

Л.Я. Ільницький, О.Л. Петрашевський, М.І. Фузик

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ВІДОМЧОЇ МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОЗВ'ЯЗКУ ІНТЕГРАЛЬНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ДОРОЖНЬОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

Розглянуто основні положення побудови відомчої мережі електрозв'язку інтегрального обслуговування транспортно-дорожнього комплексу України.

ЦИФРОВА ПЕРВИННА МЕРЕЖА НА ОСНОВІ ПЛЕЗІОХРОННОЇ ЦИФРОВОЇ ІЄРАРХІЇ. Цифрові первинні мережі (загальнодержавні та відомчі) у багатьох країнах світу побудовано на основі плезіохронної цифрової ієрархії (ПЦІ) [1]. Це обумовлено такими причинами:

- під час прийняття рішень щодо цифровізації мереж в розпорядженні адміністрацій електрозв'язку апаратура ПЦІ була єдиним засобом реалізації цифрових комутаційних станцій, а також ліній і трактів передачі;

- апаратура ПЦІ дозволяє використовувати усі відомі широкосмужні засоби передачі та утворювати велику кількість цифрових лінійних трактів з різною пропускною спроможністю.

За основу побудови цифрової відомчої первинної мережі (ВПМ) доцільно прийняти європейську ієрархію, яка визначається рядом швидкостей передачі 2,048-8,448-34,368-139,264 Мбіт/с. Відлік ієрархічних сигналів ПЦІ починається з перших рівнів 2,048 Мбіт/с. Джерелами сигналів можуть бути: апаратура інформаційної комутаційної мережі (ІКМ) групоутворення, цифрова комутаційна станція, трансмультиплексор та інші.

Для перенесення таких сигналів можуть бути використані цифрові кабельні, радіорелейні та супутникові лінії. На апаратуру ПЦІ і мережі, які побудовані на основі ПЦІ, поширюються рекомендації Міжнародного союзу електрозв'язку. (МСЕ).

Для функціонування цифрової мережі на основі ПЦІ необхідно створити деякі додаткові системи [2]. Основними з них є:

- система технічної експлуатації, яка вміщує обладнання для визначення стану цифрової мережі її об'єктів, для обробки отриманої експлуатаційної інформації, для перебудови конфігурації мережі;

- система мережної синхронізації для випадків надавання мережею цифрових каналів з пропускною спроможністю $n \times 64$ кбіт/с ($1 \leq n \leq 30$).

Реалізація додаткових систем в рамках ПЦІ потребує значних витрат на обладнання, в трактах ПЦІ ускладнений доступ до цифрових потоків, при порушенні циклової синхронізації мають місце значні затрати часу на її відновлення.

ЦИФРОВА ПЕРВИННА МЕРЕЖА НА ОСНОВІ СИНХРОННОЇ ЦИФРОВОЇ ІЄРАРХІЇ.

Потреби побудови цифрових мереж з більшою пропускною спроможністю, високою якістю передачі, розвинутого системного контролю та керування призвели до корінних змін структури і технічної експлуатації первинних мереж, яких вже не задовольняли системи передачі з ПЦІ. Проблеми, перераховані вище, успішно розв'язуються в рамках синхронної цифрової ієрархії (СЦІ), яка забезпечує гнучку систему та живучу структуру з програмним дистанційним керуванням. Для СЦІ розроблено перспективну архітектуру мережі з кільцевими конфігураціями і нову концепцію системи технічної експлуатації, яка заснована на вставлених в цикли СЦІ каналах і стандартних інтерфейсах та протоколах обслуговування.

Цифровізація первинної мережі на принципах СЦ (SDH) забезпечує створення інтегральної транспортної мережі, яка задовольняє потреби усіх існуючих і перспективних мереж і служб. При цьому СЦ задовольняє цілий ряд вимог:

- можливість передачі великих обсягів інформації;
- можливість використання різних видів інформації;
- можливість використання різних швидкостей передачі;
- забезпечення високої достовірності (імовірність похибки – $10^{-11} \dots 10^{-12}$), безпеки і надійності передачі інформації;
- економічність і висока ефективність використання засобів передачі інформації.

Метод мультиплексування в СЦ – синхронний. Підпорядковані сигнали пристосовуються для регулярної циклової структури таким чином, що всі інші сигнали можуть ідентифікуватись у межах циклу відразу ж, як тільки стає відомим початок циклу. Формат цього циклу довжиною 125 мкс називається синхронним транспортним модулем N -го рівня (STM-N).

Перший рівень СЦ – для сигналів зі швидкістю 155 Мбіт/с. Далі йдуть рівні вищих порядків: STM-4 (620 Мбіт/с); STM-16 (2480 Мбіт/с) і вище. В СЦ використовується принцип контейнеризації. По мережі СЦ переміщуються цифрової структури – контейнери, в які завантажуються сигнали якої-небудь ПЦ, потоки пакетів або інші сигнали. Мережеві операції виконуються з контейнерами незалежно від їхнього змісту.

