

СИСТЕМИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

УДК 621.396.21

Климаш Михайло¹, Дембіцький Степан², Ничай Роман²

¹ ДУ “Львівська політехніка”, кафедра телекомунікацій

² Львівська дирекція УДПЕЗ “Укртелеком”

СИНХРОННА ЦИФРОВА МЕРЕЖА SDH МІСТА ЛЬВОВА

© Климаш Михайло, Дембіцький Степан, Ничай Роман, 2000

Розглядається новий принцип побудови мережі зв'язку на основі цифрових систем комутації, синхронних цифрових систем передачі і одномодового оптичного волокна; запропонована схема організації мережі міста Львова з використанням технології SDH.

Considered new principle of building to telecommunications network on the grounds of digital switching systems, synchronous digital systems and single mode of optical fibre; offered scheme of networking a city Lviv with using a SDH technology.

З впровадженням нових технологій та послуг зв'язок створює необхідні умови для зростання економіки країни і повинен розвиватися, як показує досвід, випереджувальними темпами. За роки незалежності України відбулось становлення національної системи зв'язку. Створена цифрова мережа міжнародного та міжміського зв'язку, що дає змогу задовольняти попит на ці послуги.

Сьогодні у мережі Львова працюють аналогові електромеханічні, електронні та квазіелектронні системи комутації. Використовується таке обладнання: АТСК, АТСК – у “Пентаконта”, АТСКЕ “Квант”, АТСК 100/2000. Цифрові системи комутації становлять лише 25% усієї ємності. Це станції типу МТ-20/25, АТСЕ “Квант” та 5ESS.

Аналогова мережа побудована за радіально-вузловим принципом (рис. 1).

Подальший розвиток мережі за таким принципом вимагає залучення значних коштів для будівництва міжстанційних зв'язків, постійного оснащення існуючих вузлів комутації обладнанням, яке сьогодні вже не виробляється, та чималих витрат електроенергії. Необхідно зауважити, що якість зв'язку не задовольняє сучасних вимог і не сприяє створенню єдиної мережі передачі інформації.

Для розширення послуг, підвищення якості зв'язку необхідно реконструювати телефонну мережу на базі цифрового комутаційного обладнання, одномодового волоконно-оптичного кабеля, цифрових систем передачі стандарту SDH. Лише перехід до нового принципу побудови міської телефонної мережі з організацією зв'язків для нових АТС цифрового типу, а також діючих аналогових АТС через магістральні транзитні вузли (станції) допоможе значно зменшити кількість міжстанційних пучків, спростити зв'язок нових АТС з існуючою мережею, організувати мережі високоякісної передачі інформації. Останніми роками розвиток телефонної мережі відбувається виключно з використанням

цифрових систем комутації та цифрових систем передачі. Цифрова мережа створюється за принципом накладання.

