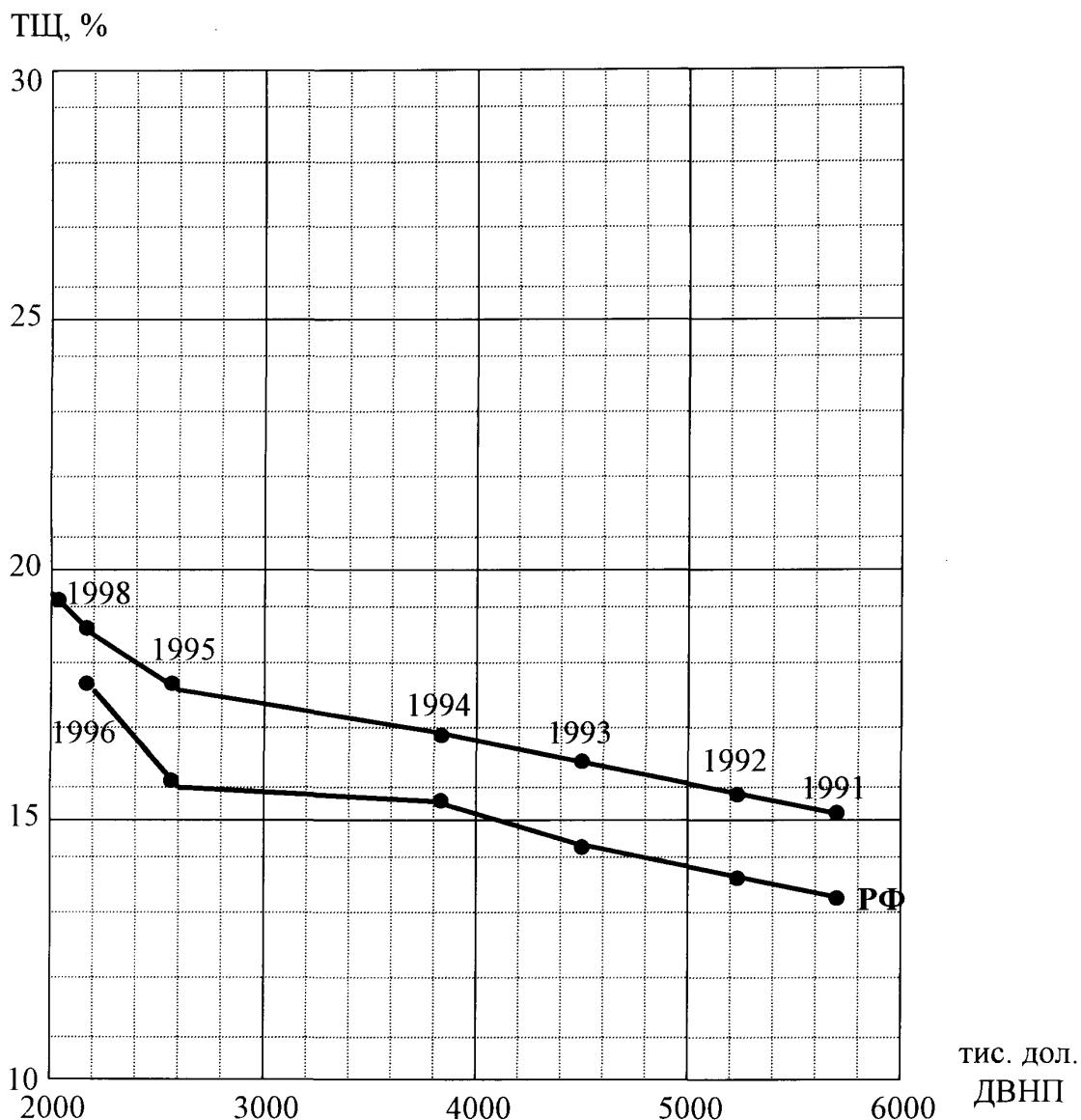


Рисунок 1.д.2. — Динаміка руху ТЩ Росії, України (рух відбувається з інверсією)

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 1-1,5 мільярда доларів. Очевидно, введення 1 млн. 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 Правилем 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.

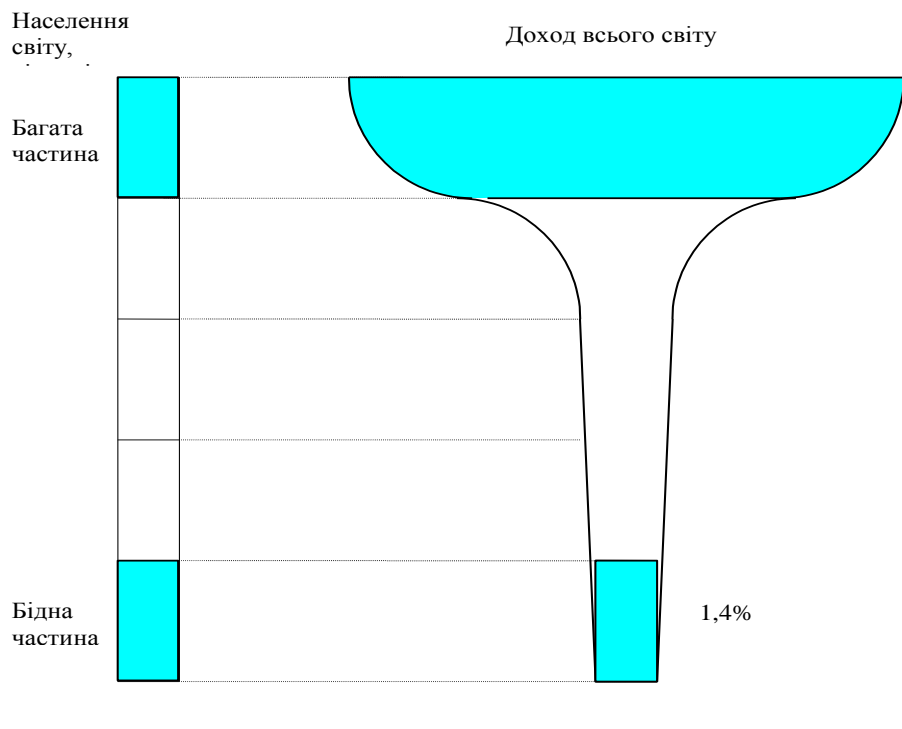


Рис. 1.д.3 Розподілення доходів серед населення світу.

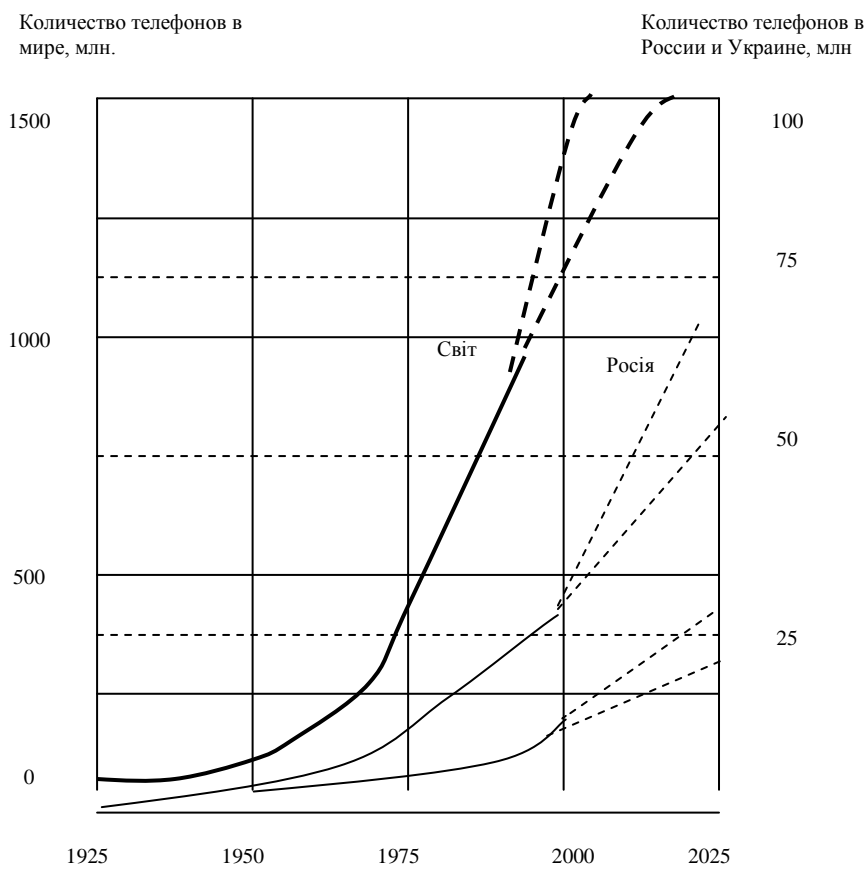


Рис.1.д.4.Логистический закон развития телефонизации в мире в России и Украине

. 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 (ВНП) 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.

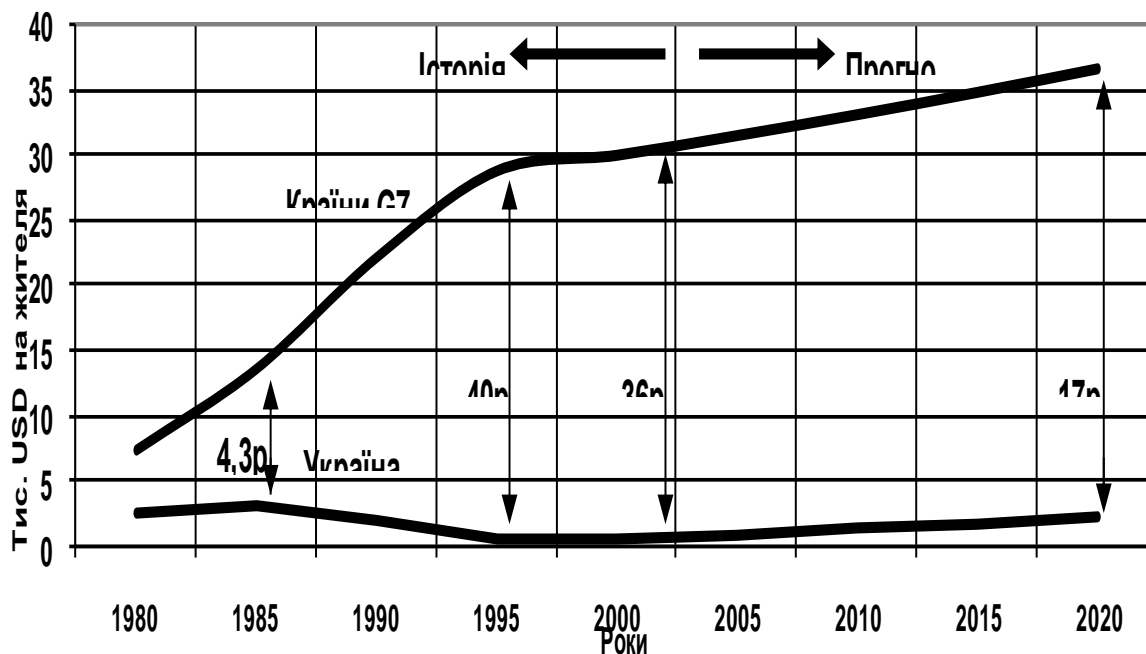
За рахунок чого реально можна досягти таких прискорених темпів розвитку інфокомунікацій України? Перш за все, це за рахунок пошуку ефективних технічних та організаційних рішень, що зменшили б у кілька десятків разів вартість засобів інфокомунікацій, порівняно з існуючим їх рівнем в розвинутих країнах.

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

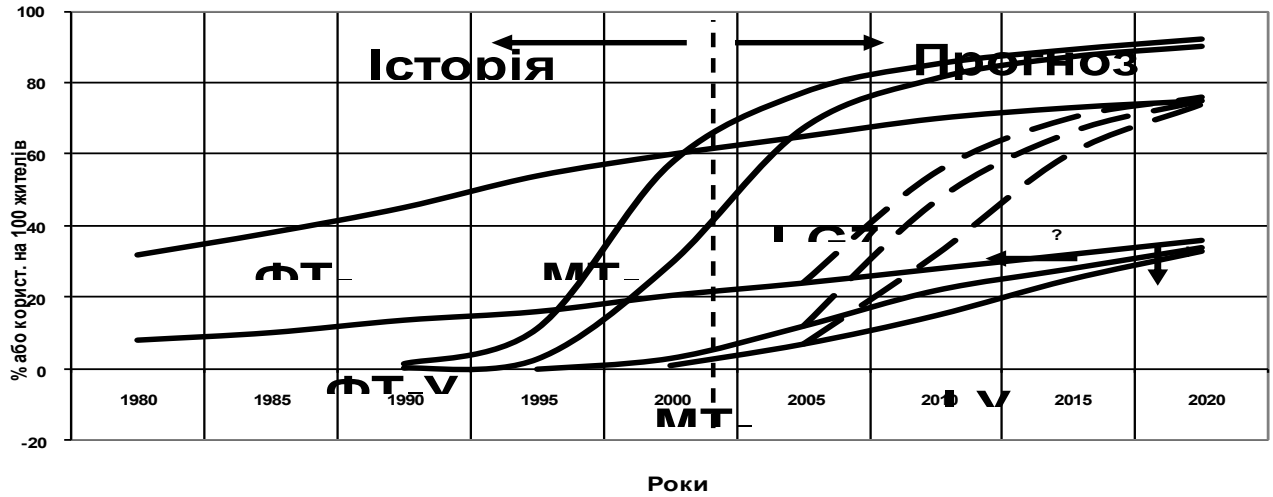


Рис.1.д.6 Історія і прогноз щільності основних видів мереж в країнах G7 і Україні

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 /Радіоматор-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. 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 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. Радіоматор-2004,160 с.
- 17.Баева Н.Н Гордиенко В.Н. и др. Многоканальные системы передачи. М. Радио и связь 1996, 560 с.

- 18.Бондаренко В.Г. Слюсар В.О. Стан управління первинної 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 технічної 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 оперативного-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	$K_{\text{пом ЛТ}}$	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).

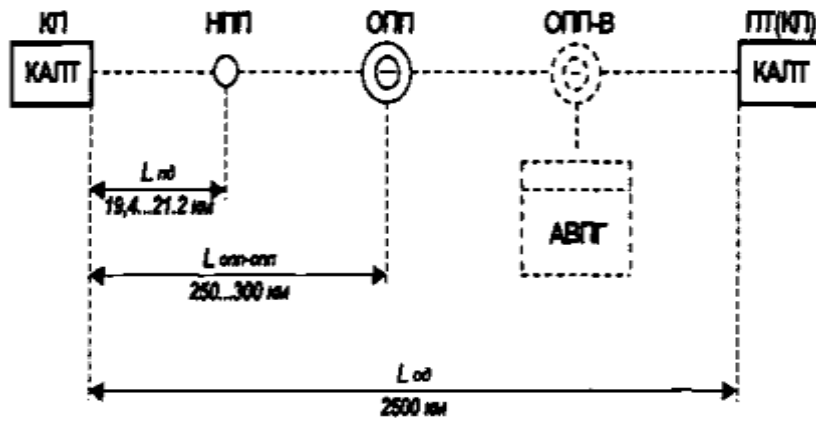


Рис. 2.1

- НПП - необслуговуємий підсилювальний пункт;
 ОПП - обслуговуємий підсилювальний пункт;
 ОПП-В - обслуговуємий підсилювальний пункт із виділенням каналів;
 АВПГ - 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.

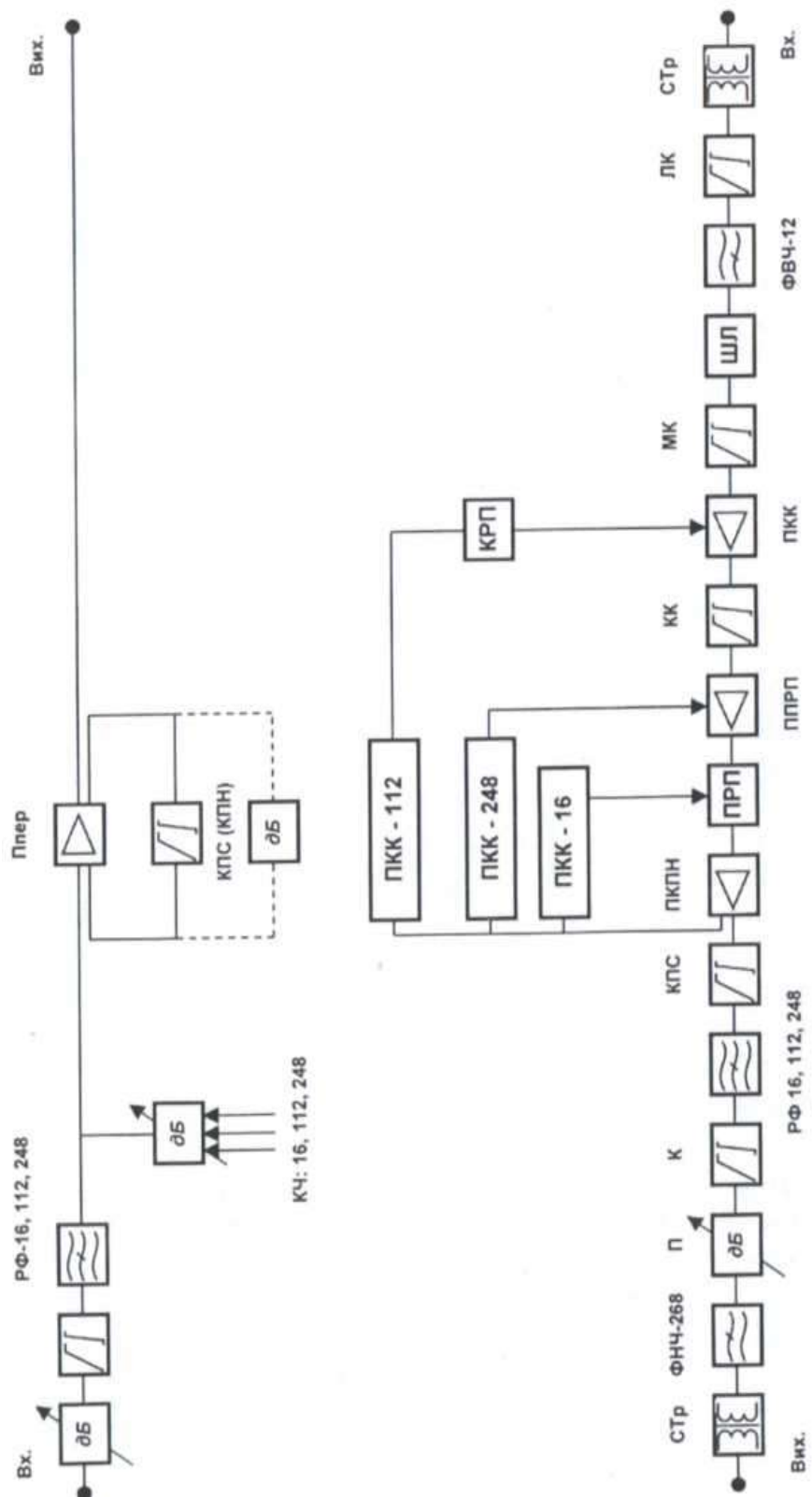


Рис 2.2.

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).

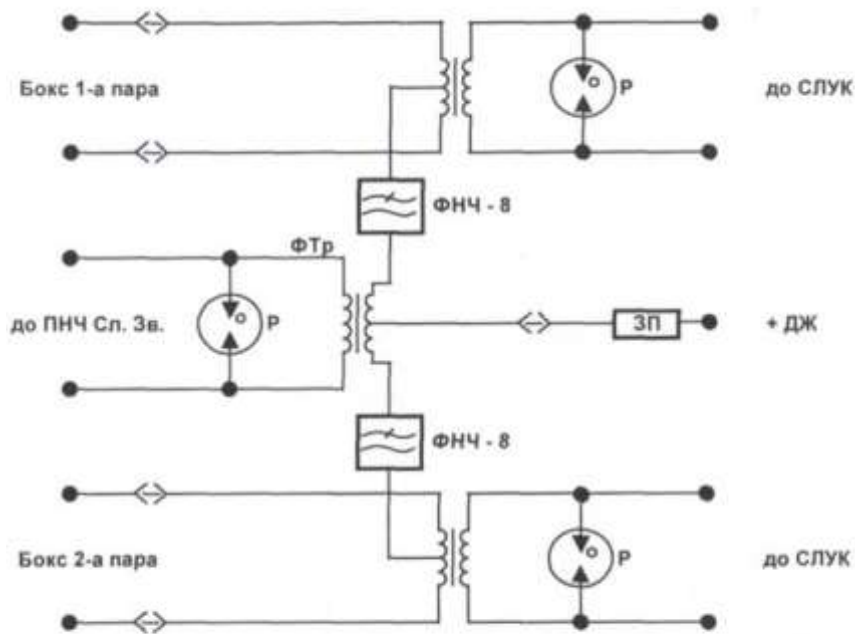


Рис. 2.3

СЛУК ОПП-2 відрізняється від СЛУК 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).

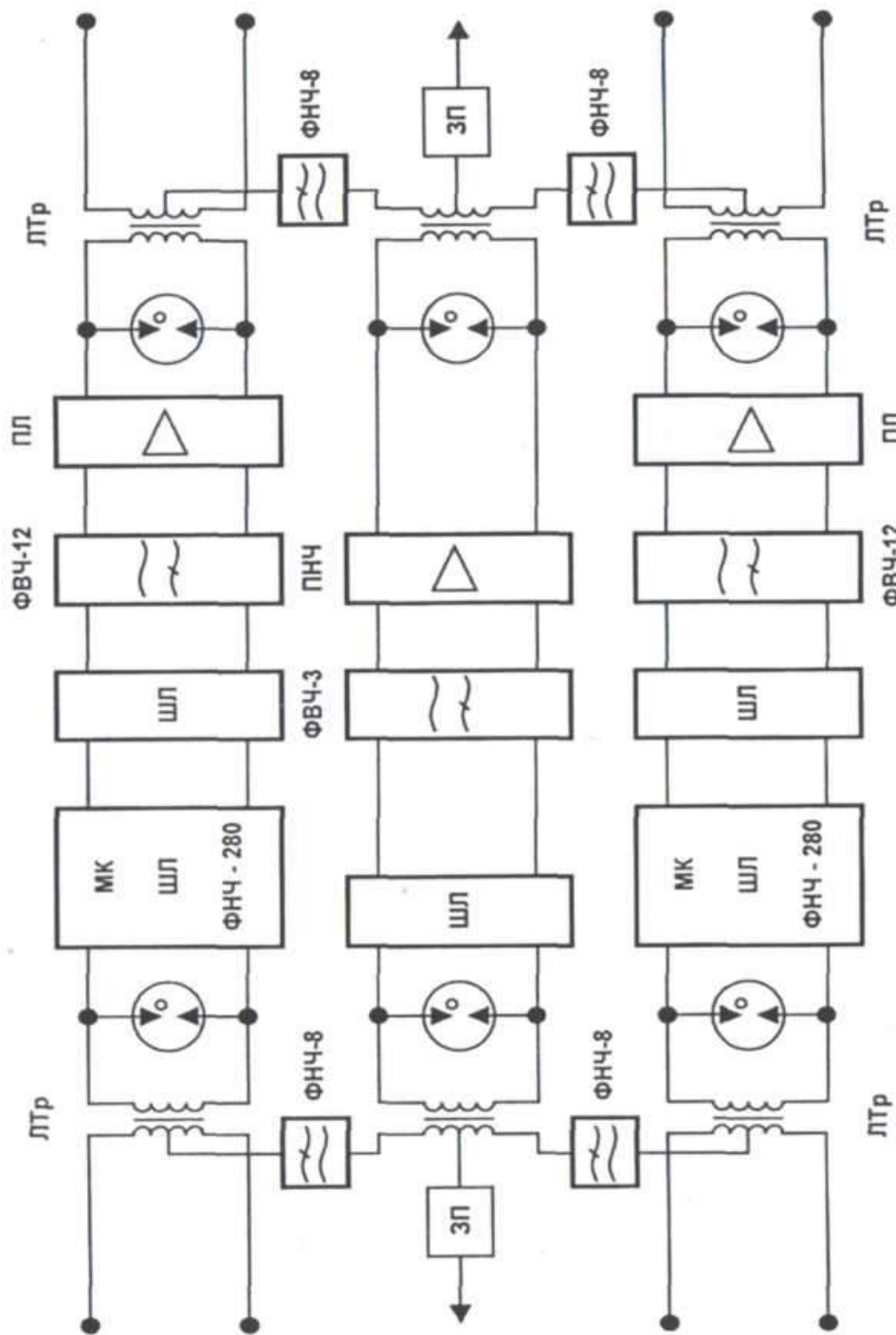


Рис. 2.4.

