

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

Глобальна інформаційна інфраструктура інфокомунікаційних мереж та систем

Навчальний посібник

Укладачі: Ю.О. Ушенко, А.Л. Негрич, О.В. Галочкін



Чернівці

Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

2021

УДК 004.65 (075.8)

Г 52

Друкується за ухвалою Вченої ради
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича
(протокол № 7 від 30 червня 2021 р.)

Рецензенти:

Жежнич П.І. доктор техн. наук, професор проректор з науково-педагогічної роботи та інформації Національного університету «Львівська політехніка»

Голуб С.В. доктор техн. наук, професор кафедри забезпечення автоматизованих систем Черкаського державного технологічного університету

Укладачі: Ушенко Ю.О., Негрич А.Л., Галочкін О.В.

Г 52 Глобальна інформаційна інфраструктура інфокомунікаційних мереж та систем : навч. посібник / уклад. : Ю.О. Ушенко, А.Л. Негрич, О.В. Галочкін. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 224 с.

ISBN 978-966-423-640-6

Видання розкриває поняття інфокомунікаційних мереж, їх проектування, побудову, функціонування та стандартизацію, а також місце у глобальній інформаційній інфраструктурі.

Для студентів, які навчаються за спеціальностями 122 Комп'ютерні науки, 172 Телекомунікації та радіотехніка; 186 Видавництво та поліграфія.

УДК 004.65 (075.8)

ISBN 978-966-423-640-6

© Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича, 2021

Зміст

Розділ 1. Класифікація, основні поняття, концептуальні основи побудови інформаційних систем	5
Розділ 2. Методологічна основа побудови інфокомунікаційних мереж.....	29
2.1. Концепція побудови глобальної інформаційної інфраструктури як методологічна основа формування національних інформаційних інфраструктур	29
2.1.1. Методологія побудови сценаріїв глобальної інформаційної інфраструктури.....	34
2.1.2. Приклади сценаріїв глобальної інформаційної інфраструктури	38
2.2. Взаємодія відкритих систем.....	61
2.3. Архітектура телекомунікаційних мереж.....	90
2.3.1. Принципи формування й класифікація елементів архітектури телекомунікаційних мереж.....	91
2.3.2. Модель архітектури телекомунікаційних мереж	95
2.3.3. Архітектурна основа телекомунікаційних мереж.....	96
2.3.4. Функціональні площини архітектури телекомунікаційних мереж	102
Розділ 3. Технологічні основи реалізації телекомунікаційних технологій.....	103
3.1. Основні системно-технічні принципи побудови транспортного компонента телекомунікаційних мереж	103
3.2. Інтегральні мережі доступу до ресурсів транспортної мережі зв'язку	117
3.3. Термінальне устаткування.....	130
3.4. Сучасний стан, вимоги й принципи побудови систем синхронізації в телекомунікаційних мережах	137
3.5. Основні принципи побудови різних видів систем сигналізації в існуючих і перспективних телекомунікаційних мережах.....	149
3.6. Керування телекомунікаційними мережами	156

Розділ 4. Тенденції розвитку міжнародної практики стандартизації в галузі телекомунікацій	169
Розділ 5. Інформаційна інфраструктура як об'єкт стандартизації	186
5.1. Класифікаційна структура об'єктів стандартизації	186
5.2. Порядок формування реєстру об'єктів стандартизації	188
Розділ 6. Профіль протоколів мультисервісних телекомунікаційних мереж	201
6.1. Визначення класу профілів телекомунікаційних мереж	201
6.2. Сценарії (схеми) формування профілів конкретного застосування мультисервісних телекомунікаційних мереж	203
6.3. Принципи побудови функціональних стандартів мультисервісних телекомунікаційних мереж	204
6.4. Узагальнена схема профілю протоколів мультисервісних телекомунікаційних мереж	206
6.5. Сценарії формування варіантів профілів протоколів мультисервісних телекомунікаційних мереж	209
6.6. Профіль протоколів мультисервісних телекомунікаційних мереж	211
6.7. Типові профілі взаємозв'язку (ретрансляційні профілі) мультисервісних телекомунікаційних мереж	213
Запитання та завдання для самоконтролю	220
Перелік індивідуальних науково-дослідницьких завдань ...	222
Список літератури	223

Розділ 1

Класифікація, основні поняття, концептуальні основи побудови інформаційних систем

В останні десятиліття в Україні й за корднем широкого розвитку набули різні мережі й системи, побудовані на основі інтегрованого використання засобів обчислювальної техніки й техніки зв'язку, що забезпечують взаємодію *інформаційних процесів* (ІП) й надають абонентам (користувачам) широкий спектр послуг з обміну й обробки різних видів інформації. Такі мережі, що здійснюють передавання, обробку й зберігання інформації, одержали назву *інформаційних мереж* (ІМ). Самі ж ІП являють собою сукупність взаємозалежних і взаємозумовлених процесів виявлення, відбору, формування із сукупності відомостей інформації, її введення в технічну систему, аналіз, обробку, зберігання й передавання.

На перших етапах розвиток ІМ йшов шляхом автоматизації окремих складових ІП. Незалежно створювалися системи збору, зберігання й пошуку інформації на базі обчислювальних засобів, де основними процесами були зберігання й пошук, але могли мати місце також процеси обробки й передавання. І як результат, відповідно до цільового призначення й специфіки розв'язуваних завдань були створені різні мережі:

- мережі електронно-обчислювальних машин (ЕОМ);
- комп'ютерні мережі;
- мережі інформаційних центрів;
- обчислювальні мережі;
- мережі телеобробки;
- інформаційно-обчислювальні мережі;
- інформаційно-довідкові мережі;
- телеінформаційні мережі.

Незважаючи на різноманіття існуючих термінів, усі ці мережі за своєю структурною організацією являють однотипне об'єднання віддалених ЕОМ і відрізняються тільки типами програмно-технічних засобів передавання й обробки інформації, наборами функцій і реалізованими протоколами взаємозв'язку, а також галузями застосування.

Іншим напрямом розвитку ІМ стало створення систем розподілу інформації, де основний зміст становив процес обміну інформаційними повідомленнями між територіально розподіленими об'єктами - користувачами інформації. Для передавання таких традиційних видів інформації, як мова, документальна інформація, зображення, звук, створені й удосконалюються різні спеціалізовані (для передавання конкретного виду інформації) інформаційні мережі, які отримали назву *мереж електрозв'язку*.

Тенденції розвитку як засобів обробки й розподілу інформації, так і ІМ у цілому, в наш час характеризуються тим, що, з одного боку, розвиток мереж електрозв'язку вимагає застосування цифрових каналів і систем передавання, засобів обчислювальної техніки для обробки інформації в інтересах її передавання, а з іншого - розвиток засобів обробки й обчислювальної техніки вимагає все більшого застосування засобів зв'язку для забезпечення обміну інформацією в інтересах розв'язку прикладних завдань (обмін документами, розподілені обчислення, доступ до розподілених баз даних і т.ін.). І як результат - злиття галузей обробки й обміну інформацією приводить до створення інформаційних мереж, що реалізують безліч інформаційних процесів обробки й передавання інформації, включаючи й прикладні процеси.

Під *прикладними процесами* (ПП) у моделі ІМ розуміють інформаційні процеси, зорієнтовані на виконання функцій змістової обробки інформації у вузлах мережі в контексті розв'язуваного завдання або іншого конкретного застосування.

Сучасна інформаційна мережа - це складна розподілена в просторі технічна система, що являє собою функціонально пов'язану сукупність апаратно-програмних засобів обробки й обміну інформацією й складається з територіально розподілених інформаційних вузлів (підсистем обробки інформації) і фізичних каналів передавання інформації, що їх з'єднують і визначають фізичну структуру ІМ. Крім поняття фізичної структури, для опису принципів побудови й функціонування ІМ часто використовують такі поняття, як логічна й інформаційна структури, що описують розміщення й взаємозв'язки в ІМ тих або інших інформаційних процесів, а також поняття архітектури

ІМ, що визначає принципи функціонування інформаційної мережі в цілому.

З погляду структурної організації інформаційна мережа складається з наступних елементів:

- *транспортної мережі*, що являє собою розподілену систему, яка складається з вузлів комутації, з'єднаних каналами первинної мережі, і забезпечує передавання інформації між територіально розподіленими *абонентськими мережами* (АМ) й реалізує в рамках *еталонної моделі взаємозв'язку відкритих систем* (EM BBC) (Open System Interconnection, OSI) функції трьох нижніх рівнів функціональної архітектури;

- *абонентських мереж*, що являють собою комплекс апаратно-програмних засобів, які реалізують як функції змістової обробки інформації за допомогою ПП користувачів, так і функції взаємозв'язку споживачів інформації, забезпечуючи доступ абонентів до транспортної мережі в інтересах цього взаємозв'язку. Виділення у всій сукупності АМ функцій взаємозв'язку дозволяє в рамках ІМ виділити ще один її елемент - *телекомунікаційну мережу* (ТКМ), що забезпечує взаємодію прикладних процесів в інформаційній мережі та реалізує функції всіх рівнів функціональної архітектури й включає фізичне середовище поширення, через яке відбувається передавання сигналів даних, що несуть інформацію.

Телекомунікаційна мережа являє собою комплекс апаратно-програмних засобів територіально розподілених АМ, що реалізують функції взаємозв'язку користувачів інформації, забезпечуючи доступ абонентів до транспортної мережі в інтересах цього взаємозв'язку, і технічних засобів транспортної мережі (комутаційних вузлів з'єднаних каналами первинної мережі), що забезпечують передавання сигналів даних між територіально розподіленими АМ. Функціональні можливості ТКМ, а відповідно і її архітектура, повністю визначаються потребами користувачів (прикладних процесів) у передаванні різних видів інформації із заданими параметрами якості послуг. Основою же побудови функціональної архітектури сучасних ТКМ є *профіль протоколів*, що забезпечує реалізацію функцій взаємозв'язку в ТКМ, яка надає користувачам послуги з

передавання будь-якого виду інформації з орієнтацією на інтеграцію всіх видів послуг у рамках єдиної мережі.

Інформаційний процес взаємодії користувачів в ІМ починається й закінчується поза самою мережею й складається з п'яти етапів:

1) збір відомостей в інтересах розв'язку прикладного завдання й селекція з них сукупності відомостей, що містять інформацію;

2) формування із сукупності відомостей, що містять інформацію, інформаційних повідомлень, тобто надання цим відомостям структури й форми представлення, які відповідають виду інформації (алфавітно-цифрової, звукової інформації або зображення);

3) формалізація інформаційних повідомлень, тобто встановлення відповідності між елементами вихідних повідомлень і символами деякого кодового алфавіту за тим або іншим правилом кодування з метою перетворення повідомлень до вигляду, придатного для обробки й передавання засобами технічної системи (інформаційної мережі);

4) змістова обробка формалізованих інформаційних повідомлень відповідно до алгоритму розв'язку прикладного завдання;

5) реалізація ТКМ процесу взаємозв'язку в інтересах взаємодії інформаційних процесів, що реалізують змістову обробку формалізованих повідомлень у процесі розв'язку прикладного завдання.

Телекомунікаційні мережі, що створювалися в різні час, відрізняються групуванням описаних функцій, кількістю виділених етапів і набором функцій процесу взаємозв'язку, найчастіше поєднаних у рамках тієї або іншої функціональної архітектури ТКМ в окремі рівні або шари. На даний час існує ряд архітектур, що стали «де-факто» або «де-юре» міжнародними стандартами, серед яких можна виділити:

- архітектуру мережі Інтернет;
- системну мережну архітектуру (SNA) і системну прикладну архітектуру (SAA), розроблені корпорацією IBM;
- архітектуру широкосмугової мережі (BNA), також запропонованої IBM;
- архітектуру дискретної мережі (DNA) фірми DEC;
- відкриту мережну архітектуру (ONA) фірми British Telecom і ін.

Прикладом детально проробленої й стандартизованої архітектури для інформаційних мереж, орієнтованих на реалізацію тільки функцій ВВС при взаємодії інформаційних процесів, що виконують функції змістової обробки інформації в територіально розподілених вузлах мережі, є семирівнева архітектура EM ВВС.

Еталонна модель ВВС і функції, реалізовані різними рівнями еталонної моделі, за своєю суттю узагальнюють усі існуючі мережні архітектури.

Перш ніж описати функції та принципи побудови EM ВВС, необхідно визначити такі поняття, як «передавання даних» і «обмін даними».

Під *передаванням даних* розуміють пересилання даних за допомогою засобів зв'язку з однієї точки мережі електрозв'язку для приймання їх в іншій територіально віддаленій точці, а під *обміном даними* - передавання й обробку даних між логічними об'єктами одного з рівнів EM ВВС відповідно до встановленого протоколу.

Необхідно також визначити такі поняття, як «служба», «послуга», «сервіс». На жаль, чітке визначення «служби» в існуючих нормативних документах відсутнє. Неоднозначність перекладу англійського слова *service* - «служба», «послуга», «сервіс», «обслуговування» породжує ситуацію, коли для визначення тих самих понять у науково-технічній літературі використовуються різні переклади слова *service*, при цьому в одному випадку терміни «служба», «послуга», «сервіс», «обслуговування» використовуються як синоніми для визначення родинних понять, і навпаки - кожний із варіантів перекладу слова *service* характеризує різні поняття.

Терміни «служба» або «сервіс», що трактуються різними авторами як синоніми, визначені в рекомендації Міжнародного союзу з електрозв'язку (МСЕ-Т) I.112 у контексті «служби електрозв'язку», під якими розуміють те, що забезпечує адміністрація зв'язку користувачам цифрової мережі з інтеграцією, тому виділяються «служби передавання» і «телеслужби» («опорний сервіс» і «телесервіс»). Під *«службою передавання»* розуміють службу електрозв'язку, що забезпечує можливість передавання сигналів між точками доступу користувача в мережу. У Взаємопов'язаній мережі електрозв'язку (ВМЗ) до даного виду служб відносять службу передавання даних. Під

«телеслужбами» розуміють служби електрозв'язку, що забезпечують реалізацію всіх можливостей електрозв'язку між користувачами відповідно до прийнятих протоколів. При розгляді можливостей служб ідеться про надання користувачам різних послуг (видів сервісу). *Послуга* - це функціональна можливість технічної системи передавати інформацію з різною якістю або можливості обміну інформацією, що надаються адміністрацією мережі. У цілому ж дане трактування поняття «*служби*» визначає її як адміністративно-технічну систему, що являє собою сукупність каналів зв'язку, утворених ТКМ, і технічних засобів (апаратних і програмних), у тому числі термінальних пристроїв, а також технічного й адміністративного персоналу, службовців для задоволення потреб абонентів в інформаційних послугах.

З іншого боку, у рекомендаціях МСЕ-Т серії X. (X.200) при визначенні базової еталонної моделі взаємозв'язку відкритих систем дається визначення *послуги рівня* як функціональної можливості, яку даний рівень разом із нижчерозташованими рівнями забезпечує суміжному верхньому рівню, а під *сервісом рівня* розуміють сукупність усіх послуг, що надаються рівнем, і правил їх використання. Крім того, у рекомендаціях МСЕ-Т вводиться також поняття «*мережної служби*» (прикладної служби) як різновиду сервісу верхнього, сьомого рівня EM BSC, що являє собою сукупність програмно-технічних засобів, що реалізують функції сьомого рівня й усіх розташованих нижче рівнів EM BSC, що й забезпечують надання користувачам ТКМ функціонально зв'язаного набору послуг. Прикладами мережних служб є служба обміну повідомленнями, служба передавання файлів, служба мережного довідника й ін.

При розгляді різних функціональних архітектур ТКМ поняття «*служби*» буде використовуватися в контексті «*мережної служби*» як служби технічної системи, що надає користувачам (прикладним процесам) функціонально пов'язаний набір послуг з обміну конкретними видами інформації із заданими параметрами якості в інтересах розв'язку прикладного завдання й реалізованої програмно-апаратними засобами АМ. При цьому в поняття «*послуга*» і «*сервіс*» буде вкладатися зміст, визначений в EM BSC.

Виділення служби, зумовленої в контексті служби електрозв'язку, що представляє собою організаційно-технічну систему, яка містить засоби керування й обміну інформацією, технічний і адміністративний персонал і забезпечує весь комплекс заходів щодо задоволення потреб користувачів у послугах взаємозв'язку, що надаються мережними службами телекомунікаційної мережі, можливо тільки у складі ІМ. Тому поняття «служба» є більш загальним, ніж поняття «мережна служба», і в цілому містить у собі останнє. Іншими словами, мережні служби повинні входити до складу служб ІМ, забезпечуючи реалізацію технічних аспектів послуг взаємозв'язку, що надаються телекомунікаційною мережею (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Класифікація служб зв'язку та їх зони відповідальності в мережах електрозв'язку

На розвиток принципів побудови мереж електрозв'язку впливають дві групи факторів: зовнішні й внутрішні.

Вплив зовнішніх факторів зумовлений насамперед динамікою розвитку інформаційних мереж, що забезпечують одержання, накопичення, використання й поширення інформації в інтересах політичного, економічного, соціального й культурного життя суспільства.

Вплив внутрішніх факторів пов'язаний в основному з істотними якісними змінами як елементів мереж електрозв'язку, так і розвитком технологій керування даними елементами й мережами в цілому.

Основні положення еволюції системи електрозв'язку виражено трьома словами: візуальна, інтелектуальна й персональна VI&P (Visual, Intelligent and Personal), які розглядаються в широкому значенні.

Еволюційний аспект «візуалізації» у концепції VI&P припускає три класи послуг обміну візуальною інформацією (рис. 1.2).

На першому етапі еволюції в телефонній мережі загального користування (ТфЗК) користувачам можуть надаватися послуги чорно-білого відеотелефонного зв'язку й передавання нерухомих зображень. Причому до даного класу належать і послуги, пов'язані з передаванням факсимільних зображень до терміналів класу G-3, які забезпечують передавання факсимільних повідомлень після з'єднання за алгоритмом, прийнятим у ТфЗК, в автоматичному й автоматизованому режимах за умов:

- виконання нормованих вимог до аналогового або цифровому каналу передавання;
- невеликого обсягу вихідного документа (кілька сторінок формату А4);
- невисокої вимоги до роздільної здатності при передаванні тексту із дрібним шрифтом, фотографій і т.ін.;
- одержання чорно-білої копії незалежно від кольоровості вихідного документа.

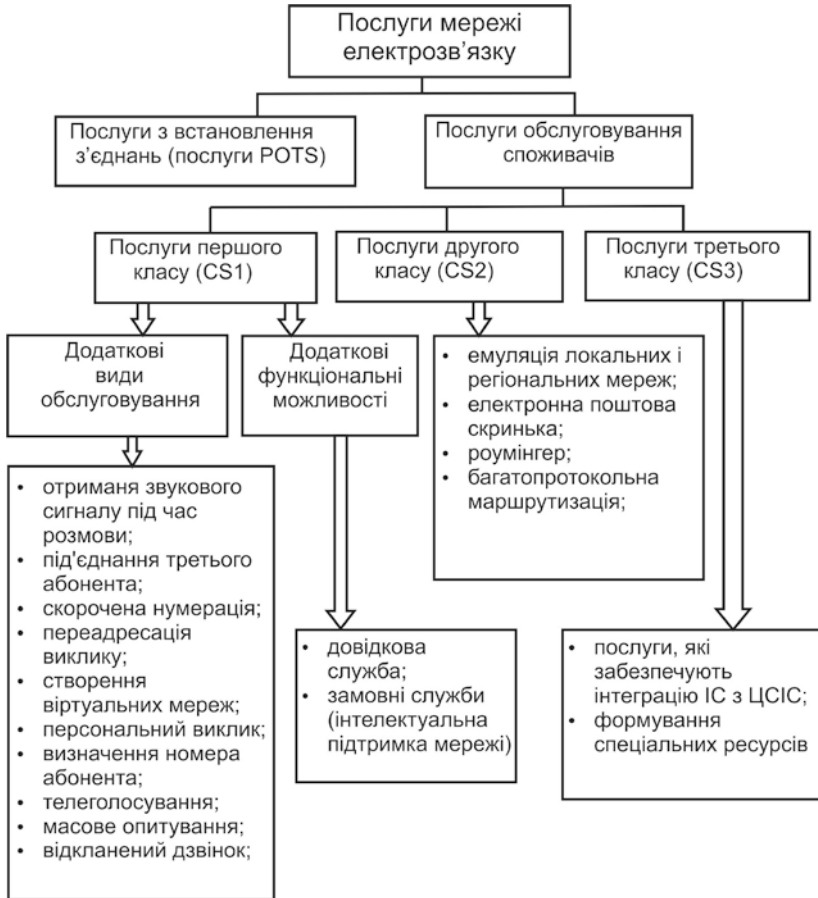


Рис. 1.2. Класифікація послуг електрозв'язку

Однак для забезпечення потреб досить широкої групи користувачів послуги, що надаються ТфЗК для передавання візуальної інформації, виявляються недостатніми, незважаючи на певні досягнення в області розробки ефективних методів компресії сигналів, що використовують значну надлишковість цієї інформації. Дана обставина спричинена необхідністю передавання кольорових зображень, особливо при застосуванні в якості прикінцевих пристроїв сучасних терміналів на базі персональних комп'ютерів. Крім того, це зумовлено як значним

збільшенням парку персональних комп'ютерів, так і більш низькою вартістю факс-плат порівняно з факсимільними апаратами.

Широкого використання набула ISDN-технологія. Основне призначення ISDN - передавання даних зі швидкістю до 64 кбіт/с по абонентській провідній лінії й забезпечення інтегрованих телекомунікаційних послуг (телефон, факс та ін.). Використання з цією метою телефонних проводів має дві переваги: вони вже існують і можуть використовуватися для подачі живлення на термінальне устаткування.