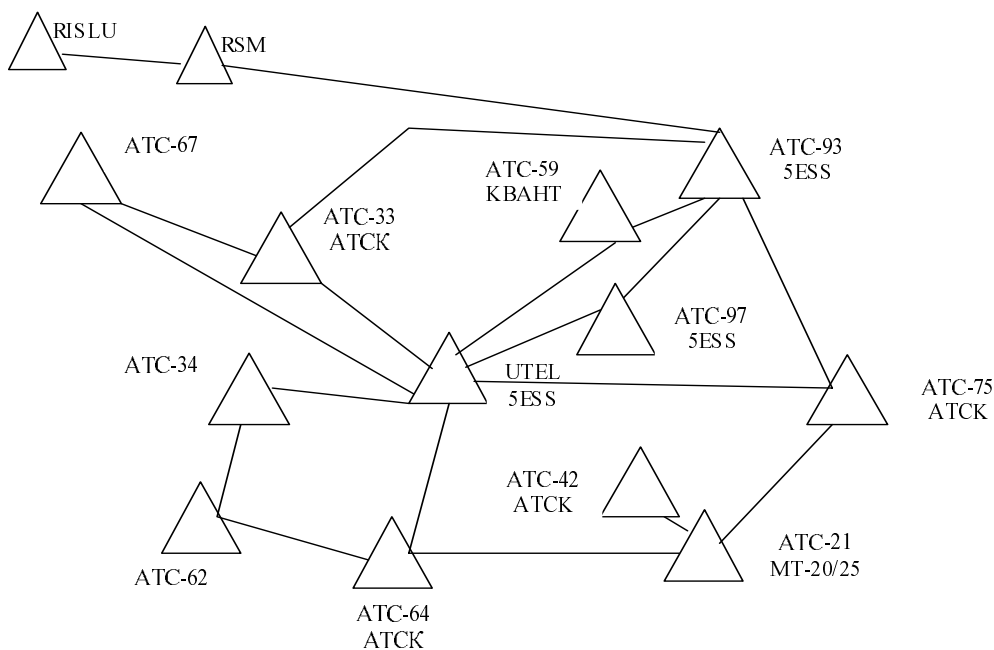


Рис. 1. Схема організації зв'язку міста Львова.

Перший крок до сучасної цифрової мережі – реалізація нової транспортної мережі з використанням синхронних цифрових систем передачі на основі технології SDH.

Що ж таке синхронна система передачі? Відомо, що пропускна здатність стандартного цифрового каналу 64 кбіт/с. Після первинного групоутворення (часового ущільнення) утворюється 30-канальна первинна група – цифровий потік зі швидкістю передачі інформації 2048 кбіт/с (надалі 2М потік), який як міжнародний стандарт взятий за основу у схемах мультимплексування ІКМ потоків не тільки в Європі, але й у всьому світі. За такою схемою отримується наступний ряд (ієрархія) округлених значень інформаційних швидкостей ІКМ потоків вищих ступенів групоутворення: 2М, 8М, 34М, 140М.

Для нормальної роботи ІКМ тракту з часовим ущільненням необхідна жорстка синхронізація обох підкомплектів апаратури мультимплексування/демультимплексування. Однак апаратура різних рівнів ієрархій працює асинхронно: кожний відрізок мережі цифрової системи передачі має своє локальне джерело синхронізації, а взаємна синхронізація цих джерел відсутня. Таку схему синхронізації і мультимплексування/демультимплексування, а також мережі, побудовані на цій основі, називають плезіохронною цифровою ієрархією (PDH).

Із збільшенням обсягів інформації, що передається по лінійних трактах, ростуть швидкості інформаційних потоків (тобто кількість ступенів PDH) і одночасно ускладнюється доступ до інформації, оскільки в кожній точці доступу через плезіохронність необхідно послідовно “опускатись” по всіх ступенях PDH аж до нижнього, що дорівнює 2М, на кожному ступені використовуючи відповідне обладнання мультимплексування/демультимплексування. Це дорого і неефективно, оскільки вимагає багато часу і великих апаратних витрат. Щоб в інформаційний потік будь-якої потужності в довільно вибраній точці доступу до мережі можна було “ввести/вивести” будь-який 2М потік за один ступінь

мультиплексування/демультиплексування, необхідно, щоб вся цифрова мережа передачі була синхронна – мала єдине джерело синхронізації. Цифрові мережі, організовані за таким принципом, називаються синхронними і утворюють синхронну цифрову ієрархію (SDH).

Для передачі інформації в SDH-тракті використовується STM – синхронний транспортний модуль (“синхронний кадр” – подібно до ІКМ циклу). Відповідно STM-1 модуль – 155 Мбіт/с (155М) це найнижча базова пропускна здатність синхронного тракту; STM-4 – 622М; STM-16 – 2488М. Тривалість всіх STM однакова і дорівнює тривалості ІКМ циклу – 125 мкс, але їхня інформаційна ємність сильно відрізняється. Модуль STM-1 містить 63 2М потоки – це 1890 каналів одночасно.

Отже, сутність і головна перевага SDH перед PDH – це прямий одноступеневий доступ до кожного з 2М потоків в лінійному синхронному тракті будь-якої інформаційної ємності, що в принципі неможливо в PDH мережах. Отже, по-перше, синхронні мережі дають змогу легко нарощувати пропускну здатність потоків без ускладнення доступу до інформації. По-друге, принципово вирішується завдання централізованого керування, обслуговування і поточного нагляду за станом всієї мережі передачі. Мережа керування просто накладається на транспортну мережу. Можна сказати, що транспортна мережа початково “вбудована” в синхронну транспортну мережу, хоч функціонально ці мережі незалежні.