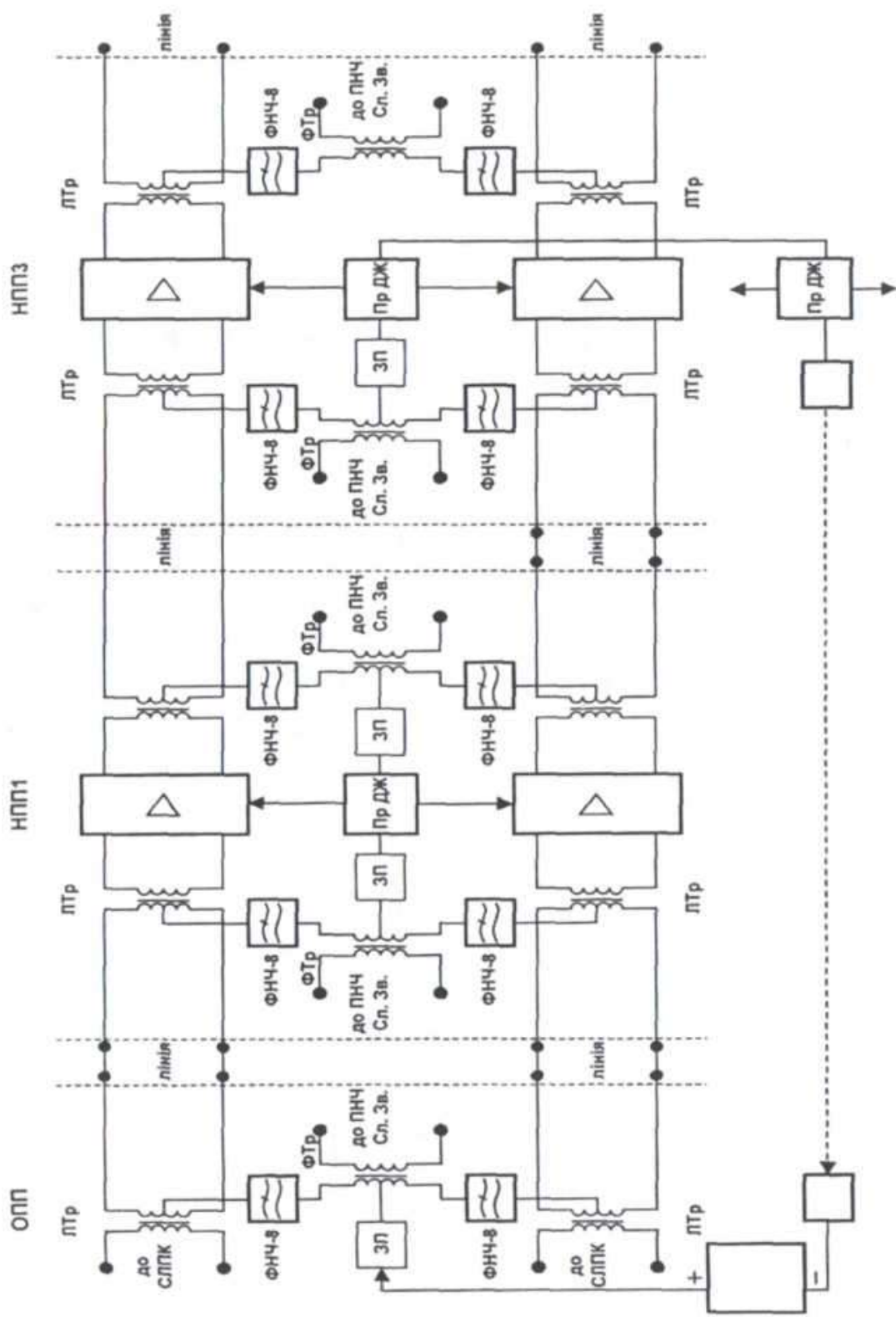


Рис. 2.5.

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.

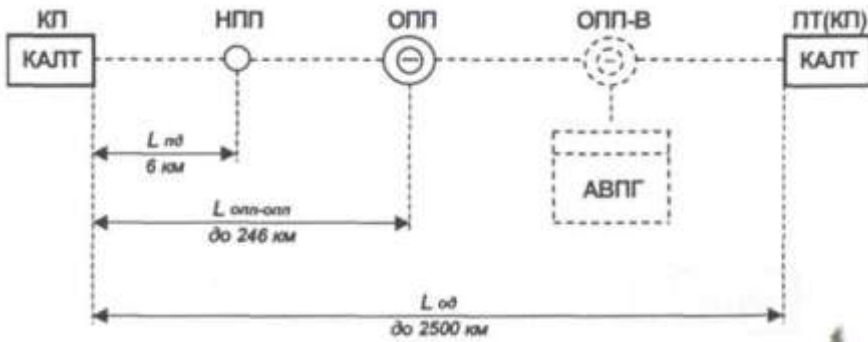


Рис. 2.6.

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.

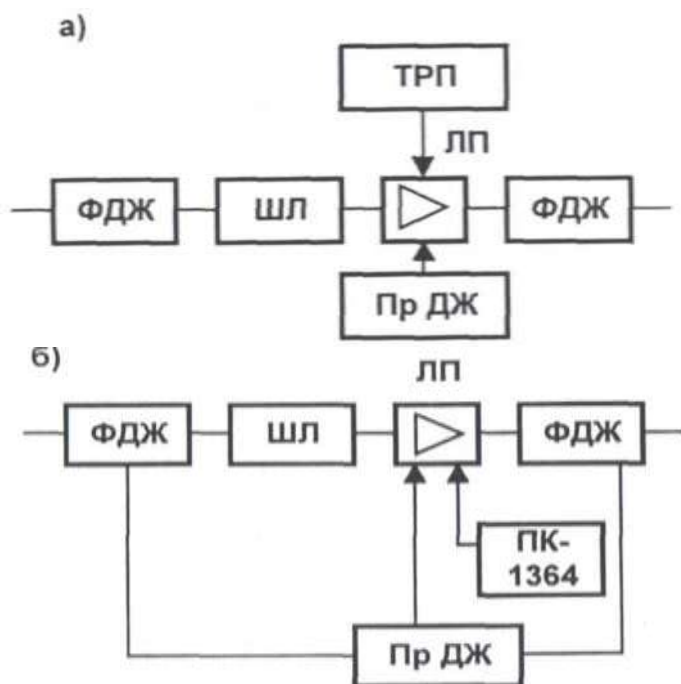
У якості основних функціональних вузлів СЛУК КП використовуються в тракці передачі - ВУС пер, ФНЧ -1300, у тракці прийому - МУЛ, ЛУС, КК, ПКК-1364, ПКК-308. До складу обладнання ОПП входить стійка СЛУК-ОПП, розрахована на 2 системи. Призначення СЛУК-ОПП аналогічно призначенню СЛУК ОПП-2 СП К-60П. На 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.



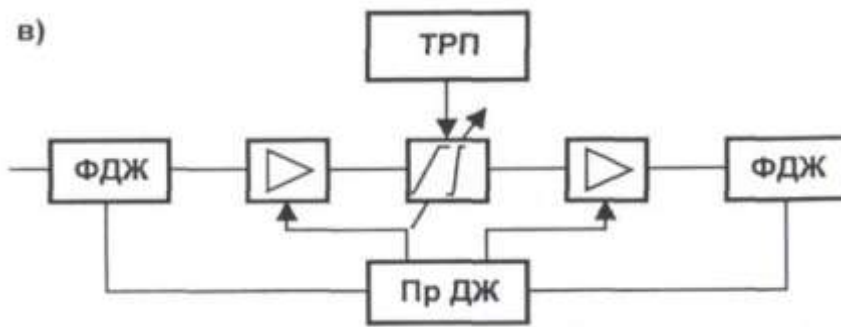


Рис. 2.7.

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.

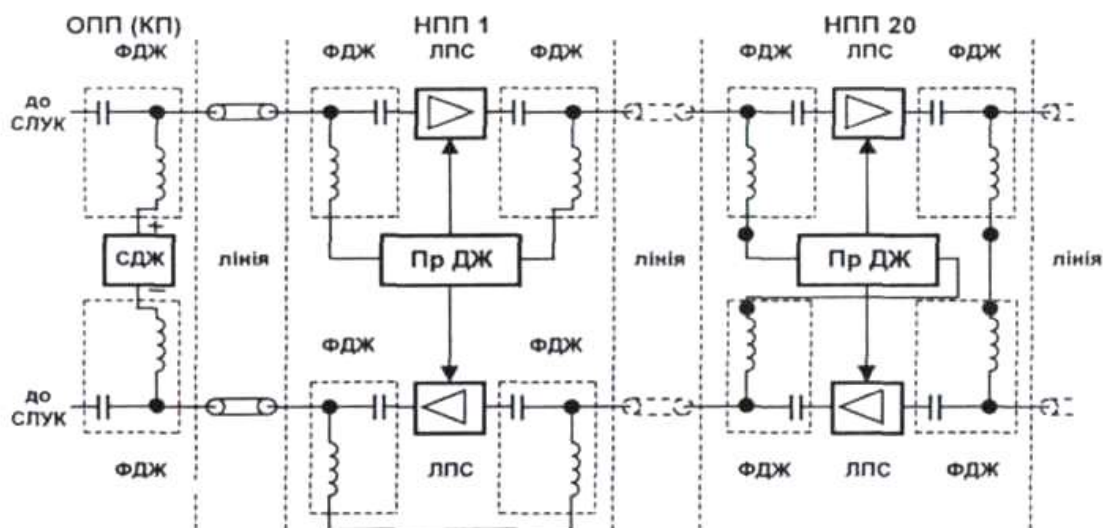


Рис. 2.8.

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).

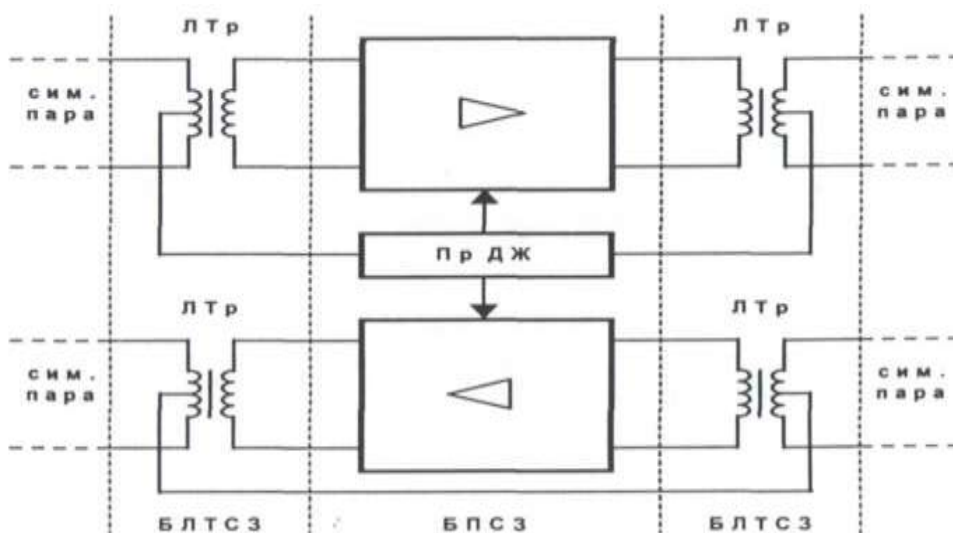


Рис. 2.9.

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:

$$N_{\text{НПП}} = (N_{\text{пд}} - 1) - N_{\text{ОПП}}$$

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):

$$N_{АВК} = Ц \left[\min \frac{n_{кананА}}{n_{кан.вид.}} \right]$$

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

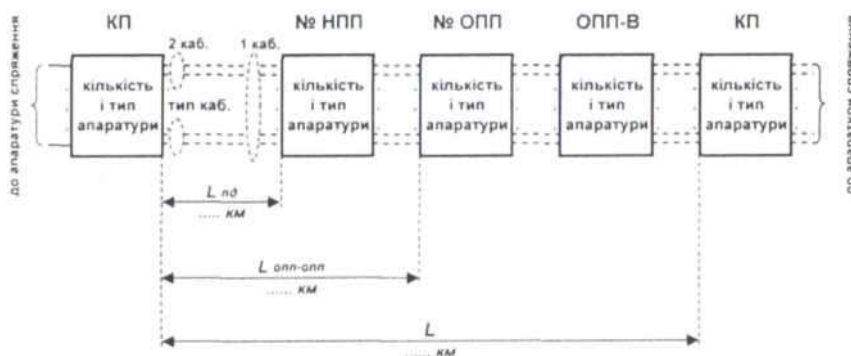
$$N_{\text{НПП}} = \left\lfloor \frac{N_{\text{ЛТ}}}{N_{\text{ЛТНПП}}} \right\rfloor$$

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.

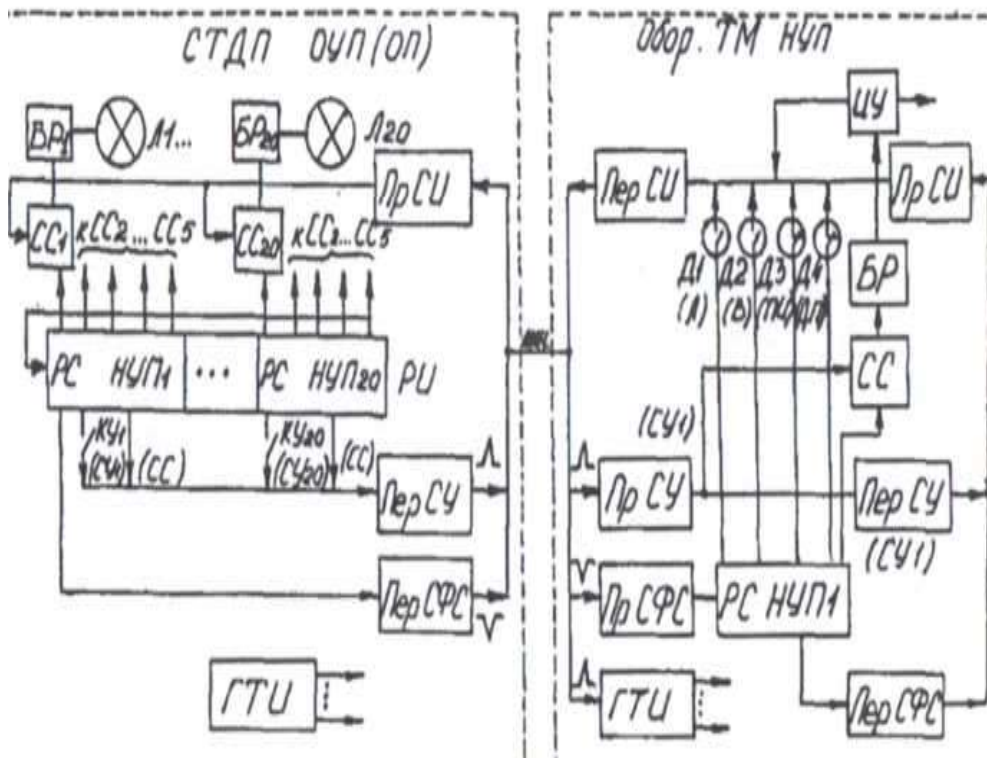


Рис. 2.1

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 обслуговуваний 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).

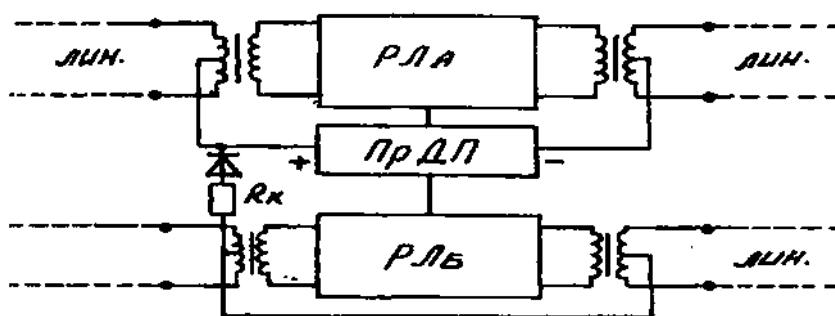
Нижче розглядається побудова і принцип роботи системи (пристроїв) ТК.2.2.1. Визначення місця обриву кабельної лінії.

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, зворотною 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 $R_{u1}... 10$.

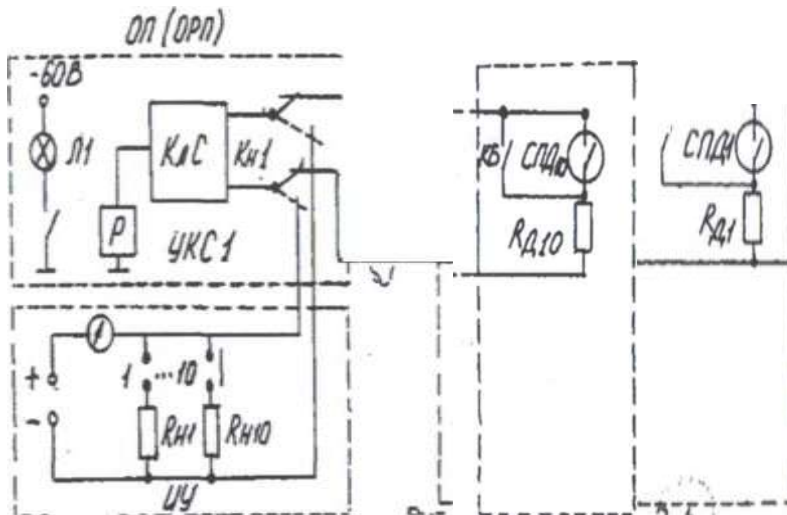


Рис. 2.6.

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.

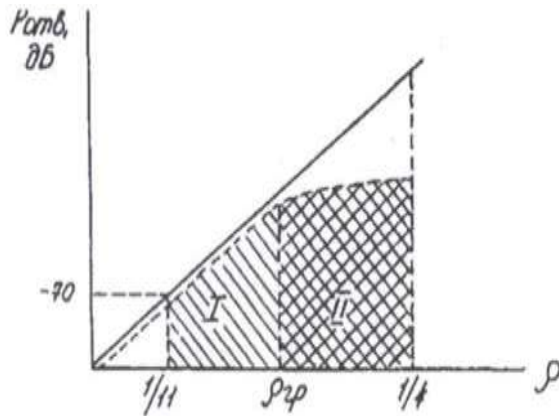
Контрольні виходи всіх РЛ підключені до блоку КР, в якому знаходиться фільтр, що виділяє з регенеруемого тест-сигналу НЧ складову.

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 $\rho = 1/11$ до $\rho_{гр}$ (I) є областю безпомилкової роботи

РЛ, а ділянка від $\rho_{гр}$ до $\rho = 1/4$ є областю помилок

Гранична щільність $\rho_{гр}$ побічно визначає запас завадостійкості РЛ.

Залежність $R_{отв}$ від ρ визначається попередньо для кожного РЛ перед здачею лінійного тракту а експлуатацію, а отримані при цьому значення $R_{гр}$ заносяться в контрольні таблиці.

Пошук нестабільно працюючого РЛ здійснюється шляхом порівняння отриманих в результаті виміру значень $\rho_{гр}$ 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 ($R_{отв}$). Зокрема, якщо $R_{отв}$ при $\rho = 1/11$ 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 тракту. 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).

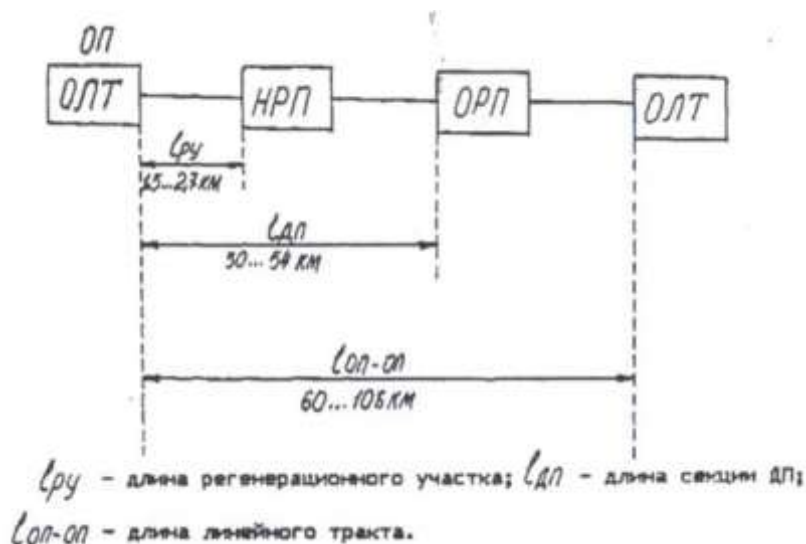


Рис. 2.1.

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 стойці СОЛТ використовується блок ДЖК, який забезпечує величину напруги ДЖ до 54В при номінальній величині 110 мА.

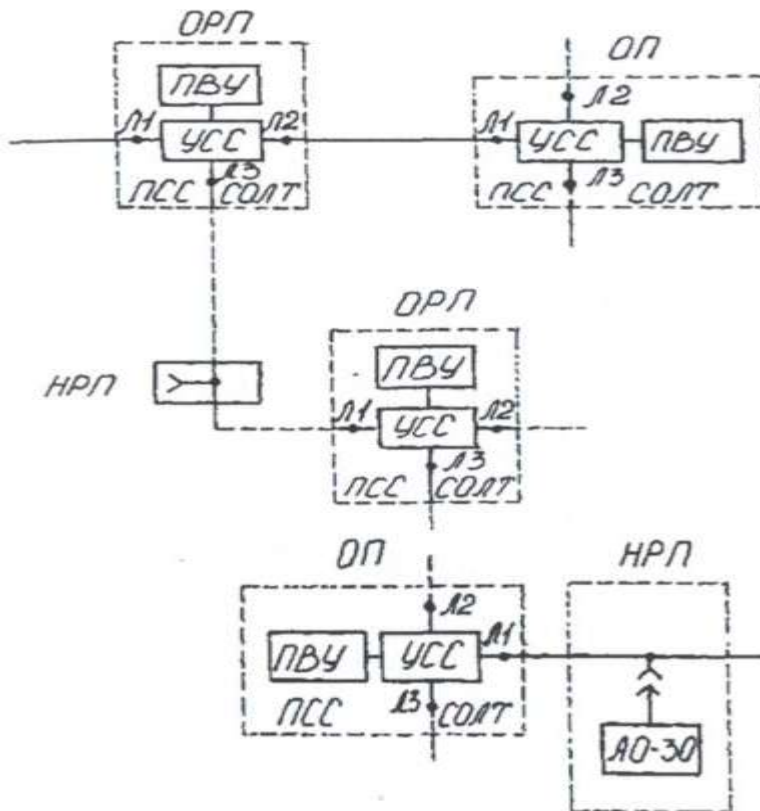
На НРП використовуються блоки ПрДЖ, розміщені в контейнерах НРП-К12.

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 чотирьохпроводному 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 (ОП, 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

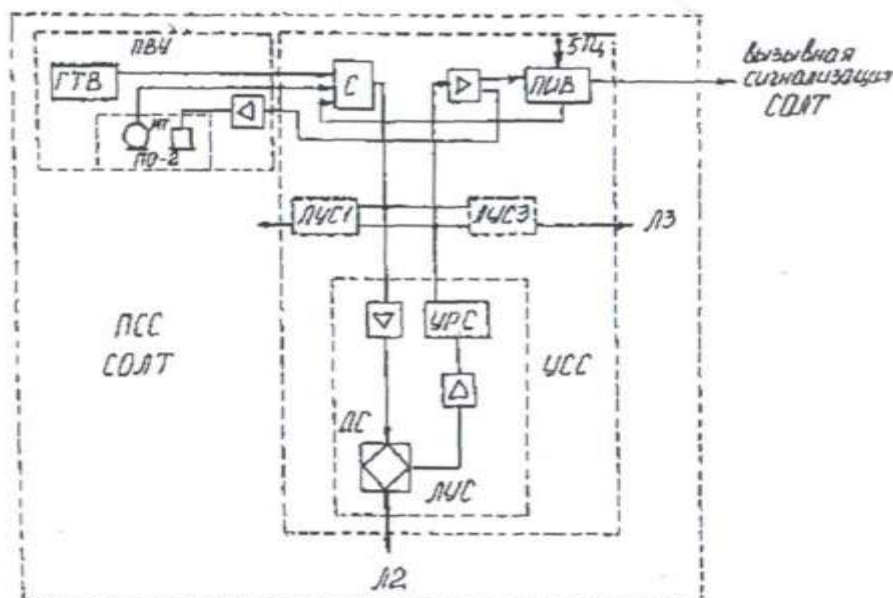


Рис. 2.3.