Вибір 64 кбіт/с стандарту визначається наступними міркуваннями. При смузі частот 4 кГц, згідно з теоремою Котельникова, частота дискретизації повинна бути не нижче 8 кГц. Мінімальна кількість двійкових розрядів для подання результатів стробування голосового сигналу за умови логарифмічного перетворення дорівнює 8. Таким чином, у результаті перемноження цих чисел ($8 \text{ кГц} * 8$ (число двійкових розрядів) = 64) і виходить значення смуги В-канала ISDN, що дорівнює 64 кбіт/с. Базова конфігурація каналів має вигляд $2 \times B + D = 2 \times 64 + 16 = 144$ кбіт/с. Крім В-каналів і допоміжного D-каналу ISDN може запропонувати й інші канали з більшою пропускну здатністю: канал Н0 зі смугою 384 кбіт/с, Н11 - 1536 кбіт/с і Н12 - 1920 кбіт/с (реальні швидкості цифрового потоку). Для первинних каналів (1544 і 2048 кбіт/с) смуга D-каналу може становити 64 кбіт/с.

Для об'єднання в мережі ISDN різних видів трафіка використовується технологія TDM (англ. Time Division Multiplexing, мультиплексування за часом). Для кожного типу даних виділяється окрема смуга, що називається елементарним каналом (або стандартним каналом). Для цієї смуги гарантується фіксована, погоджена частка смуги пропускання. Виділення смуги відбувається після подачі сигналу CALL по окремому каналу, що називається каналом позаканальної сигналізації.

У стандартах ISDN визначаються базові типи каналів, з яких формуються різні інтерфейси користувачів.

Тип	Смуга	Опис
A	-	Аналогова телефонна лінія, 4кГц.
B	64 кбіт/с	Передавання даних або 1 телефонна лінія (1 потік оцифрованого звуку)
C	8/16кбіт/с	Передавання даних
D	16/64кбіт/с	Канал позаканальної сигналізації (керування іншими каналами)
E	64 кбіт/с	Внутрішня сигналізація ISDN
H0	384 кбіт/с	Передавання даних
H10	1472 кбіт/с	Передавання даних
H11	1536 кбіт/с	Передавання даних
H12	1920 кбіт/с	Передавання даних

У більшості випадків застосовуються канали типів В і D.

На другому етапі еволюції мережі електрозв'язку передбачається надання наступних можливостей: відеоконференція, кольоровий відеотелефонний зв'язок, передавання кольорових факсимільних зображень із використанням терміналів G-4 (передавання по В-каналі однієї сторінки формату А4 за 3-5 с при стандартній роздільній здатності й за 15 с - при високій якості інформаційного обміну) на основі стандартних стиків «користувач-мережа» типу 2В+D і 30В+D (у Японії й США - 23В+D). Причому при використанні стику 30В+D можливе передавання кольорових факсимільних повідомлень (при застосуванні терміналів групи G-5).

При переході до третього етапу еволюції мережі електрозв'язку (широкопasmовим цифровим системам з інтеграцією служб, Ш-ЦСІС) користувачам стануть доступні бази даних, що містять візуальну інформацію з якістю, аналогічною до стандарту HDTV (High Definition TeleVision), і які забезпечуватимуть передавання телевізійних сигналів із високою роздільною здатністю. Важливість розвитку даного напрямку зумовлена насамперед необхідністю істотного поліпшення якості функціонування розподілених інформаційних систем, керуючих складними виробничими процесами, банківськими системами, компаніями, монополіями, консорціумами. При цьому відомо, що

майже 80% основної інформації людина одержує візуально. Враховуючи, що при реалізації Ш-ЦСІС розглядається можливість створення локальних віртуальних обчислювальних мереж із високошвидкісними трактами й розвиток систем віддаленої обробки даних, що вимагають передавання більших обсягів інформації, на даному етапі розвитку мережі електрозв'язку з'являється можливість втілити в життя технологію Multimedia.

Основна ідея даної технології полягає в об'єднанні різних типів прикінцевого устаткування в єдиний багатофункціональний термінал - персональний комп'ютер, доповнений апаратними й програмними засобами передавання мови й відеоінформації. При встановленні з'єднання між такими терміналами на дисплеях моніторів у режимі «вікно» з'являється зображення абонента, а інша частина екрана може бути зайнята документами, графічною або іншою інформацією при одночасному встановленні мовного телефонного або гучномовного зв'язку. Використання даної технології відкриває нові можливості організації праці в багатьох сферах людської діяльності, що базуються на нових принципах побудови інформаційних мереж (включаючи нові можливості в галузі аутентифікації користувачів інформації).

Таким чином, еволюція послуг з обміну візуальною інформацією пов'язана з основними етапами модернізації мереж електрозв'язку. *Аспект «інтелектуальності»* у концепції VI&P розкривається в чотирьох основних напрямках, для яких уведення в систему зв'язку поняття «інтелект» є ефективним:

- 1) спрощення доступу до послуг електрозв'язку;
- 2) допомога в ухваленні рішення з керування ресурсами мережі;
- 3) подолання мовного бар'єра;
- 4) полегшення умов праці користувачів і обслуговуючого персоналу.

Очевидно, що надання мережею електрозв'язку нових послуг пов'язане з ускладненням процедур, що виконуються користувачами й комутаційними станціями. Підвищення «інтелекту» мереж може суттєво спростити взаємини користувачів із мережею й забезпечити введення нових функціональних можливостей без ускладнення виконуваних ними операцій

(наприклад подання команди на встановлення з'єднання голосом). Необхідно зазначити, що історично поняття «інтелектуальна мережа» прийнято вважати визначеним наприкінці 70-х років, коли компанія Bell System проводила роботи з удосконалення послуги 800 INWATS (Incoming Wide Area Telephone Service) (послуга 800). Позитивний досвід реалізації даної послуги в Північній Америці був тиражований у багатьох країнах: Service 130 Німеччини, 800 Freephone у Фінляндії, Free-dial Services у Японії, Minitel у Франції й т.ін. Це привело до необхідності подальшого розвитку технології 800 INWATS, концепція якої трансформувалася в нову назву Intelligent Network («інтелектуальна мережа» - у вітчизняній літературі). Основні поняття, пов'язані з даним напрямом, сформульовані в рекомендаціях Міжнародного союзу електрозв'язку (МСЕ) і Європейського інституту з телекомунікаційних стандартів (European Telecommunications Standards Institute, ETSI).

Основні шляхи впровадження нових послуг, що надаються мережами електрозв'язку, можуть бути зведені до двох сценаріїв. Перший базується на традиційному впровадженні нових послуг за допомогою модернізації програмно-апаратних засобів комутаційних станцій, а другий припускає введення в мережі спеціальних елементів інтелектуальної мережі, що забезпечують зниження загальних витрат на введення кожної нової послуги. Подальший розгляд поняття «інтелектуальна мережа» вимагає уведення узагальненої класифікації послуг, що надаються мережами електрозв'язку, які в загальному випадку можна декомпонувати так, як зображено на рис. 1.2.

Послуги першого класу орієнтовані в основному на встановлення комутованих з'єднань між двома користувачами або між користувачем і спеціальними центрами екстрених послуг (швидкої допомоги, пожежної охорони, міліції, довідкової служби й т.ін.), тобто це послуги традиційного телефонного зв'язку (Plain Old Telephone Service, POTS).

Послуги другого класу поділяються МСЕ на три групи. До першої належать *послуги CSI (Capability Set 1)*, що стандартизуються для початкового етапу розвитку інтелектуальних мереж у рекомендаціях серії ITU-T Q.12XX за наступними видами:

- визначення пункту керування сервісної служби, до якого буде спрямований виклик (або на основі таблиць маршрутів, або залежно від навантаження й часу доби на доступний пункт керування), перерахування логічної адреси в динамічну адресу, забезпечення з'єднання користувача з пунктом керування, нарахування оплати (фіксація користувача);

- надання додаткових видів обслуговування: скорочений набір одного або декількох номерів, визначених заздалегідь; переадресація виклику як до, так і після встановлення з'єднання; з'єднання без набору з певним абонентом (прямий виклик); міжміський й (або) міжнародний зв'язок тільки після набору відповідного пароля; заборона на певний час вихідного, вхідного або обох видів зв'язку; повідомлення про отримання нового виклику в процесі розмови;

- надання додаткових функціональних можливостей, що підтримуються спеціально створюваними в мережах вузлами в межах місцевих (іноді національних) мереж (прогноз погоди, служба точного часу, трансляція радіопрограм, реклама, інформація про завантаження й стан транспортних магістралей, про замовлені служби й т.ін.);

- створення за запитом віртуальних приватних мереж VPN (Virtual Private Network);

- обслуговування банківських систем із використанням кредитних карток;

- надання персонального номера (Personal Number);

- визначення номера користувача, що викликає;

- телеголосування й масове опитування.

До другої групи належать *нослуги CS2 (Capability Set 2)*, пов'язані з перспективами розвитку інтелектуальної мережі, й ті, що перебувають у розробці, зокрема послуги, пов'язані з емуляцією LAN (локальні обчислювальні мережі) у MAN (регіональні обчислювальні мережі) або WAN (глобальні обчислювальні мережі), реалізацією служб електронної поштової скриньки, забезпеченням багатопроTOCOLьної маршрутизації в мережах електровз'язку, роумінгером, обслуговуванням інформаційних систем і т.д.

До третьої групи слід віднести *послуги CS3 (Capability Set 3)*, пов'язані зі створенням концепції інфокомунікаційних мереж для побудови глобальних, національних інформаційних просторів.

Така класифікація дозволяє дати оцінку двом сценаріям побудови інтелектуальних мереж на основі порівняльної оцінки структури витрат на впровадження нових послуг. На рис. 1.3 наведена така оцінка (за одиницю витрат цих сценаріїв прийнятий рівень, коли користувачеві доступні послуги тільки по встановленню з'єднань - послуги POTS).

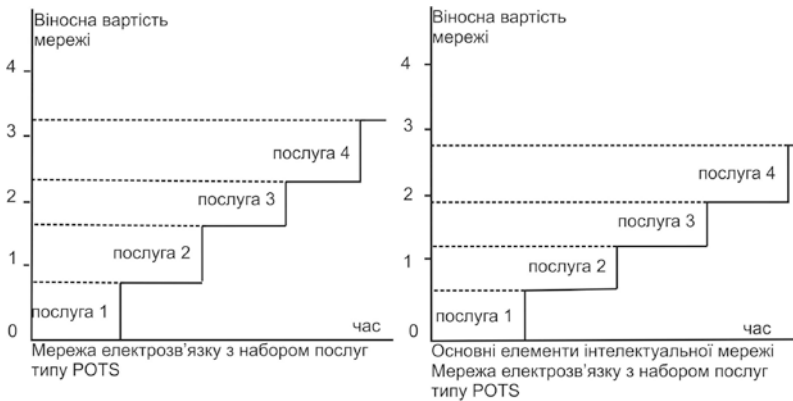


Рис. 1.3. Два основні сценарії для введення нових послуг

Очевидно, що зі збільшенням спектра послуг реалізація другого сценарію, орієнтованого на ідею відділення функцій розподілу інформації від функцій надання додаткових послуг, стає більш доцільною.

Важливо зазначити, що запропоноване МСЕ поняття «інтелектуальна мережа» стосується не виду переданої інформації, а специфічної архітектурної концепції, і перші рекомендації, викладені в серіях I і Q, містять визначення й загальні принципи створення мережі (I.312/Q.1201), концептуальну модель (I.328/Q.1202), принципи формування послуг (I.329/Q.1203).

Концептуальна модель інтелектуальної мережі може бути зображена у вигляді тривірневої структури (рис. 1.4).

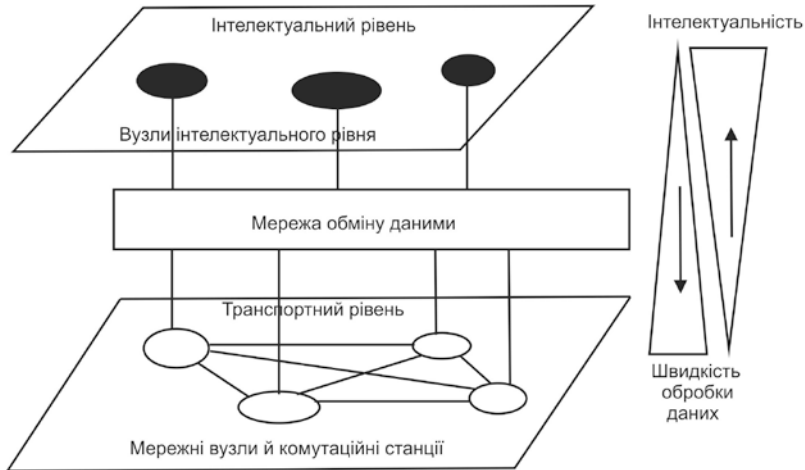


Рис. 1.4. Концептуальна модель інтелектуальної мережі

З наведених у правій частині рисунка трикутників випливає, що з ростом «інтелектуальності» швидкість обробки даних падає, а в міру просування вниз по транспортному рівню знижується «інтелект» мережі, що відображає проблеми, пов'язані зі створенням і розвитком інтелектуальної мережі. Як мережа передавання даних розглядається загальний канал сигналізації (ЗКС). Для конкретизації особливостей концептуальної моделі інтелектуальної мережі в I.312/Q.1201 наведені наступні характерні ознаки:

- широке застосування різних способів обробки інформації;
- ефективне використання мережних ресурсів;
- модульність і багаторазовість використання апаратних і (або) програмних засобів, що реалізують функціональні можливості мережі;
- створення й надання послуг за допомогою багаторазово використовуваних функціональних елементів, що мають модульну структуру;
- гнучкий поділ мережних функцій між фізичними елементами мережі;
- можливість перерозподілу функцій між елементами мережі;
- стандартизована взаємодія між мережними функціями через інтерфейси, незалежні від виду послуг, що надаються;

- керування з боку користувача специфічними атрибутами, що характеризують представницькі послуги;
- стандартизоване адміністративне керування логікою послуг, що надаються.

На рис. 1.5 наведена базова архітектура інтелектуальної мережі, що має наступні основні компоненти: вузол комутації послуг, вузол керування послугами, систему керування послугами.

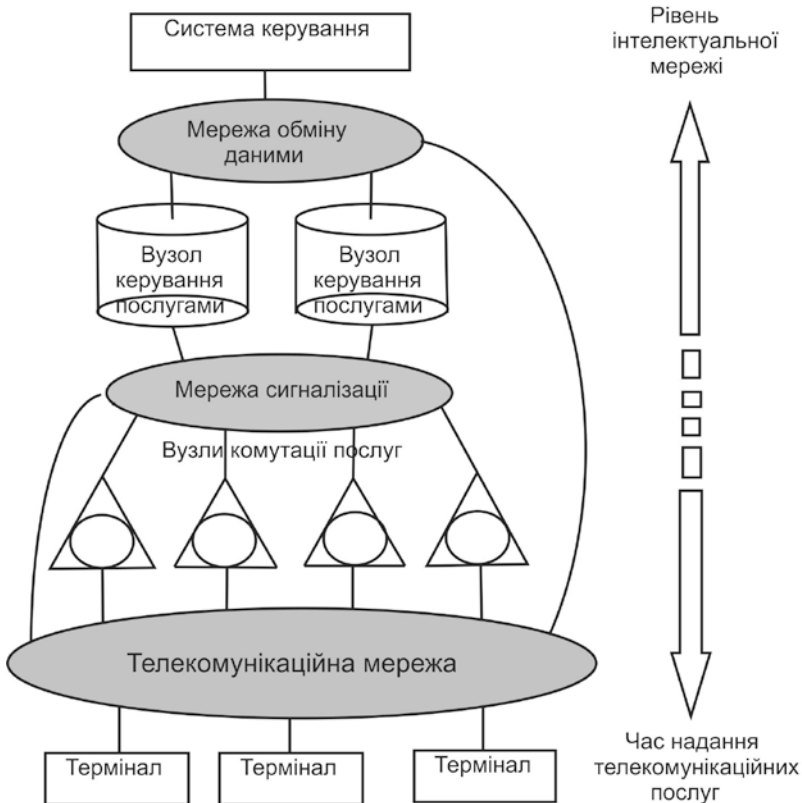


Рис. 1.5. Базова архітектура перспективної інтелектуальної мережі

Вузол комутації послуг (Service Switching Point, SSP) забезпечує доступ користувача мережі електровз'язку до послуг інтелектуальної мережі. Основною функцією даного вузла є

виявлення заявки на послуги, пов'язані з інтелектуальною мережею. Після виявлення заявки SSP припиняє її обробку, очікуючи через мережу сигналізації подальших інструкцій для продовження обробки. Функції SSP повинні бути універсальними й незалежними від виду послуги, що замовляється.

Вузол керування послугами (Service Control Point, SCP) являє собою базу даних реального часу, яка за запитом SSP виконує певний порядок дій, пов'язаний із логікою послуги, і потім посилає до SSP інструкції з подальшої обробки запитів користувачів. Основні функції даного елемента:

- керування заявками, які стосуються інтелектуальної мережі;
- виконання функцій логічної обробки послуг, що базуються на специфічному для кожної послуги програмному забезпеченні;

- виконання всіх функцій, необхідних для обробки послуги в реальному часі;

- відновлення даних, що стосуються всіх послуг, підтримуваних інтелектуальною мережею;

- здійснення функцій взаємодії з SSP за допомогою мережі сигналізації й з SCP за допомогою протоколу X.25 (в існуючих рекомендаціях), який у перспективі може бути замінений на спеціалізований для інтелектуальної мережі протокол ЗКС. Система керування послугами (*Service Management System, SMS*) спрямована на:

- експлуатацію й підтримку функцій, що забезпечують користувачеві можливість зміни й (або) відновлення даних і параметрів послуги;

- адміністративне керування інтелектуальною мережею;

- завантаження програм, необхідних для функціонування SCP, ведення відповідної статистики;

- нарахування оплати за використання послуг інтелектуальної мережі й т.ін.

Базова архітектура мережі може бути доповнена інформаційним зовнішнім устаткуванням (*Intelligent Peripheral, IP*), що виконує спеціальні функції, які не забезпечуються звичайними комутаційними станціями мереж електрозв'язку, наприклад, допоміжні бази даних, приймання додаткових адрес, різного роду оповіщення й підтвердження й т.ін.

Необхідно зазначити, що початок реалізації концепції інтелектуальної мережі може бути здійснений на будь-якому етапі розвитку мережі електрозв'язку. Однак для її реальної реалізації необхідні наступні умови:

- комутаційні станції повинні бути із програмним керуванням;
- на ділянці SSP-SCP необхідно мати систему ЗКС, що містить необхідні підсистеми користувача;
- доступ користувача до комутаційних станцій повинен здійснюватися терміналами з тональним набором або через інтерфейс «користувач-мережа ЦСІС».

Подальший розвиток даного аспекту еволюції мереж електрозв'язку, на думку авторів концепції VI&P, буде спрямовано на полегшення праці користувачів і обслуговуючого персоналу за рахунок надання послуг «електронного секретаря», звертання до баз даних загального користування, створення власних баз даних, створення системи інтерпретації мови й тексту, що забезпечує усний або письмовий переклад незалежно від лінгвістичної підготовки з метою подолання мовного бар'єра, і т.ін.

Аспект «персональності» досить тісно пов'язаний із послугою «універсальний персональний зв'язок» і проявляється в таких функціональних можливостях, як персональний (особистий) номер, формування найбільш зручних для користувача послуг показників якості обслуговування тощо (рис. 1.6). Іншими словами, мережі електрозв'язку XXI століття повинні враховувати індивідуальні запити користувачів, а не пропонувати усереднені послуги й показники якості обслуговування викликів і передавання інформації.

Подібна концепція еволюції системи електрозв'язку Vision ONE. розроблена фахівцями фірми Siemens. Букви в назві концепції O - optimized, N - network, E - evolution визначають її як оптимальну еволюцію мережі. Основні ідеї даної концепції аналогічні VI&P, але в ній деталізований ряд проблем, пов'язаних із розвитком електрозв'язку на підприємствах різного типу (у вітчизняній літературі - виробничому секторі), деталізуються напрями розвитку абонентських мереж на базі оптичних кабелів

і бездротового доступу до мереж електрозв'язку (Radio In The Loop, RITL).

Причому введення RITL пов'язане із проблемами електромагнітної сумісності й забезпеченням сполучення зі стільниковими, транкінговими мережами й системами персонального виклику (paging), підтримкою можливостей ЦСІС і послуг інтелектуальної мережі й т.ін.

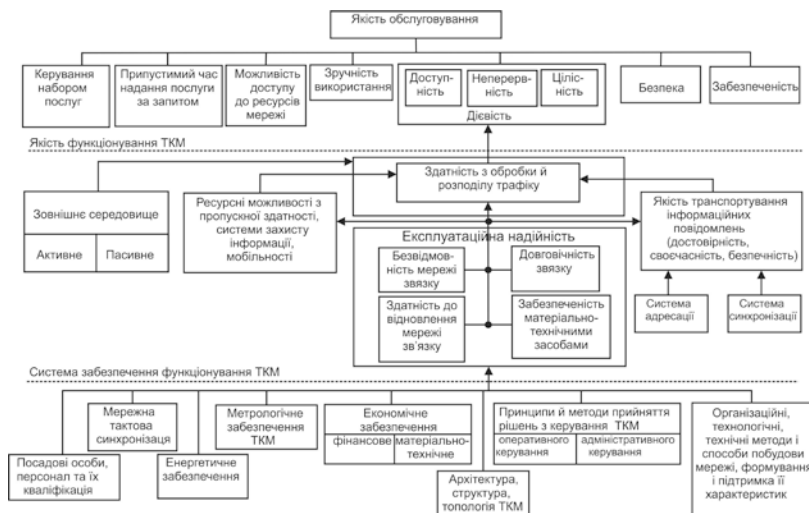


Рис. 1.6. Характеристики якості обслуговування користувачів в інформаційній інфраструктурі

Крім того, у даній концепції визначений напрям еволюції систем електрозв'язку, пов'язаний з упровадженням цифрових кросових вузлів (ЦКВ) на первинних мережах (що забезпечують під'єднання до 65000 трактів цифрових систем передавання типу E1) і потужних комутаційних станцій на вторинних мережах, що суттєво вплине на архітектуру, структуру й топологію системи електрозв'язку та принципи керування її мережами.