Синхронна мережа надає користувачам більше послуг, дає можливість швидко перемикається з послуги на послугу, має високу надійність. Для передачі високошвидкісних потоків у синхронних мережах використовуються лінійні тракти на основі одномодових волоконно-оптичних хвилеводів. Одномодовий режим дає змогу суттєво збільшити пропускну здатність тракту і збільшити довжину регенераційної ділянки. По одному і тому ж волокну можна передавати інформацію із швидкістю як 155 Мбіт/с (STM-1), так і 1000 Мбіт/с (STM-64) на відстань до 100 км без регенерації!

Мережа передачі міста складається з 6 оптичних мультиплексорів ISM-2000, які з'єднані двома транспортними кільцями з резервним дублюванням трафіка (“плоске кільце”). Схема організації транспортних кілець міжстанційної з'єднувальної мережі зображена на рис. 2.

Кільцева конфігурація лінійних трактів забезпечує надійність міжстанційних з'єднань, оскільки абсолютно однакові інформаційні потоки передаються по кільцю одночасно в протилежних напрямках. Пошкодження оптичного лінійного кабелю на будь-якій ділянці кільця не призводить до втрати зв'язку будь-якого з мультиплексорів зі станцією і відповідно мультиплексорів між собою. В цьому відношенні “плоске кільце” менш надійне, оскільки дві його половини розміщені в одному кабелі, і при пошкодженні останнього зв'язок буде перерваний з деякою кількістю мультиплексорів, залежно від місця пошкодження. Однак дублювання трафіка хоч би і в “плоскому кільці” забезпечує захист від пошкоджень апаратури і дає змогу проводити техобслуговування мультиплексорів навіть з відключенням оптичних приймачів-передавачів з одного боку.

Оптичний магістральний кабель (виробництва “Lucent Technologies”), який зв'язує мультиплексори, містить одномодові волокна діаметром осердя 7-9 мкм і оболонки 125 мкм. Для організації повного кільця необхідна лише пара волокон. Робоча довжина хвилі оптичного випромінювання 1,55 мкм. Параметри кабелю і приймачів-передавачів, що використовуються, забезпечують довжину регенераційної ділянки лінійного тракту в 50 км. Реально ж проектні довжини прольотів в даний час не перевищують 17 км. Надійність

зв'язку певною мірою підвищується також і апаратним дублюванням. Кожний оптичний мультиплексор містить другий екземпляр всіх необхідних для трафіка блоків, які знаходяться в стані “гарячого резерву” – під живленням. У випадку виходу з ладу основного робочого блока відбувається автоматичне перемикання на резервний з увімкненням аварійної сигналізації. Час перемикання приблизно 150 мкс, трафік при цьому не переривається. Такі перемикання можна робити і примусово, що дуже зручно для повноцінного технічного обслуговування апаратури без завад для трафіка.

Схема організації зв'язку міста Львова на основі SDH технології буде являти собою два транспортні кільця із спільним ребром по схемі захисту “1+1” (рис. 2), згідно з якою захищені блоки генератора, оптичного приймача-передавача, обробки інформації по маршрутизації 2М потоків і фільтр живлення. Блок стику по 2М потоках – блок доступу до мережі – захищений за схемою “N+1”, де N – кількість використаних плат, кожна з яких може прийняти по 16 2М потоків. Тому при виході з ладу будь-якої з плат доступу (малоймовірно, що з ладу вийдуть одночасно декілька плат) відбувається автоматичне перемикання на резервну плату з увімкненням аварійної сигналізації. Після заміни пошкодженої плати система автоматично повертає трафік на робочу плату, звільняючи резервну. Під час цих перемикань трафік не переривається. Блоки стику по 8М, 34М, і 140М /155М потоках захищені за схемою “1+1”. Трафік не переривається навіть при виході з ладу системи централізованого керування, втрачається лише можливість подальшого керування і нагляду за мережею передачі. У будь-якому випадку часу достатньо для усунення пошкоджень.