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.

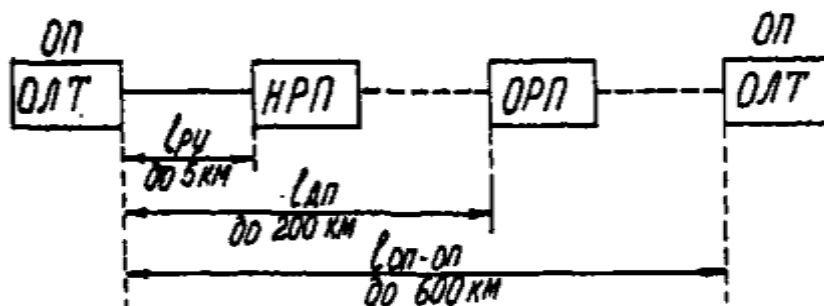


Рис. 2.4

До складу ОЛТ (на ОП) входять стояки лінійного обладнання типу СЛО-1 (у ИКМ-120А) або СЛО-У (в ИКМ-120У).

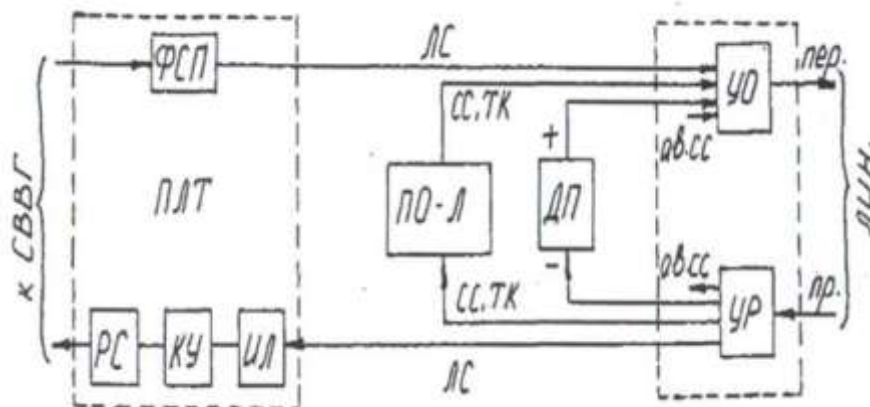
СЛО-1 містить до 4-х комплектів лінійного тракту (КЛТ), СЛО-У - до 2-х КЛТ. Кожен КЛТ розміщується на своїй панелі лінійного тракту (ПЛТ) стояки СЛО-1 (СЛО-У).

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 встановлюється 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.

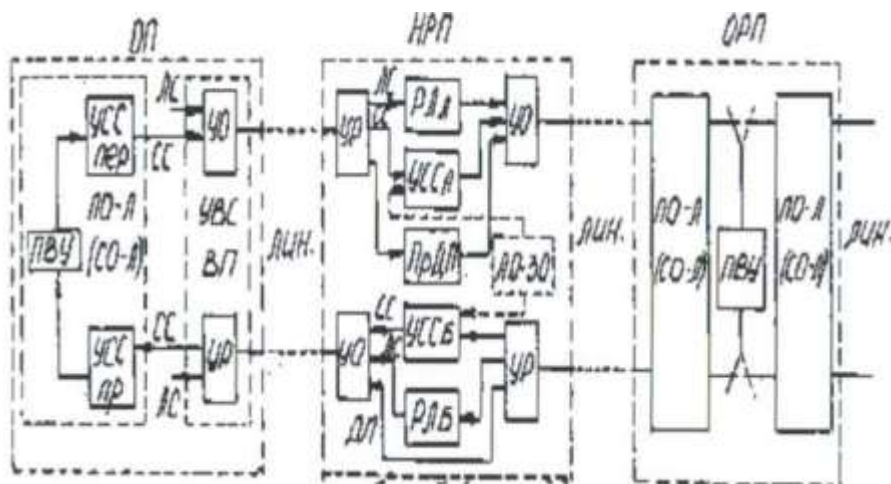
2.2.3. Організація й обладнання службового зв'язку.

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):

$$L_{ру_уК} = L - ((N_{ру} - 1) * l_{ру_макс}).$$

6. Визначається необхідне число лінійних трактів:

$$N_{т} = Цб * (1 Ч_{кан} / B_{кан_лт}), \text{ де } g \setminus I_{кан_лт} - \text{число каналів в одному лінійному тракті.}$$

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);

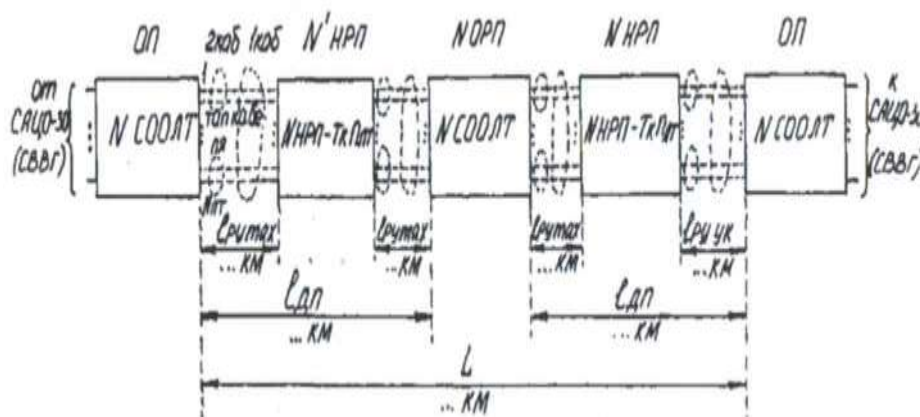
плт - число лінійних трактів, що обслуговуються одним контейнером НРП визначеного типу, чисельно рівне максимальному числу встановлюваних у ньому блоків лінійних регенераторів (плт = пбл_рл).

10. Визначається число блоків лінійних регенераторів, встановлюваних в останньому (з необхідного числа) контейнера НРП визначеного типу, розміщеного в кожному НРП:

$$п'бл_рл = Цм * (M_{лт} / плт) * плт, \text{ де індекс } Цм - \text{найближче менше ціле число відношення } I_{M_{лт} / плт}.$$

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 мережних 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	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 широкопсмугових 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 первичной сети связи Украины. 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.

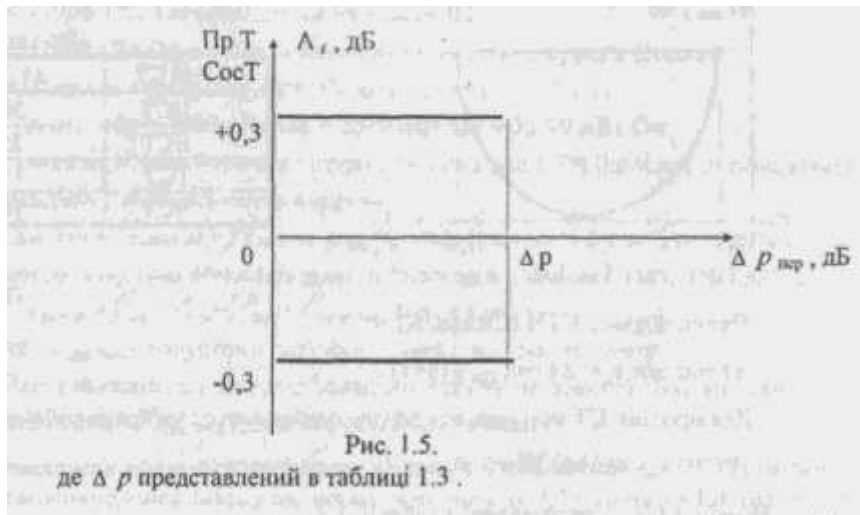
5.2. Вивчити норми на параметри і характеристики каналів ТЧ, ОЦК і типових цифрових трактів.

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 ($t_{гчп} f$), 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 $= 1020$ 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 , Чхаг , A_X , Рш.н.к., $A_{з.вп}$, $A_{з.кв}$, 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

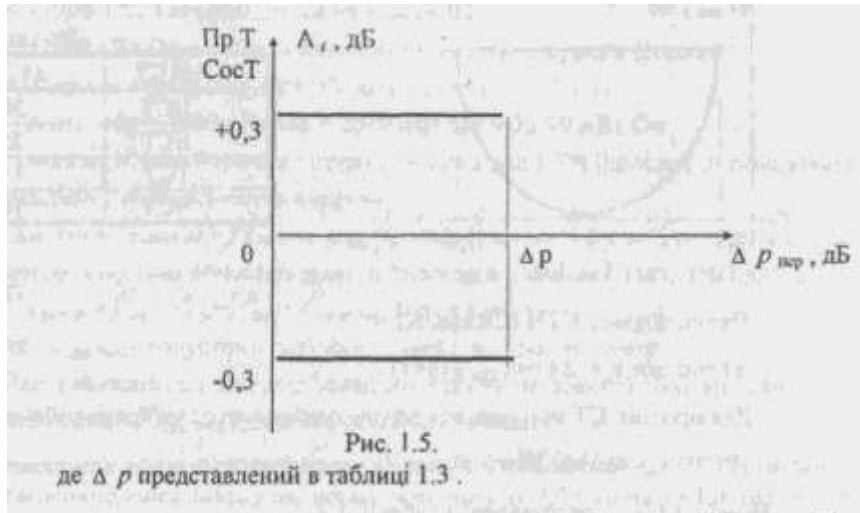
Вихідні дані	№варіанта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
типЦТ	пцт	чцт	вцт	ЧЦТ	тцт	вцт	ПЦТ	ЧЦТ	ВЦТ	тцт
N	10^5	10^{10}	10^8	10^4	10^9	10^{10}	10^7	10^8	10^6	10^7

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 визначає 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 устройств 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).

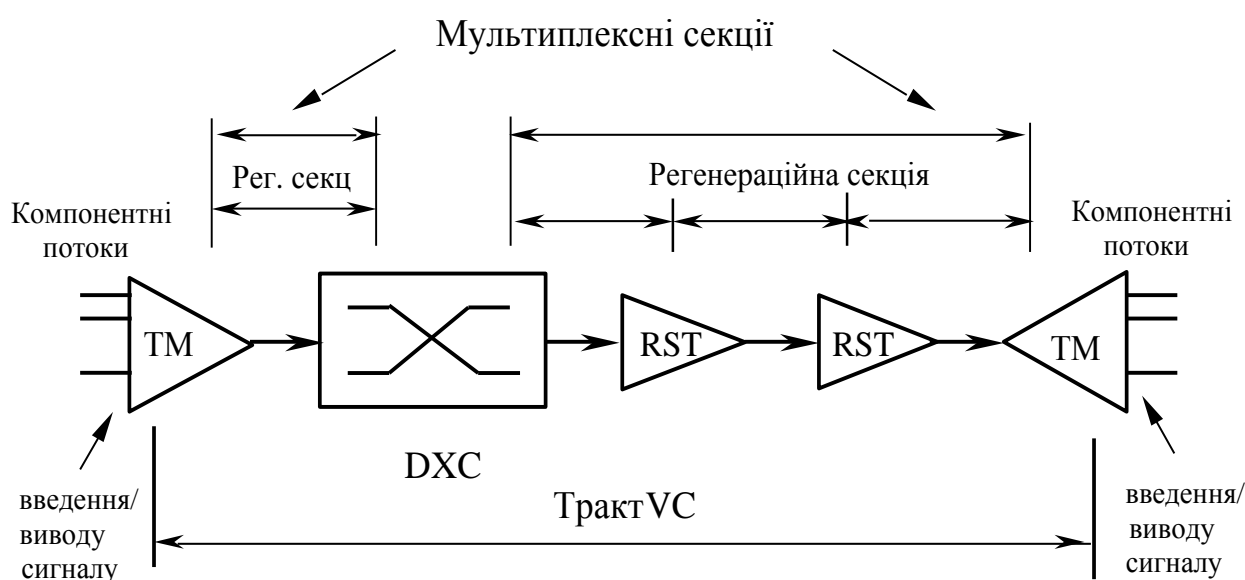


Рис 2.1 Структура цифрової системи передачі SDH точка-точка.

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 мережеских 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.

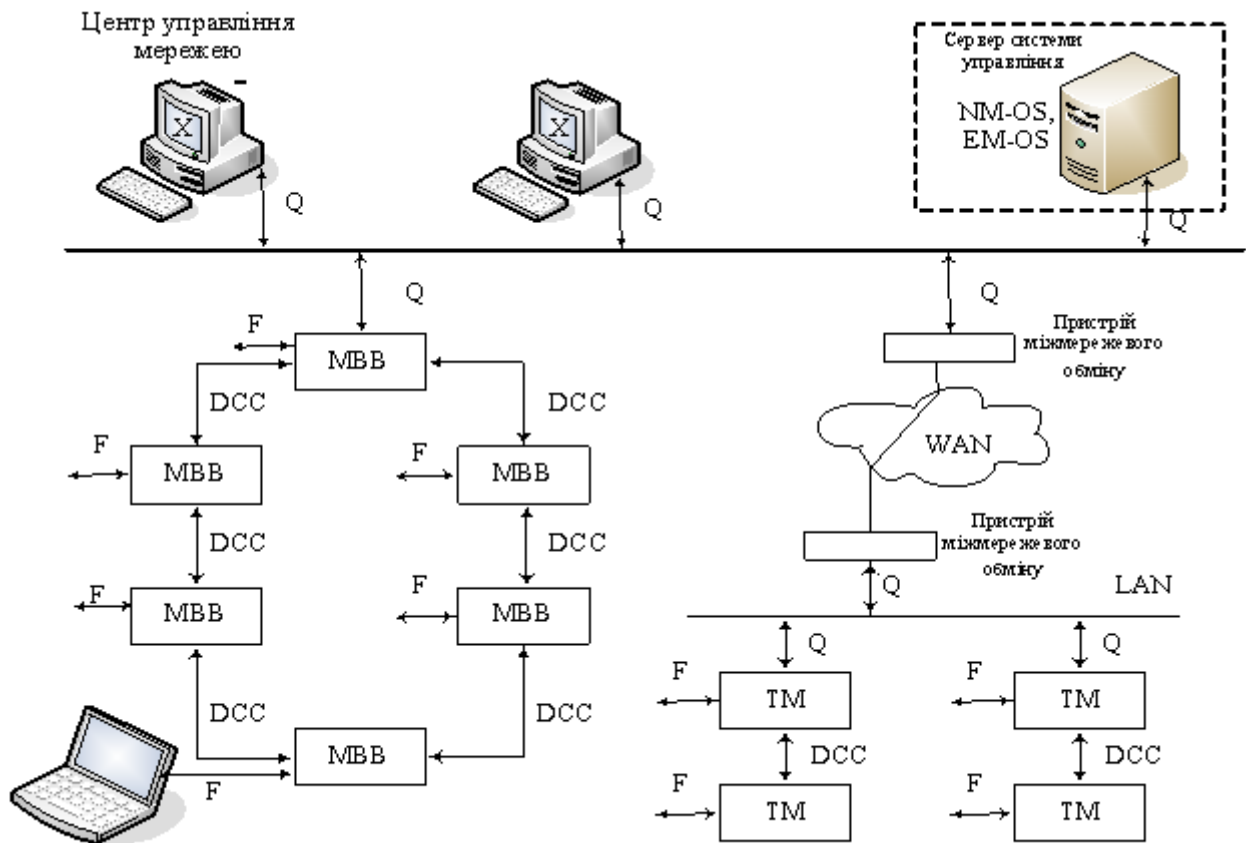


Рис 3.1 Структурна схема управління мережею СЦІ.

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.

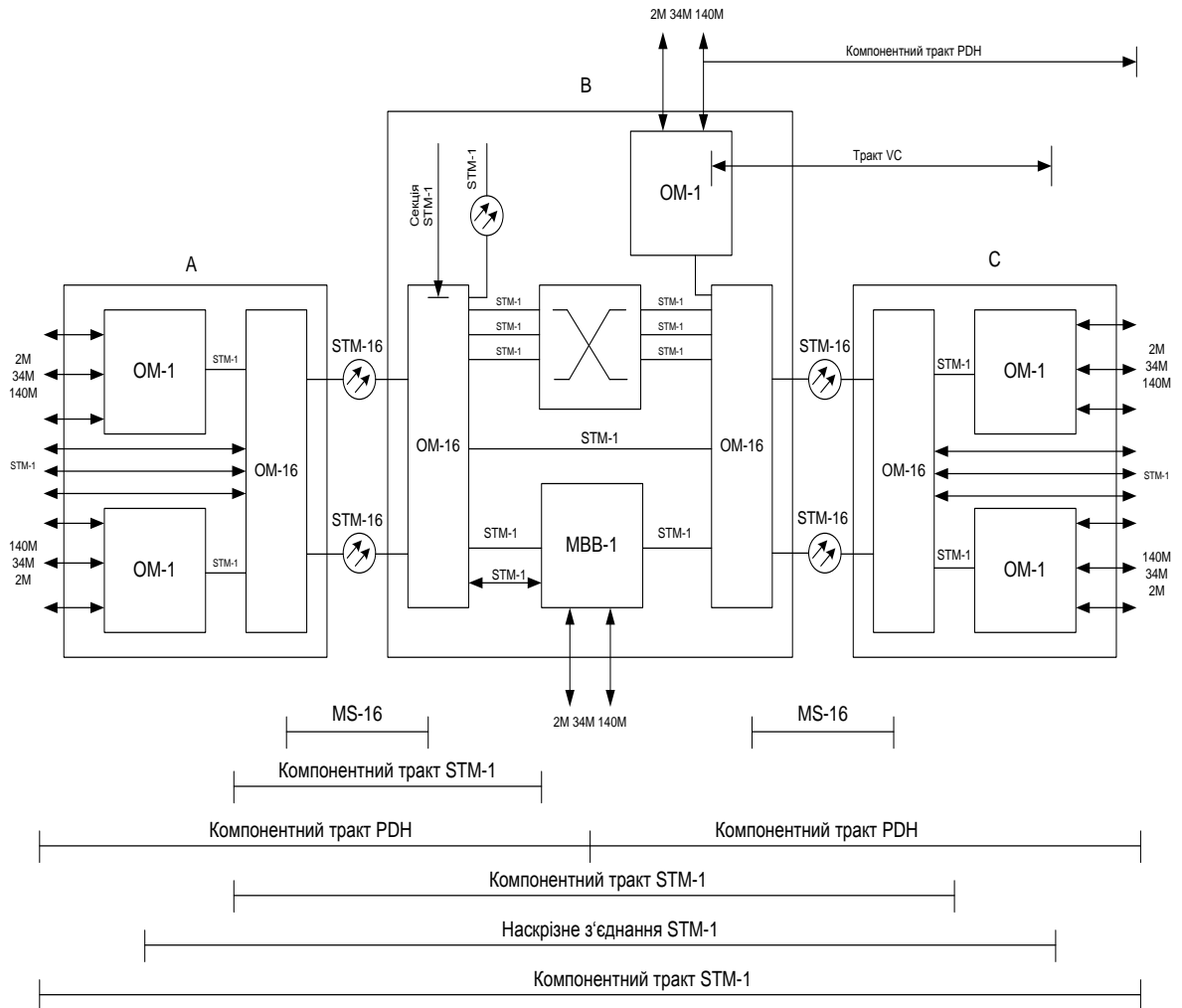
Аналогічним чином організується контроль помилок у трактах VC за допомогою заголовків POH. Для VC-3, VC-4 використовується байт B3 (BIP-8), для VC-12 використовуються два біти байта V5 (BIP-2).

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" (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 :

$$ESR = A \times C,$$

$$SESR = A \times C,$$

$$BBER = A \times C.$$

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 (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 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 діб або більше.

Таблиця 6.6.1 - Граничні значення коефіцієнта призначення експлуатаційного контролю

Системи передавання, секції		Цифрові тракту, 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 .

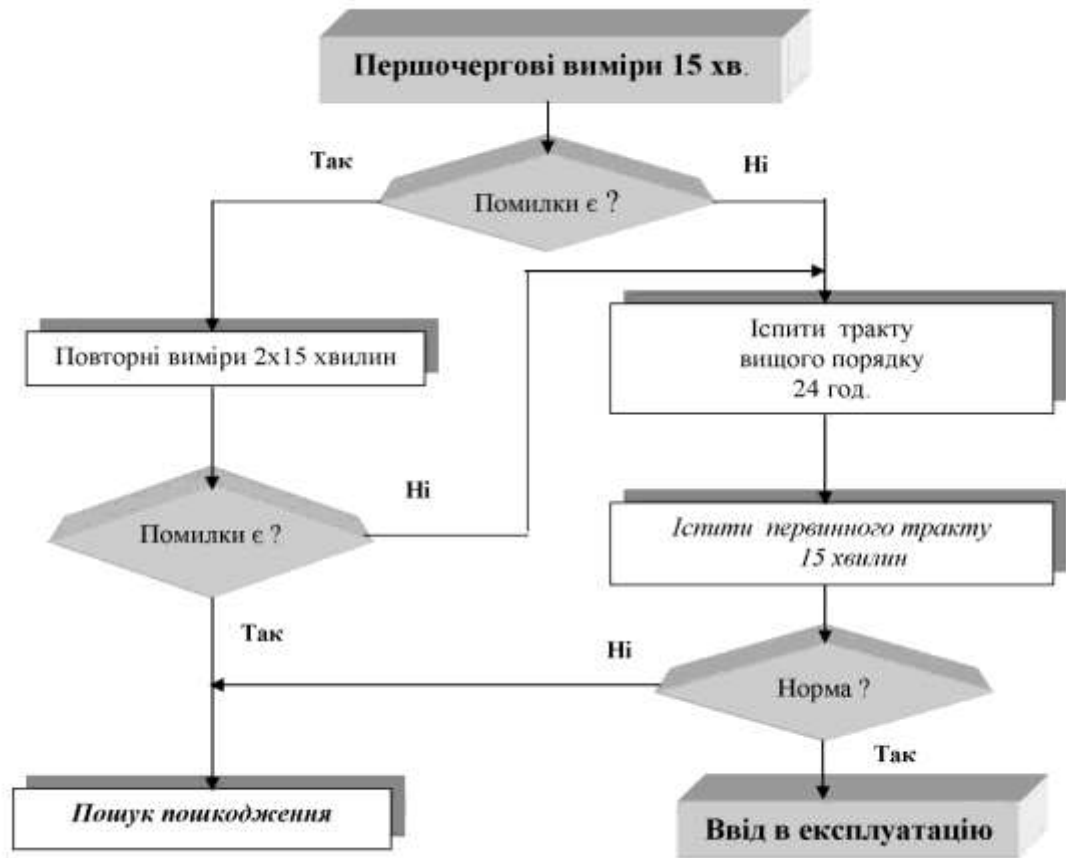


Рис. 6.6.2 Алгоритм випробувань ЦТ при введенні в експлуатацію.

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.

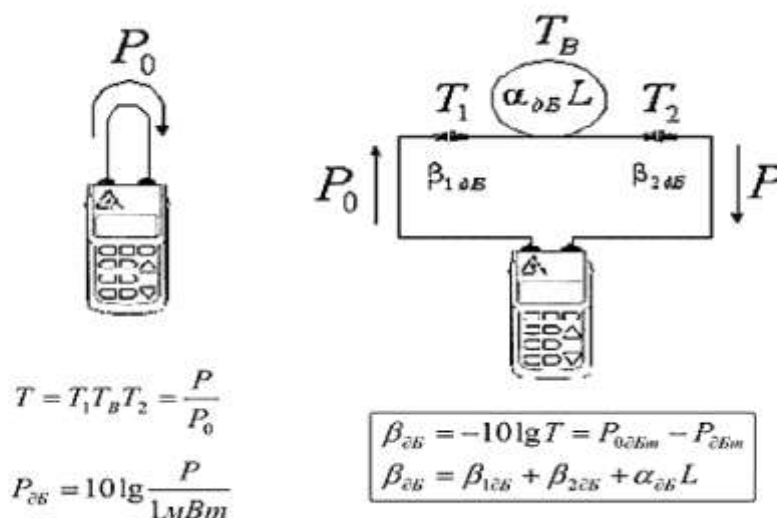


Рис. 9.1 Принципова схема вимірів за допомогою мультиметра.

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 тракці.

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.