Автором іншої концепції Global Village є канадський академік Маршал Макл'юхан (Marshall McLuhan), який сформулював основні її положення для такого рівня розвитку електрозв'язку, коли послуги типу Multimedia будуть оперативно надаватися в будь-якій точці земної кулі й мати, скоріше,

випадковий характер, тому що основна ідея концепції - перехід на новий якісний рівень умов життя й діяльності людини. Реалізація даної концепції буде мати національний характер («глобальне починається вдома»), що зумовлено різним рівнем і темпами розвитку мереж електров'язку в різних державах. Важливою в даній концепції є класифікація користувачів за чотирма ознаками:

1) користувачі квартирного сектора (традиційні споживачі стандартних послуг телефонних мереж, а також частини послуг додаткових видів обслуговування й 800 INWATS, частина яких може використовувати послуги Ш-ЦСІС, термінали персонального зв'язку);

2) користувачі ділового сектора - споживачі послуг вузькосмугової й широкосмугової цифрових мереж з інтеграцією служб (В-ЦСІС), інтелектуальної мережі й персонального зв'язку;

3) користувачі ділового сектора - клієнти комерційних мереж із найвищим рівнем телекомунікаційного сервісу (включаючи Ш-ЦСІС, Multimedia);

4) користувачі, що працюють у домашніх умовах із широким спектром вимог до якості обслуговування (від першої до третьої груп користувачів).

Це означає, що в міру розвитку мереж електров'язку буде спостерігатися істотна диференціація вимог користувачів до якості телекомунікаційних послуг, що надаються.

У розглянутих концепціях еволюції мереж електров'язку одним з основних аспектів є їх персоналізація, тісно пов'язана з розробкою МСЕ програми універсального персонального зв'язку (УПЗ). *Універсальний персональний зв'язок* надає послуги з необхідною користувачеві якістю шляхом набору персонального номера й може встановлюватися через кілька мереж (у тому числі для стаціонарних і мобільних користувачів) і залежить не від географічного положення користувача, а від можливостей його термінала, мережі і, в ряді випадків, від адміністрації мережі. Важливе значення для розуміння даної технології має основна термінологія, що використовується в УПЗ:

- мобільність термінала - здатність термінала забезпечувати доступ до послуг електров'язку при його різному поло-

женні (у тому числі в русі) і можливість мережі ідентифікувати й під'єднати такий термінал;

- персональна мобільність - можливість для користувача одержати доступ до послуг зв'язку на основі персонального ідентифікатора й можливості мережі забезпечувати послуги, відповідні даній категорії користувача;

- абонент УПЗ - людина (технічні засоби), яка одержує послуги УПЗ від імені одного або декількох користувачів УПЗ і яка відповідальна перед відповідною експлуатаційною адміністрацією мережі;

- користувач УПЗ - людина (технічний засіб), яка має доступ до послуг УПЗ і відповідний номер УПЗ;

- номер УПЗ - номер, який однозначно ідентифікує користувача УПЗ і застосовується для з'єднання з конкретним абонентом;

- категорія послуг УПЗ - дані, що містять усю інформацію, пов'язану з користувачем УПЗ, й забезпечують цьому користувачу послуги УПЗ;

- адміністративне керування викликом - можливість для користувача інформувати мережу про те, як обробляти вхідні виклики залежно від їх параметрів (номера абонента, що викликає, часу доби, виду виклику й т.ін.).

Для мереж УПЗ характерна комбінація двох принципів асоціації абонента: як точки під'єднання прикінцевого термінала і як термінала, що відповідає певній мережі зв'язку з рухомим об'єктом. Із цього випливає, що в мережах УПЗ співвідношення абонента і його номера буде найбільш правильним. Для надання можливості користувачеві передавати інформацію з будь-якого термінала і з будь-якої точки його ідентифікація повинна здійснюватися незалежно від термінала й точки під'єднання останнього.

Основні принципи побудови УПЗ наступні:

- персональна мобільність, що дозволяє користувачеві переміщатися між терміналами, встановлювати вихідні й вхідні з'єднання, передбачені категорією послуг;

- нарахування оплати й складання рахунків на основі ідентифікації користувача УПЗ, а не термінала й абонентської лінії;

- стандартизований доступ і процедури ідентифікації для надання послуг УПЗ повинні забезпечуватися на тих самих принципах через довільну множину мереж зв'язку;
- керування з боку користувачів і абонентів УПЗ, широкі можливості вибору видів обслуговування на основі персоніфікованої категорії послуг УПЗ;
- збереження конфіденційності переданої інформації, включаючи введення системи паролів і захист від під'єднання до діалогу третього користувача.

За оцінкою МСЕ, впровадження послуг УПЗ - досить тривалий процес, зумовлений технічними й соціальними проблемами. Послідовне впровадження даної технології пов'язане із проблемами розвитку таких елементів мереж електрозв'язку, як інтелектуальна мережа, стільникові мережі, організація доступу користувачів до мережі електрозв'язку за допомогою бездротових терміналів, створення високошвидкісних абонентських з'єднувальних ліній, створення інтегральних мереж персонального зв'язку, введення на мережах зв'язку загальноканалної сигналізації, розвиток концепції керування мережами зв'язку TMN (Telecommunication Management Network, система керування мережами операторів електрозв'язку) і т.ін.

На першому етапі створення УПЗ МСЕ розроблений перелік основних і додаткових послуг, орієнтованих на використання ТфЗК, В-ЦСІС, і стільникових мереж, тобто послуг, характерних для телефонних мереж. До додаткових послуг належать реєстрація вихідних і вхідних з'єднань на віддалений термінал, реєстрація вихідних з'єднань, реєстрація всіх з'єднань, індикація з'єднань, що стосуються УПЗ, залучення оператора до реалізації певних послуг, доступ до групи категорій послуг тощо.

Основними послугами (що надаються обов'язково) є реєстрація вхідних з'єднань, обслуговування вихідних з'єднань за заданим алгоритмом, введення системи паролів для аутентифікації користувачів УПЗ. Крім того, стандартизації підлягають обов'язкові й бажані (факультативні) види обслуговування. Нині розроблені рекомендації тільки за наступними факультативними видами обслуговування: передавання виклику від одного користувача УПЗ до іншого; передавання виклику при зайнятості або відсутності користувача, що викликається; індикація про появу

важливих для користувача викликів і т.ін. Очевидно, що весь перелік послуг електрозв'язку, у тому числі пов'язаних із розвитком інтелектуальних мереж, буде надаватися користувачам УПЗ.

Важливою проблемою при реалізації розглянутої мережі є проблема вибору системи нумерації. Як базовий обраний принцип нумерації всесвітньої телефонної мережі відповідно до рекомендації E.164, який покладений в основу рекомендацій E.168 при розв'язку цього завдання. Як систему сигналізації пропонується використовувати ЗКС №7.

Одним із найбільш складних завдань упровадження УПЗ є одержання оплати за надання послуг, які можуть замовлятися як безпосередньо користувачем, так і третьою особою. Додаткові складності при цьому пов'язані з мобільністю користувачів і необхідністю зберігання докладних відомостей про надані послуги.

Незважаючи на виникаючі проблеми, МСЕ, ETSI, а отже, і адміністрації зв'язку провідних країн розглядають концепцію УПЗ як один із перших прикладів інтеграції двох суперсистем електро- і радіозв'язку, що забезпечують обмін різною інформацією. При її реалізації важливе значення має забезпечення взаємодії відкритих систем, яке доцільно організовувати за принципами еталонної моделі.

Розділ 2

Методологічна основа побудови інфокомунікаційних мереж

2.1. Концепція побудови глобальної інформаційної інфраструктури як методологічна основа формування національних інформаційних інфраструктур

На рубежі ХХ-ХХІ ст. людство впритул підійшло до реалізації так званих граничних завдань в галузі розвитку телекомунікацій - глобалізації й персоналізації зв'язку.

Перше граничне завдання - глобалізація реалізується з 1993 р. у рамках концепції «Глобальна інформаційна інфраструктура» (Global Information Infrastructure, ГІІ) шляхом створення Глобальної цифрової телекомунікаційної мережі (ГЦТМ). У глобальну інформаційну інфраструктуру передбачається інтегрувати більшість національних і регіональних та абонентських мереж, що належать до їх складу, зв'язку країн світового співтовариства, що дозволить будь-якому абонентові користуватися різними послугами зв'язку в будь-якому місці земної кулі й у будь-який час.

Основними компонентами ГІІ названі:

- транспортна мережа у вигляді Ш-ЦСІС (В-ISDN), що містить як фіксовані, так і мобільні мережі;
- база даних послуг,
- мережа доступу;
- багатофункціональні високошвидкісні термінали користувачів.

Глобальна інформаційна інфраструктура являє собою комплексне рішення з розвитку індустрії телекомунікаційних і інформаційних послуг нового покоління у світовому масштабі. Глобальну інформаційну інфраструктуру можна розглядати у вигляді композиції (перехрестя) ряду базових технологій, інтегрування яких у рамках концепції ГІІ припускає якісні зміни умов діяльності й життя людини.

Пакет базових технологій ГІІ має наступні види індустрій:

- комп'ютерну;
- телекомунікаційну;
- побутових електронних приладів (consumer electronics);

- інформаційних додатків або сервісів, що називаються також індустрією змістових сервісів або додатків (content or application industry).

При цьому важливою особливістю комбінацій базових технологій, що відповідають вимогам концепції ГП, є їх погодженість, цілісність і завершеність у тому розумінні, що дані комбінації технологій визначають цілісні сценарії надання послуг (сервісів) кінцевому користувачеві.

У наш час сформована потужна міжнародна кооперація з розробки стандартів і принципів створення технологій ГП. Розроблена велика програма робіт зі стандартизації ГП, що включає кілька десятків високопріоритетних проектів, виконання яких здійснюється форсованими темпами. Загальна стратегія практичного втілення ГП в життя припускає еволюційний шлях розвитку, тобто побудова ГП на основі вже існуючих систем і технологій за допомогою їх послідовної модернізації й інтеграції на базі нових принципів і стандартів. Зокрема, потенційними сервісами ГП можуть служити послуги сучасної телефонії, послуги передавання даних і сервіси додатків мережі Інтернет.

На сьогоднішній день є цілий ряд визначень ГП. Розглянемо одне з них.

Під *Глобальною інформаційною інфраструктурою* слід розуміти глобальне інтегроване середовище телекомунікаційних і інформаційних сервісів (послуг), що характеризується:

- безперервною в просторі й у часі фізичною доступністю сервісів ГП, тобто можливістю доступу до ГП в будь-який момент часу й у будь-якій точці географічного простору;

- технічною простотою доступу до ГП, що реалізується за допомогою використання спеціалізованих інформаційних пристроїв (приладів, терміналів) введення/виведення нового покоління ІА (Information Appliances);

- загальною доступністю сервісів ГП, насамперед за вартістю послуг, що дозволяє потенційно кожній людині за прийнятну плату мати необхідний доступ до інформаційних і телекомунікаційних сервісів ГП;

- гарантованістю забезпечення необхідної якості обслуговування й захисту інформації при використанні послуг ГП;

- великим асортиментом вибору прикладних послуг, що охоплюють усі наявні види інформації: аудіо, відео, графічну, динамічну графіку, дані, документи гіпермультимедіа;

- функціонуванням на основі досягнення широкої міжнародної згоди за загальними принципами керування доступом до ресурсів ГП, що базується на безшовному з'єднанні взаємозалежних інтероперабельних комунікаційних мереж, комп'ютерного устаткування, інформаційних баз даних і інформаційних терміналів.

Для опису й аналізу властивостей ГП застосовується певний набір моделей, за допомогою яких об'єкт дослідження розглядається з різних поглядів. Розглянемо деякі модельні зображення ГП.

Глобальна інформаційна інфраструктура являє собою надзвичайно складну комплексну технологію. Фахівці, що займаються даною проблемою, дійшли висновку, що для специфікації технологій ГП не можливо обійтися деякою єдиною еталонною моделлю. Тому для цілей специфікацій властивостей, послуг, принципів функціонування, організаційної структури та інших аспектів ГП використовується цілий набір різного роду моделей.

Найбільш загальною моделлю користувачького бачення ГП слугує її зображення у вигляді середовища, що наповнює життєвий простір та реалізує наступні основні функції:

- акумулювання й інтеграцію різноманітних інформаційних, комунікаційних, проблемно-орієнтованих послуг, включаючи, зокрема, такі прикладні сервіси, як електронна пошта, відеоконференції, телемаркетинг, телемедицина, дистанційна освіта й т.ін.;

- забезпечення гарантованого персонального доступу до сервісів і ресурсів ГП незалежно від часу й місця знаходження споживача за допомогою застосування інтелектуальних інформаційних приладів, в якості яких можуть використовуватися різні термінали, пристрої введення/виведення даних, комунікаційні прилади, устаткування з обробки інформації, а також їх комбінації;

- усі організаційно-технологічні аспекти, необхідні для підтримки функціонування ГП.

При цьому компонентами мережної інфраструктури ГП можуть бути різні типи сучасних мережних технологій, інтегрованих в єдине всеосяжне телекомунікаційне середовище. Наприклад, мережними компонентами ГП можуть бути системи вузькосмугової й широкосмугової цифрової мережі з інтеграцією служб (N-ISDN, B-ISDN); мережі пакетної комутації (PSDN – Public switched data network); мережі кабельного телебачення (CATV); сучасні локальні мережні технології (LAN) і ін.

Для більш детального опису ГП застосовується метод функціональної декомпозиції (на противагу фізичному зображенню), за допомогою якого визначається функціональна структура ГП, що складається з наступних функціональних рівнів:

- мережної інфраструктури (Network infrastructure) – найнижчого рівня;
- програмного забезпечення - середнього рівня (Middleware);
- рівня додатків (Application).

Мережна інфраструктура надає надійний сервіс для транспортування різних видів інформації, включаючи дані, текст, факсимільні повідомлення, аудіо- і відеоінформацію, документи гіпермультимедіа, графічні образи, різні інформаційні контейнери. Вона будується з різноманітних типів мереж, за допомогою яких реалізується доступ користувачів до ресурсів ГП. Мережі, інтегровані в інфраструктуру ГП, можуть мати свою власну, більш детальну структуру. Мережна інфраструктура ГП охоплює також мережі кінцевих користувачів, так звані користувацькі (домашні) мережі (customer premises network).

Середній рівень має функції, які реалізують універсальні сервіси, що використовуються багатьма додатками. До характерних функцій програмного забезпечення середнього рівня належать засоби забезпечення захисту інформації, служба довідника, служба імен, сервіси керування даними, облік вартості обслуговування (білінг) і т.ін.

Рівень додатків охоплює широкий спектр мережних і інформаційних проблемно-орієнтованих послуг (сервісів), надання яких користувачеві й становить основне призначення ГП. Раніше згадувалися приклади таких сервісів. Ще раз зазначимо

найбільш відомі з них, а саме: електронну пошту, телефонний сервіс, відеоконференції, телемаркетинг, телемедицину, інтерактивне передавання мови й відеоданих, оперативний пошук розподілених документів гіпермультимедіа.

Наступним кроком розкриття функціональної структури ГП є опис композицій груп однорідних функцій. У звіті R60 надано три такі моделі, які називають моделями функціонального групування (Functional groupings). Перша модель має чотири групи функцій, упорядкованих за наступними рівнями абстракції:

1. Мережний рівень (Network Level) - найнижчий:

- містить мережі комутації, транспортні мережі, користувацькі мережі;
- забезпечує сервіс транспортування інформації між прикінцевими системами;
- забезпечує підтримку мережного керування.

2. Рівень організації роботи мережної інфраструктури (Networking Level):

- моделює логічні мережі, включаючи відповідні засоби адміністративного керування роботою мереж, засоби керування з'єднаннями й сервісами;
- має засоби комплексування й організації спільної роботи різнотипних мережних технологій;
- забезпечує різні функції для керування роботою нижнього мережного рівня.

3. Рівень сервісу (Service Level):

- реалізує функції обробки, зберігання й розподілу інформації;
- надає функції виклику додатків і керування ними;
- здійснює підтримку мультимедіа технологій.

4. Рівень додатків (Application Level) містить увесь спектр прикладних послуг, що надаються ГП.

Наступний рівень деталізації опису властивостей ГП займають так звані функціональні (Functional) моделі. Такі моделі визначають склад функціонально-орієнтованих систем (елементів ГП), що належать до мережної інфраструктури, і стекову архітектуру функціональних модулів, що реалізуються цими системами.

Прикладами таких елементів ГП можуть служити:

- прикінцеве устаткування користувачів EUE (End User Equipment), наприклад інформаційні прилади IA (Information Appliances);
- мережі доступу до ядра мережної інфраструктури ГП (Access Network);
- мережі ядра інфраструктури ГП (Core Network);
- користувацькі (домашні) мережі (Customer Premises Network);
- сервери додатків (Application Server);
- сервери брокерських послуг (Brokerage Server) та ін.

Стекові структури функціональних модулів залежать від типу систем, за допомогою яких вони реалізуються. Так, наприклад, для прикінцевої системи такий стек складається з наступних п'яти рівнів модулів:

1) транспортного (transport), що забезпечує базовий сервіс транспортування даних;

2) керування транспортом (transport control), що реалізує розширені функції мережного керування, наприклад керування віртуальними мережами;

3) навігації (navigation), що забезпечує функціональність, пов'язану з пошуком і переміщенням інформації в мережі за запитами користувачів;

4) форматування інформації, призначеної для реконфігурації даних при використанні багатьох форматів подання даних, а також забезпечення виведення інформації в термінах елементів кінцевого користувача;

5) власне додатків (application).

Для мережних елементів інфраструктури ГП стек має тільки два модулі найнижніх рівнів.

2.1.1. Методологія побудови сценаріїв глобальної інформаційної інфраструктури

Глобальна інформаційна інфраструктура являє собою об'єднання багатьох типів технологій, зокрема комунікаційних, зберігання й обробки інформації. Тому при аналізі й проектуванні конкретних сервісів доводиться розглядати композиції взаємозалежних функцій, систем і технологій.

Поняття сценарію вводиться насамперед як графічне зображення конфігурацій функціональних і мережних елементів ГП, а також їх взаємозв'язків. Фактично мова сценаріїв, що застосовується для опису технологій ГП і їх взаємозв'язків, являє собою деяку схемотехнічну мову.

По суті, апарат сценаріїв, як і апарат профілів, призначений для функціональної стандартизації технологій ГП, але має більшу гнучкість, особливо за умови, коли створення базових стандартів ГП ще не завершено.

Слід підкреслити, що сценарії розглядаються як елементи стандартизації, і одне із завдань організацій, відповідальних за стандартизацію ГП, полягає в тому, щоб розробити й супроводжувати банк стандартних сценаріїв, що описують типові розв'язки щодо комплексування технологій ГП. При цьому мова сценаріїв розглядається також як методологічний засіб, який буде сприяти систематизації, класифікації й стандартизації аспектів, пов'язаних із ГП.

Розглянемо деякі поняття й приклади використання мови специфікації сценаріїв.

Спочатку розглянемо склад базових типів елементів мови. Основними з них є:

- комутуючий елемент мережної інфраструктури ГП - мережний комутатор (backbone switching network);
- локальна комутована мережа (local switching network);
- мережа локального розповсюдження (local distribution network);
- кінцева мережа шляху доступу (final distribution or drop network);
- користувацька (об'єктна) мережа (customer premises network);
- інформаційні прилади (information appliances);
- мережі доступу до ядра мережної інфраструктури ГП (access network);
- мережі ядра інфраструктури ГП (core network).

Склад зазначених вище елементів ГП відображає підхід до структурування мережної інфраструктури ГП, при якому вводиться деяка типова структура мережного доступу. У загальному випадку при взаємодії через ГП прикінцевих систем,

наприклад двох пристроїв IA-a й IA-b, шлях мережного доступу буде мати наступні мережні елементи:

IA-a ↔ premises network ↔ access network ↔ core network
↔ access network ↔ premises network ↔ IA-b.

У свою чергу кожний з мережних елементів також може структуруватися. Так, наприклад, структура мережі доступу до мережного ядра ПІ (access network) у загальному випадку складається з наступних мережних елементів:

- локальна комутована мережа;
- приватні мережі локального застосування, у тому числі віртуальні;
- мережі однорідних груп користувачів.

У даному підході різняться загальні або родові елементи сценаріїв, відповідні загальним типам об'єктів, і їх екземпляри, що конкретизують типи елементів аж до вказівки посилань на конкретні стандарти, які ці елементи повинні задовольняти. Цей принцип поширюється на типи інтерфейсів, функціональні блоки, а також на самі сценарії.