Фізична структура синхронної цифрової мережі складається лініями передачі і мережними вузлами. Основним обладнанням мережних вузлів СЦ є синхронні мультиплексори (СМ) з вбудованою апаратурою оперативного переключення (АОП), які забезпечують доступ до мережі СЦ і виконують перетворення СЦ-ПЦ. Мережні вузли на базі синхронних систем комутації виконують функції:

- високошвидкісної комутації цифрових потоків (155 Мбіт/с);
- введення/виведення і комутації цифрових потоків плезіохронної та синхронної цифрових ієрархій;
- оперативно-технічне обслуговування апаратури лінійних трактів каналів і трактів передачі;
- надавання цифрових каналів і трактів передачі вторинним мережам та окремим користувачам.

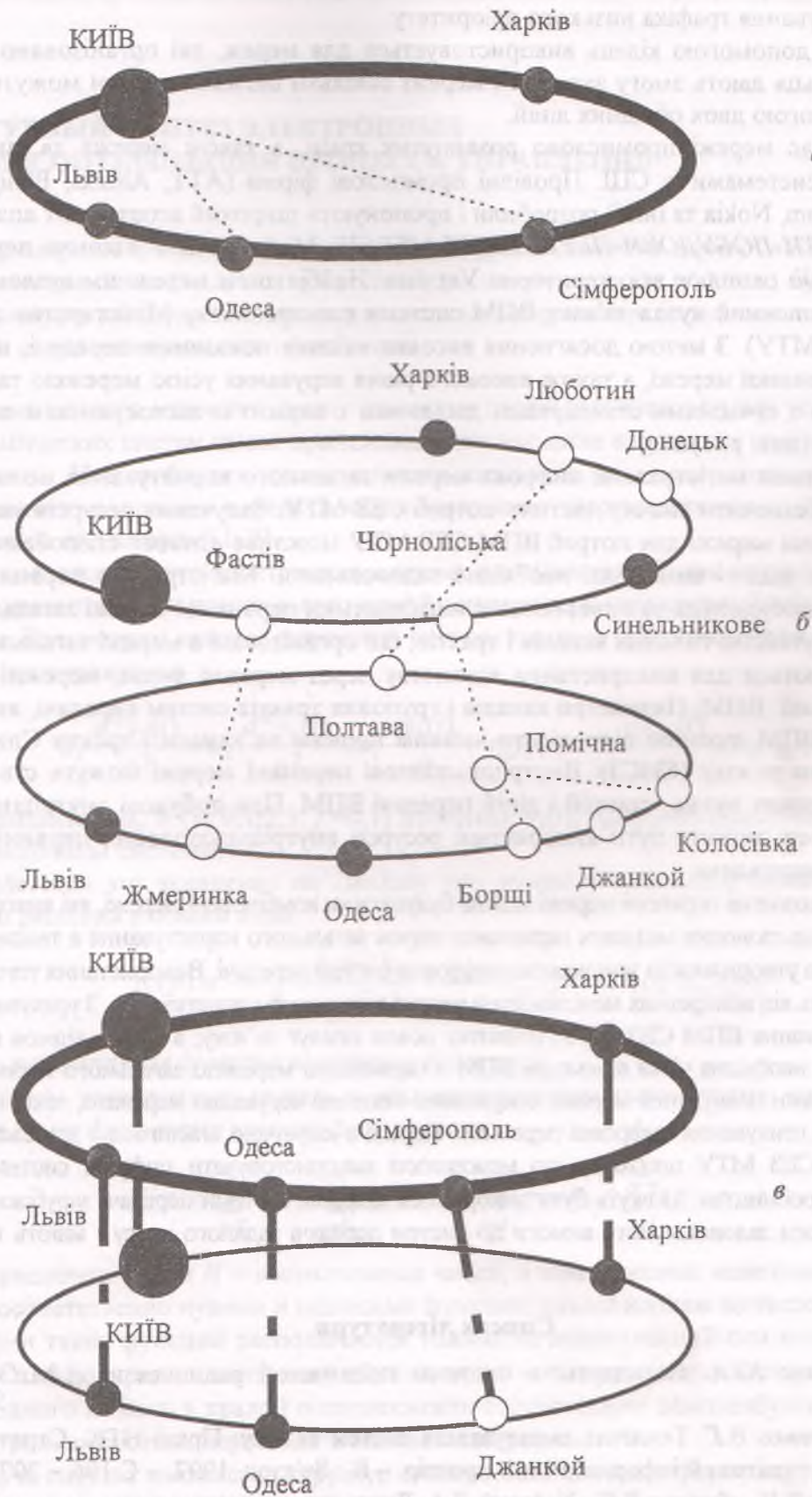
Якісна робота мережі на основі СЦ можлива при синхронній роботі мережних вузлів. При цьому можливе одночасне існування плезіохронного і синхронного режимів роботи. Можливі два способи синхронізації задаючих генераторів мережних вузлів: вимушена синхронізація і взаємна синхронізація. Для ліній передачі на оптичних кабелях передбачається їхнє резервування (захист). Найбільше використання мають чотири варіанти захисту [3]:

- експлуатація без ліній захисту (0x1);
- експлуатація ліній із захистом (1+1);
- експлуатація з лініями захисту (1:1);
- захист за допомогою кілець.