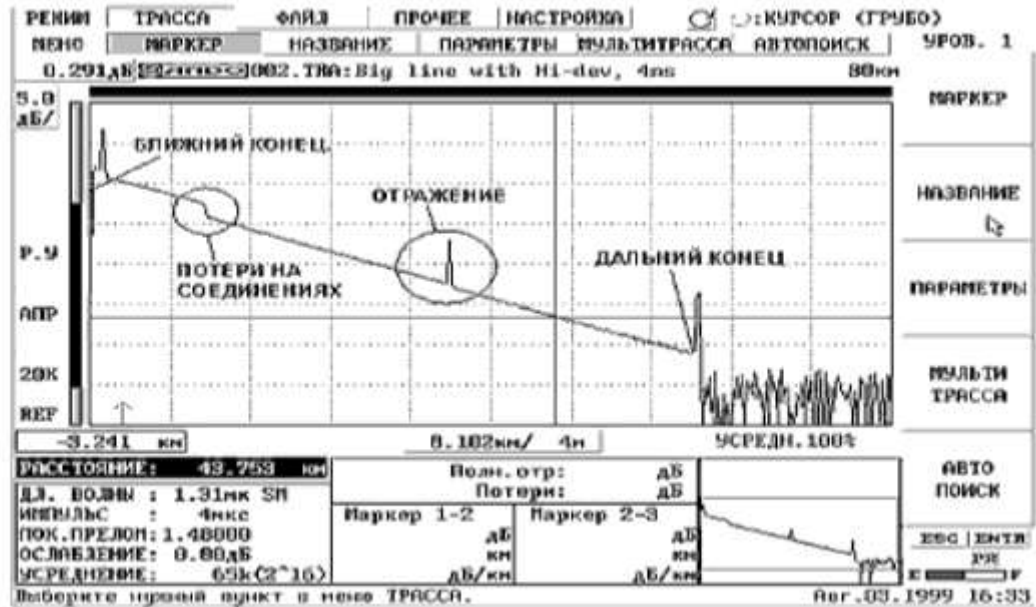


Рис. 9.2 Визначення відстаней і вимір середнього (кілометричного) загасання на трасі

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.

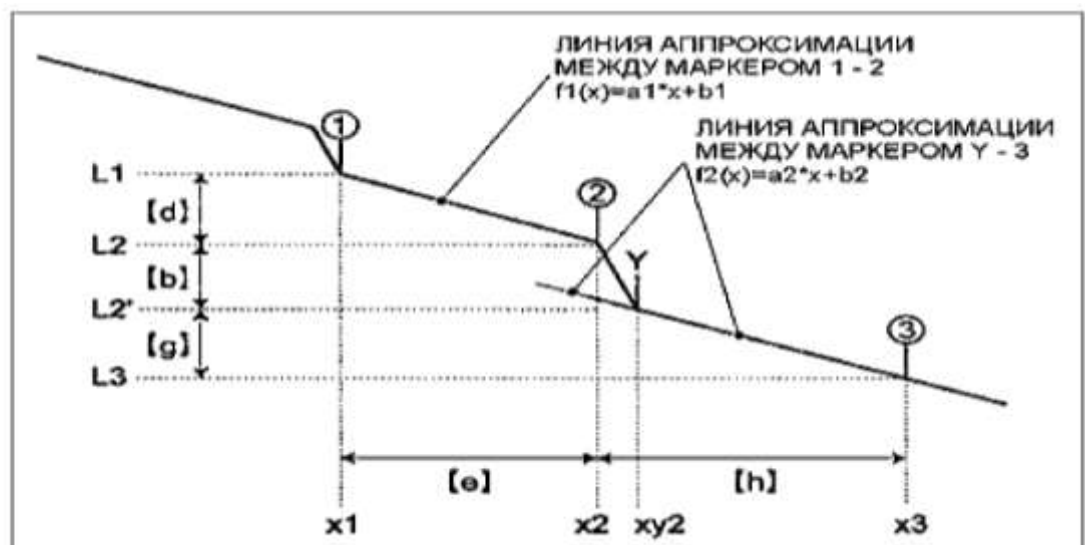


Рис.9.3 Вимір втрат на з'єднанні X_2 - XU_2 .

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.

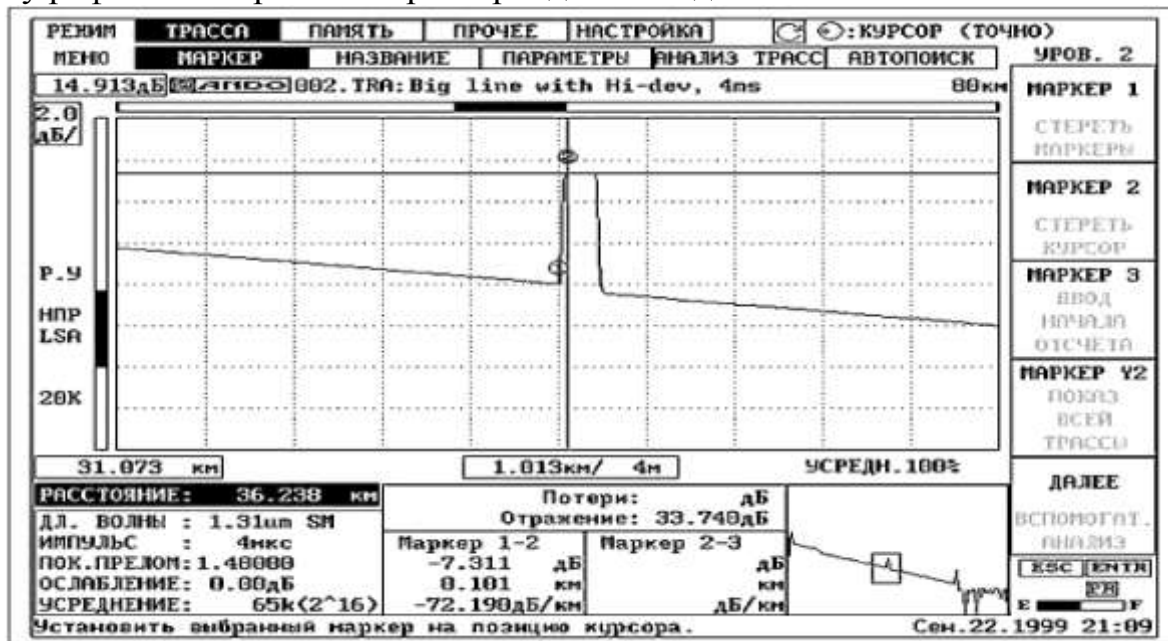


Рис.9.4

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 діапазону 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 МАС. 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 (ВК). 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;

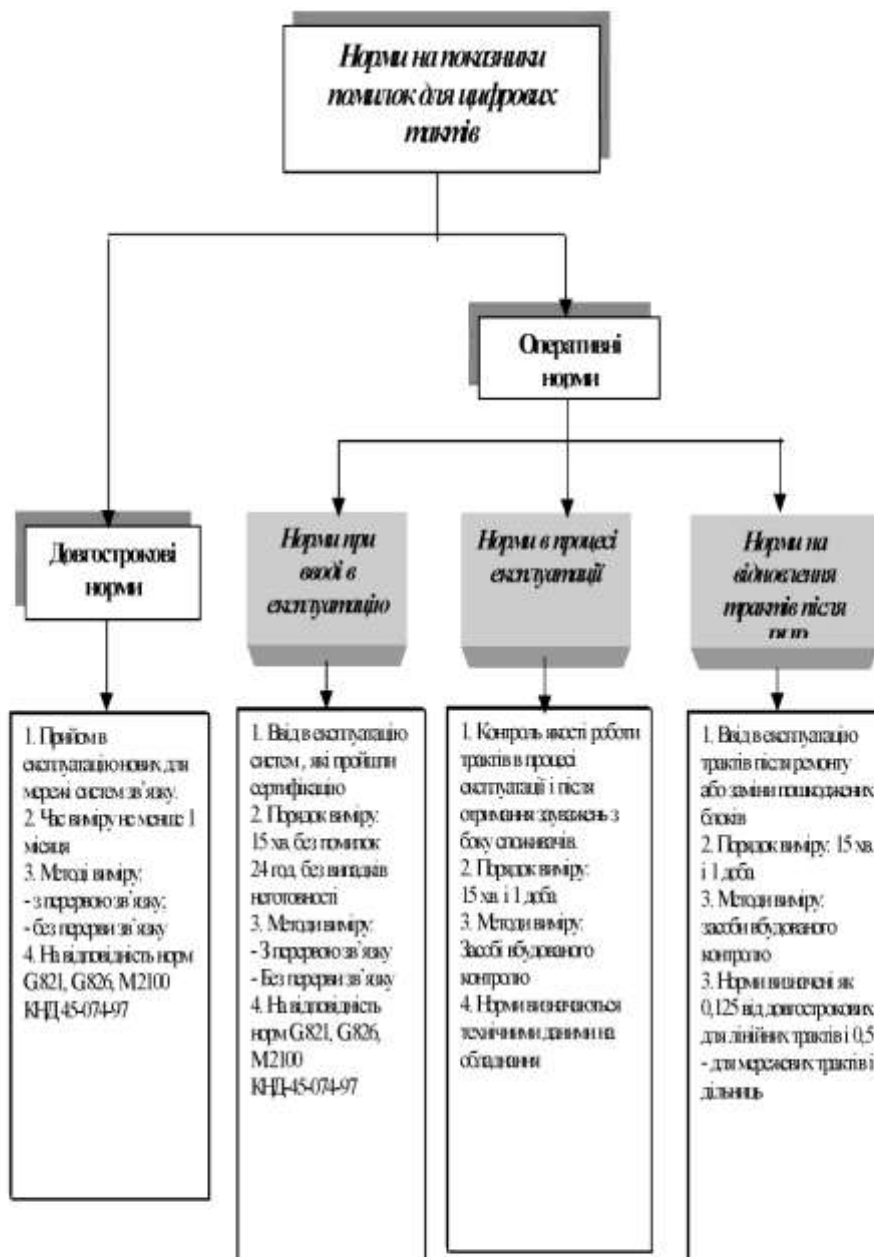
- якщо значення ESR або SESR (або обидва) більше відповідних значень S_b , але обидва менше відповідних значень S_2 , тоді при відсутності власного контролю тракт (канал) може бути, або умовно прийнятим, або підлягає повторним випробуванням тієї ж тривалості. 7 діб з урахуванням першого періоду випробувань. 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 нс; 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					
		I-16	S-16.1	S-16.2	L-16.1	L-16.2	L-16.3
Номинальна цифрова бітова швидкість	kbit/s	STM-16 згідно Рекомендації G.707 і G.958, 2 488 320					
Код використання							
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		0		0	0	
- мінімальна	dBm	-15		-15	-15		-5		-5	-5	
Мінімальний коеф. погашення	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		10-28		10-	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		20	NA	
Максимальний рівень віддзеркалювання між S і R	dB	NA		NA	NA		NA		-25	NA	
Прийом в точці R											
Мінімальна чутливість ⁰⁾	dBm	-23		-28	-28		-34		-34	-34	
Мінімальний рівень перевантаження	dBm	-8		-8	-8		-10		-10	-10	
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	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	Гострогубці (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 ECV. Переконайтесь у тім, що обидва його кінця надійно підключені – один до рознімання ECV, інший – до сполучає рознімання устаткування, що дає опорний сигнал синхронізації.

◆ Перевірте жили кабелю та роз'єми. У випадку сумнівів замініть.

◆ Замініть відповідну плату ECV.

3. Відсутність зовнішнього опорного сигналу T4/BITS OUT:

◆ Перевірте кабель, підключений до відповідного рознімання ECV. Переконайтесь у тім, що обидва його кінця надійно підключені – один до рознімання ECV, інший – до рознімання устаткування, що дає опорний сигнал синхронізації.

◆ Перевірте жили кабелю та роз'єми. У випадку сумнівів замініть.

◆ Замініть відповідну плату ECV.

◆ 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 МУХ 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” МУХ 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” МУХ 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” МУХ 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 ЦГЕПМ або ВПУ, по вирішенню керівництва ЦГЕПМ.

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:

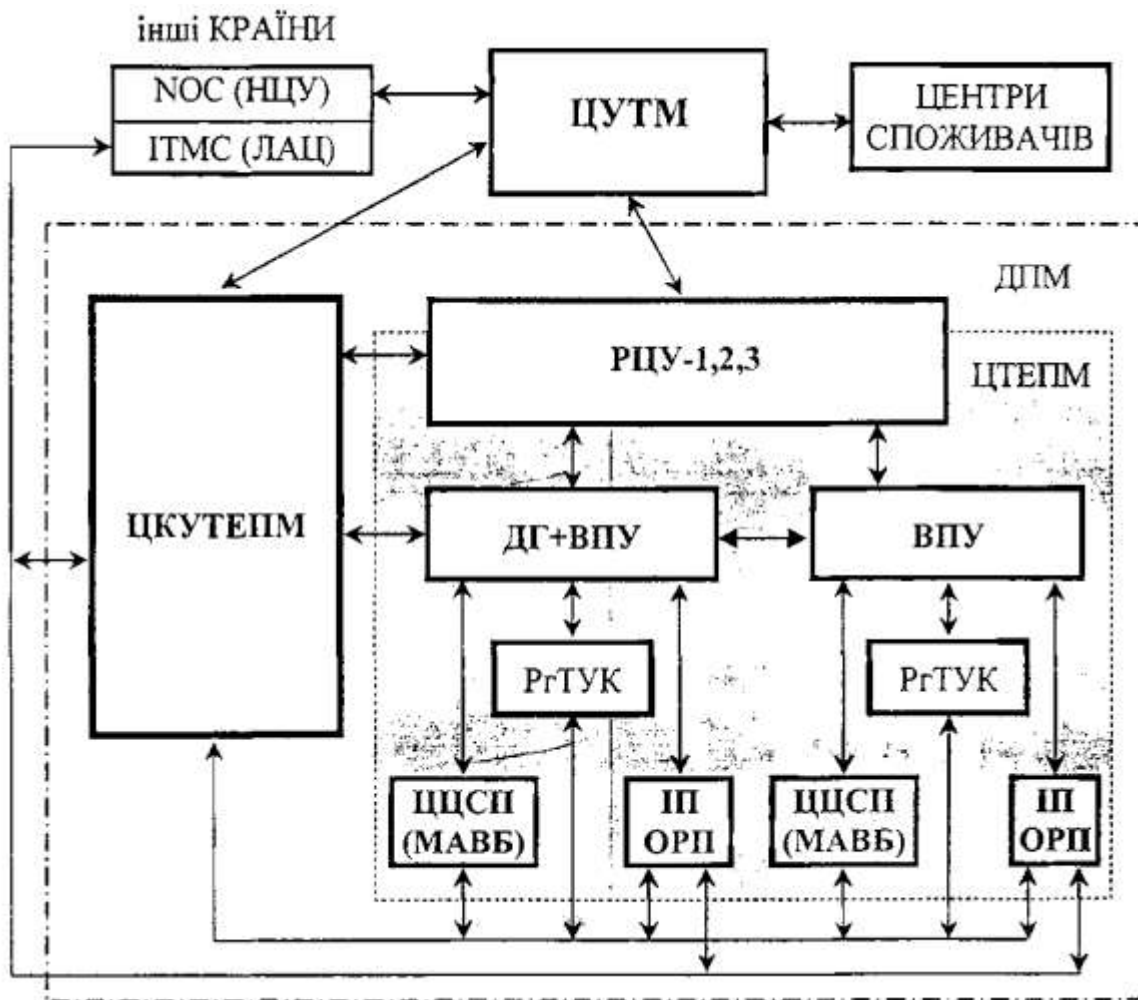
- 20 хвилин у робочий час;
- 40 хвилин у неробочий час;

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.

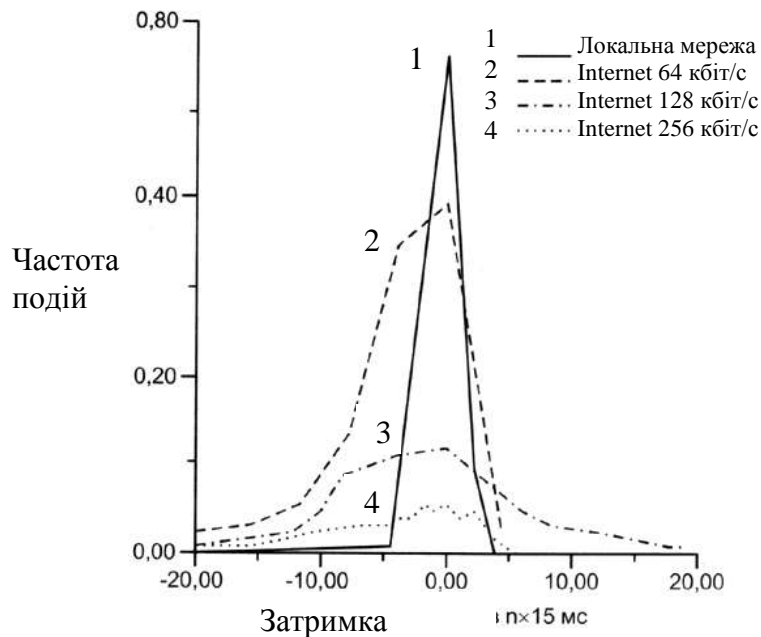


Рис. 2 Гістограма джиттеру пакетів

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.

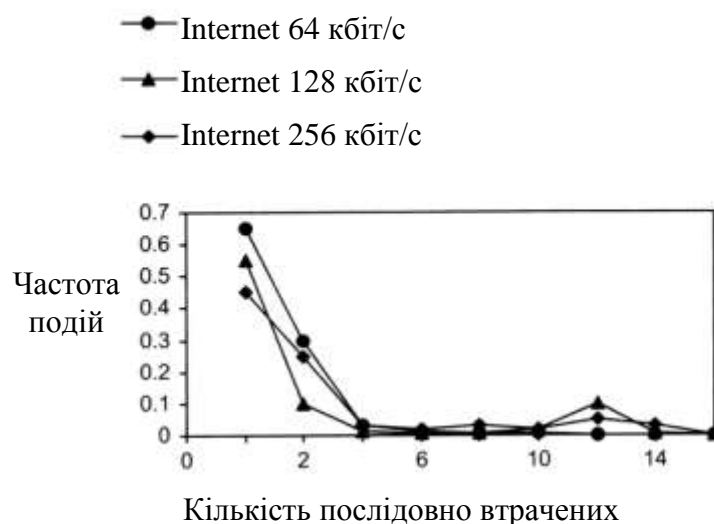


Рис. 3. Гістограма втрати пакетів

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.

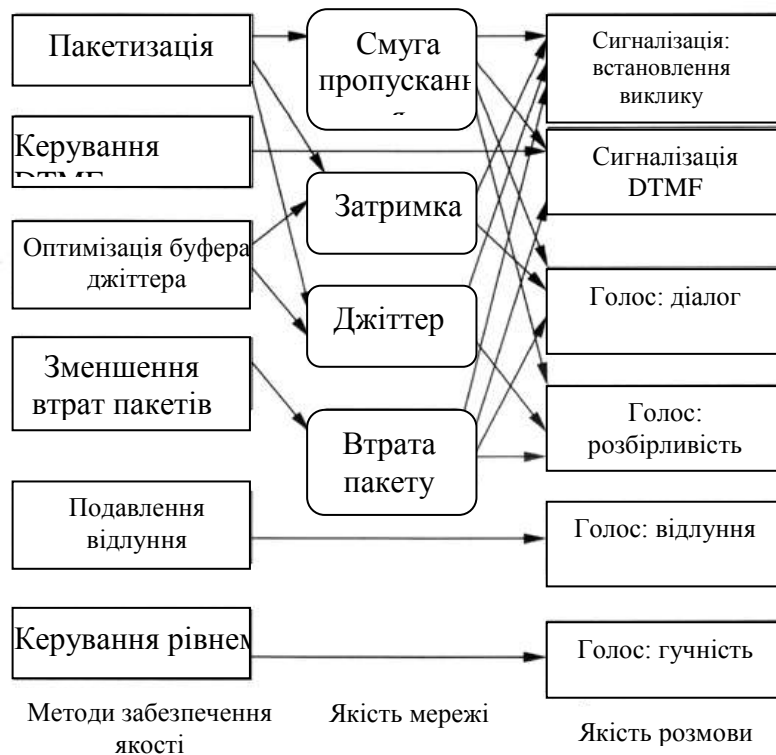


Рис. 4. Схема забезпечення якості IP-телефонії

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 змінилося, 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
ВАТ «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.

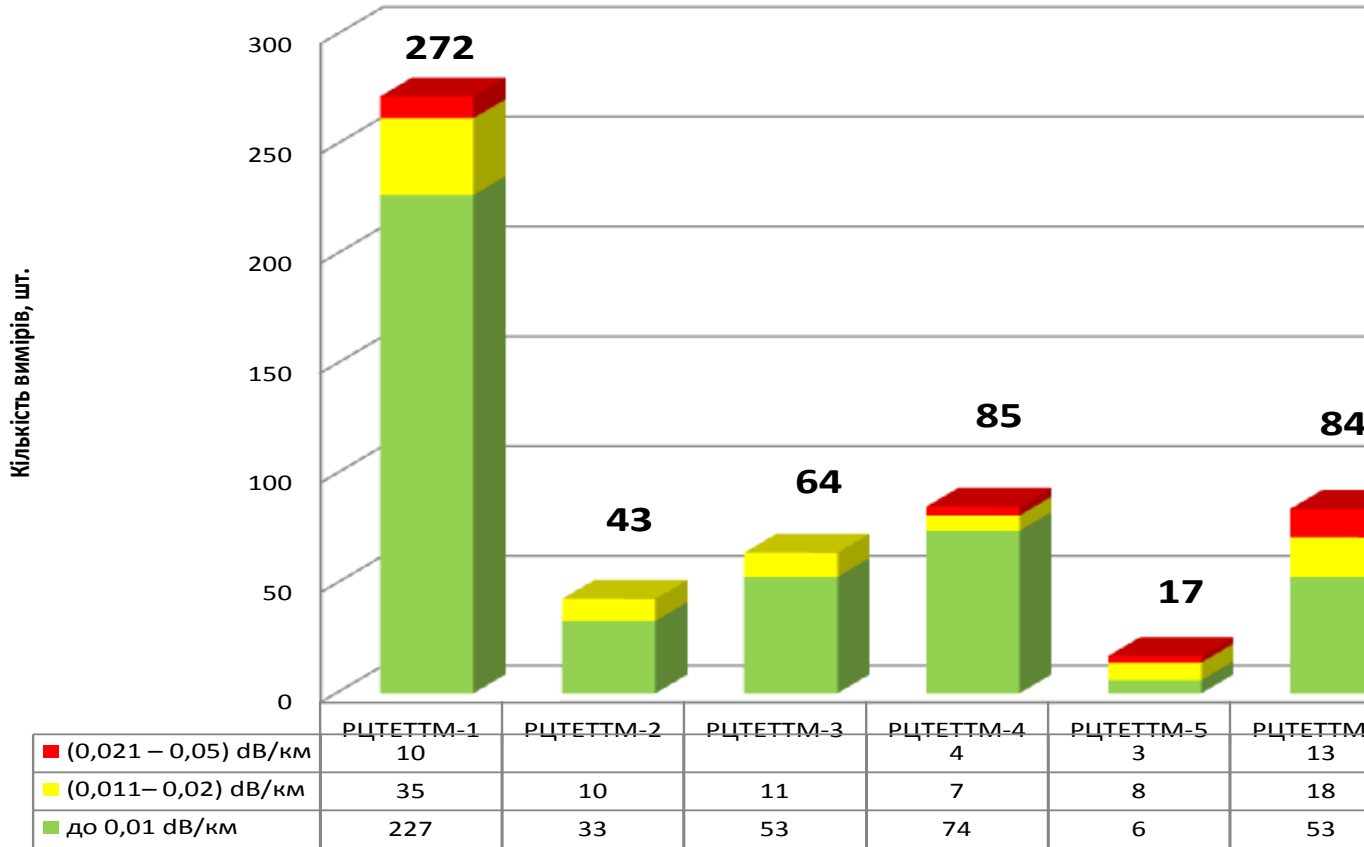
Додаток 2

ТАБЛИЦЯ

зведених даних вимірів кілометричного загасання оптичних волокон

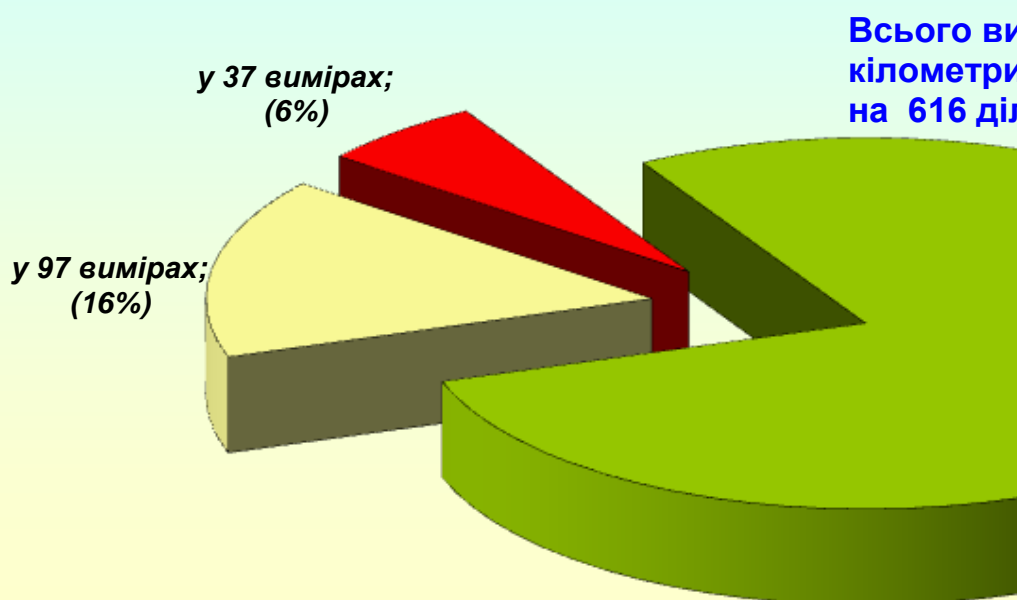
Структурний підрозділ	Загальна кількість ділянок виміру, од	Кількість ділянок із змінами кілометричного загасання ОВ, од.		
		до 0,01 dB/км	(0,011– 0,02) dB/км	(0,021 – 0,05) dB/км
РЦТЕТТМ-1	272	227	35	10
РЦТЕТТМ-2	43	33	10	
РЦТЕТТМ-3	64	53	11	
РЦТЕТТМ-4	85	74	7	4
РЦТЕТТМ-5	17	6	8	3
РЦТЕТТМ-6	84	53	18	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 0,021 дВ/км



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.