Мова сценаріїв і методологія розробки сценаріїв використовують наступний набір основних понять і відповідних їм скорочень:

- інтерфейс доступу до мережі ANI (Access-Network Interface), який являє собою інтерфейс між локальною мережею й мережею доступу;
- інформаційний пристрій або прилад - загальний термін для термінальних пристроїв (пристроїв введення/виведення), що використовуються сервісними додатками IA (Information Appliance). Прикладами таких пристроїв можуть бути організатори комунікатори, комп'ютери, телефонні апарати, телевізійні приймачі й т.ін.;
- модуль або функція AU (Adaptation Unit), що здійснює сполучення конкретного інформаційного пристрою зі стандартним інтерфейсом користувацької мережі (On-Premise Interface, OPI);
- інтерфейс AI (Adaptation Interface,) між адаптером і інформаційним пристроєм;
- інтерфейс DDI (Drop-Distribution Interface) між мережею локального поширення й кінцевою мережею, до якої під'єднується користувацька мережа;

- будь-який елемент, під'єднаний до ГП (GP Element, або Element), наприклад мережа, комутатор, сервер додатків, інформаційний пристрій тощо;
- інтерфейс NNI-A (Network-to-Network Interface Type A) між комутаторами глобальної мережі й місцевою (локальною) мережею;
- інтерфейс NNI-B (Network-to-Network Interface Type B) між двома рівноправними комутаторами глобальних мереж;
- інтерфейс PAI (Premise-Attachment Interface) між зовнішньою мережею й внутрішньою мережею користувача або встаткуванням користувача;
- інтерфейс OPI (On-Premise Interface) між користувацькою (об'єктною) мережею й інформаційним пристроєм;
- набір описів протоколів - кваліфікатор (Qualifier).

Розглянемо коротко принципи побудови сценаріїв. Мова сценаріїв містить наступні основні графічні елементи, за допомогою комбінації яких описуються конфігурації технологій ГП:

- елементи (мережі, інформаційні пристрої), що зображуються у формі еліпса, всередині якого міститься тип зображуваного об'єкта;
- функціональні модулі, що зображуються прямокутниками, всередині яких міститься назва реалізованої функції або тип додатка;
- інтерфейси, що зображуються зафарбованим колом, розділеним рисою - межею взаємодії елементів, при цьому над зображенням інтерфейсу міститься текстовий рядок із типом інтерфейсу, а під колом інтерфейсу може міститися кваліфікатор, за допомогою якого специфікуються протоколи, що реалізують даний інтерфейс;
- зв'язки між взаємодіючими елементами зображуються суцільними лініями, у розриві яких містяться зображення відповідних інтерфейсів;
- логічні зв'язки або асоціації, на які також можуть накладатися графічні символи інтерфейсів.

Побудовані перерахованими вище засобами сценарії дозволяють наочно уявляти складні конфігурації елементів, інтерфейсів і сервісів. Водночас сценарії, в яких конкретизуються типи компонентів указівкою посилань на стандарти відповідних їм технологій, являють собою спосіб комплексу-

вання наборів технологій і сервісів, а також їх точної специфікації. Сценарії можуть також використовуватися як базові документи в організаційних процесах при розробці стандартів і, власне, технологій ГП.

2.1.2. Приклади сценаріїв глобальної інформаційної інфраструктури

У даному розділі надано приклади сценаріїв, що базуються на методології, наведеної в Рекомендації МСЕ-Т Y.120, і в першу чергу спрямованих на забезпечення послуг із передавання мови, даних і відеоінформації.

На рис. 2.1 зображена опорна модель. Основними компонентами опорної моделі є:

- функція обслуговування, наприклад відеосервер і провайдер послуг відеозв'язку під час передавання відеоінформації, маршрутизатор IP і місцевий постачальник Інтернет-послуг,
- базова мережа, наприклад, мережа телезв'язку, PSTN, N-ISDN, B-ISDN;
- локальна мережа, наприклад мережа CATV, ADSL/VDSL, волоконно-оптична мережа, RITL, супутникова й та, що містить мережі доступу, як описано в Рекомендаціях Y.120;
- мережа в приміщеннях користувача (Customer Place Network, CPN), наприклад пристрій доступу, ТВ (телевізор), ПК (персональний комп'ютер), ТФ (телефон), бездротовий ТФ.

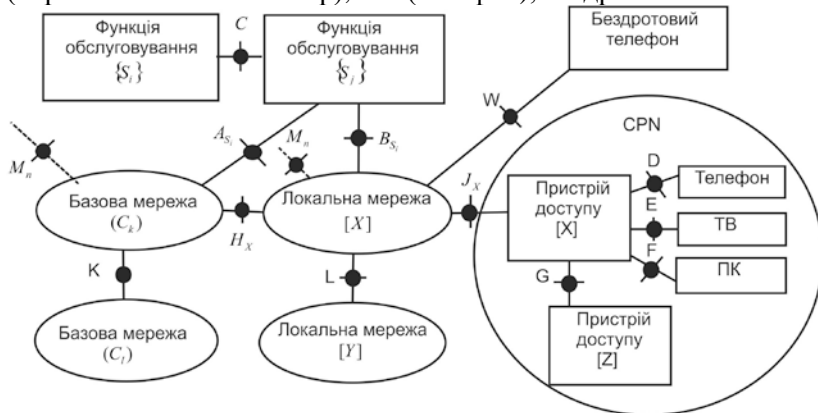


Рис. 2.1. Опорна модель сценаріїв

На рисунку введені наступні позначення:

$\{S_i\}$, $\{S_j\}$ - вид обслуговування;

(C_k) , (C_l) - технічні засоби в базовій мережі;

$[X]$, $[Y]$ - технічні засоби локальної мережі (техніка доступу);

Точки інтерфейсу:

A_{S_i} - між функцією обслуговування й базовою мережею (s - вид обслуговування);

B_{S_i} - між функцією обслуговування й локальною мережею;

C - між функціями обслуговування;

W - термінальний інтерфейс для бездротового ТФ;

D - термінальний інтерфейс для ТФ;

E - термінальний інтерфейс для ТВ;

F - термінальний інтерфейс для ПК;

G - між пристроями доступу;

H_x - між базовою мережею й локальною мережею (x - вид технології доступу);

J_x - між локальною мережею й CPN;

K - між базовими мережами;

L - між локальними мережами;

M_n - між базовою локальною мережею й мережею керування (n - вид мережі).

На рис. 2.2-2.12 наведено сім сценаріїв, що використовують наступні інтерфейси:

A_{video} - провайдер послуг відеозв'язку до мережного інтерфейсу PSTN/ISDN;

B_{video} - міжмережний інтерфейс між супутниковою мережею й кабельною розподільчою мережею;

H_{CATV} - міжмережний інтерфейс кабельної розподільчої мережі PSTN/ISDN;

$H_{PSTN=ISDN}$ - міжмережний інтерфейс між базовою мережею PSTN/ISDN і локальною мережею;

J_{CATV} - інтерфейс кабельної розподільчої мережі;

$J_{PSTN=ISDN}$ - міжмережний інтерфейс між локальною мережею PSTN/ISDN і мережею доступу.

Сценарій 1. Забезпечення послуг із передавання мови/даних/відеоінформації за допомогою існуючої інфраструктури.

Питання, які описуються в цьому сценарії (рис. 2.2), містять у тому числі й такі: чи можна використовувати інтерфейс для передавання з номінальною швидкістю (BRI), інтерфейс для передавання з первинною швидкістю (PRI) або систему сигналізації №7 у точці інтерфейсу, позначеної як H_{CATV} , і наступні імплікації для інтерфейсу в точках J_{CATV} , D і F . Інтерфейс H_{CATV} можна реалізувати через інтерфейс для передавання з номінальною швидкістю або інтерфейс для передавання з первинною швидкістю.

Компоненти:

- функція обслуговування - провайдер послуг із передавання відеоінформації;
- базова мережа - PSTN або ISDN;
- локальна мережа - кабельна розподільча мережа;
- CPN - термінальні пристрої (ТВ, ПК, ТФ), пристрою доступу до CATV.

Висхідний потік інформації, необхідний для інтерактивного передавання відеоінформації, одержують від інтерфейсів D і F у приміщенні користувача (залежно від використання ТФ або ПК) або за допомогою інтерфейсів:

а) $J_{PSTN=ISDN}$ і H_{CATV}

б) $J_{PSTN=ISDN}$ і $A_{відео}$.

На рис. 2.2 наведено забезпечення послуг передавання мови/даних двосторонніми кабельними мережами з використанням PSTN або ISDN з інтерфейсами мережного керування. При цьому висхідний потік інформації для інтерактивного передавання відеоінформації забезпечується за допомогою дво-

сторонньої кабельної розподільчої мережі від J_{CATV} до розподільвача. Крім того, звичайне двостороннє телефонне передавання й передавання даних також забезпечуються за допомогою кабельної розподільчої мережі через інтерфейс H_{CATV} до мережі телекомунікацій.

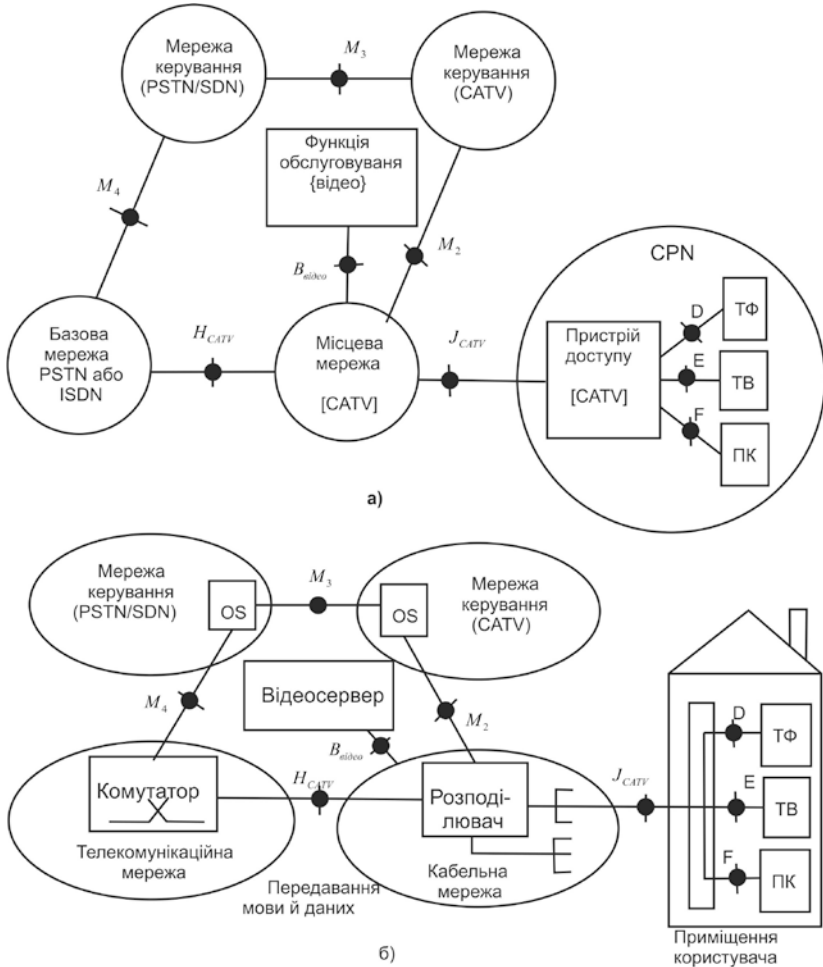


Рис. 2.2. Сценарій 1 (перший варіант): а – логічне зображення; б – фізичне зображення

У випадку, коли наявні засоби ширококомовлення (рис. 2.3), то за допомогою цих засобів може забезпечуватися спадний інформаційний потік із висхідним потоком, що здійснюється через кабельну розподільчу мережу. Розподільювач може забезпечувати комутацію, і в цьому випадку, як варіант, можливо також застосування системи сигналізації №7 для керування/сигналізації й транспортування через відповідну систему передавання.

Компоненти:

- функція обслуговування - провайдер послуг з передавання відеоінформації;
- базова мережа - PSTN або ISDN;
- локальна мережа - кабельна, супутникова;
- потрібна локальна мережа для PSTN або ISDN;
- CPN - термінальні пристрої (ТВ, ПК, ТФ), пристрої доступу до PSTN або ISDN, CATV, SAT.

Дана область підлягає подальшому вивченню. Основна мета дій зі стандартизації полягає як у визначенні функціональних вимог до системи розподілу для загального вузла доступу ГП, так і у визначенні інтерфейсу між базовою мережею й розподільювачем, наприклад шляхом застосування АТМ на основі гібридного волоконно-оптичного коаксіального з'єднання (Hybrid fiber-coaxial, HFC).

Інтерфейси системи керування мережею як приклад наведені на рис. 2.2. Такі інтерфейси могли би бути використані й в інших сценаріях. Позначення інтерфейсу M_n і інших ґрунтуються на термінології Форуму з АТМ.

Інтерфейс M_n необхідний для керуючих інформаційних потоків системи експлуатації й технічного обслуговування мережі (ОАМ) між розподільювачем CATV і комутатором N-ISDN/PSTN.

Інтерфейс M_n можна розглядати як частину інтерфейсу H_{CATV} . Деталі роботи інтерфейсу M_n підлягають подальшому вивченню.

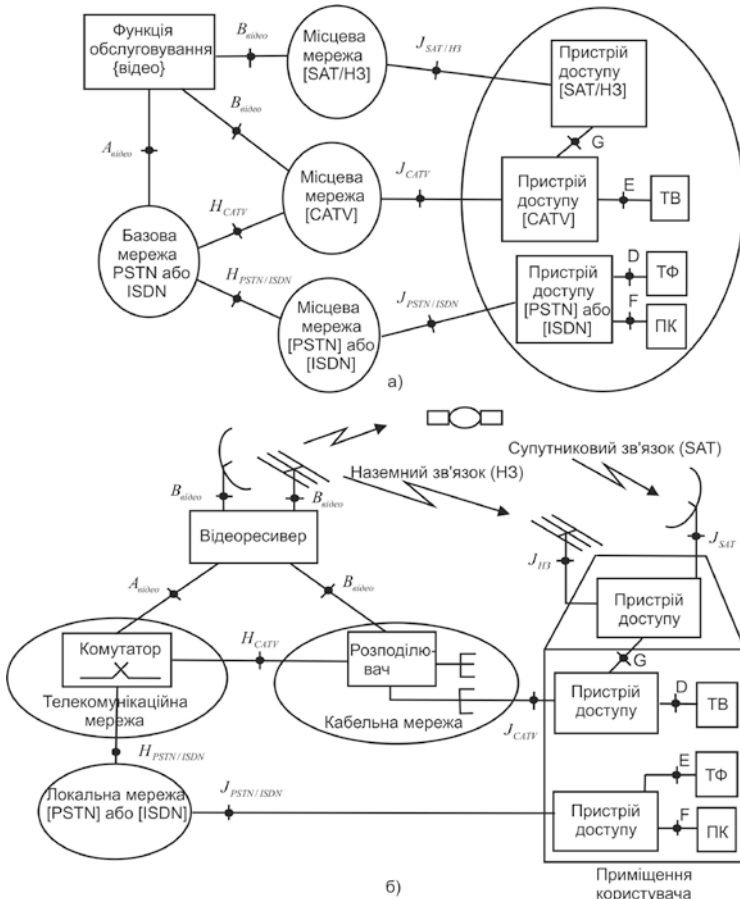


Рис. 2.3. Сценарій 1 (другий варіант): а – логічне зображення; б – фізичне зображення

Сценарій 2. Забезпечення послуг із передавання мови/даних/відеоінформації з кабельних мереж із використанням В-ISDN.

На рис. 2.4 розглядається сценарій забезпечення послуг із передавання мови/даних через односторонні кабельних мережі з використанням В-ISDN з незалежними каналами керування.

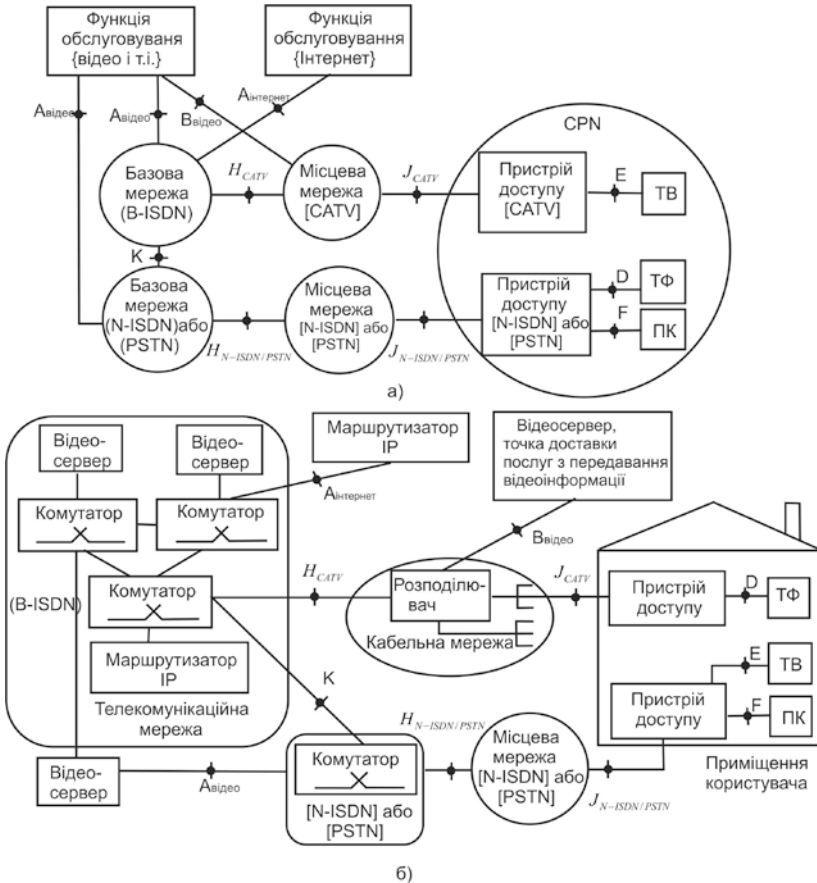


Рис. 2.4. Сценарій 2 (перший варіант): а – логічне зображення; б – фізичне зображення

Компоненти:

- функція обслуговування: відеосервер, точка доставки послуг із передавання відеоінформації;
- базова мережа - N-ISDN, PSTN або B-ISDN;
- локальна мережа - кабельна розподільча мережа;
- потрібна локальна мережа для PSTN або N-ISDN;
- CPN - термінальні пристрої (ТВ, ПК, ТФ), пристрої доступу до N-ISDN, PSTN або CATV.

Інтерфейс M_2 необхідний між CATV і операційною системою (OS) мережі CATV. Як інтерфейс M_2 може підійти інтерфейс Q_3 .

Інтерфейс M_3 потрібний між операційною системою OS_S мереж N-ISDN/PSTN і CATV. У випадку, коли використовуються мережі кабельного телебачення й N-ISDN/PSTN, може застосовуватися інтерфейс Q_3 . Якщо дві мережі належать різним операторам, то як інтерфейс M_3 може застосовуватися інтерфейс X .

Послуги з передавання відеоінформації можуть надаватися в приміщенні користувача:

а) від $B_{відео}$ через J_{CATV} або

б) від відеосерверів через H_{CATV} до розподілювача й потім через J_{CATV} .

Обмін керуючою інформацією для відеосерверів може здійснюватися:

а) через $H_{N-ISDN=PSTN}$ і $A_{відео}$ до відеосервера й/або до розподілювача через H_{CATV} ;

б) через $J_{N-ISDN=PSTN}$ до відеосервера й/або до розподілювача через H_{CATV} .

На рис. 2.5 зображена конфігурація, подібна до зображеної на рис. 2.3, за винятком того, що розглядається В-ISDN.

Компоненти:

- функція обслуговування - відеосервер, маршрутизатор IP;

- базова мережа - В-ISDN;

- локальна мережа - кабельна розподільча мережа;

- CPN - термінальні пристрої (ТВ, ПК, ТФ), пристрої доступу до CATV.

У цьому сценарії послуги з передавання відеоінформації можуть доставлятися в приміщення користувача або через інтерфейс $B_{відео}$, або через інтерфейс H_{CATV} . Крім питань і проблем, що розглядаються на рис. 2.3, виникає питання, чи є сумісними ці дві реалізації відеопослуги й чи не може їх забезпечити один інтерфейс E . Подібні міркування виникають, якщо в приміщенні користувача передбачається надання послуги відеофона (наприклад, в охоронних периметрах).

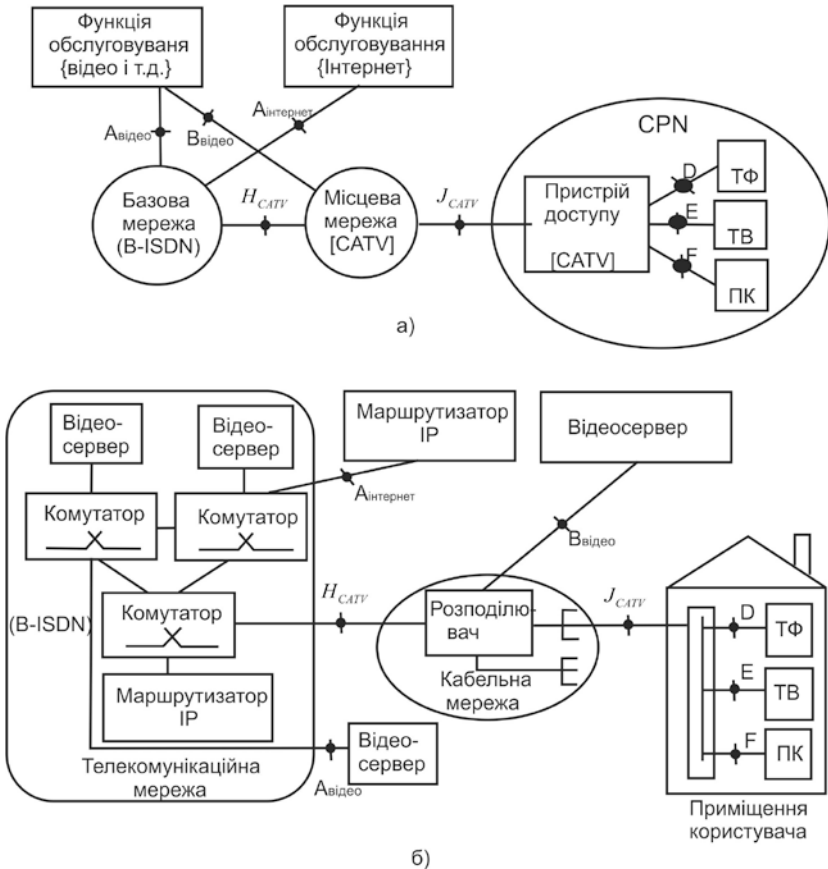


Рис. 2.5. Сценарій 2 (другий варіант): а – логічне зображення; б – фізичне зображення

Сценарій 3. Використання ADSL або VDSL для забезпечення смуги, необхідної для передавання відеоінформації по мідних парах.