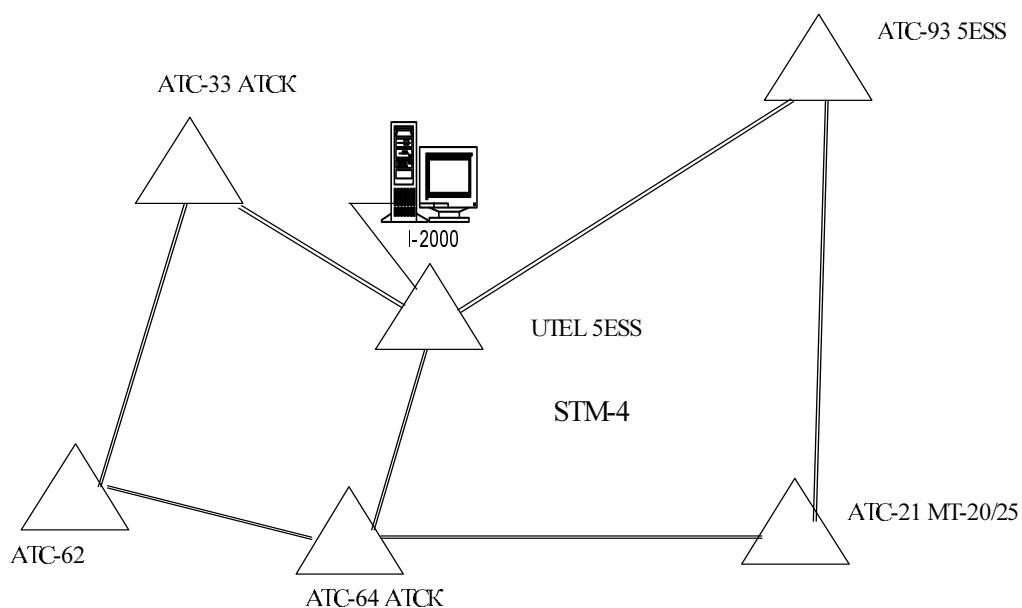


Рис. 2 Схема організації транспортних кілець зв'язку м. Львова на основі технології SDH.

В результаті побудови запропонованої синхронної мережі отримаємо мережу з великою пропускну здатністю і можливістю її дальшого нарощування, високою надійністю і гнучкістю в керуванні.

1. Слепов Н. Н. Принципы плезиохронной и синхронной цифровых иерархий (PDH и SDH) // *Сети*. 1995. №9. С. 90-101. 2. Слепов Н.Н. Синхронные цифровые сети. Nokia Telecommunications. М., 1998. 3. Правила проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи по воздушным линиям электропередачи напряжением 110 кВ и выше. М., 1998. 4. ITU-T Recommendation G.782. Types and General Characteristics of Synchronous Digital Hierarchy (SDH) Equipment (1990, Revised 1.94). 5. ITU-T Recommendation G.783. General Characteristics of Synchronous Digital Hierarchy (SDH) Multiplexing Equipment (1990, Revised 1.94).

УДК 621.396.

Климаш Михайло¹, Чернихівський Євген¹, Дембіцький Степан²

¹ ДУ “Львівська політехніка”, кафедра телекомунікацій

² Львівська дирекція УДПЕЗ “Укртелеком”

РОЗРАХУНОК ДОВЖИНИ РЕГЕНЕРАЦІЙНОЇ ДІЛЯНКИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ДИСПЕРСІЙНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ОПТИЧНОГО ВОЛОКНА

© Климаш Михайло, Чернихівський Євген, Дембіцький Степан, 2000

Розглянуто два методи розрахунку довжини регенераційної ділянки (за затуханням і за дисперсією), проаналізовано основні типи оптичних волокон і вітчизняних ІКМ – систем передачі інформації з точки зору довжини регенераційної ділянки, запропоновано новий метод розрахунку довжини регенераційної ділянки за дисперсійними характеристиками компонент.

There are two calculation methods of span length regeneration (calculation by loss and by dispersion) reviewed in this article, as well as review of basic optical fibers types and home-made communication systems called "PCI". On the strength of components dispersion characteristics there is new calculation method of span length regeneration proposed.

Провідне місце в техніці інформаційних систем і технологій посідає передача інформації за допомогою світлового випромінювання по спеціальних напрямних структурах – світловодах. Зараз волоконно-оптичні системи передачі (ВОСП) займають щораз більшу частину усіх систем передачі інформації. У проектуванні систем передачі визначальними є два фактори – забезпечення технічних характеристик (швидкість передачі, заводо захищеність, коефіцієнт помилок) і вартісний показник. ВОСП при порівняно низькій вартості задовольняють вимогам за технічними параметрами і надійністю.

Вартість системи та імовірність помилки в системі прямо пов'язані з довжиною регенераційної ділянки системи. Довжина регенераційної ділянки може визначатися кількома параметрами: затуханням, дисперсією компонент, а також часом затримки сигналу