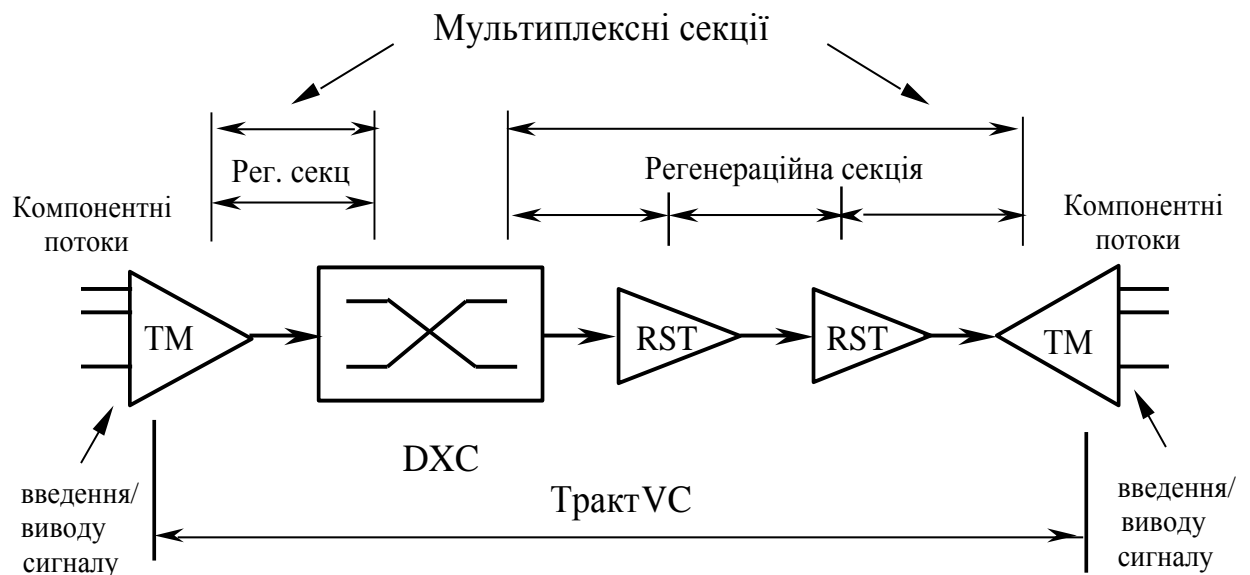
Секція СЦІ (SDH Section) - комплекс технічних засобів, призначений для передачі нормалізованих синхронних транспортних модулів (STM) із швидкістю передачі, що відповідає даному STM.

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.

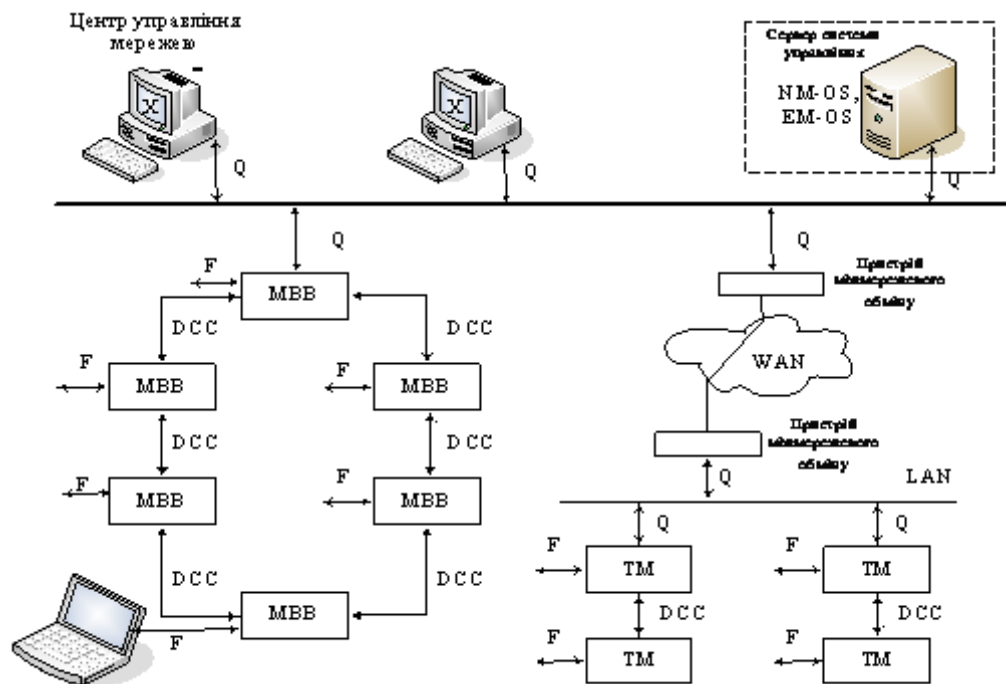
Система обслуговування (СО) повинна функціонувати на двох рівнях:

- 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 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.

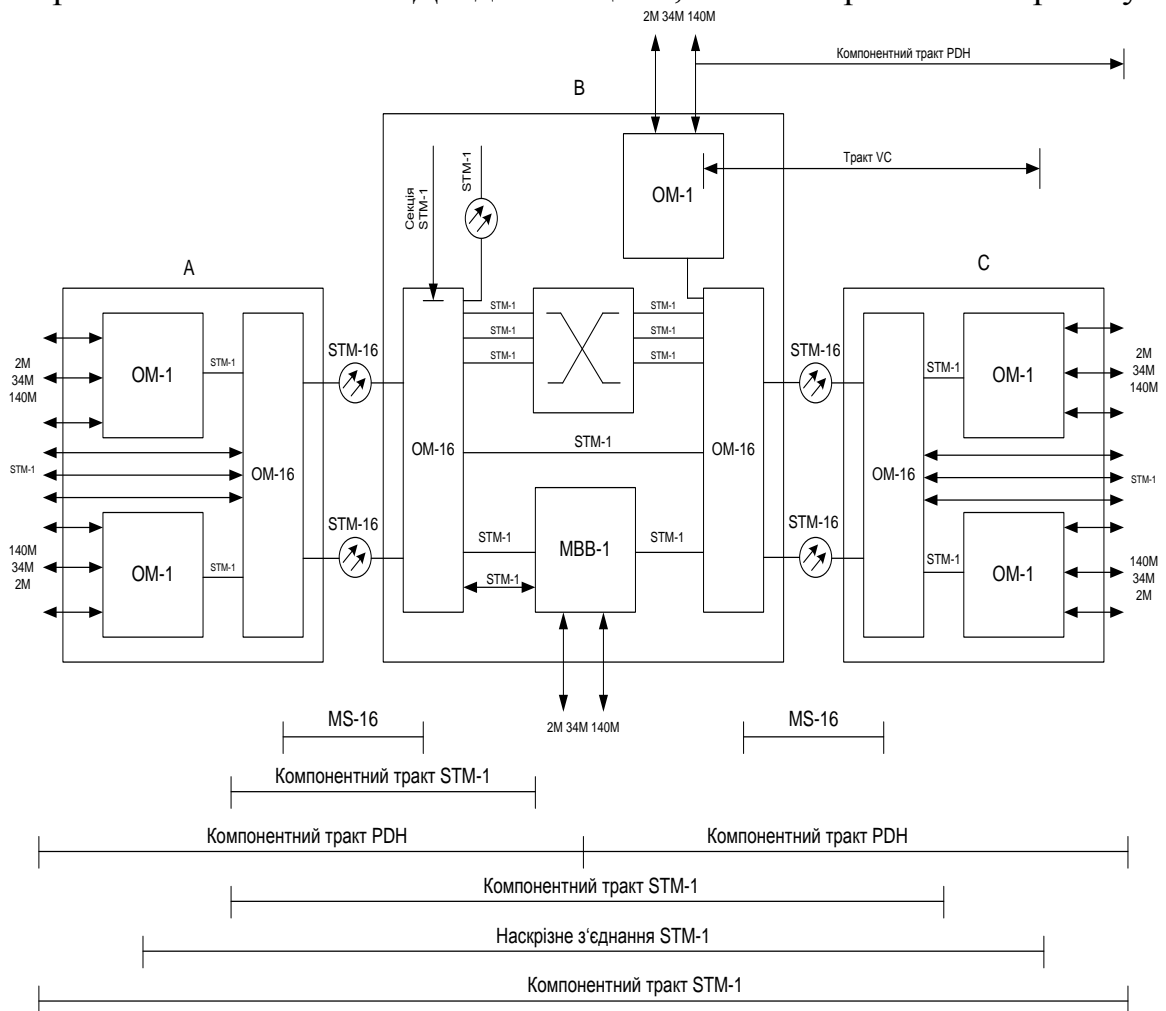
Тому наскрізні з'єднання (ТС) також є об'єктами СЦІ, що контролюються.

На теперішній час в обладнанні, встановленому на лініях СЦІ України заголовки наскрізного з'єднання не використовуються. При здачі в

експлуатацію обладнання ВОЛЗ 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.

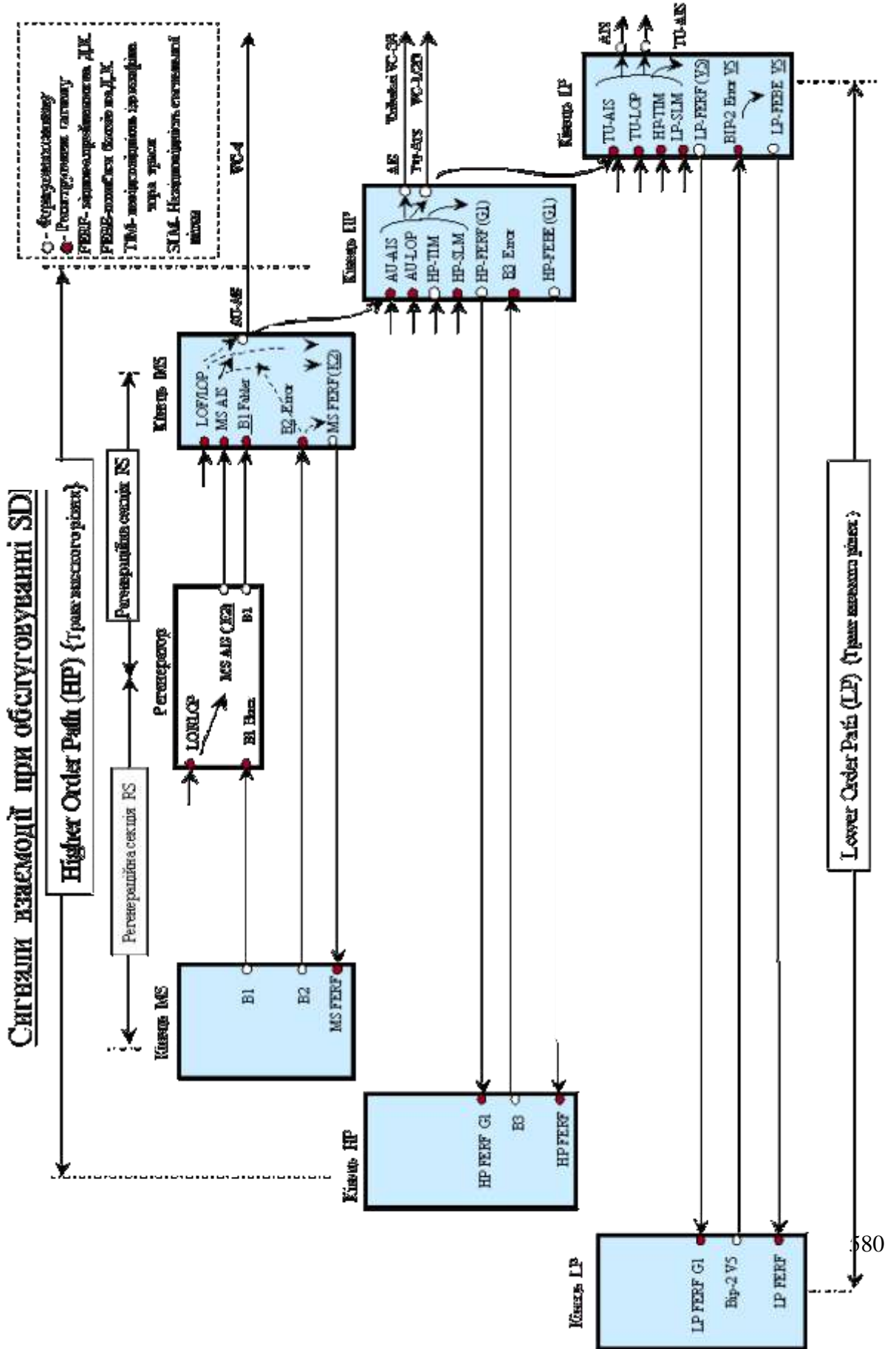
Ці перевірки парності розміщуються у відповідно регенераційному, мультиплексному і трактовому заголовку. Крім того, кінцеве обладнання дільниці трактів високого і низького рівня генерують сигнали індикації помилки віддаленого терміналу (REI- FEBE). Ці сигнали основані на помилках, які виявлені при перевірці 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 ділянками 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 А;

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 А і С:

$$ESR = A \times C,$$

$$SESR = A \times C,$$

$$VBER = A \times C.$$

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 С і норма для відповідного показника.

Якщо тракт проходить і по магістральній і по внутрішньозонових мережах, значення С 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 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 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 мережі0,075,
- 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 .

$$R_0 = ESR_0 = B \times D \times k,$$

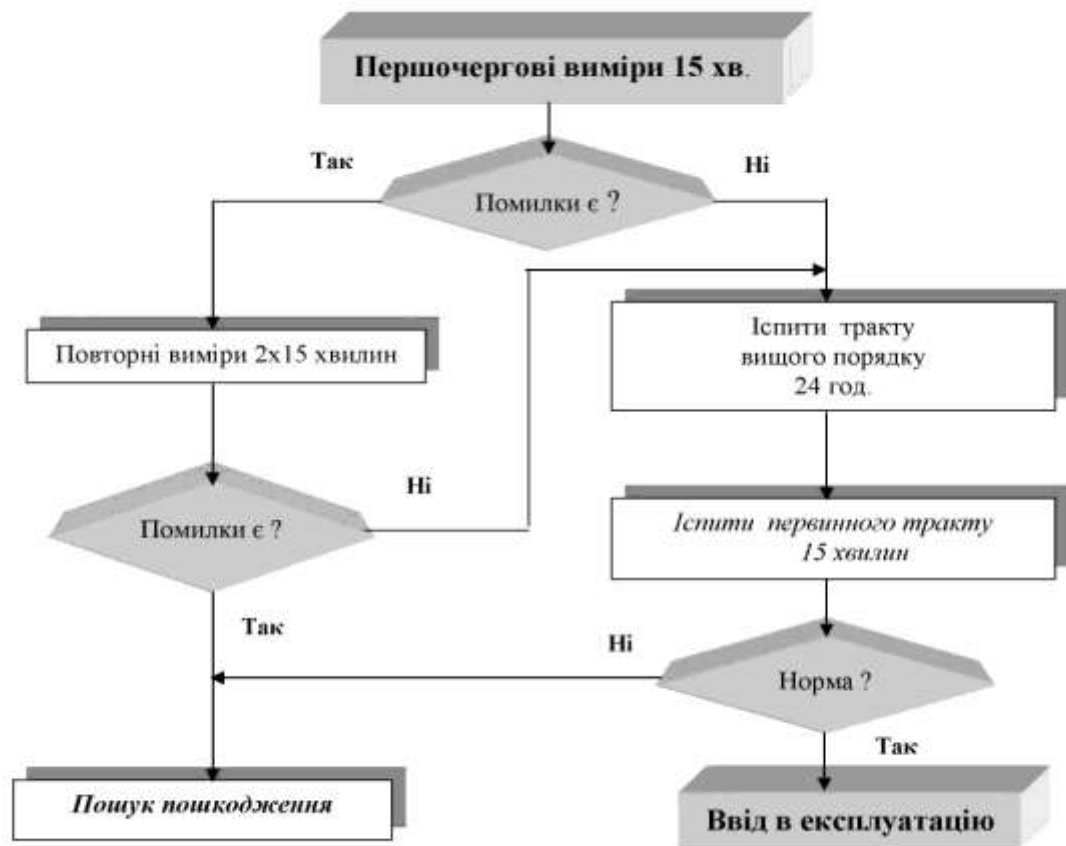
$$R_0 = SESR_0 = B \times D \times k,$$

$$S_1 = R_0 - 2\sqrt{R_0/T}$$

$$S_2 = R_0 + 2\sqrt{R_0/T}$$

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**

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 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.

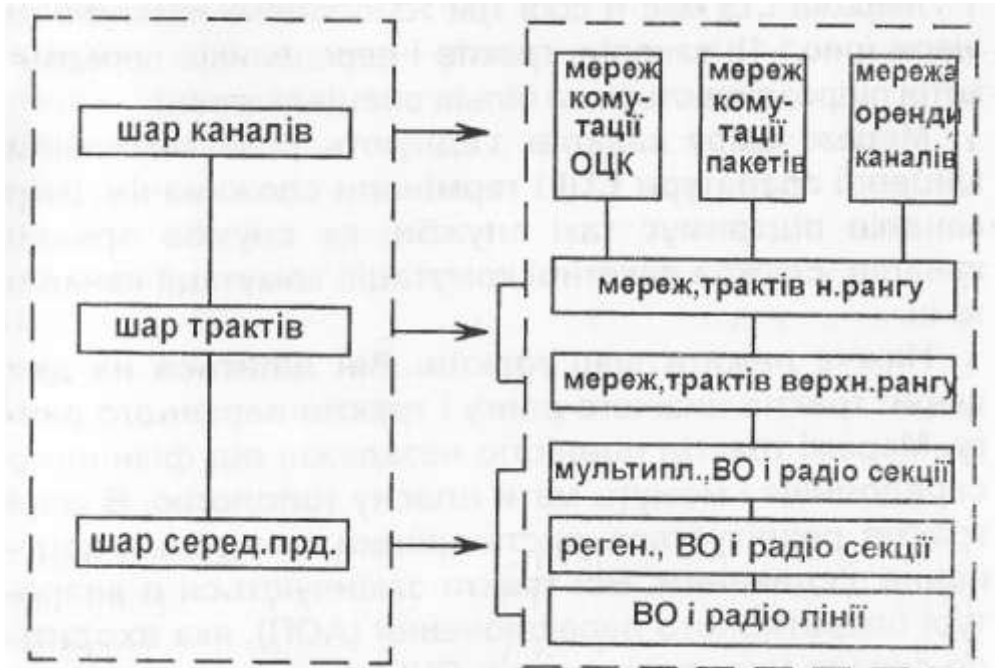


Рис.1.1 Пошарова будова мережі

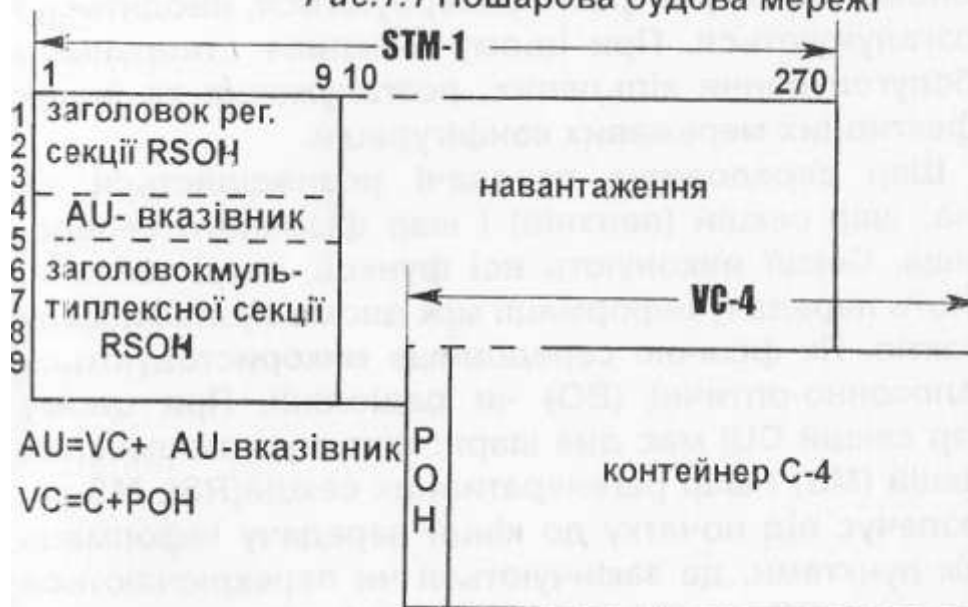


Рис 1.2 Цикли STM-1 і VC-4

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 MSON).

RSOH діє в границях обмеження регенеративної секції, а MSON 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 С-4 (швидкість передачі $2340 \times 64 = 149760$ кбіт/с).

Аналогічно побудований контейнер VC-3, який відрізняється лише кількістю стовпців - 85. Контейнер С-3 має 84 стовпці і вміщує корисне навантаження $84 \times 9 \times 64 = 48384$ кбіт/с.



Рис.1.3 Надцикл VC-12

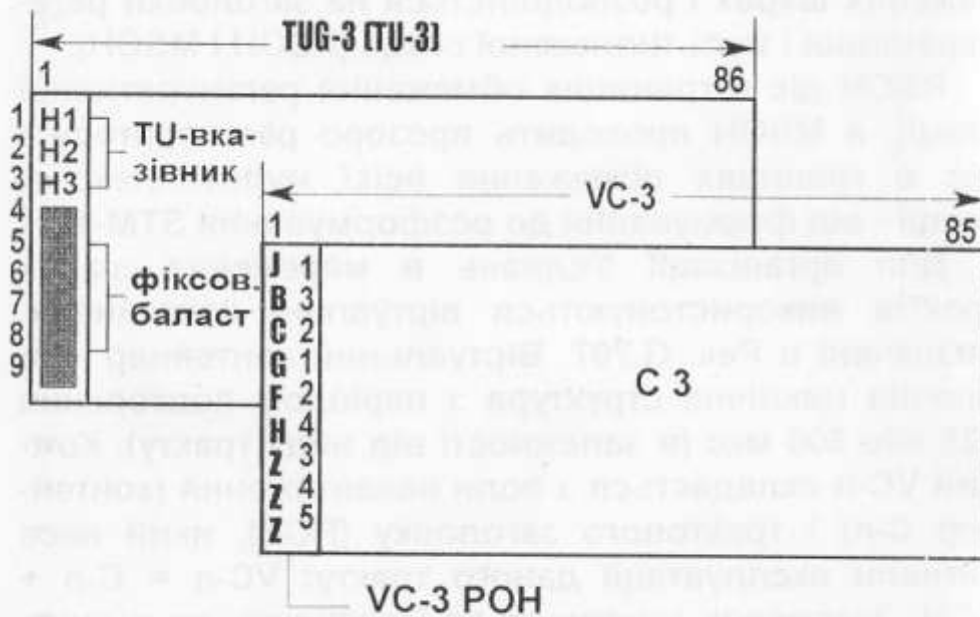


Рис 1.4 Цикли C-3, VC-3, TUG-3

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: $TU-n = VC-n + TU\text{-вказівник}$ ($n = 1,2,3$).