Метод передавання сигналів з відносно широкою смугою (1,5- 50 МГц) через існуючі локальні мережі, що використовують мідні пари, діє тільки на порівняно невеликих відстанях. Стандартизовані асиметричні цифрові абонентські лінії (ADSL) мають швидкість передавання в спадному потоці (до абонента) до 8,192 Мбіт/с, а у висхідному потоці до 640 кбіт/с.

При швидкості передавання в спадному потоці 2 Мбіт/с дальність може доходити до 5 км залежно від параметрів кабелю. Зі збільшенням швидкості передавання дальність зменшується. Надвисокі швидкості передавання для цифрової абонентської лінії VDSL розробляються на швидкостях 25-50 Мбіт/с (спадний потік), але це для більш коротких відстаней (50-500 м). У цьому випадку використовується волоконно-оптична лінія для передавання до крос-з'єднання у локальній мережі перед перетворенням іншої частини з'єднання на мідний дріт.

На рис. 2.6 зображено один із варіантів інформаційних потоків.

Компоненти:

- функція обслуговування - відеосервер;
- базова мережа - B-ISDN, N-ISDN;
- місцева мережа - ADSL, VDSL;
- CPN - термінальні пристрої (ТВ, ПК, ТФ), пристрої доступу до ADSL, VDSL.

Послуги з передавання відеоінформації можуть бути надані користувачеві в приміщенні:

а) від B_{video} через J_{ADSL}

б) від відеосерверів через інтерфейси B_{video} , H_{VDSL} , і H_{ADSL} до стійки й потім через J_{VDSL} або

в) від відеосерверів через A_{video} й H_{ADSL} до стійки й потім через J_{ADSL} .

Обмін керуючою інформацією для надання послуг із передавання відеоінформації може здійснюватися:

а) через J_{ADSL} до відеосервера через B_{video} ,

б) через J_{VDSL} , H_{VDSL} , H_{ADSL} і B_{video} до відеосервера або

в) через J_{VDSL} , H_{VDSL} , і A_{video} до відеосервера.

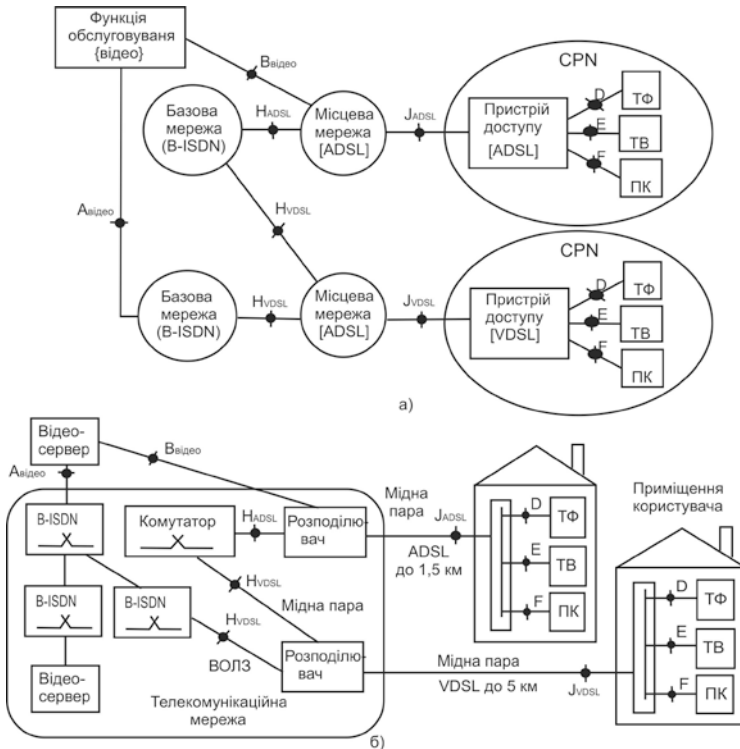


Рис. 2.6. Сценарій 3: а – логічне зображення;
 б – фізичне зображення

Сценарій 4. Сценарій доступу з використанням волоконно-оптичної лінії.

На рис. 2.7 зображені інформаційні потоки при використанні волоконно-оптичної лінії.

Компоненти:

- функція обслуговування - відеосервер, маршрутизатор IP;
- базова мережа - B-ISDN;
- локальна мережа – FTTH (Fiber to the Home, волокно до квартири), FTTC (Fiber to the Curb, волокно до мікрорайону), FTTB (Fiber to the Building, волокно до будівлі);
- CPN - термінальні пристрої (ТВ, ПК, ТФ), пристрої доступу до FTTH, FTTC, FTTB.

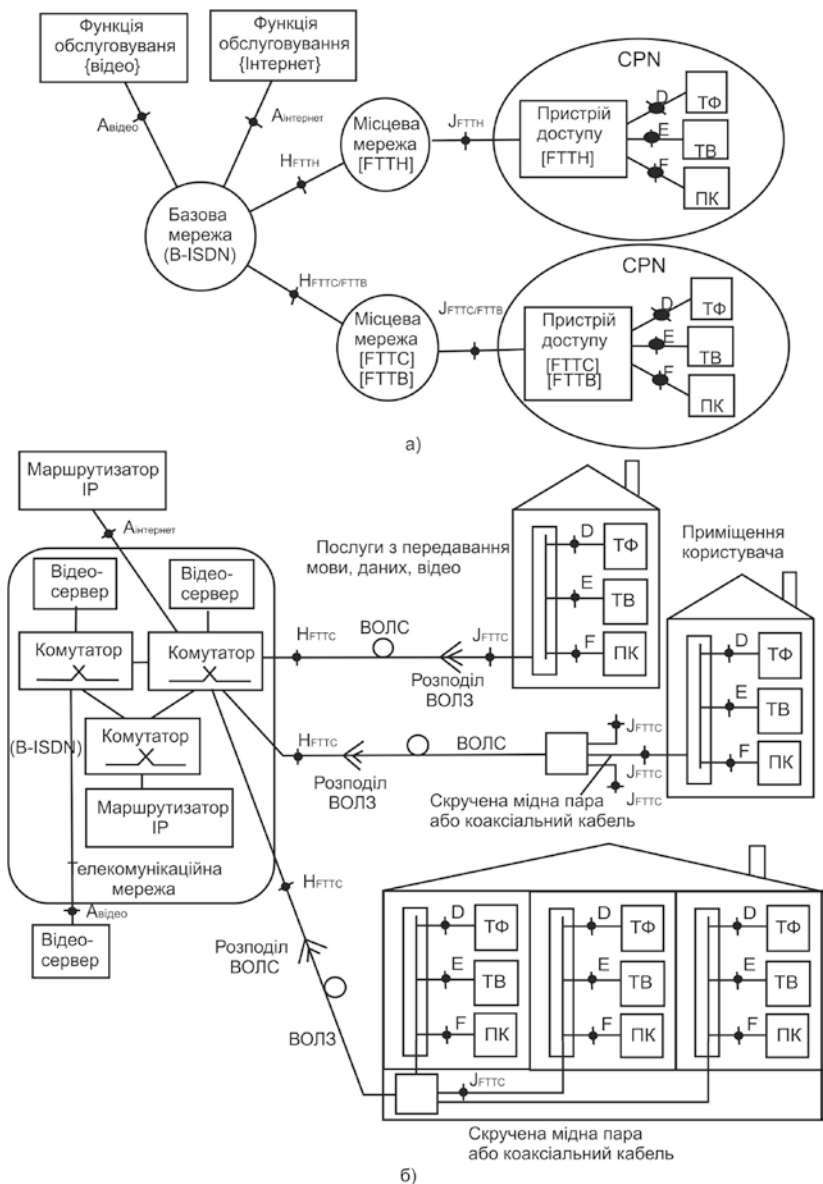


Рис. 2.7. Сценарій 4: а – логічне зображення;
б – фізичне зображення

Послуги з надання відеоінформації можуть надходити до приміщення користувача:

- а) з A_{video} через H_{FTTH} і J_{FTTH} або
- б) з A_{video} через H_{FTTC} і J_{FTTC} .

Обмін керуючою інформацією для надання послуг із передавання відеоінформації може здійснюватися:

- а) через J_{FTTH} і H_{FTTH} A_{video} до відеосервера;
- б) через J_{FTTC} і H_{FTTC} і A_{video} до відеосервера.

Сценарій 5. Використання радіозв'язку у локальній лінії. Передавання мови/даних для користувача здійснюється з використанням засобів доступу оператора локальної мережі (рис. 2.8).

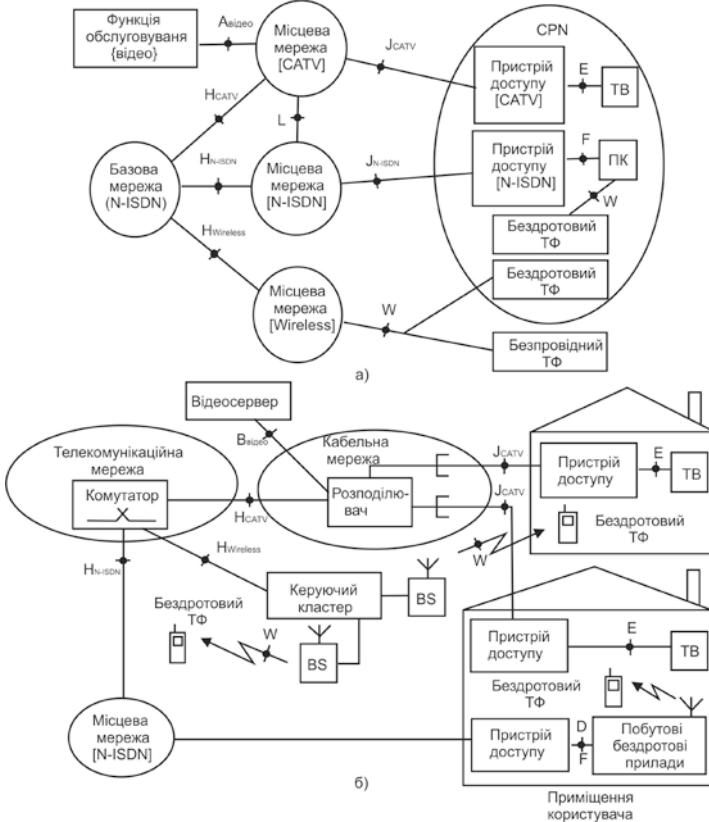


Рис. 2.8. Сценарій 5 (перший варіант): а – логічне зображення; б – фізичне зображення

Ці засоби можуть бути як бездротовими, так і провідними лініями (в останньому випадку доцільно, щоб користувач мав телефонний термінал, якщо домашнє бездротове устаткування приєднане до провідної лінії доступу).

Компоненти:

- функція обслуговування - послуги з передавання відеоінформації;
- базова мережа - N-ISDN;
- локальна мережа - кабельна, розподільча мережа, бездротова (радіо)мережа;
- необхідна локальна мережа для N-ISDN;
- CPN: термінальні пристрої (ТВ, ПК, ТФ бездротовий), пристрої доступу до CATV, N-ISDN.

Послуги з передавання відеоінформації забезпечуються за допомогою стаціонарної, розгорнутої в приміщеннях кабельної мережі (див. опорну точку CATV) Наприклад, на рис. 2.7 кінцевий користувач може взаємодіяти з розподільвачем (тобто вибрати конкретний фільм при послугах «відео за запитом»), надсилаючи відповідні керуючі дані через опорну точку N-ISDN. Комутатор загального користування інтерпретує ці команди, постійно робить підказки користувачеві й видає команди розподільвачу через опорну точку H_{CATV} . Перевага такого підходу полягає в повторному використанні існуючої інфраструктури (тобто можливостей на рівні керування й передавання по дротах і в бездротовому режимі).

На рис. 2.9 зображена конфігурація локальної й базової мереж при використанні ліній радіозв'язку. Як бачимо, послуги з передавання мови/даних і відеоінформації можуть забезпечуватися за допомогою місцевої лінії зв'язку, яка ефективно пов'язана із вхідною мобільною системою зв'язку IMT-2000 (International Mobile Telecommunications 2000. Міжнародною мобільна система зв'язку) і стаціонарною бездротовою місцевою лінією зв'язку (Wireless local loop, WLL) як у сільських, так і в міських районах.

Компоненти:

- функція обслуговування - передавання мови/даних відеоінформації;
- базова мережа - N-ISDN, B-ISDN;

- локальна мережа - бездротова (радіо)мережа;
- CPN - термінальні пристрої (ТВ, ПК, бездротовий ТФ), пристрої доступу до WLL.

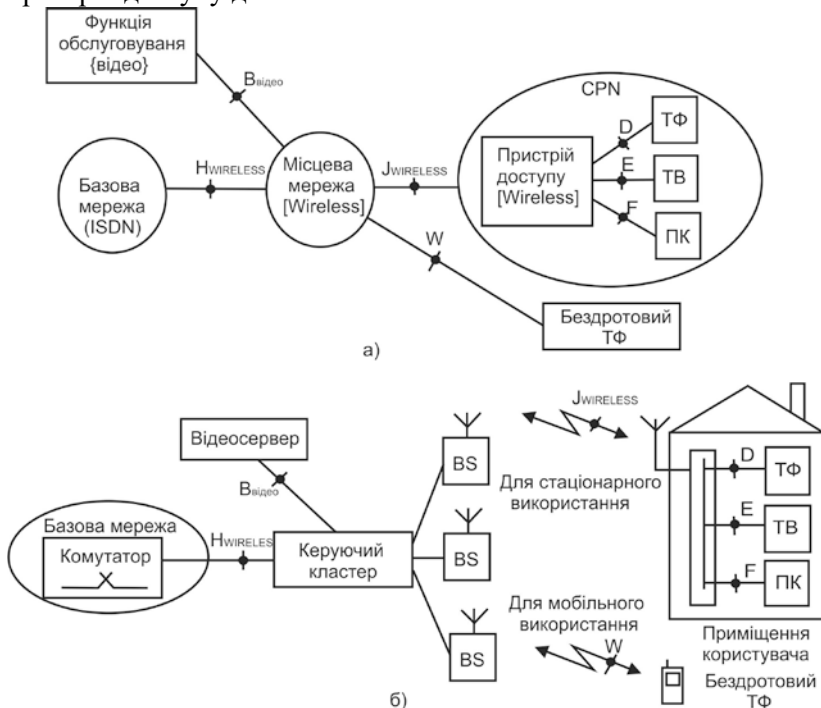


Рис. 2.9. Сценарій 5 (другий варіант): а – логічне зображення; б – фізичне зображення

Послуги з передавання відеоінформації можуть доставлятися в приміщення користувача від $V_{\text{відео}}$ до керуючого кластера й потім через J_{WIRELESS} .

Послуги з надання відеоінформації можуть доводитися до приміщення користувача:

- а) з $A_{\text{відео}}$ через J_{FTTH} і H_{FTTH} або
- б) з $A_{\text{відео}}$ через J_{FTTC} і H_{FTTC}

Обмін керуючою інформацією для надання послуг із передавання відеоінформації може здійснюватися:

- а) через J_{FTTH} і H_{FTTH} і $A_{\text{відео}}$ до відеосервера;
- б) через J_{FTTC} і H_{FTTC} і $A_{\text{відео}}$ до відеосервера.

Сценарій 6. Доступ із використанням супутників. У цьому сценарії описуються послуги В-ISDN, Інтернету й мобільного зв'язку, які підтримуються мережами й трактами супутникового зв'язку, за допомогою яких вони можуть доставлятися до приміщення користувача (рис. 2.10). Крім того, послуги з передавання відеоінформації й широкомовних програм через супутник описуються в сценарії 1, другий варіант.

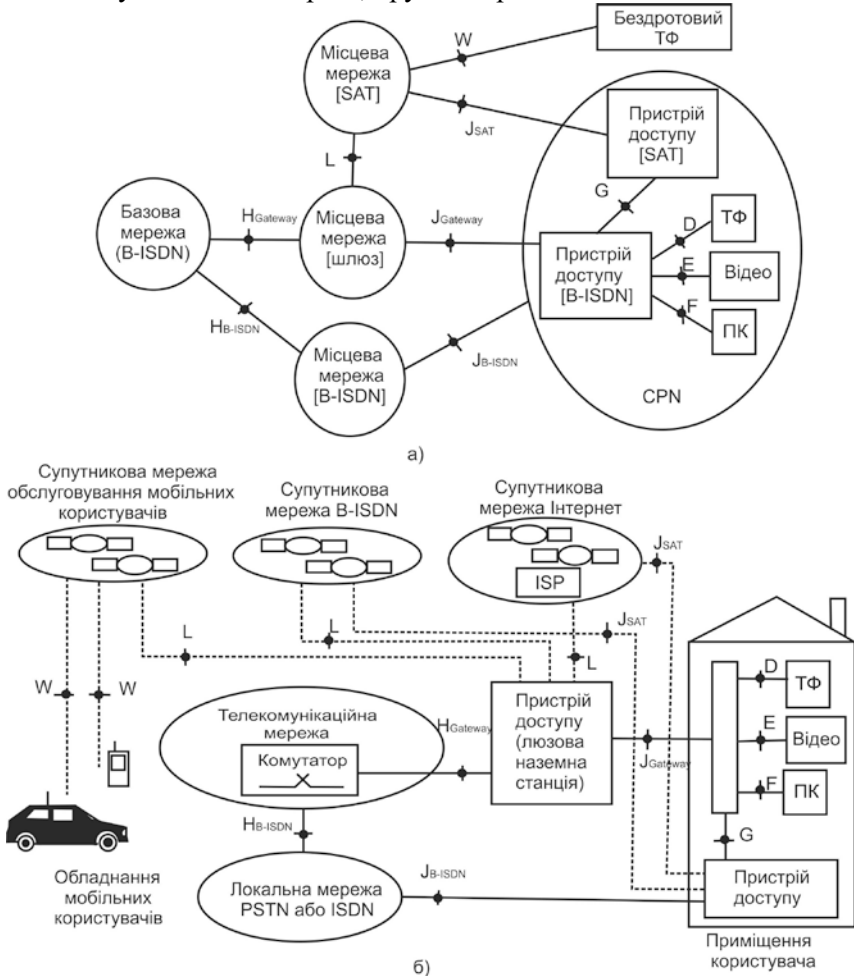


Рис. 2.10. Сценарій б: а – логічне зображення;
 б – фізичне зображення

Компоненти:

- базова мережа - B-ISDN або існуюча N-ISDN;
- локальна мережа - SAT, шлюз (B-ISDN, Інтернет, мобільний зв'язок);
- необхідна локальна мережа для B-ISDN;
- CPN - термінальні пристрої (ТВ, ПК, ТФ, бездротовий ТФ), пристрої доступу до SAT, B-ISDN.

Мережі супутникового зв'язку, здатні підтримувати B-ISDN, можуть надати повне обслуговування в асинхронному режимі передавання або безпосередньо наземній станції в приміщенні користувача (пристрій доступу), або через шлюз наземної станції, який не входить в устаткування користувача. Та сама супутникова система може передавати трафік B-ISDN до й від наземної мережі передавання через такий шлюз. Ці тракти відображені рядом опорних точок L , J , $H_{GATEWAY}$ й $J_{GATEWAY}$. Залежно від характеристик мережі супутникового зв'язку основні інтерфейси можуть перебувати в точках $H_{GATEWAY}$ $J_{GATEWAY}$ і, можливо, G . Ці інтерфейси підтримують параметри якості обслуговування в режимі АТМ від одного кінця до іншого між супутниковими й наземними мережами передавання або між мережею супутникового зв'язку й мережею в приміщеннях користувача (CPN).

Інтернет. Якщо використовується магістральна мережа супутникового зв'язку Інтернет, то провайдер послуг Інтернету використовує мережу супутникового зв'язку для доставки трафіка Інтернету або безпосередньо в приміщення користувача, або до спільного шлюзу. Ця послуга надається опорними точками L , $H_{GATEWAY}$ $J_{GATEWAY}$. Оскільки потік TCP/IP і протоколи керування перевантаженням можуть працювати відносно погано на лініях з великою затримкою, то основні інтерфейси можуть перебувати в опорних точках L для забезпечення оптимальної міжмережної взаємодії TCP/IP між трактами мереж супутниковому й наземного зв'язку.

Послуги супутникового зв'язку для мобільних користувачів. Мобільні системи супутникового зв'язку забезпечують передавання мови, факсиміле й даних із низькою швидкістю для користувача. Кілька сервісних трактів позначено опорними точками $H_{GATEWAY}$, $J_{GATEWAY}$. У цьому випадку трафік до й від

апаратури мобільного користувача надходить у мережу супутникового зв'язку, що обслуговує мобільних абонентів. Звідти він може доставлятися в приміщення користувачів декількома можливими трактами (наприклад через J_{SAT} або $L - H_{GATEWAY} - J_{B-ISDN}$). Методи стиснення мови, що зазвичай застосовуються в мобільному зв'язку, можуть вимагати використання основних інтерфейсів між мобільними й стаціонарними терміналами для підтримки необхідної якості обслуговування (рис. 1.6). Можливими опорними точками для цього типу інтерфейсу є G , D , $J_{GATEWAY}$, і $H_{GATEWAY}$.