В першому варіанті (0x1) лінії не мають захисту, а захищено всю мережу з допомогою процедур зміни напрямку зв'язку. Зміна маршруту відбувається на крос-комутаторах. Система керування контролює мережу, посилає сигнали про пошкодження, виконує необхідні дії.

Другий варіант (1+1) призначений для роботи в конфігурації із захищеного лінією зв'язку. Сигнали, що передаються, дублюються і проходять по двох окремих оптичних лініях зв'язку ЗЛ, оцінюються, і одна з ліній визначається як основна.

Третій варіант (1:1) використовує дві окремі оптичні лінії. Одна основна лінія забезпечує передачу сигналу при нормальних умовах. Інша, резервна лінія, може бути використана залежно від ситуації. З погіршенням обставин (або при відмові) на основній лінії трафік



Варіант структури мережі СЕЗ МТУ:

a – кільце мережі СЦІ для районних центрів обслуговування повітряного руху в цивільній авіації; *б* – кільця мережі СЦІ Укрзалізниці; *в* – варіант інтеграції мереж СЦІ в СЕЗ МТУ

направляється на резервну лінію. В інших випадках резервна лінія може бути використана для транспортування трафіка низького пріоритету.

Захист з допомогою кілець використовується для мереж, які організовано в кільцевій структурі. Кільця дають змогу захищати мережі оскільки сигнали завжди можуть вибирати шлях за допомогою двох обхідних ліній.

У наш час мережі промислово розвинутих країн, а також мережа зв'язку України оснащуються системами із СЦ. Провідні промислові фірми (АТТ, Alcatel, Philips, Siemens, Northern Telecom, Nokia та інші) розробили і пропонують широкий асортимент апаратури.

ВАРІАНТИ ПОБУДОВИ ПЕРВИННИХ МЕРЕЖ. Магістральна відомча первинна мережа практично охоплює всю територію України. Найбільшим мережним вузлом є вузол у м. Києві. Це головний вузол зв'язку ВПМ системи електрозв'язку Міністерства транспорту України (СЄЗ МТУ). З метою досягнення високих якісних показників передачі, надійності і живучості первинної мережі, а також високого рівня керування усією мережею та кожною з її служб згідно з сучасними стандартами доцільним є варіант із застосуванням принципів і апаратури СЦ (див. рисунок).

Перспективна магістральна цифрова мережа загального користування може за своєю структурою забезпечити значну частину потреб СЄЗ МТУ. Залучення ресурсів загальнодержавної первинної мережі для потреб ВПМ СЄЗ МТУ можливе різними способами залежно від конкретних задач і вимог, які необхідно задовольнити. Магістральна первинна мережа СЄЗ МТУ, яка побудована на використанні магістральної первинної мережі загального користування, є сукупністю типових каналів і трактів, що організовані в мережі загального користування і надаються для використання відомству через мережні вузли, мережні станції та з'єднувальні лінії ВПМ. Параметри каналів і групових трактів систем передачі, які використовуються на ВПМ, повинні відповідати чинним нормам на канали і тракти Єдиної національної системи зв'язку (ЄНСЗ). Внутрішньозонові первинні мережі можуть створюватися на основі мережних вузлів, станцій і ліній передачі ВПМ. При побудові внутрішньозонових первинних мереж можуть бути використані ресурси внутрішньозонових первинних мереж загального користування.

Внутрішньозонові первинні мережі можна будувати як комбіновані мережі, які використовують ресурси внутрішньозонових місцевих первинних мереж загального користування а також власні канали і тракти, що утворились за допомогою цифрових систем передачі. Використання того чи іншого варіанта залежить від конкретних можливостей мережі загального користування. З урахуванням зміни умов функціонування ВПМ СЄЗ МТУ, розвитку нових послуг зв'язку, а також відмов на ділянках відомчої мережі необхідна чітка взаємодія ВПМ з первинною мережею загального користування за такими напрямками планування мережі: оперативного-технічного керування мережею; технічного обслуговування мережі; стикування цифрової первинної мережі з існуючою аналоговою мережею. На первинній мережі СЄЗ МТУ необхідно по можливості використовувати цифрові системи передачі вітчизняного виробництва. Можуть бути використані цифрові системи передачі зарубіжного виробництва, якщо вони задовольняють вимоги до систем передачі заданого класу і мають відповідний сертифікат.

Список літератури

1. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. – М.:Эко-трендз, 1998.–241 с.
2. Бондаренко В.Г. Технічна експлуатація систем зв'язку: Праці НТК. Стратегія входження України у світовий інформаційний простір. – К.: Зв'язок, 1997. – С.196 – 207.
3. Гостев В.И., Федяев В.Е., Худолій Д.А. Динамическое управление радиоресурсами в системах связи.– К.: Радиоаматор, 1998. – 448 с.

Стаття надійшла до редакції 11 листопада 1999 року.