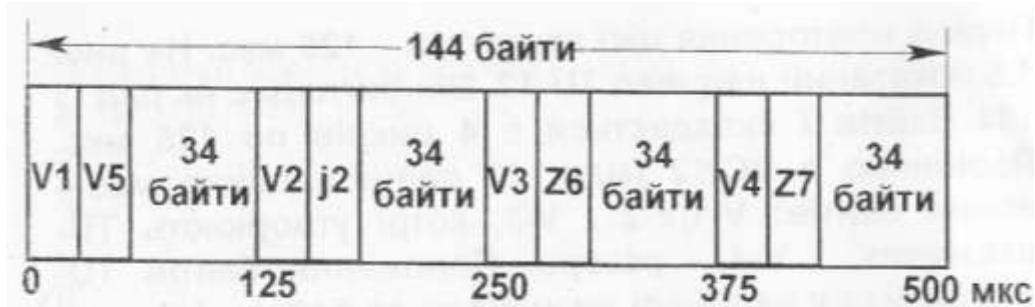


Рис. 1.5 Надцикл TU-12

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. Комірки 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:

$$\text{STM-N} = \text{N} \times \text{AUG} + 3\text{OH}.$$

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.

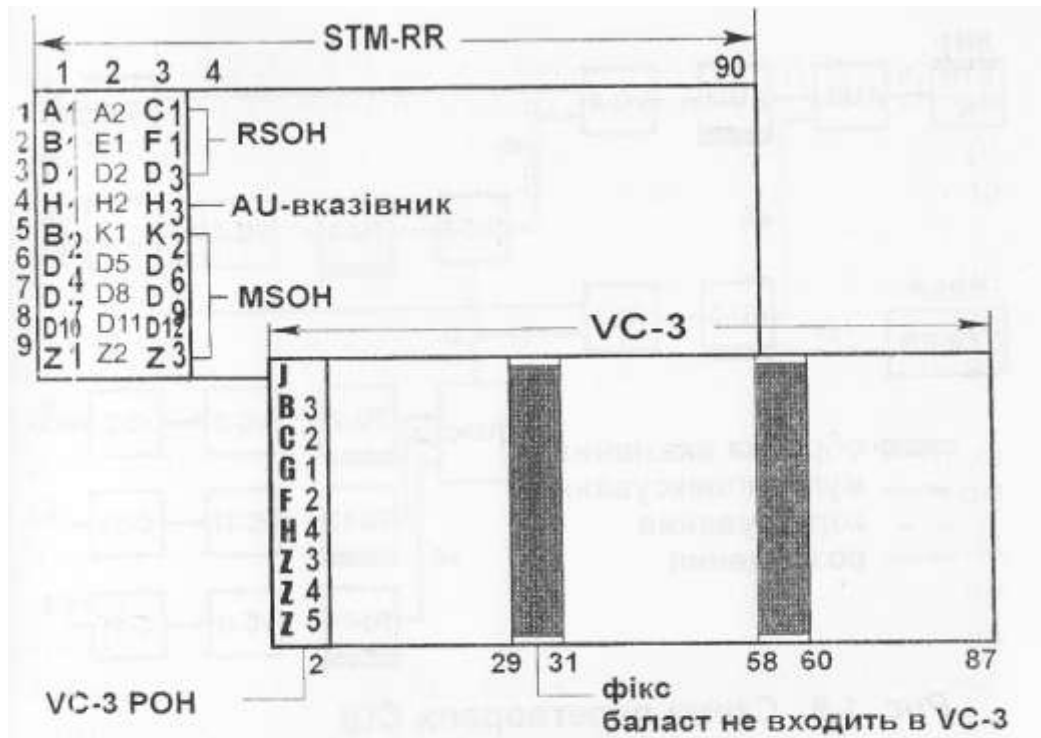


Рис.1.7 STM-RR і VC-3

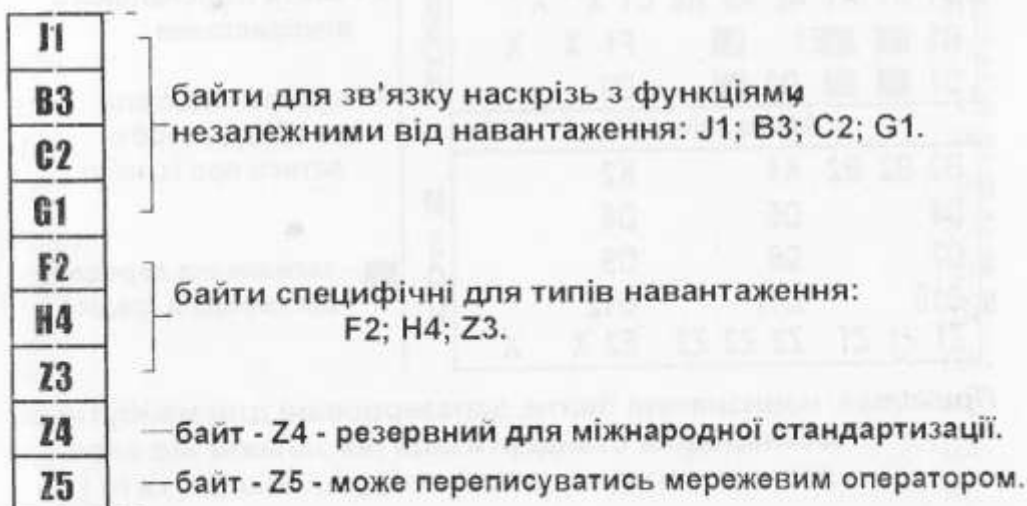
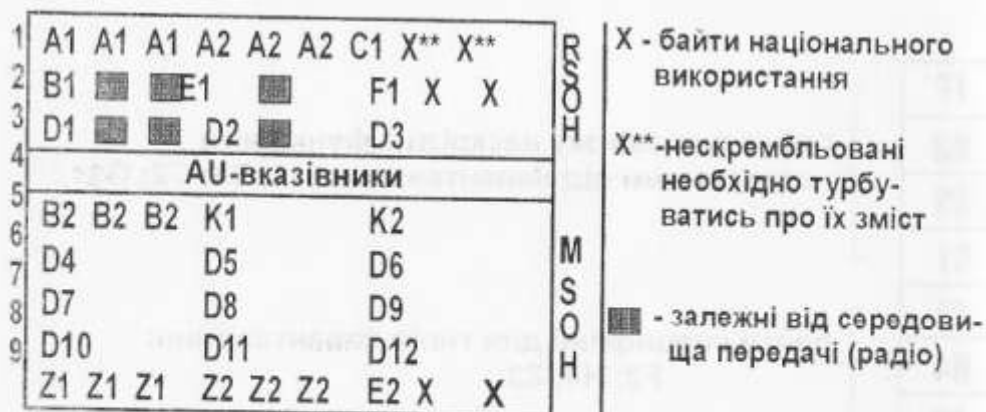


Рис.1.10 Заголовок трактів верхнього рангу.



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 (необладнений 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 мультиплексної 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 мультиплексної 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 Module, 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 широкополосних 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.



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

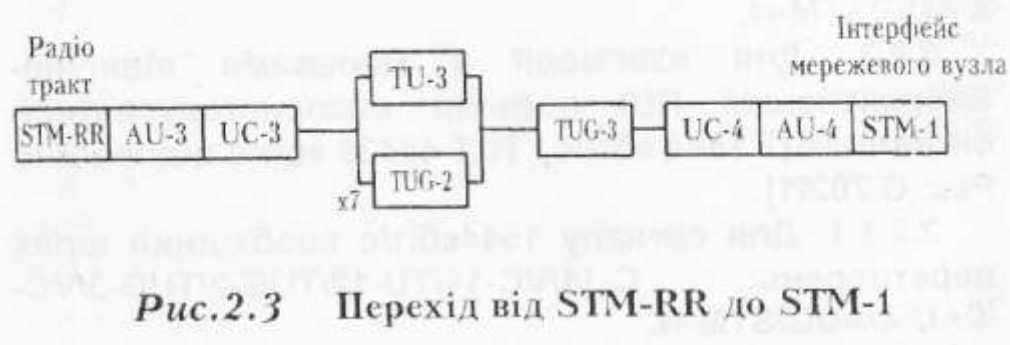


Рис.2.3 Перехід від STM-RR до STM-1

2.9. Використання СЦІ в B-ISDN.

Мережа СЦІ може бути використана як фізичний шар транспортної системи широкопasmової 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.

Регламентация 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 CM). 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 CM в конфігурації мультиплексора введення/виведення (MBB-N, де N-рівень СЦІ). MBB-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 доуцільнені 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.

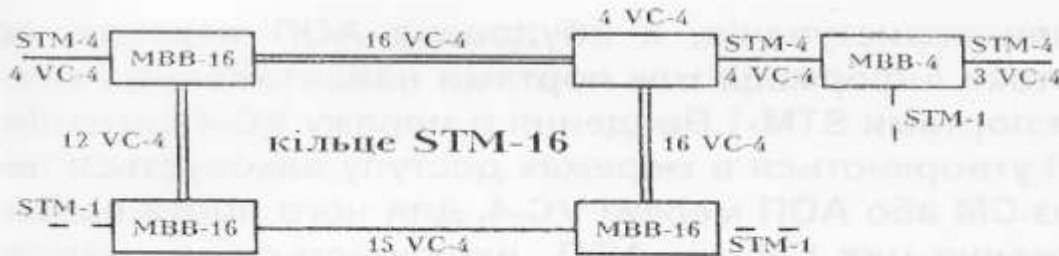


Рис. 3.1 Фрагмент мережі VC-4

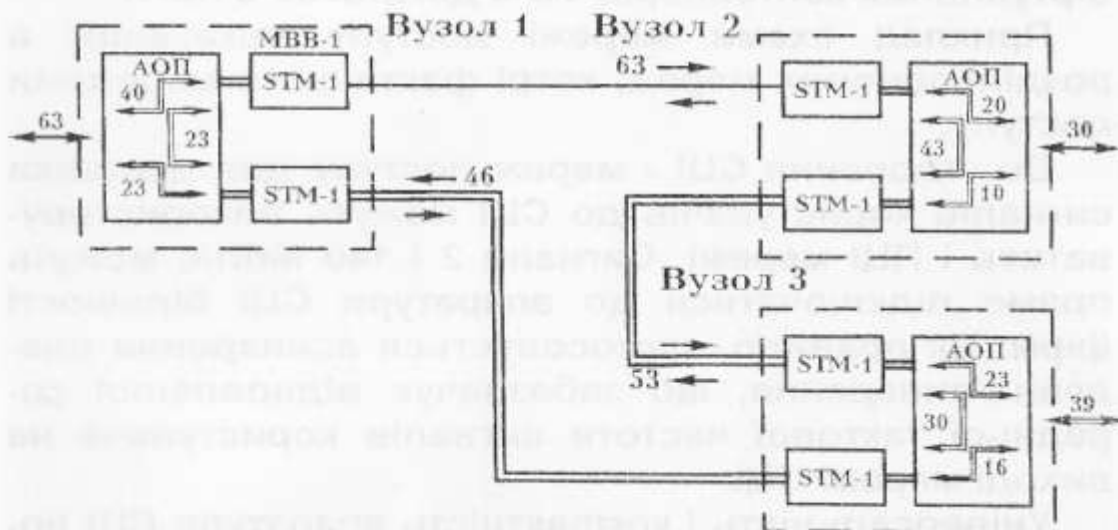


Рис. 3.2 Кільцева мережа з МВВ-1

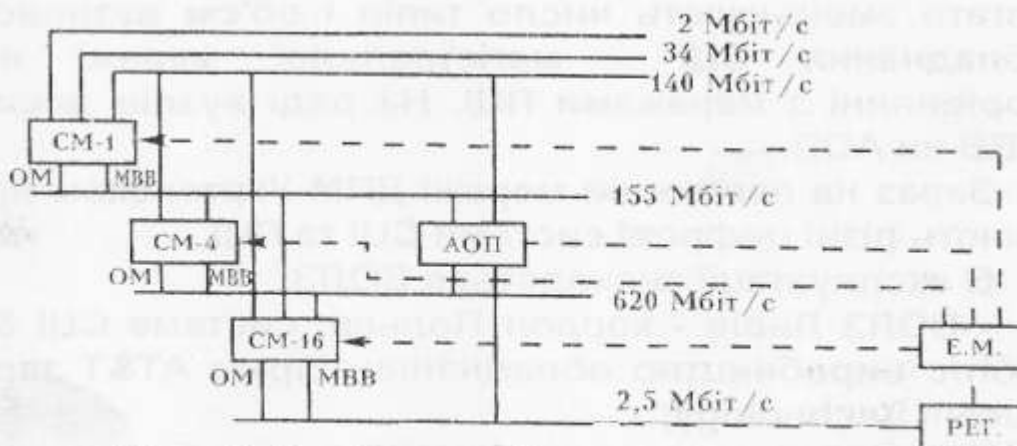


Рис. 3.3 Основні типи апаратури СЦІ

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 вузлого 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 - Словаччина 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 зонах 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 Teleком, 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 Lument 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 зонній 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 RSOH, 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.

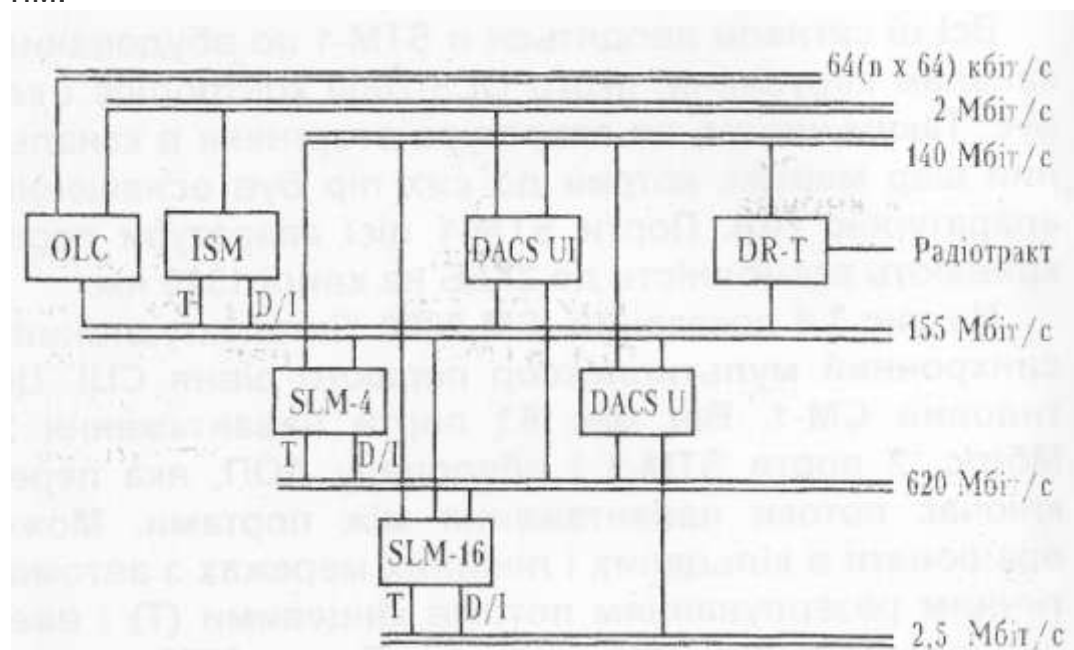


Рис.3.4 "Сім'я 2000" фірми AT&T MST

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.

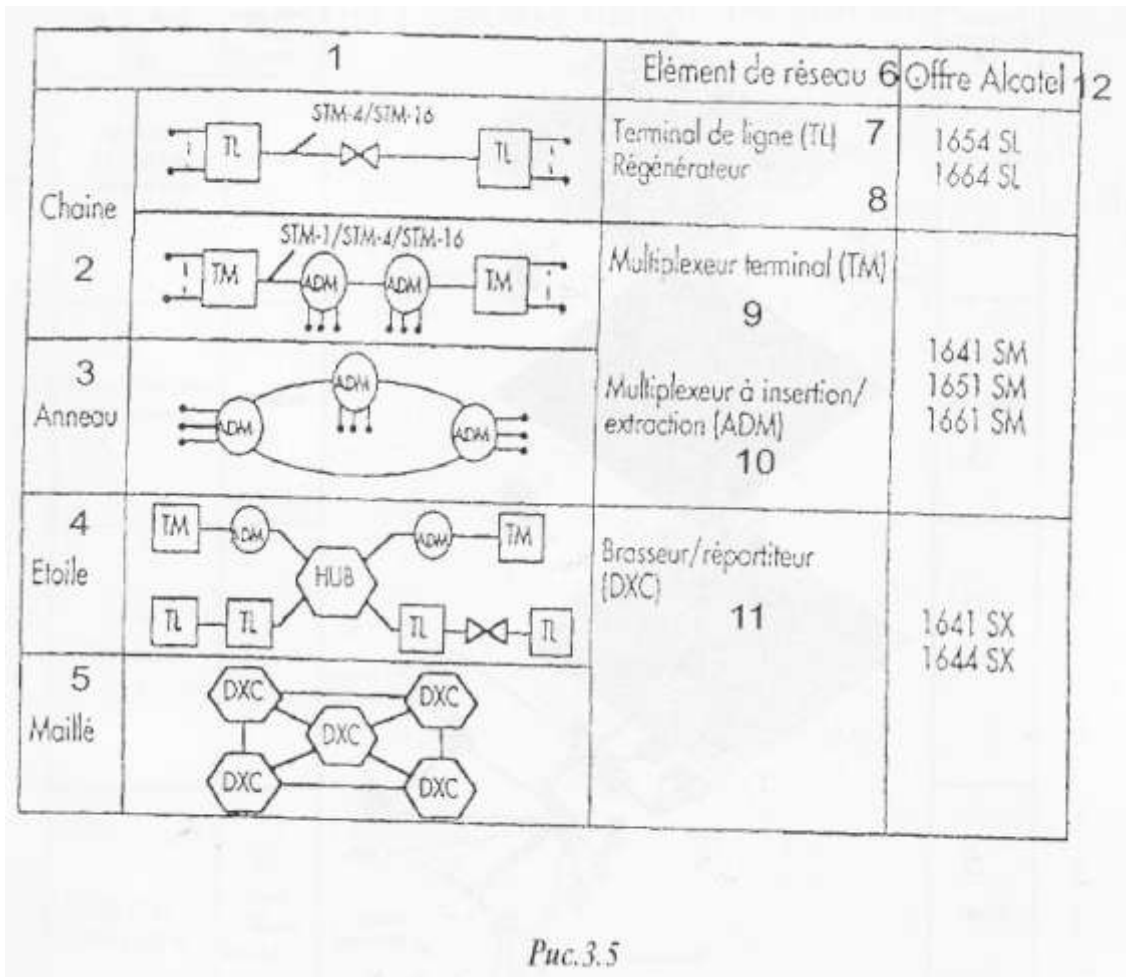
SLM-2000-16 з лінійною швидкістю 2,5 Гбіт/с, взаємодіє з усіма рівнями СЦІ і верхнім рівнем ПЦІ. Він обробляє до 16-ти потоків 140 Мбіт/с чи 155 Мбіт/с і має ті ж можливості конфігурування, переключення і керування, як і SLM-2000-4.

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 |

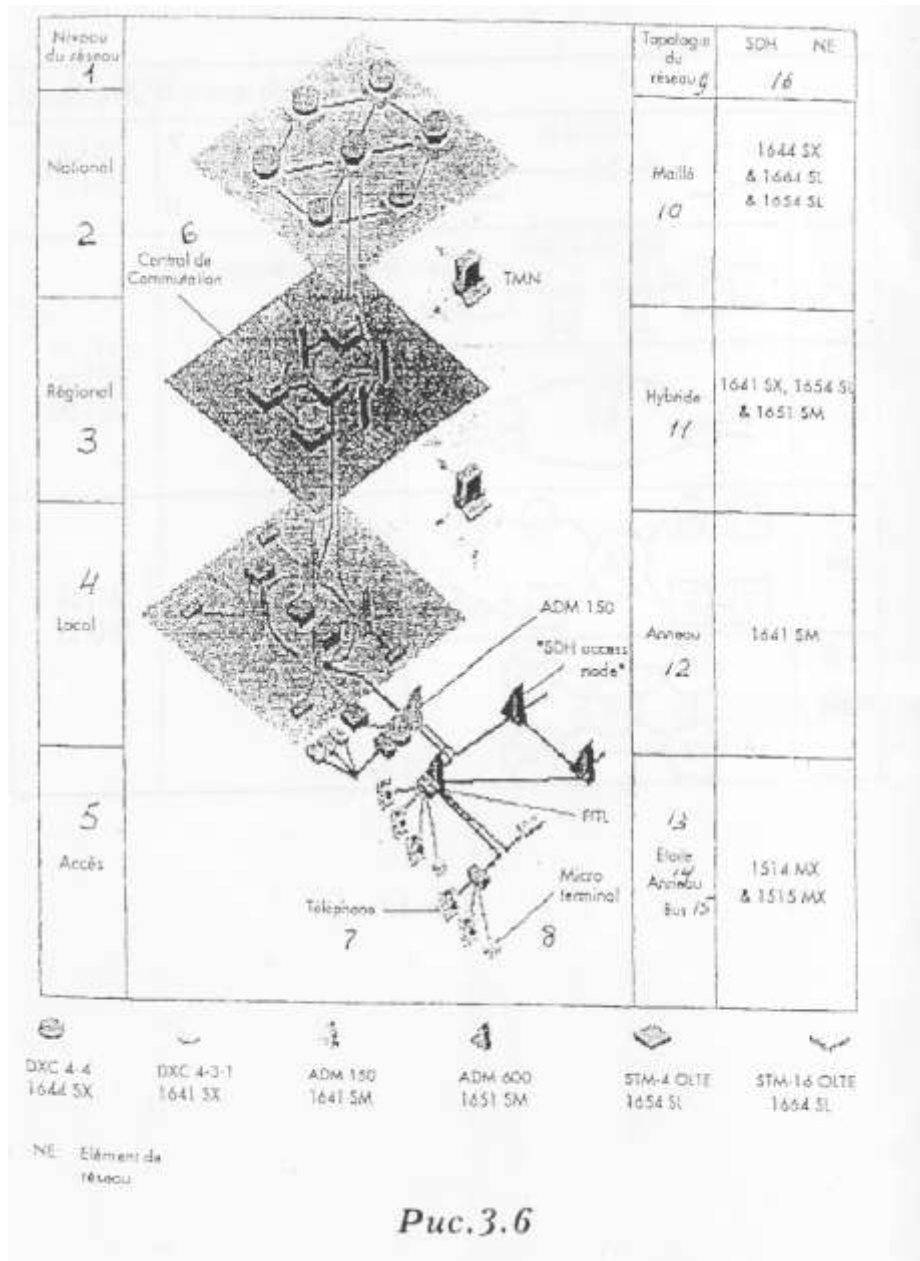


Рис.3-6. Приклад структури мережі:

- 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;


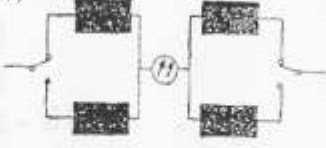
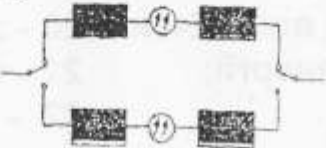

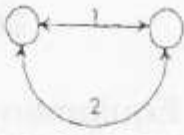
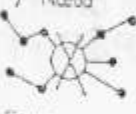

Défaut 1	10 Protection		
	Duplication 11	Exemple 16	Type 21
Composant  2	Carte ▼ EPS: Protection des équipements 17 	EPS N + 1 EPS 1 + 1	
	Carte et câble ▼ APS: Protection automatique (câbles posés dans la même canalisation) 18 	APS N + 1 APS 1 + 1 APS N : 1 APS 1 : 1	
Liaison 3  Cause: 5 - travaux de 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; | 13 - плата і кабель; |
| 2 - елементи; | 14 - маршрут; |
| 3 - зв'язок; | 15 – станція |
| 4 - причина; | 16 - приклад; |
| 5- ґрунтові роботи; | 17- захист обладнання |
| 6- саботаж; | 18 - автоматичний захист(кабелі в одному каналі) |
| 7 - вузол; | 19- захист кабеля двома різними маршрутами |
| 8 - пожега; | 20 - електроенергії; |
| 9 - аварійне виключення; | 21- тип; |
| 10-захист; | 22- з двома маршрутами |
| 11 - дублювання; | 23 – кільцеве |
| 12 - плата; | 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.