Сценарій 7. Приклад доступу до Інтернету. Інтернет вимагає окремих двосторонніх і переважно високошвидкісних з'єднань. На рис. 2.11 зображений швидкий доступ до Інтернету (варіант 1), а на рис. 2.12 - міжмережна взаємодія Інтернету й мережі АТМ із високою швидкістю передавання, що є мережею загального користування (варіант 2).

Варіант 1. Ширококутний трафік даних від пункту (точки), де є Інтернет, проходить через з'єднання з мережею АТМ з високою швидкістю передавання або через з'єднання з ретрансляцією кадрів до прикінцевого пристрою й передається в житловий будинок або робочі приміщення за допомогою з'єднання асиметричної цифрової абонентської лінії (ADSL). Аналоговий телефонний трафік із комутатора (АТС) місцевої мережі поєднується й розділяється на обох кінцях лінії ADSL.

Компоненти:

- функція обслуговування - відео на вимогу, маршрутизатор POP/IP;
- базова мережа - N-ISDN, POTS, ATM, Frame Relay;
- локальна мережа - ADSL;
- CPN - термінальні пристрої (ТВ, ПК, ТФ), пристрої доступу до ADSL.

Варіант 2. АТМ - це перший засіб із забезпечення ширини смуги частот і якості обслуговування Інтернету. Зображена міжмережна взаємодія Інтернету й мережі АТМ, що використовується як мережа загального користування.

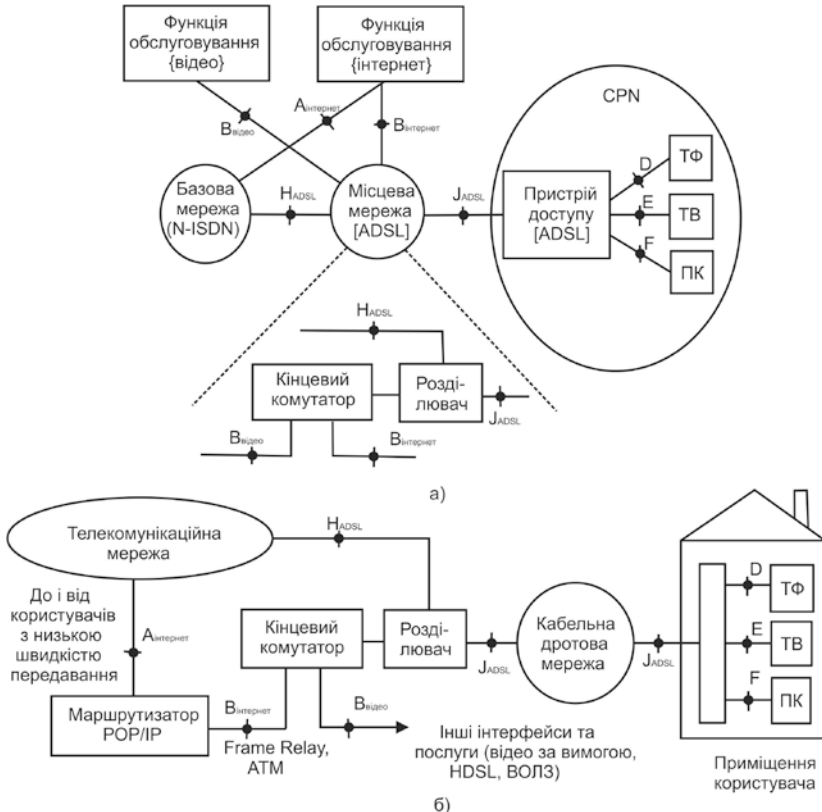
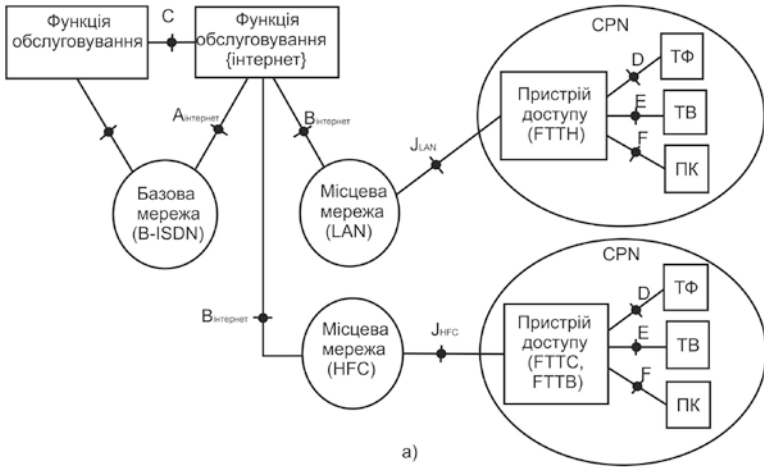


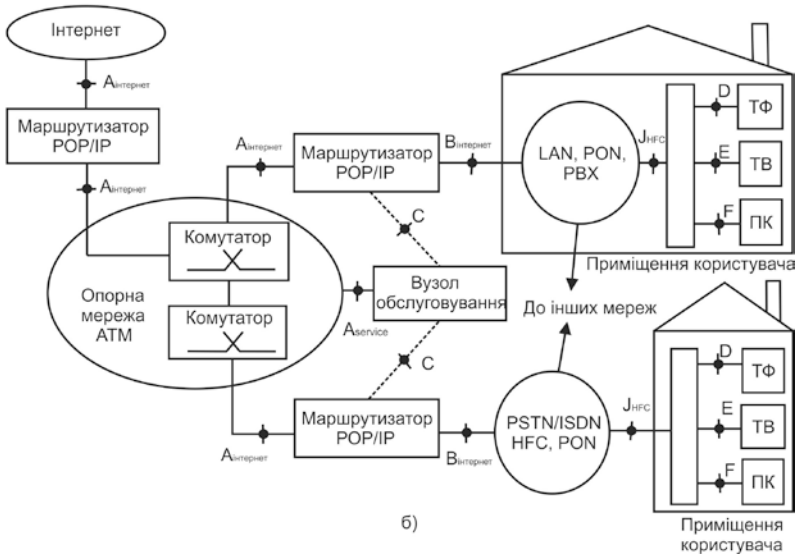
Рис. 2.11. Сценарій 7 (варіант 1): а – логічне зображення;
 б – фізичне зображення

Компоненти:

- функція обслуговування - вузол обслуговування, маршрутизатор POP/IP;
- базова мережа - опорна мережа ATM, Інтернет;
- локальна мережа - LAN, PON (Passive optical network, пасивна оптична мережа), PBX (Private Branch eXchange, відома ATC), PSTN/ISDN, HFC;
- CPN - термінальні пристрої (ТВ, ПК, ТФ), пристрої доступу до мереж.



а)



б)

Рис. 2.12. Сценарій 7 (варіант 2): а – логічне зображення;
б – фізичне зображення

Мова, відеоінформація й/або дані від житлових або робочих приміщень передаються в пункт, де є Інтернет, до маршрутизатора, який з'єднується через інтерфейс $A_{інтернет}$ з мережею ATM. Перш, ніж інформація може передаватися далі по

мережі АТМ, повинно бути встановлено віртуальне з'єднання між прикінцевими пристроями АТМ. Функція підтримки, таким чином, покладається на те, що в сценарії називають вузлом обслуговування, наприклад, функції сервера маршрутів. Вузол обслуговування може так само забезпечувати різні функції, наприклад дозвіл адрес, конфігурацію й координату, обробку ширококомовних передач, групової адресації й загублених пакетів.

Короткий огляд сценаріїв наведений у табл. 2.1. Важливе місце серед документів з ГП приділяється розробці проспекту, або атласу технологій ГП, який називається ГП Roadmap, або ГП Standards Roadmap, який розглядається як посібник із розробки й розвитку стандартів ГП. Він являє собою стратегічний документ, що визначає принципи властивості технологій ГП, склад основних сервісів і додатків (див. рис. 1.5), а також визначає організаційну інфраструктуру стандартизації технологій ГП.

Розглянемо основні положення даного документа.

	Сценарій 1	Сценарій 2	Сценарій 3	Сценарій 4	Сценарій 5	Сценарій 6	Сценарій 7
Послуги	а) Мова, дані по мережі зв'язку й відео по кабелю, по радіо; б) мова, дані, відео по двосторонньому кабелю	а) Мова, дані по мережі зв'язку й відео по кабелю; б) мова, дані, відео по двосторонньому кабелю	Мова, дані й відео через ADSL/VDSL	Мова, дані, відео через ВОЛЗ	а) Бездротовий ТФ, мова, дані по мережі зв'язку, відео по кабелю; б) мова, дані, відео по радіо	В-ISDN, Інтернет і мобільний телефонний зв'язок через супутник	а) Дані по Інтернет; б) мова, відео і/або дані по Інтернет
Базова мережа	Існуюча інфраструктура В-ISDN (PSTN/N-ISDN)		В-ISDN	В-ISDN	Н-ISDN або В-ISDN	В-ISDN або існуючі (N-ISDN)	1) POTS, FR, АТМ; 2) мережа АТМ
Локальна мережа	а) одностороння кабельна розподільча мережа; б) двостороння кабельна розподільча мережа		ADSL/VDSL	ВОЛЗ до стійки/дому	Радіо/бездротовий зв'язок для мови/даних, кабель для відео	Супутник	1) ADSL; 2) PSTN/ISDN, HFC, PON
Об'єктна мережа	Пристрої доступу до ТВ, ПК і ТФ		Пристрої доступу до ТВ, ПК і ТФ	Пристрої доступу до ТВ, ПК і ТФ	Пристрої доступу до ТВ, ПК і ТФ, бездротовому ТФ	Пристрої доступу до ТВ, ПК і ТФ	Пристрої доступу до ТВ, ПК і ТФ
Інформаційний потік	Розподіл відео через односторонню кабельну мережу, зворотний шлях через PSTN/ISDN				Двосторонній бездротовий зв'язок	Двосторонній супутниковий зв'язок	

По-перше, у Roadmap визначається склад основних властивостей (attributes), яким повинні відповідати елементи ГП (сервіси, додатки, мережні технології - див. рис. 2.1, 2.2). Дані властивості повинні розглядатися як базові вимоги при розробці стандартів ГП. До них належать наступні властивості:

- доступність (availability) - ступінь можливості використання сервісів або ресурсів ГП;
- підтримка національних і місцевих особливостей (діалектів) в елементах культури (cultural elements), мається на увазі використання національних алфавітів і відповідних їм шрифтів, локальних правил подання адрес і різних кодів (дат, телефонних номерів, валюти, найменувань країн та ін.);
- інтероперабельність (interoperability) - здатність систем або додатків обмінюватися інформацією й спільно її використовувати;
- керуваність (manageability) - можливість для організацій і користувачів контролювати поширення й використання їх ресурсів;
- мінімальність вимог (minimalism), необхідних для функціонування;
- мобільність (mobility) - можливість доступу до ресурсів у різних місцях розташування користувача, у тому числі при його переміщенні, а також здатність інфраструктури ГП ідентифікувати й визначати місце розташування джерела запитів;
- безперервність обслуговування в просторі й у часі (nomadicity);
- продуктивність (performance), включаючи такі характеристики, як, наприклад, час відповіді, пропускну здатність, швидкість обробки транзакцій, швидкість регенерації зображень та ін.;
- переносність (portability) - простота перенесення програмного забезпечення й даних з однієї системи на іншу;
- якість (quality) - забезпечення рівня якості, який очікує отримати одержувач сервісу;
- надійність (reliability) - імовірність того, що продукт або система будуть виконувати належним чином свої функції за певний період часу;

- масштабованість (scalability) - властивість продуктів, сервісів, систем ефективно виконувати свої функції при широкому діапазоні параметрів, що визначають технічні й ресурсні характеристики підлеглої (нижчерозташованої) платформи й/або підтримуючого середовища (прикладом таких характеристик можуть слугувати кількість процесорів, кількість вузлів мережі, максимальна кількість користувачів, що обслуговуються, кількість оброблюваних транзакцій);

- безпека (security) - захист ресурсів (апаратних, програмних, інформаційних) від випадкових або навмисних дій, що викликають несанкціонований доступ до ресурсів і порушення конфіденційності їх використання, модифікацію й руйнування ресурсів, а також розкриття інформації;

- простота використання (usability) продуктів, сервісів, додатків ГП.

Ядром розглянутого документа є базова модель класифікації стандартів ГП, яка містить наступні рівні функцій:

- області додатків (Application areas) - верхній рівень;
- сервіси ГП (GP Services);
- засоби реалізації сервісів.

Для більш повної класифікації елементів ГП і їх зв'язок з елементами організаційної інфраструктури дана модель розвивається за наступними трьома напрямками (розмірностями):

1) фундаментальні будівельні блоки (Fundamental Building Blocks, FBB), які являють собою уніфіковані засоби, що дозволяють прискорити розробку додатків і сервісів, а також підвищити їх надійність;

2) загальні класи сервісів (Generalized Service Categories), що використовуються для підтримки додатків і об'єднують деякі набори фундаментальних будівельних блоків у функціонально спеціалізовані сервіси або служби;

3) організації-розробники стандартів (Standard Development Organizations, SDO), тобто організації або їх структурні підрозділи, що відповідають за розробку стандартів засобів, фундаментальних сервісів, похідних сервісів і додатків.

2.2. Взаємодія відкритих систем

Основою побудови вторинних мереж зв'язку є еталонна модель взаємозв'язку відкритих систем (ЕМ ВВС).

Основним стандартом, який визначає принципи побудови архітектури ЕМ ВВС, є ДЕРЖСТАНДАРТ 28906-91 «Системи обробки інформації. Взаємозв'язок відкритих систем. Базова еталонна модель». Цей стандарт підготовлений методом ідентифікації стандартів ІСО 7498-84, ІСО 7498-84 і повністю їм відповідає. Аналогічні рекомендації містяться у восьмому томі Синьої книги МККТТ, нині секції стандартизації Міжнародного союзу електрозв'язку (МСЕ, International Telecommunication Union, ІТУ), у рекомендації Х.200.

Даний стандарт є узагальненням досвіду, отриманого при створенні різних алгоритмів взаємозв'язку для багатьох національних і міжнародних телекомунікаційних мереж. Еталонна модель ВВС в уніфікований образ описує загальні принципи взаємодії різних «відкритих» одна одній систем. Поняття «відкритості» систем не пов'язане з їхньою конкретною реалізацією, технічними й програмними засобами, що використовуються, й означає взаємне визнання й підтримку відповідних єдиних стандартів. Поняття «взаємозв'язку відкритих систем» характеризує всі аспекти процесу обміну даними між прикладними процесами, розташованими в різних віддалених одна від одної абонентських системах (АС) інформаційної мережі, при цьому розглядається не тільки процес обміну інформацією між системами, але й принципи їх взаємозв'язку при розв'язанні загального (розподіленого) завдання.

Основу ЕМ ВВС складають наступні чотири елементи:

- 1) відкриті системи;
- 2) прикладні процеси й відповідні їм прикладні логічні об'єкти, що існують у рамках ВВС;
- 3) фізичні й логічні з'єднання (ФЛЗ), які пов'язують прикладні логічні об'єкти й дозволяють їм обмінюватися інформацією;
- 4) фізичне середовище для ВВС.

Перш ніж визначити основні принципи побудови моделі, важливо визначити такі поняття, як реальна система, реальна відкрита система, відкрита система, прикладний процес, при-

кладний логічний об'єкт і ФЛЗ, що використовуються в стандартах ВВС.

Реальна система (РС) - це сукупність однієї або декількох ЕОМ, програмного забезпечення, терміналів і інших засобів, а також операторів, яка утворює повністю автономну систему, здатну обробляти й (або) передавати інформацію.

Реальна відкрита система (РВС) - це реальна система, яка підкоряється вимогам стандартів ВВС при взаємодії з іншими системами. Відкритість можна розуміти й у більш широкому значенні, ніж це визначене в рекомендації Х.200, як відкритість (доступність) рекомендацій і стандартів, а також систем, побудованих на їх основі, для широкого застосування й модернізації (удосконалювання).

Відкрита система (ВС) - відображення в рамках еталонної моделі тих аспектів реальної відкритої системи, які належать до ВВС.

Прикладний процес (ПП) - елемент реальної відкритої системи, який виконує обробку інформації для деякого конкретного застосування. Це може бути мануальний процес, процес, що виконується на ЕОМ, або фізичний процес.

Компоненти прикладних процесів, які називаються прикладними логічними об'єктами (далі для стислості – логічними об'єктами), реалізують процеси взаємозв'язку відкритих систем через середовище ВВС, під яким розуміють сукупність взаємодіючих реальних відкритих систем разом із фізичним середовищем, що призначене для обміну інформацією між ними (рис. 2.13).

Як фізичне середовище для ВВС звичайно виступають канали зв'язку різної фізичної природи, утворені телекомунікаційними мережами.

Під час опису взаємозв'язку між реальною системою, реальною відкритою системою, відкритою системою й при визначенні їх співвідношення з функціональними середовищами, що виділяються відповідно до прийнятої в ЕМ ВВС ієрархії функцій взаємозв'язку, визначаються наступні поняття:

- мережне середовище, що реалізує функції розподілу інформаційних потоків через транспортну мережу, узгодження параметрів взаємозв'язку й параметрів фізичного середовища для ВВС або мережі фізичних каналів зв'язку, формування й

передавання сигналів, що несуть інформацію через фізичне середовище для ВВС (канали зв'язку);

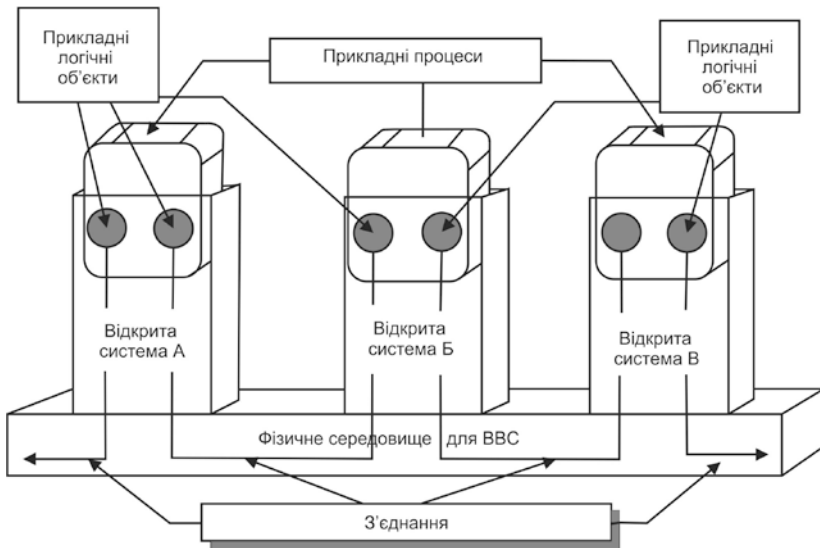


Рис. 2.13. Схема процесу взаємозв'язку відкритих систем

- середовище ВВС, що містить мережне середовище й реалізує основні функції взаємозв'язку, орієнтовані на додатки, що надає прикладним процесам можливість взаємодіяти один із одним відкритим чином;
- середовище реальних систем, що надбудовується над мережним середовищем і визначає принципи побудови й функціонування орієнтованих на взаємозв'язок прикладних процесів, що створюються в інтересах розв'язку конкретного прикладного завдання.

На рис. 2.14 зображений взаємозв'язок між реальною системою й реальною відкритою системою й визначене їх співвідношення відповідно до прийнятої в ЕМ ВВС ієрархії функцій взаємозв'язку.

Еталонною моделлю в рамках середовища ВВС передбачено два варіанти взаємозв'язку: з установленням ФЛЗ для передавання інформаційних повідомлень користувачів (ІПК) і без установлення ФЛЗ для обміну ІПК.

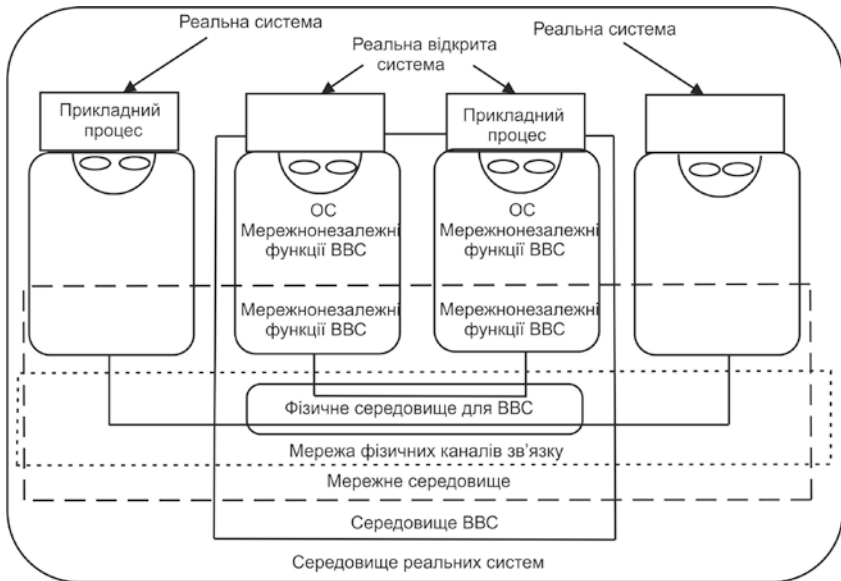


Рис. 2.14. Взаємозв'язок між системами та їх співвідношення з функціональними середовищами

Взаємозв'язок з установленням ФЛЗ припускає, що перед обміном даними логічні об'єкти двох взаємодіючих реальних відкритих систем виконують процедури, пов'язані з установленням ФЛЗ між ними. При забезпеченні взаємозв'язку з установленням ФЛЗ у загальному випадку виконуються наступні етапи: установлення з'єднання, підтримка з'єднання в процесі взаємозв'язку й обміну ППК і руйнування встановленого з'єднання після завершення взаємодії. Таким чином, з'єднання об'єктів існує тільки під час їх взаємодії, після чого анулюється. Під час установлення з'єднання про його створення повинні «домовитися» два логічні об'єкти різних систем (ініціатора й адресата). Розрив з'єднання може виконуватися як за взаємною згодою (синхронно), так і в однібічному порядку логічним об'єктом однієї із взаємодіючих систем (асинхронно) без попереднього узгодження. Через встановлене з'єднання виконується послідовний обмін ППК до моменту ініціації одним із логічних об'єктів етапу руйнування (закриття) з'єднання.