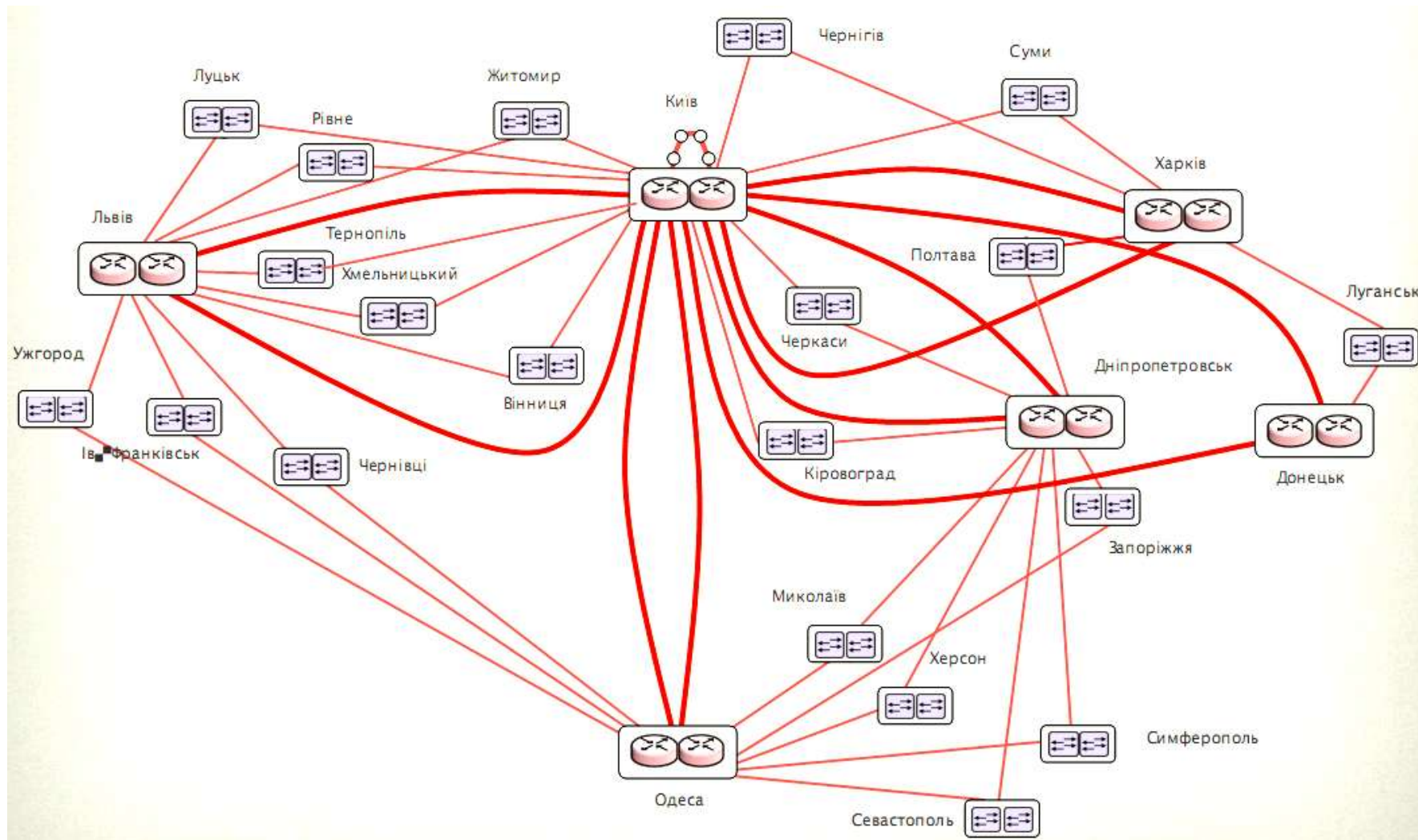
APSN: 1- канал захисту може бути використаний для другорядного трафіку.

ЗМІСТ

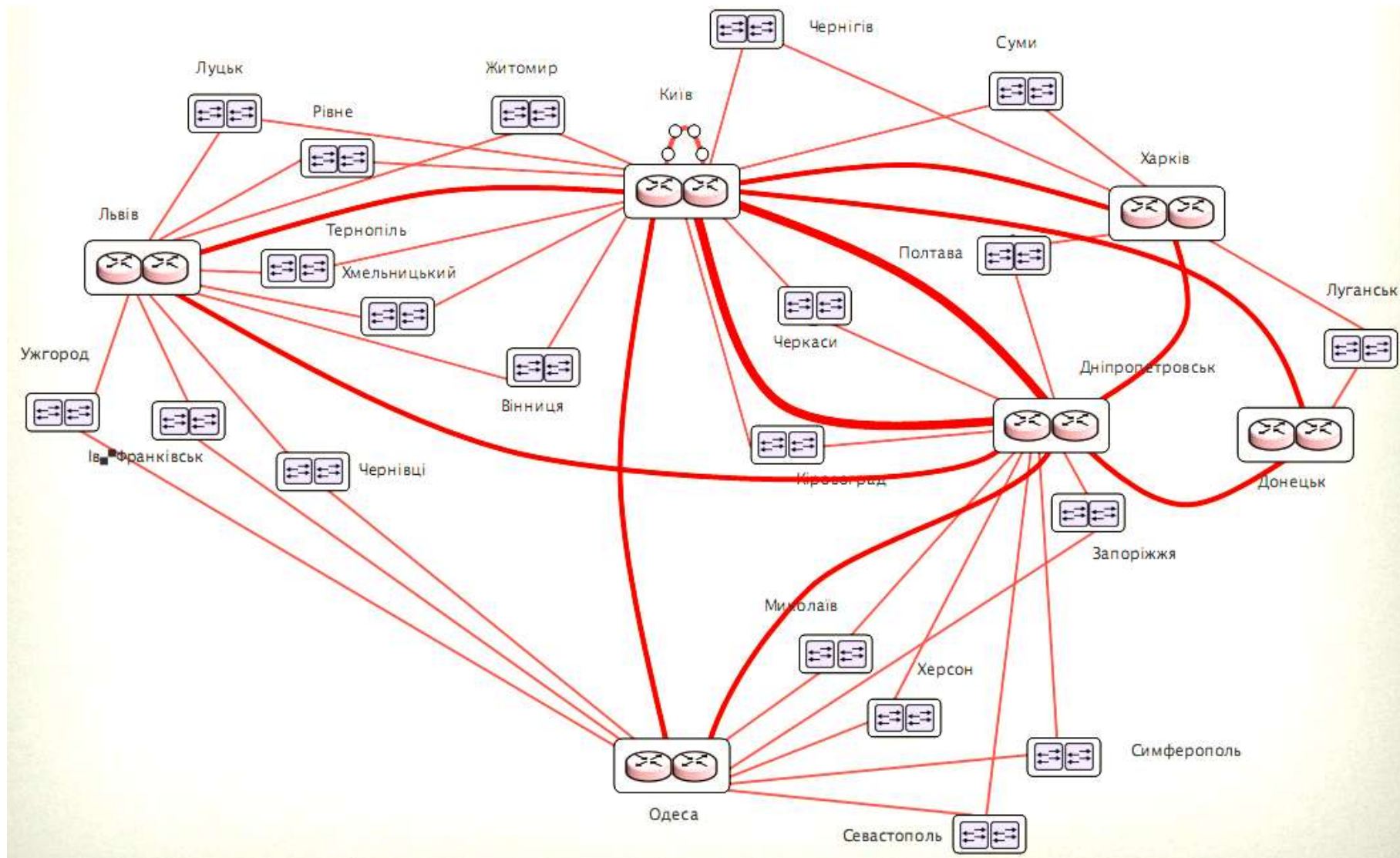
Вступ.....	1
1. Основні характеристики СЦІ.....	3
1.1. Транспортна система.....	3
1.2. Інформаційні структури і схема перетворень.....	8
1.3. Лінійні тракти.....	17
1.4. Заголовки секцій і трактів, сигнали експлуатації.....	23
2. Регламент СЦІ для мережі зв'язку України.....	28
2.1. Мета і призначення.....	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.

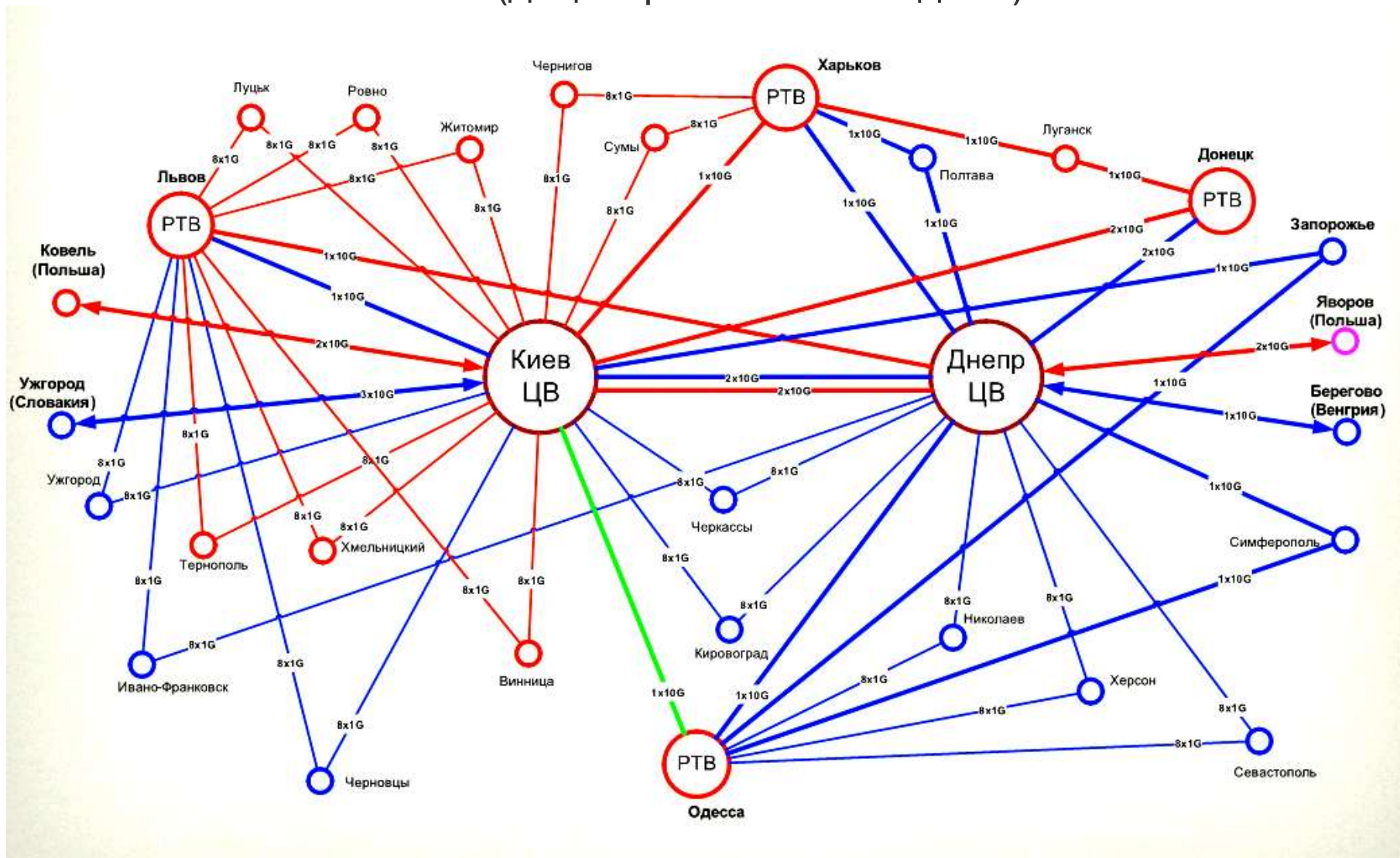
Початкова структура IP/MPLS мережі. 2008 рік



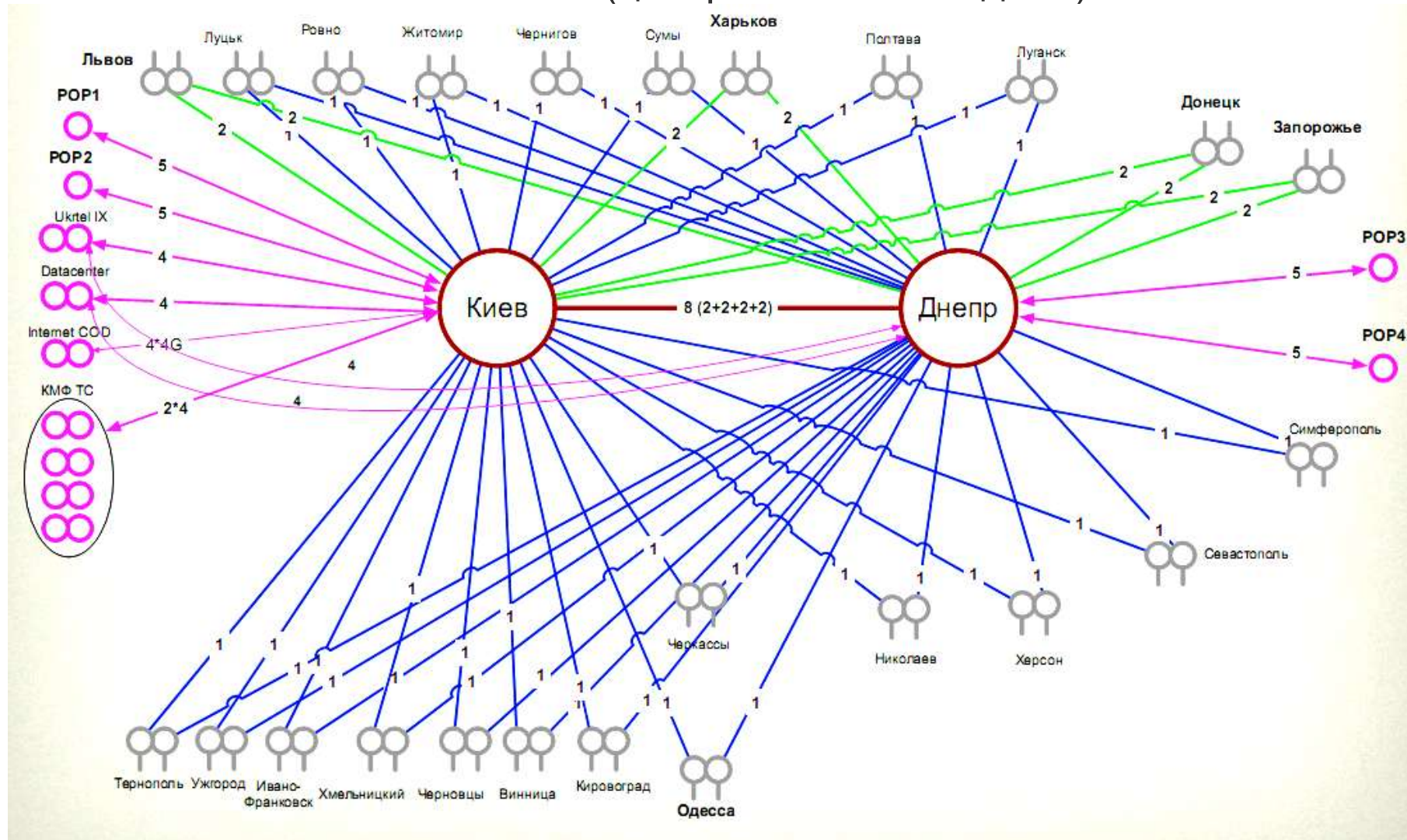
IP/MPLS мережа. 2009 рік.



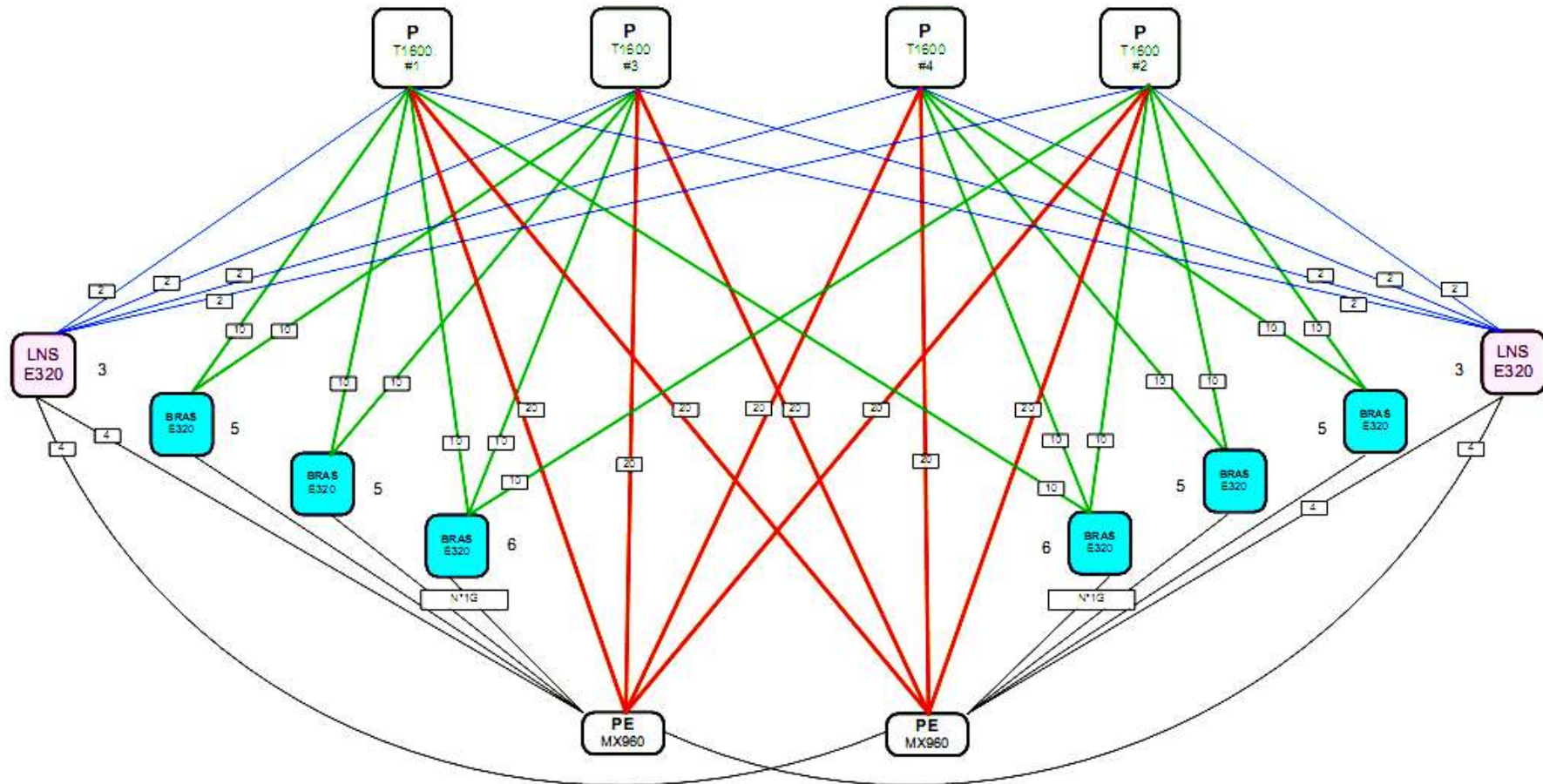
Матриця трафіку на 2009 рік - магістральні канали 10GE (децентралізована модель).



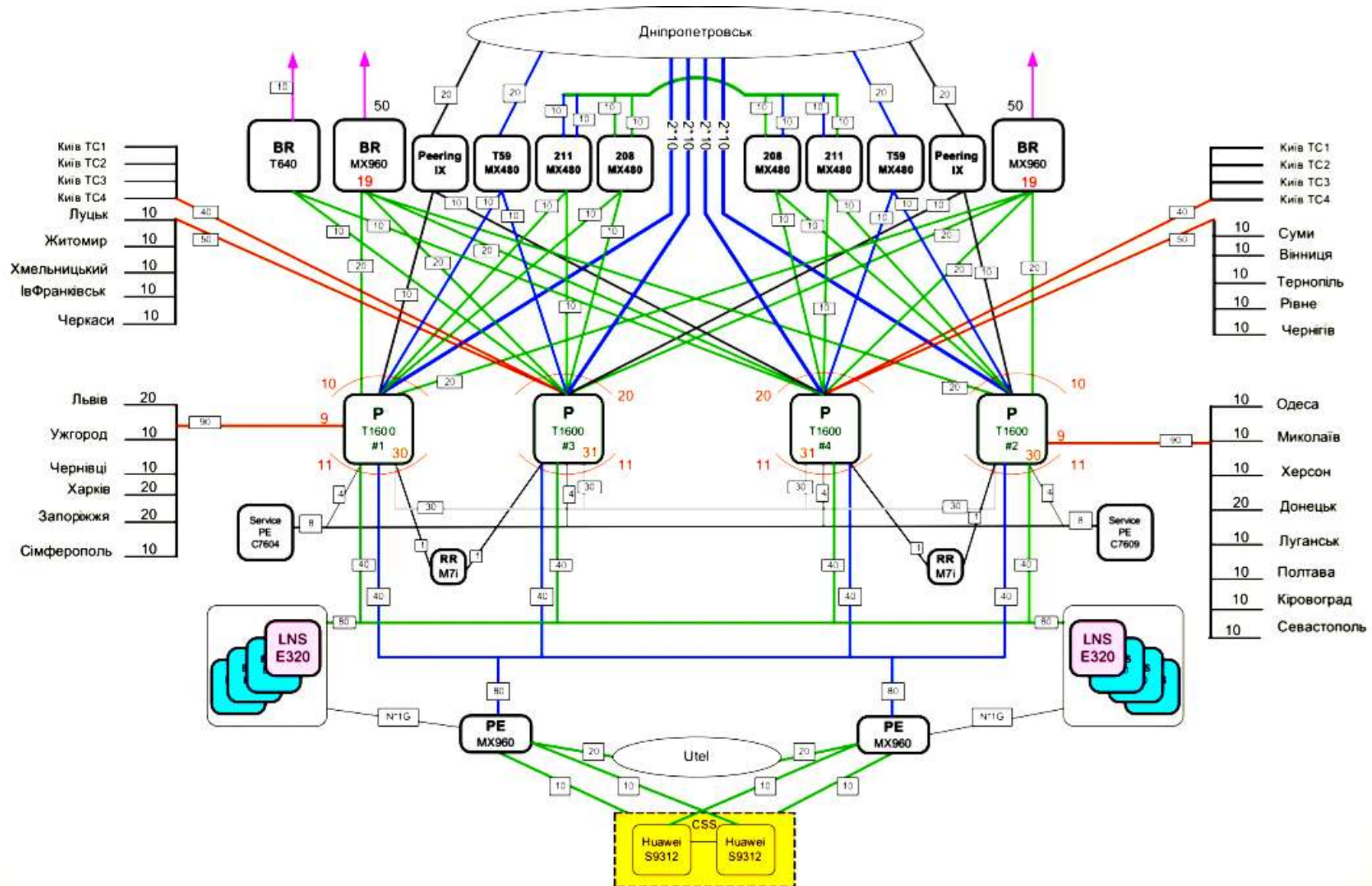
Нова матриця трафіку на 2011 рік - магістральні канали 10GbE (централізована модель).