Взаємозв'язок без установлення ФЛЗ для обміну ППК базується на тому, що логічні об'єкти взаємодіючих систем

знають усе необхідне один про одного заздалегідь і здійснюють обмін комутованими інформаційними одиницями (КІО), не попереджуючи партнера по обміну. Передавання інформації в режимі без установлення ФЛЗ здійснюється двома способами:

- логічний об'єкт - ініціатор починає обмін КІО без згоди партнера, маючи при цьому попередню, забезпечену за допомогою системи сигналізації (СС), двосторонню домовленість про режими взаємозв'язку, набори адрес, що використовуються, види сервісів і параметри якості послуг;

- логічний об'єкт - ініціатор починає обмін КІО із запиту в партнера по обміну через СС потрібних для роботи відомостей про підтримувані режими взаємозв'язку, набори адрес, види сервісів і припустимі параметри якості послуг.

Відповідно до еталонної моделі ВВС кожна відкрита система складається з ієрархічно впорядкованих підсистем, що реалізують схожі набори функцій взаємозв'язку (рис. 2.15). Підсистеми того самого N -го рангу в різних відкритих системах спільно утворюють шар N -го рівня ієрархії (N -рівень) ЕМ ВВС. Для відображення функцій у рамках підсистеми в моделі використовують поняття логічного об'єкта стосовно до кожного рівня моделі. При цьому під *логічним об'єктом рівня* розуміють активний елемент рівня, що реалізує групу функцій даного рівня.

Таким чином, підсистема N -го рівня (N -підсистема) складається з одного або декількох логічних об'єктів (N -об'єктів). Логічні об'єкти існують на кожному рівні, і для того самого рівня вони є рівноправними логічними об'єктами.

Проте не всі рівноправні логічні об'єкти можуть бути зв'язані між собою, і не для всіх із них такий зв'язок необхідний. У деяких випадках, коли, наприклад, логічні об'єкти перебувають у незв'язаних відкритих системах або вони не підтримують однакові функції взаємозв'язку, взаємодія рівноправних логічних об'єктів не підтримується.

За винятком найвищого рівня кожний N -рівень надає N -послуги логічним об'єктам ($N+1$)-рівня за допомогою примітивів. Послуги N -рівня надаються ($N+1$)-рівню за допомогою N -функцій, що виконуються всередині N -рівня N -логічним елементом, на базі послуг ($N-1$)-го рівня через точки доступу. N -послуга характеризується наступними параметрами якості послуги:

- очікувана затримка передавання;
- імовірність перекручування інформації;
- імовірність втрати даних або їх дублювання;
- імовірність передавання за неправильною адресою;
- захищеність від несанкціонованого доступу.

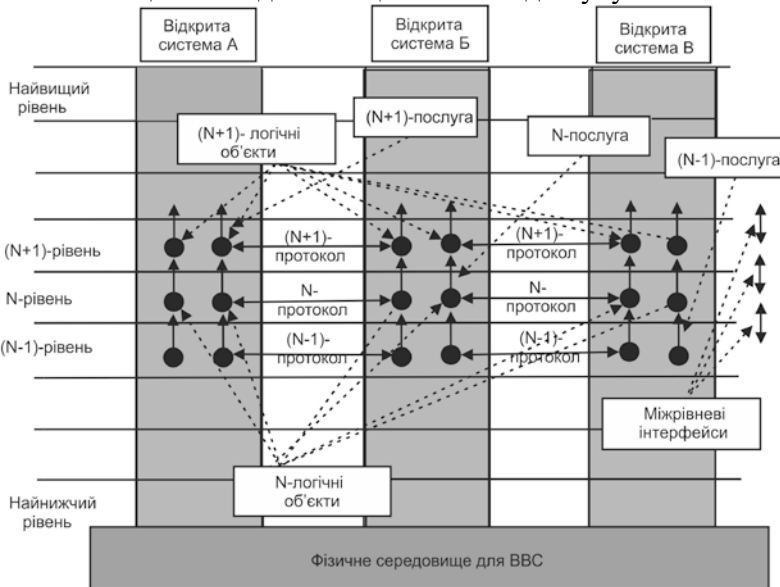


Рис. 2.15. Ієрархічне впорядкування підсистем

Взаємодія між логічними N -об'єктами здійснюється за допомогою одного або декількох N -протоколів. Об'єкти усередині рівня й протоколи зображені на рис. 2.16.

Об'єкти $(N+1)$ -рівня можуть зв'язуватися між собою тільки за допомогою послуг, що надаються логічним об'єктом N -рівня за допомогою міжрівневого інтерфейсу. Для обміну інформацією між двома або більше логічними $(N+1)$ -об'єктами повинна бути встановлена асоціація (з'єднання) в N -рівні шляхом використання N -протоколу. У цілому під протоколом розуміють сукупність правил і процедур взаємодії рівноправних логічних об'єктів. Протокол будь-якого рівня забезпечує сервіс (набір послуг рівня) для розташованого над ним рівня й визначає:

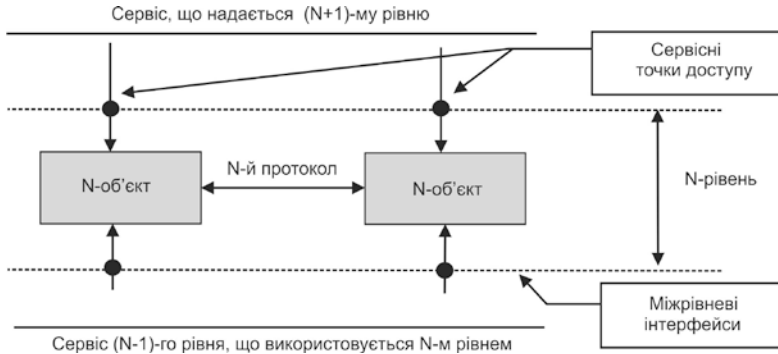


Рис. 2.16. Внутрішньорівневі об'єкти й протоколи

- процедури обміну ППК або КЮ й керуючою інформацією через СС між взаємодіючими рівноправними логічними об'єктами;
- механізм вибору зазначених процедур зі списку можливих;
- структуру й спосіб кодування протокольних блоків даних (ПБД), шляхом передавання яких здійснюється обмін даними між рівноправними логічними об'єктами.

Це дозволяє йому забезпечувати взаємодію рівноправних логічних об'єктів, використання сервісу, що надається нижнім рівнем, і надання сервісу верхньому рівню.

Відповідно до ЕМ ВВС кожний N -рівень може бути описаний сукупністю функцій, які він виконує. Ці функції в загальному випадку для всіх рівнів містять у собі:

- вибір протоколу;
- установа й розрив ФЛЗ;
- мультиплексування й розщеплення ФЛЗ;
- передавання нормальних (звичайних) даних (ППК або КЮ);
- передавання термінових (позачергових) даних (ППК або КЮ);
- керування потоком даних (ППК або КЮ);
- сегментування, блокування й зчеплення даних;
- організацію послідовності КЮ;
- захист від помилок;
- маршрутизацію.

Мультиплексування й розщеплення ФЛЗ. На N -рівні N -ФЛЗ відображаються в $(N-1)$ -ФЛЗ. Таке відображення може бути трьох типів (рис. 2.17):

- 1) взаємно однозначне відображення одне до одного;
- 2) відображення декількох N -ФЛЗ в одне $(N-1)$ -ФЛЗ (мультиплексування);
- 3) відображення одного N -ФЛЗ у декілька $(N-1)$ -ФЛЗ (розщеплення), наприклад у режимі мультикастингу.

Взаємозв'язок N -протокольних блоків даних, $(N-1)$ -сервісних блоків даних і N -інтерфейсних блоків даних поданий на рис. 2.18.

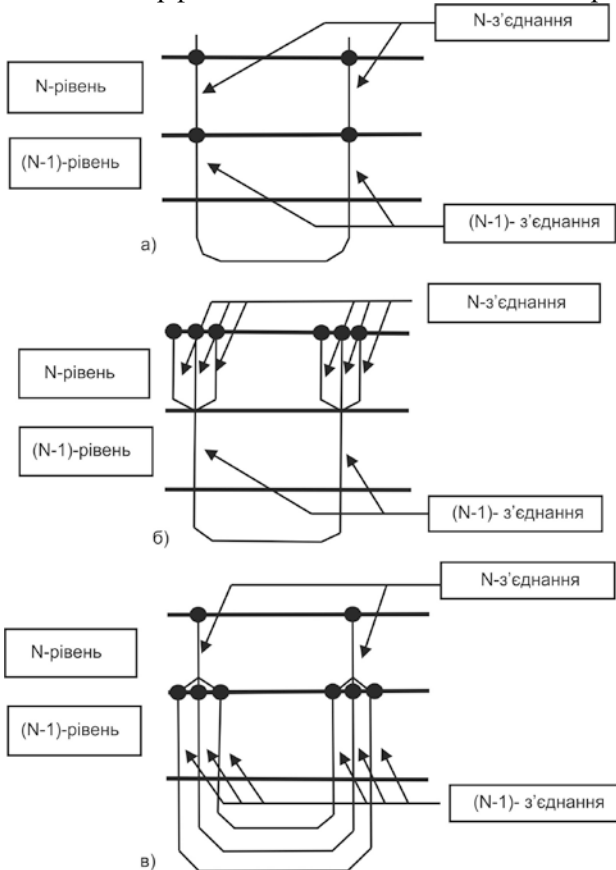


Рис. 2.17. Типи відображень ФЛЗ на рівнях ЕМ ВВС:
 а – взаємно однозначне відображення одне до одного;
 б – відображення декількох N -з'єднань в одне $(N-1)$ -з'єднання (мультиплексування); в – відображення одного N -з'єднання в декілька $(N-1)$ -з'єднань (розщеплення)

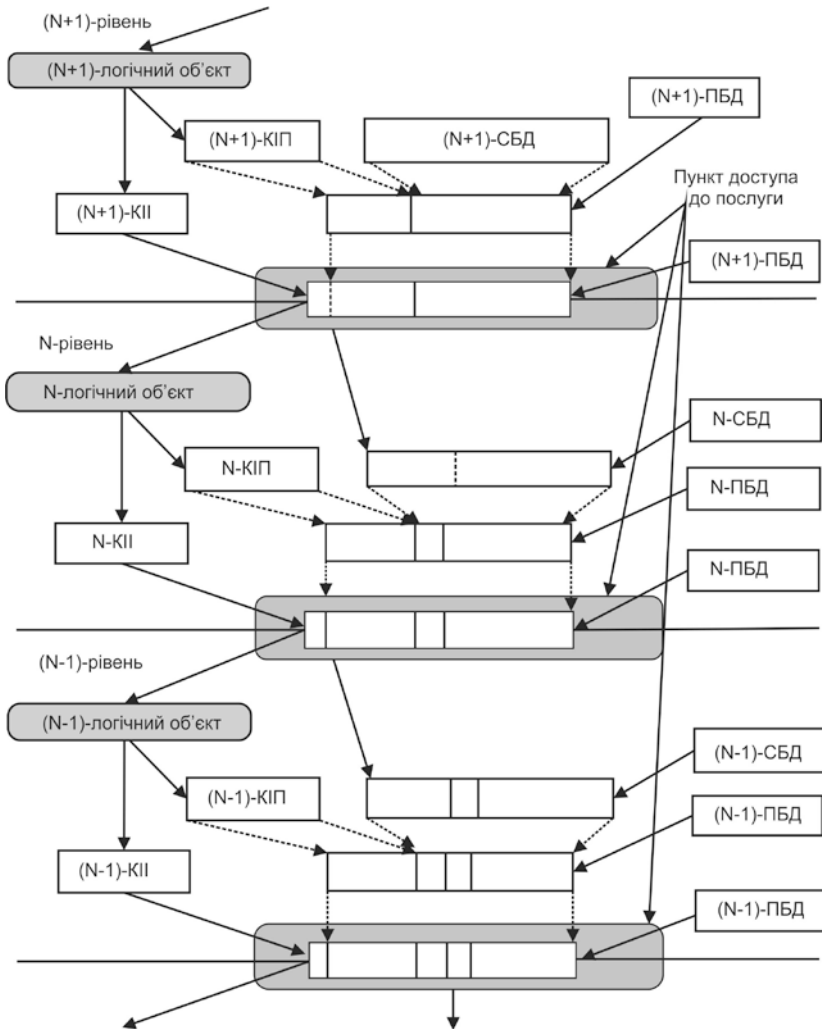


Рис. 2.18. Взаємозв'язок протокольних, сервісних та інтерфейсних блоків даних

Обмін даними, згідно із правилами N -протоколу, може мати місце тільки при наявності $(N-1)$ -ФЛЗ, а якщо воно відсутнє, то повинне бути встановлене до початку обміну даними. У фазі передавання даних реалізуються також функції

керування потоком, сегментування, блокування й зчеплення даних, організації послідовності й захисту від помилок.

При описі протоколів замість поняття «інтерфейсні блоки даних» звичайно користуються поняттям «сервісні примітиви» (або просто «примітиви»). У загальному випадку під *примітивом* розуміють абстрактне, не залежне від реалізації взаємодії постачальника й споживача, надання сервісу. Розрізняють чотири типи примітивів:

1) ЗАПИТ - примітив, що ініціюється споживачем сервісу для виклику певної процедури;

2) ІНДИКАЦІЯ - примітив, що ініціюється постачальником сервісу для виклику певної процедури або для вказівки того, що процедура була викликана одним із взаємодіючих споживачів сервісу в пункті доступу до сервісу розглянутого рівня;

3) ВІДПОВІДЬ - примітив, що ініціюється споживачем сервісу для завершення в певній точці доступу до сервісу деякої процедури, яка була раніше викликана за допомогою примітива ІНДИКАЦІЯ в цій сервісній точці доступу;

4) ПІДТВЕРДЖЕННЯ - примітив, що ініціюється постачальником сервісу для завершення в певній точці доступу до сервісу деякої процедури, яка була раніше викликана за допомогою примітива ЗАПИТ у цій точці доступу до сервісу.

Звичайно обмін даними починається з того, що логічний об'єкт вищого ($N+1$)-рівня передає через інтерфейс із нижчерозташованим N -рівнем примітив ЗАПИТ (рис. 2.19). Це у свою чергу викликає генерацію відповідного ПБД логічним елементом N -рівня. За допомогою послуг нижчерозташованого ($N-1$)-рівня цей ПБД пересилається рівноправному N -логічному об'єкту протоколу віддаленої відкритої системи. Одержавши ПБД, відповідний однорівневий логічний N -елемент віддаленої системи формує примітив ІНДИКАЦІЯ й передає його логічному елементу вищого ($N+1$)-рівня. Якщо використовується режим з підтвердженням, то логічний об'єкт вищого ($N+1$)-рівня віддаленої системи передає через інтерфейс даного рівня примітив ВІДПОВІДЬ. Це знову викликає генерацію логічним елементом N -рівня відповідного ПБД і передавання його за допомогою послуг нижчерозташованого рівня назад на адресу однорівневого логічного N -елемента, що видав примітив

ЗАПИТ. Одержавши цей ПБД, логічний елемент N -рівня, що ініціював обмін даними, формує примітив ПІДТВЕРДЖЕННЯ й передає його логічному елементу вищого $(N+1)$ -рівня як позитивну відповідь на переданий примітив ЗАПИТ.

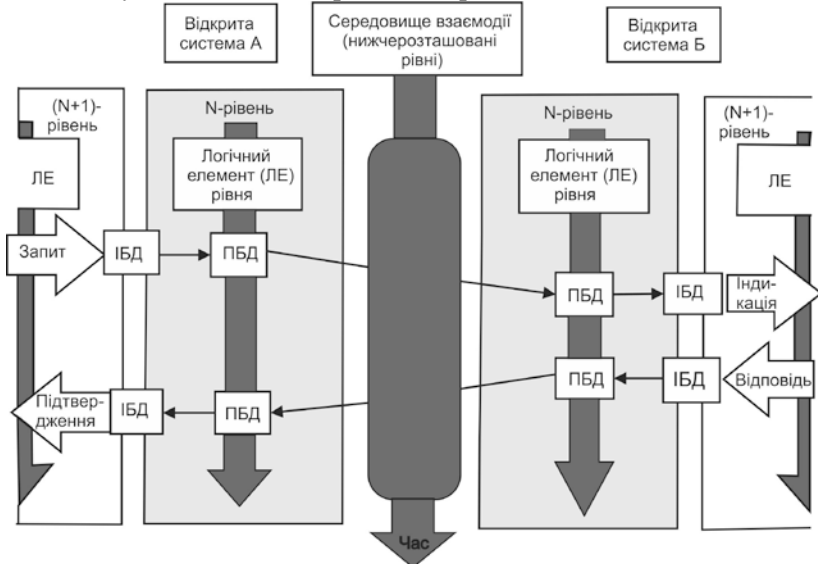


Рис. 2.19. Схема процесу обміну даними

Передавання термінових даних. Терміновий блок даних - це блок даних, який передається або обробляється з більш високим пріоритетом відносно звичайних даних. Термінові дані, як правило, використовуються для цілей сигналізації, екстреного повідомлення про збої й т.ін. (тобто це сигнально-керований потік). Потік термінових даних не залежить від стану потоку звичайних даних. Можна уявити, що ФЛЗ складається з двох підканалів: один - для звичайних даних, інший - для термінових. Така модель слушна за умови, що на прийомному кінці термінові дані з'являються не пізніше ніж звичайні дані, перед якими вони були передані.

Керування потоком даних. Функції керування потоком, якщо вони передбачені, виконуються тільки над протокольними й інтерфейсними блоками даних. Розрізняють два типи керування потоком:

- протокольне, при якому регулюється швидкість передавання N -ПБД між рівноправними логічними N -об'єктами різних відкритих систем і регламентується розмір N -ПБД;
- інтерфейсне, при якому регулюється швидкість передавання даних між $(N+1)$ - і N -об'єктом однієї й тієї ж відкритої системи й регламентується розмір N -інтерфейсного блоку даних.

При протокольному керуванні потоком мається на увазі, що протокольна керуюча інформація в N -ПБД містить у тому або іншому вигляді відомості про здатність партнера прийняти певну кількість даних. Інтерфейсне керування потоком напряму не належить до функцій взаємозв'язку. Часто в інтересах інтерфейсного керування потоком до складу інтерфейсного блоку даних додається керуюча інформація інтерфейсу (КІ) (див. рис. 2.18).

Сегментування, блокування й зчеплення даних. Протокольні блоки даних різних рівнів зазвичай відрізняються за розмірами. Може виявитися, що розмір $(N+1)$ -ПБД більший за максимальний розмір поля даних в N -ПБД. Тоді для передавання $(N+1)$ -ПБД по N -ФЛЗ необхідно на N -рівні виконати *сегментування*, тобто поділ $(N+1)$ -ПБД на послідовні сегменти з довжиною, яка дорівнює за розміром полю даних N -ПБД.

Сегментування може виконуватися також тоді, коли N -ПБД відображаються в $(N-1)$ -інтерфейсні блоки даних. Для збереження ідентичності $(N+1)$ -ПБД необхідно вставляти в N -ПБД сегменти, що містять $(N+1)$ -ПБД, спеціальні керуючі дані, що дозволяють визначити необхідність обробки протокольних блоків і здійснити складання $(N+1)$ -ПБД при прийманні. При відсутності сегментування N -протокольна керуюча інформація приєднується до відповідного N -сервісного блоку даних (СБД), утворюючи N -ПБД (рис. 2.20). Функція складання є зворотною стосовно функції сегментування й забезпечує формування з декількох N -ПБД одного N -СБД і керуючої інформації N -протоколу.

Блокування (укрупнення) - це функція N -рівня, що дозволяє відобразити декілька $(N+1)$ -ПБД в один N -ПБД. Це може знадобитися в тому випадку, коли максимальна довжина $(N+1)$ -ПБД є набагато меншою за довжину поля даних N -ПБД. При цьому відбувається утворення N -ПБД із декількох N -СБД із додаванням N -протокольної керуючої інформації. Функція

деблокування (розшивки) зворотна до функції блокування (укрупнення) і забезпечує селекцію з одного N -ПБД декількох N -СБД і керуючої інформації протоколу.

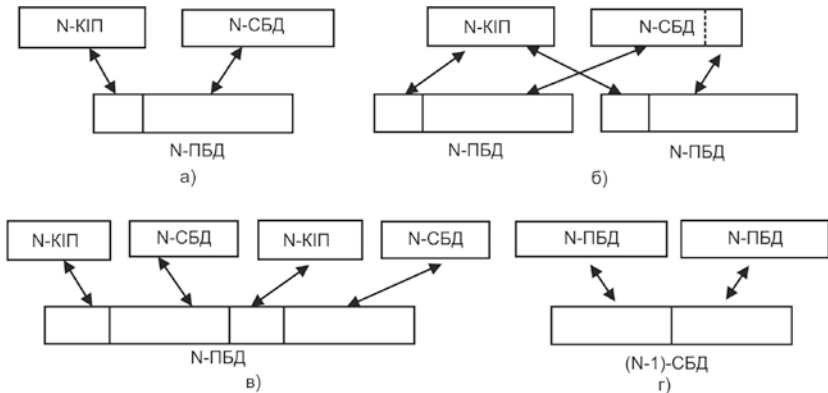


Рис. 2.20. Схема формування протокольного блоку даних:
 а) відсутність блокування й укрупнення;
 б) сегментування/збирання; в) блокування/деблокування;
 г) зчеплення/розчеплення

Зчеплення - це функція N -рівня, що дозволяє об'єднати декілька ПБД в один $(N-1)$ -СБД. Функція розщеплення є зворотною відносно функції зчеплення й забезпечує селекцію з одного $(N-1)$ -СБД декількох N -ПБД.