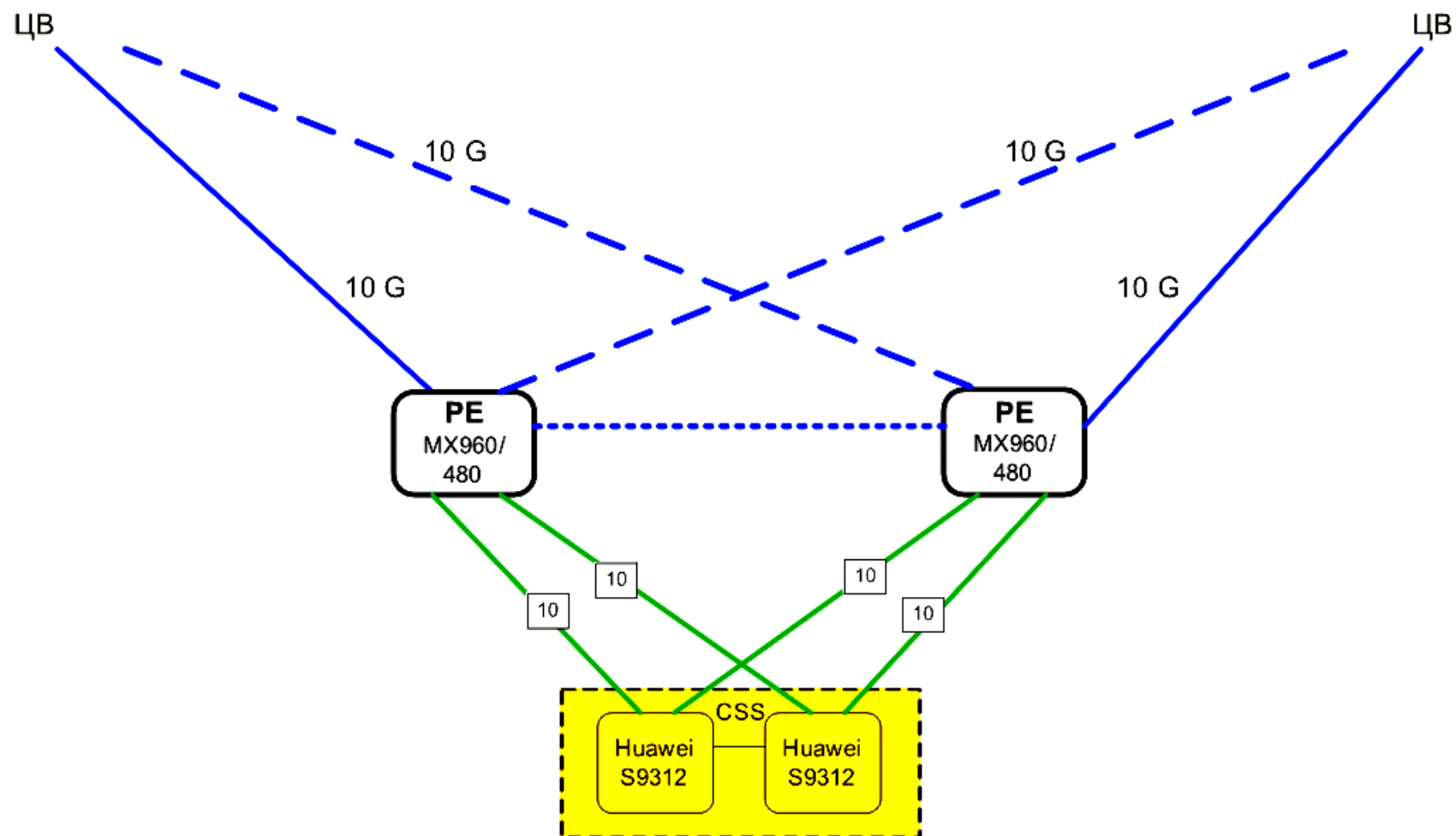
Централізація BRAS в ЦВ



Структурна схема організації з'єднань ЦВ

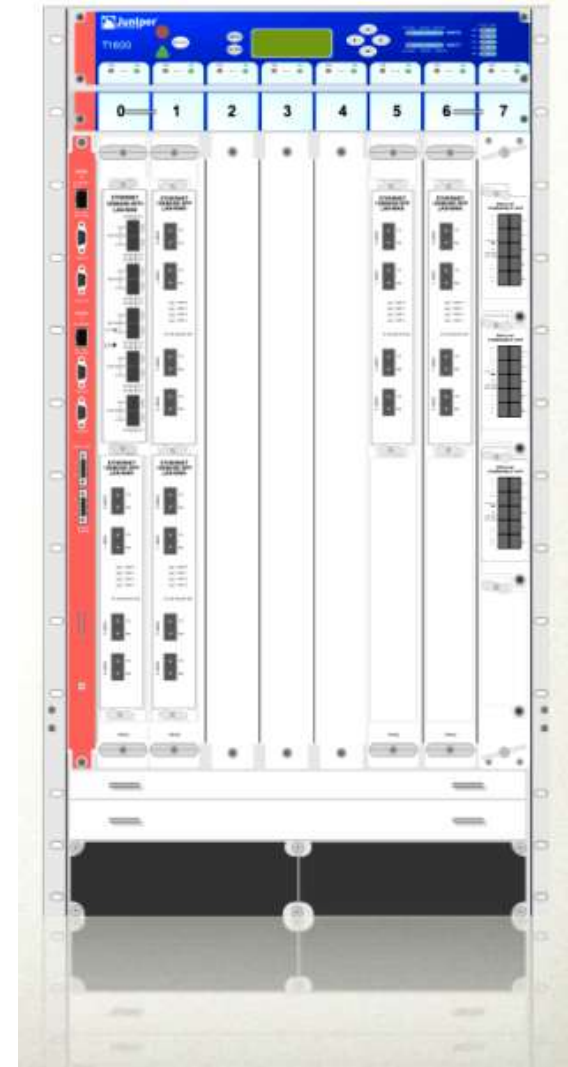


Структурна схема організації з'єднань РВ



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.

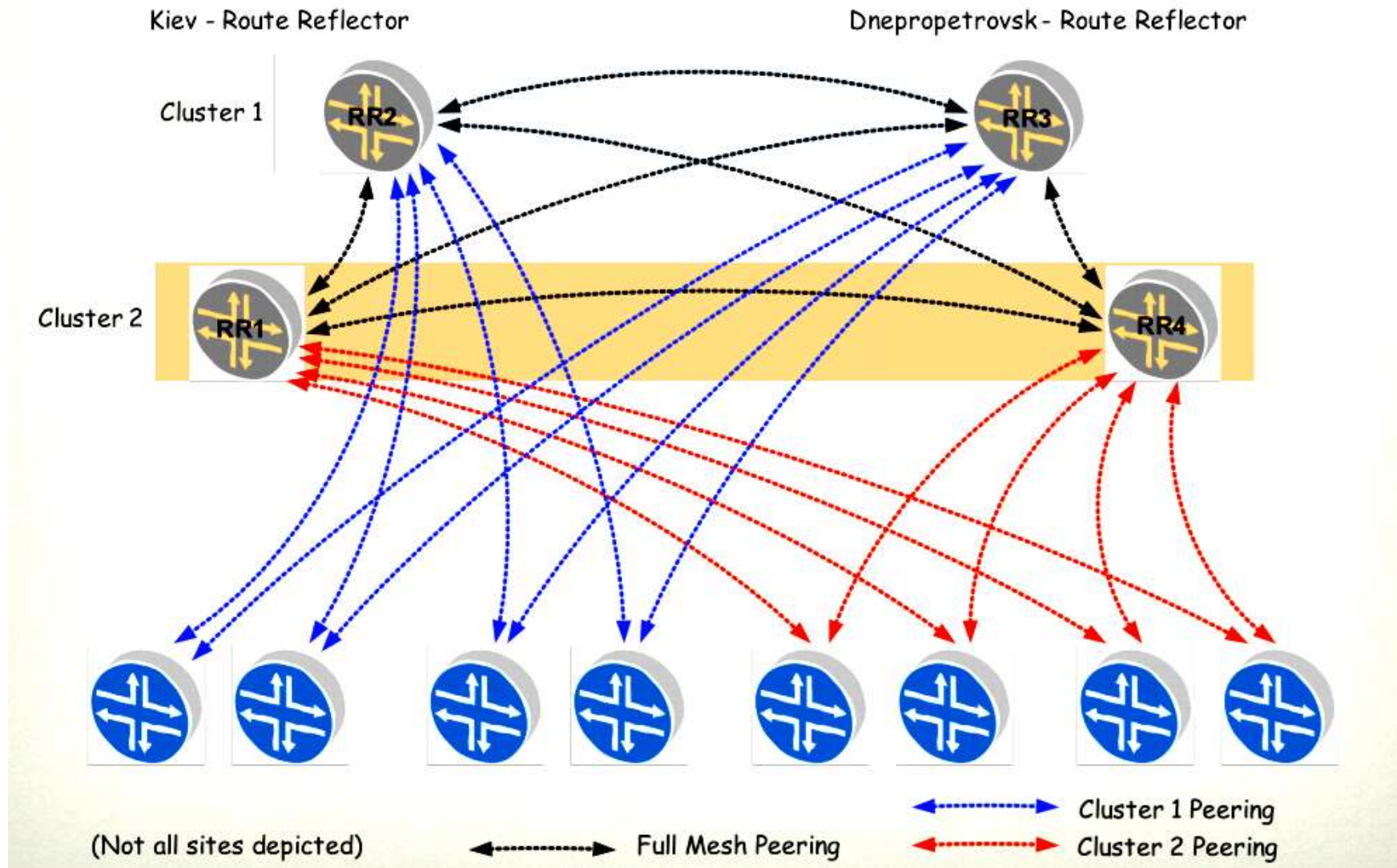


Route Reflectors – рефлектори маршрутів

- IP/MPLS мережа використовує виділені рефлектори маршрутів в кожному центральному вузлі мережі (Київ та Дніпропетровськ).
- Основна ціль використання рефлекторів 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 рефлекторів 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.

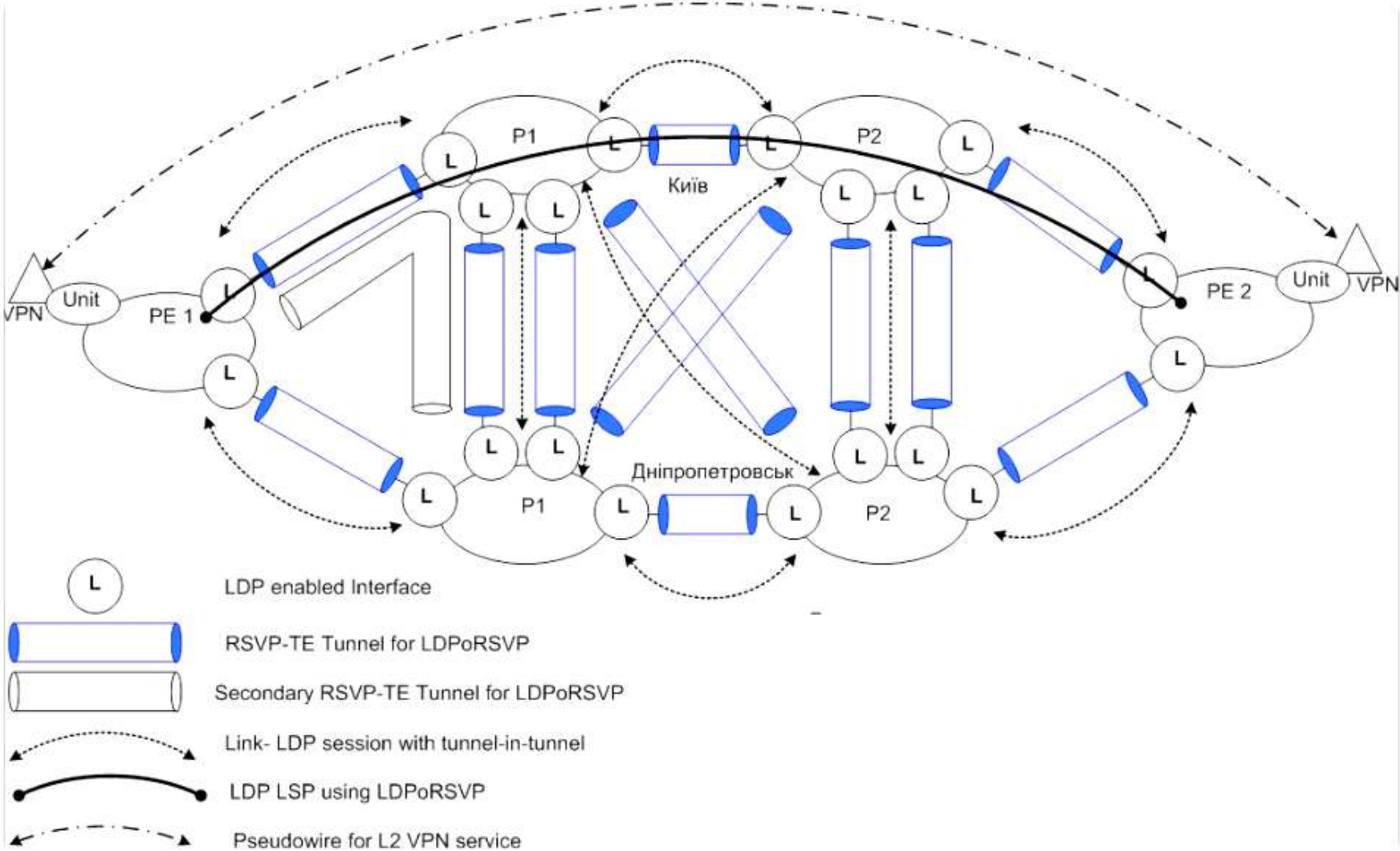
RSVP-TE LSP

- 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

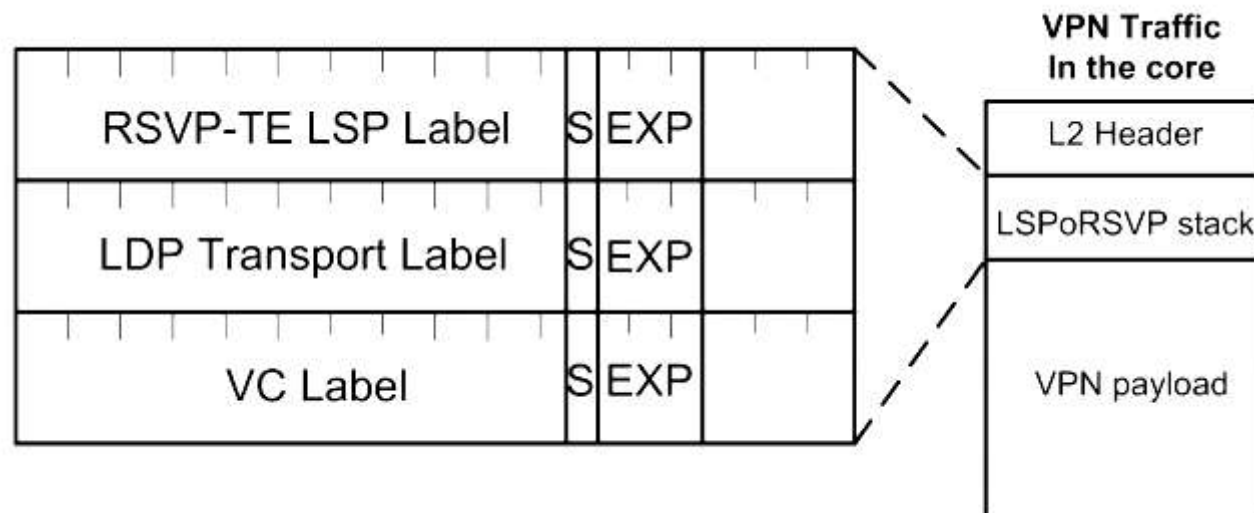
- Для об'єднання цих окремих RSVP-TE LSP тунелів в єдині транспортні MPLS тунелі використовуються LDP-LSP.
- Для налаштування LDP-LSP будуть встановлені Link-LDP session, між безпосередньо з'єднаними Layer 3 інтерфейсами сусідніх маршрутизаторів.
- PE маршрутизатори та Р маршрутизатори потребують налаштування 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

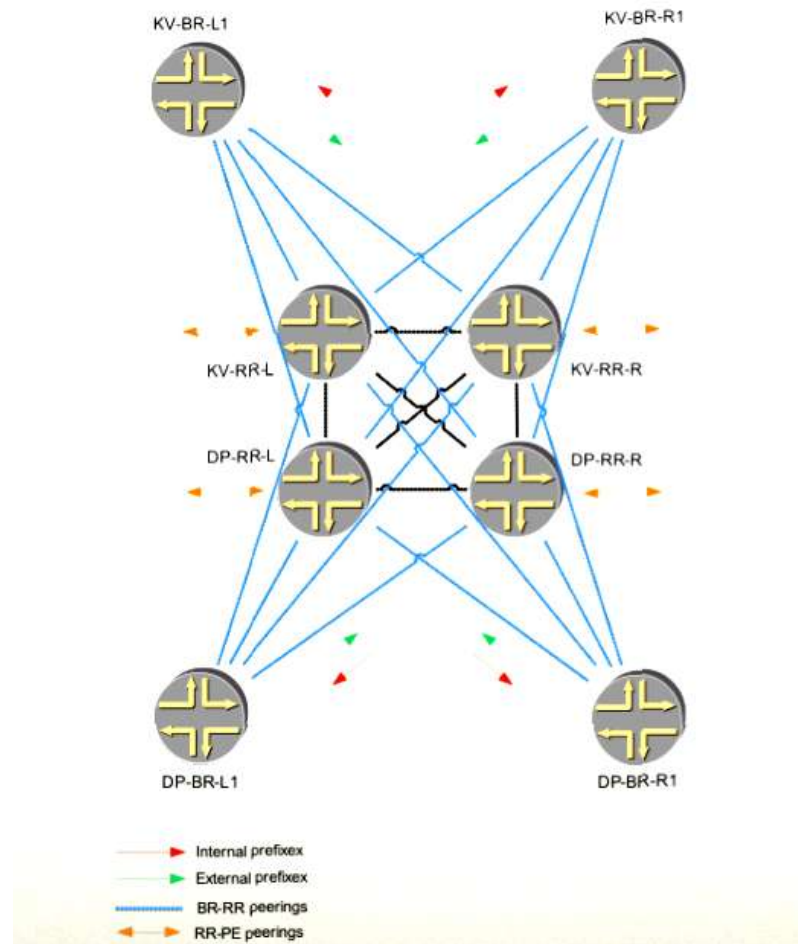
- При використанні LDPoRSVP пакети даних інкапсулюються в стек з трьох MPLS міток до того, як PE відправляє трафік до ядра IP/MPLS мережі:
- RSVP-TE Label – використовується на кожному з двох основних сегментів мережі IP/MPLS BAT «Укртелеком».
- LDP Transport Label – використовується для об'єднання RSVP-TE 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



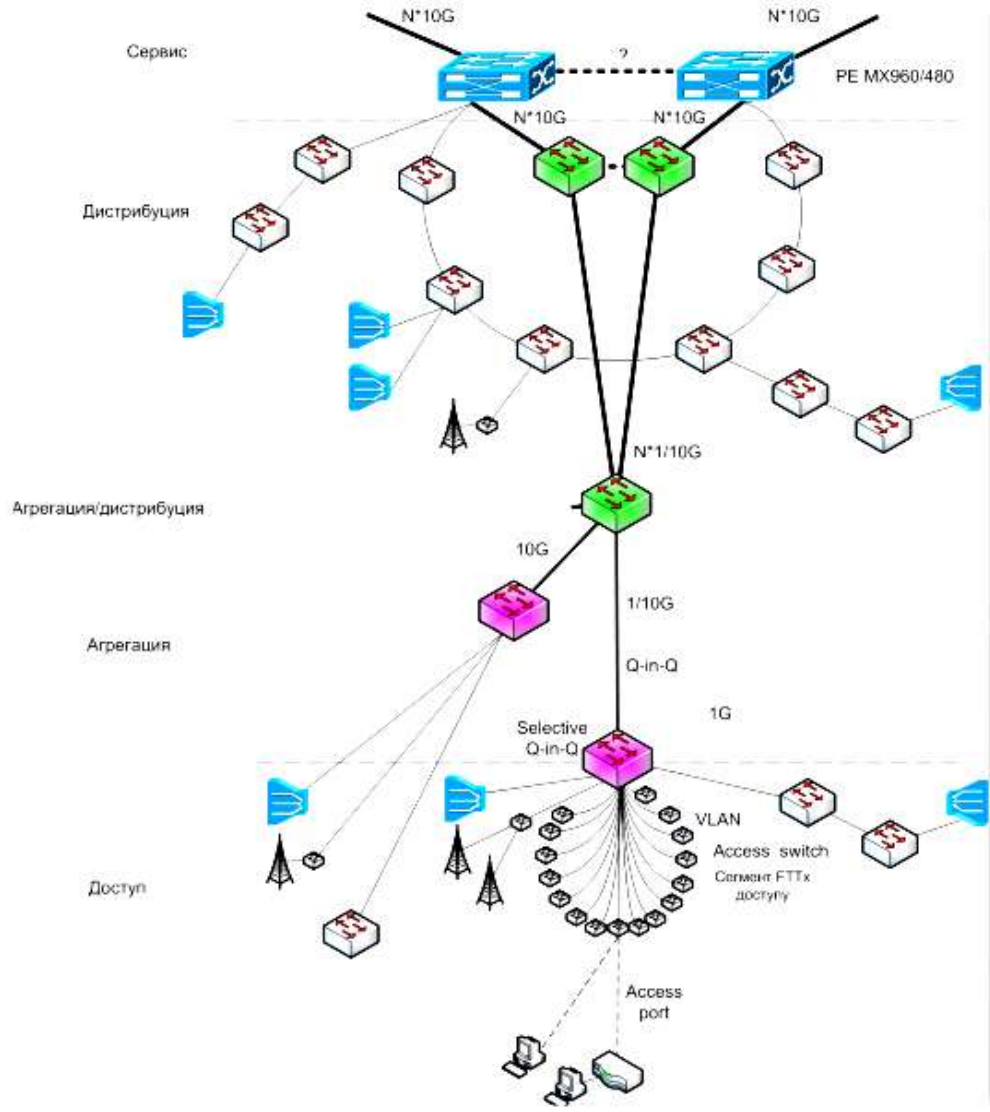
Забезпечення балансування та відмовостійкості

- 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

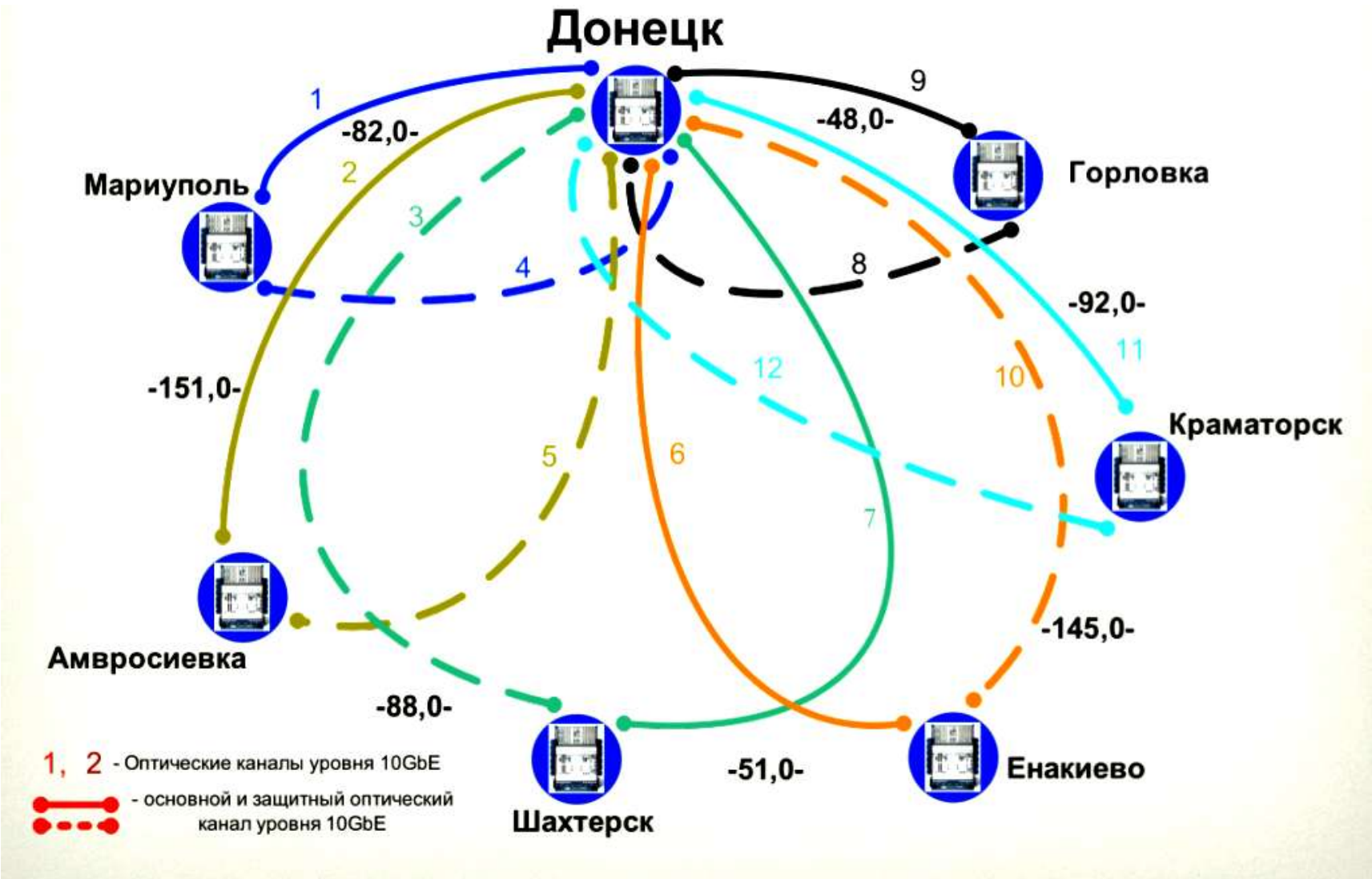


Service - Access



Топологія мережі побудови зонової DWDM

Побудова DWDM в Донецькій області



Структурна схема побудови FTTb