Організація послідовності (упорядкування). Ця функція пов'язана з тим, що $(N-1)$ -послуги, що надаються $(N-1)$ -рівнем, можуть не гарантувати доставку даних у тому ж порядку, в якому вони були подані N -рівнем. Якщо N -рівень потребує того, щоб підтримати порядок проходження блоків даних, що передаються через $(N-1)$ -рівень, то він повинен мати механізми організації (упорядкування) послідовності.

Захист від помилок. Функція захисту від помилок складається із трьох компонентів:

- 1) підтвердження;
- 2) виявлення помилок і повідомлення про них;
- 3) повернення у вихідний стан (скидання).

Функція підтвердження може використовуватися рівноправними логічними N -об'єктами в N -протоколі для досягнення більш високої ймовірності виявлення втрати N -ПБД, ніж це забезпечує $(N-1)$ -рівень. Кожний N -ПБД, переданий між логічними N -об'єктами-кореспондентами, повинен ідентифікуватися в єдиний спосіб так, щоб одержувач міг інформувати відправника про приймання цього блока. Функція підтвердження також здатна встановити факт неприймання N -ПБД і вжити відповідних заходів щодо відновлення інформації. Реалізація функції підтвердження може зажадати включення в N -ПБД додаткової керуючої інформації протоколу (КП).

Функція виявлення помилок і повідомлення про них може використовуватися N -протоколом для забезпечення більш високої ймовірності виявлення помилок і переключень N -ПБД, ніж це забезпечується $(N-1)$ -послугою. Виявлення помилок і повідомлення про них можуть зажадати, щоб в N -протокольну керуючу інформацію були включені додаткові ідентифікатори.

Функція скидання. Деякі послуги вимагають повернення у вихідний стан для відновлення після втрати синхронізації між N -об'єктами-кореспондентами. Функція повернення у вихідний стан (скидання) установлює N -об'єкти-кореспонденти в заздалегідь певний стан із можливою втратою або дублюванням даних, хоча функцією передбачається можливість передавання деякої кількості даних у процесі її виконання.

Маршрутизація. Функція маршрутизації на N -рівні забезпечує проходження даних через упорядковану послідовність N -об'єктів ФЛЗ відповідно до встановленого маршруту. Той факт, що передавання маршрутизується проміжними об'єктами, не відомий ані нижнім, ані верхнім рівням. Об'єкт, що брав участь у виконанні функцій маршрутизації, може мати таблицю маршрутизації.

Таким чином, розглянуті функції, реалізовані кожним із рівнів, показують, що для організації інформаційного обміну між логічними об'єктами формується спеціальний сигнально-керуючий потік, передавання якого може здійснюватися за допомогою різних видів побудови системи сигналізації.

Розглянемо повну архітектуру ЕМ ВВС (рис. 2.21). Найвищим рівнем є прикладний, який складається із приклад-

них логічних об'єктів, що взаємодіють у прикладному середовищі ВВС (прикладні процеси користувачів). Нижчерозташовані рівні надають послуги, за допомогою яких взаємодіють прикладні логічні об'єкти. Ці послуги визначаються відповідними стандартами, а функціонування рівнів визначається стандартами на протоколи ВВС. Шість рівнів (з 1 по 6) разом із фізичним середовищем для ВВС забезпечують поетапне розширення послуг, що надаються. Межа між рівнями (міжрівневий інтерфейс) позначає щабель у розширенні цих послуг.



Рис. 2.21. Рівні архітектури ВВС

Користувачькі відкриті системи, що реалізують прикладні процеси, містять, як правило, підсистеми всіх семи рівнів. Деякі відкриті системи (ретрансляційні) можуть містити тільки об'єкти нижніх рівнів і забезпечувати ретрансляцію даних між іншими відкритими системами, не з'єднаними фізичним середовищем. Кожний із семи рівнів характеризується призначенням, переліком послуг, що надаються верхньому рівню, і

функціями рівня, а також правилами використання послуг нижнього рівня.

Еталонна модель ВВС, побудована відповідно до викладених принципів, містить опис конкретних рівнів, кількість яких обрано такими, що дорівнюють семи:

- прикладний рівень (рівень 7);
- представницький (рівень 6);
- сеансовий рівень (рівень 5);
- транспортний рівень (рівень 4);
- мережний рівень (рівень 3);
- каналний рівень (рівень 2);
- фізичний рівень (рівень 1).

Розглянемо кожний із семи рівнів ЕМ ВВС докладніше з урахуванням прояву на кожному з них у відповідних послугах тих або інших функцій (табл. 2.2).

Таблиця 2.2.
Призначення, послуги й функції рівнів ЕМ ВВС

№	Призначення	Послуги	Функції
7	Прикладний рівень є єдиним рівнем еталонної моделі, який забезпечує прикладним процесам засоби доступу до функціонального середовища ВВС. (Можливе розширення вказаного праворуч переліку послуг, а також відображення деяких з них засобами адміністративного керування ВВС).	Основна послуга – обмін інформацією. Інші послуги: 1) ідентифікація передбачуваних партнерів з обміну; 2) визначення доступності передбачуваних партнерів з обміну; 3) узгодження механізмів захисту інформації; 4) визначення обсягу необхідних ресурсів; 5) визначення прийнятної якості послуг; 6) синхронізація взаємодіючих прикладних процесів; 7) узгодження процедур захисту від помилок і керування цілісністю даних.	Усі функції зв'язку між відкритими системами, які не виконуються нижчезаставленими рівнями. До їхнього складу належать функції, що виконуються програмними засобами, а в окремих випадках і функції, що виконуються людьми. На даному рівні реалізуються також функції: 1) адміністративного керування системою; 2) прикладного адміністративного керування; 3) адміністративного керування прикладним рівнем.
6	Представницький рівень встановлює способи подання інформації, якою обмінюються прикладні логічні об'єкти. Рівень має справу з <i>синтаксисом</i> , а не з <i>семантикою</i> , тобто змістом, що відомий тільки прикладним об'єктам.	Забезпечує для прикладного рівня сеансові послуги (у вигляді послуг представлення), які реалізуються за допомогою функцій представницького рівня.	1) запит на встановлення сеансу; 2) передавання даних; 3) згода з вибору й повторного вибору синтаксису; 4) перетворення синтаксису, включаючи перетворення даних, формування й спеціальні функції перетворення (наприклад стиснення); 5) запит на завершення сеансу.
5	Сеансовий рівень забезпечує засоби, необхідні взаємодіючим логічним об'єктам представницького рівня для	Сеансове з'єднання використовує послуги транспортного рівня й надає	1) відображення сеансового з'єднання на транспортне з'єднання;

	організації й синхронізації діалогу (і адміністративного керування обміном даними між ними)	представницькому рівню наступні послуги: 1) встановлення сеансового з'єднання; 2) розрив сеансового з'єднання; 3) обмін нормальними й терміновими даними (керування потоком з метою попередження перевантаження); 4) адміністративне керування взаємодією (черговість виконання функцій керування сеансового рівня); 5) синхронізація сеансового з'єднання	2) керування потоком даних у сеансовому з'єднанні; 3) передавання термінових даних; 4) відновлення сеансового з'єднання; 5) розрив сеансового з'єднання; 6) адміністративне керування сеансовим рівнем (активізація й захист від помилок).
4	Транспортний рівень забезпечує передавання даних без будь-яких змін між сеансовими логічними об'єктами й оптимізує використання доступних мережевих послуг.	Транспортний рівень надає сеансовому наступні види послуг (вони виконуються протягом трьох етапів або фаз обміну даними): 1) встановлення транспортного з'єднання; 2) передавання даних; 3) розрив транспортного з'єднання.	1) перетворення транспортної адреси в мережну; 2) мультиплексування (міжприкінцеве) транспортних з'єднань у мережі; 3) встановлення й розрив транспортних з'єднань; 4) міжприкінцеве впорядкування блоків даних за окремими з'єднаннями; 5) міжприкінцеве виявлення й усунення помилок, необхідний контроль за якістю послуг; 6) міжприкінцеве керування потоком даних через окремі з'єднання; 7) міжприкінцеве сегментування, об'єднання й зчеплення.
3	Мережний рівень надає засоби встановлення, підтримки й розриву мережних з'єднань між відкритими системами, які містять пов'язані логічні об'єкти, а також функціональні й процедурні засоби для обміну через мережне з'єднання мережними сервісними блоками даних (пакетами) між транспортними логічними об'єктами. Мережний рівень забезпечує транспортним логічним об'єктам незалежність від функцій маршрутизації й ретрансляції, пов'язаних із процесами встановлення й підтримки (функціонування) відповідного мережного з'єднання. Мережне з'єднання може встановлюватися через підмережі, тобто сукупність однієї або декількох проміжних відкритих систем, що забезпечують ретрансляцію даних	Основною послугою мережного рівня є забезпечення передавання даних без будь-яких їх змін між транспортними логічними об'єктами. Мережний рівень у рамках мережного з'єднання надає транспортному рівню наступні послуги й елементи послуг: 1) мережні адреси; 2) засоби встановлення, підтримки й розриву мережного з'єднання; 3) мережні ідентифікатори прикінцевих пунктів з'єднання; 4) передавання мережних сервісних блоків даних; 5) параметри якості послуг (рівень невідновлених помилок, доступність послуг, надійність, пропускна здатність, транзитна затримка й затримка на встановлення з'єднання); 6) оповіщення про помилки; 7) впорядкування блоків даних; 8) керування потоком даних (призупинення передавання сервісних блоків даних через	1) маршрутизація й ретрансляція; 2) мережні з'єднання. Мультиплексування мережного з'єднання; 3) сегментування й об'єднання; 4) виявлення помилок і відновлення при помилках; 5) впорядкування блоків даних; 6) керування потоком даних; 7) передавання термінових даних; 8) скидання; 9) вибір послуги; 10) адміністративне керування мережним рівнем.

		встановлене мережне з'єднання); 9) скидання й розрив мережного з'єднання; 10) отримання підтвердження.	
2	Канальний рівень забезпечує функціональні й процедурні засоби для встановлення, підтримки й розриву з'єднань каналного рівня між мережними логічними об'єктами, а також засоби для передавання сервісних блоків даних цього рівня (кадрів). З'єднання каналного рівня будується на основі одного або декількох фізичних з'єднань. Канальний рівень виявляє й, по можливості, виправляє помилки, що виникають на фізичному рівні й при передаванні блоків даних через фізичне середовище ВВС.	Надає мережному рівню наступні послуги: 1) каналне з'єднання; 2) сервісні блоки даних каналного рівня (зі змінним розміром у залежності від рівня помилок); 3) ідентифікатори прикінцевого пункту з'єднання каналного рівня; 4) впорядкування блоків даних; 5) оповіщення про помилки; 6) керування потоком даних (швидкість приймання сервісних блоків даних рівня); 7) параметри якості послуги (середній час між виникненням виявлених, але не виправлених помилок; рівень невідновлених помилок, коли помилки виникають внаслідок переключень, дублювання, порушення порядку слідування; доступність послуги; транзитна затримка й пропускна здатність);	1) встановлення й розрив з'єднань каналного рівня; 2) відображення сервісних блоків даних каналного рівня; 3) розщеплення з'єднання каналного рівня; 4) розмежування й синхронізація; 5) впорядкування блоків даних; 6) виявлення помилок і відновлення при помилках; 7) керування потоком даних; 8) ідентифікація й обмін параметрами; 9) керування перемикачними каналами даних; 10) адміністративне керування каналним рівнем.
1	Фізичний рівень забезпечує механічні, електричні, функціональні й процедурні засоби для встановлення, підтримки й розриву фізичних з'єднань, що призначені для побігового передавання між логічними об'єктами каналного рівня. Фізичне з'єднання може проходити через проміжні відкриті системи, кожна з яких здійснює ретрансляцію бітового потоку засобами фізичного рівня. Логічні об'єкти фізичного рівня пов'язані за допомогою фізичного середовища.	Надає каналному рівню наступні послуги: 1) фізичні з'єднання; 2) фізичні сервісні блоки даних (один біт при послідовному передаванні й N біт - при паралельному); 3) фізичні прикінцеві пункти з'єднання; 4) ідентифікація каналу даних; 5) впорядкування бітів, що передаються; 6) оповіщення про помилки; 7) параметри якості послуги (якість каналів даних, що утворюють з'єднання рівня; рівень помилок, що зумовлені переключеннями, втратою або дублюванням інформації; доступність послуги; швидкість передавання бітів у каналі; транзитна затримка).	Реалізація послуг фізичного рівня забезпечується виконанням наступних функцій у рамках встановленого протоколу: 1) активізація й деактивізація фізичного з'єднання; 2) передавання фізичних сервісних блоків даних; 3) адміністративне керування фізичним рівнем.

Прикладний рівень – це єдиний рівень еталонної моделі, який забезпечує прикладні процеси засобами доступу до функціонального середовища ВВС, тобто забезпечує можливість взаємодії прикладних процесів. Прикладні процеси

обмінюються інформацією за допомогою прикладних логічних об'єктів, прикладних протоколів і послуг представницького рівня. Для своїх партнерів по взаємодії прикладний процес – це прикладний логічний об'єкт, що є його частиною, який реалізує функції взаємозв'язку.

Прикладний логічний об'єкт складається з одного елемента користувача й декількох елементів прикладних послуг (рис. 2.22).

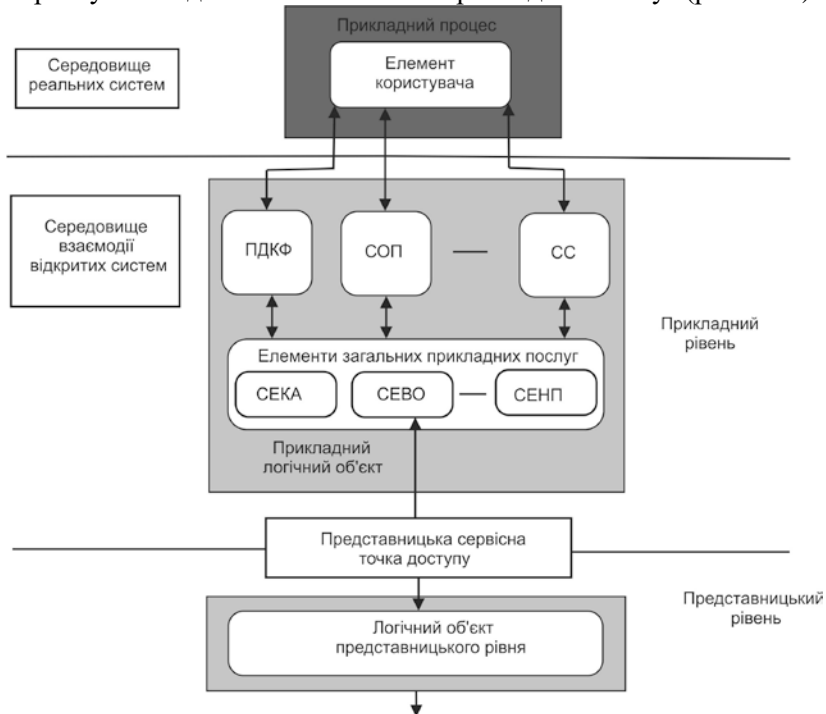


Рис. 2.22. Склад прикладного логічного об'єкта (ПДКФ – передавання, доступ і керування файлом; СОП – система обробки повідомлення; СС – система сигналізації; СЕКА – сервісний елемент керування асоціацією; СЕВО – сервісний елемент віддалених операцій; СЕНП – сервісний елемент надійного передавання)

Елемент користувача являє частину прикладного процесу, яка використовує елементи прикладних послуг, що здійснюють зв'язок із прикладним процесом. Елементи прикладних послуг

являють собою ту частину прикладного логічного об'єкта, яка для виконання своїх функцій використовує послуги представницького рівня. Обмін прикладними протокольними блоками даних – це єдиний засіб зв'язку елементів користувача в різних системах. Ці блоки даних формуються елементами прикладних послуг. Основною послугою прикладного рівня є обмін інформацією. Крім передавання інформації, прикладним рівнем може надаватися наступний набір послуг:

- ідентифікація передбачуваних партнерів з обміну (за ім'ям, адресою, певним описом, узагальненим описом);
- визначення доступності в цей момент передбачуваних партнерів з обміну;
 - встановлення прав на участь в обміні;
 - угода про вибір механізмів захисту інформації;
 - аутентифікація передбачуваних партнерів з обміну;
 - визначення методики розподілу витрат;
 - визначення обсягу необхідних ресурсів;
 - визначення прийнятної якості послуг (наприклад час відповіді, припустима частота помилок, вартість стосовно згаданих факторів і т.ін.);
- синхронізація взаємодіючих прикладних процесів;
- вибір режиму діалогу, включаючи процедури ініціювання й завершення;
 - угода про відповідальність за відновлення від помилок;
 - угода про процедури керування цілісністю даних;
 - перелік обмежень, що накладаються на синтаксис даних (набори знаків, структура даних і т.ін.).

Можливе розширення зазначеного переліку послуг, а також надання деяких з них засобами адміністративного керування ВВС.

На прикладному рівні виконуються всі функції зв'язку між відкритими системами, які не виконуються нижчерозташованими рівнями. До них належать функції, що виконуються програмними засобами, а в окремих випадках і функції, що виконуються людьми.

Прикладні процеси встановлюють зв'язок при використанні своїх прикладних логічних об'єктів, між якими встановлюється асоціація. Тільки після встановлення асоціації

між двома прикладними логічними об'єктами може бути встановлений зв'язок і забезпечена взаємодія між двома прикладними процесами.

На прикладному рівні реалізуються також функції адміністративного керування системою, прикладного адміністративного керування й адміністративного керування прикладним рівнем.

Адміністративне керування системою належить до адміністративного керування ресурсами ВВС і реалізує функції керування активізацією/деактивізацією, контролю й захисту від помилок.

Представницький рівень встановлює способи подання інформації, якою обмінюються прикладні логічні об'єкти або на яку вони посилаються в процесі обміну й забезпечує:

- подання даних, що підлягають передаванню між прикладними логічними об'єктами;
- відображення структури даних, на яку прикладні об'єкти посилаються в процесі свого обміну, наряду з поданням сукупності дій, які можуть бути виконані над цією структурою даних.

Представницький рівень має справу із синтаксисом, тобто із правилами, що використовуються для формального опису подання даних, а не з їх семантикою (змістом), яка відома тільки прикладним об'єктам. Подання даних в єдиному вигляді звільняє прикладні об'єкти від необхідності опікуватися про проблему «загального» подання інформації, тобто забезпечує для них незалежність від синтаксису.

Представницький рівень забезпечує для прикладного рівня сеансові послуги (у вигляді послуг представлення), які реалізуються за допомогою наступних функцій:

- запит на встановлення сеансу;
- передавання даних;
- угода про вибір і повторний вибір синтаксису;
- перетворення синтаксису, включаючи перетворення даних, формування й спеціальні функції перетворення (наприклад стиснення);
- запит на завершення сеансу.

Можуть бути три варіанти синтаксису даних при реалізації функцій взаємозв'язку: синтаксис, що використовується при-

кладним об'єктом-відправником; синтаксис, що використовується прикладним об'єктом-одержувачем і, власне, синтаксис передавання (синтаксис, що використовується логічними об'єктами нижчерозташованих рівнів).

Для всієї області ВВС немає єдиного заздалегідь установленого синтаксису передавання. Синтаксис передавання, який буде використовуватися після з'єднання представницького рівня, обговорюється між представницькими об'єктами-кореспондентами.

Сеансовий рівень забезпечує засоби, необхідні для взаємодіючих логічних об'єктів представницького рівня для організації й синхронізації діалогу й адміністративного керування обміном даними між ними. Із цією метою сеансовий рівень надає послуги щодо встановлення сеансового з'єднання між двома логічними об'єктами представницького рівня, а також послуги з підтримки впорядкованого обміну даними при взаємодії.

Для здійснення передавання даних між об'єктами представницького рівня сеанс відображається на транспортне з'єднання й використовує останнє. Сеанс існує доти, доки він не буде розірваний об'єктами представницького рівня або сеансового рівня.

Логічний об'єкт представницького рівня, що ініціює сеансове з'єднання, задає логічний об'єкт-одержувач представницького рівня за допомогою сеансової адреси. У багатьох випадках як сеансова адреса може бути використана транспортна адреса.

Сеансове з'єднання використовує послуги транспортного рівня й надає прикладному рівню наступні послуги:

- встановлення сеансового з'єднання;
- розрив сеансового з'єднання;
- обмін звичайними даними (керування потоком із метою запобігання перевантаженню);
- карантинна послуга (задання ряду сеансових сервісних блоків даних, недоступних до одержання дозволу з представницького рівня);
- обмін терміновими даними;
- адміністративне керування взаємодією (керування черговою виконання функцій керування сеансового рівня);

- синхронізація сеансового з'єднання;
- оповіщення про особливі ситуації (що не обробляються іншими послугами, наприклад, такі ситуації, як виникнення невіправних помилок під час сеансу).

Сеансовий рівень може забезпечувати обмін даними в режимах як із встановленням, так і без встановлення з'єднання. У режимі із встановленням з'єднання виділяють три фази функціонування рівня: встановлення сеансового з'єднання, обмін даними й розрив сеансового з'єднання.

Послуги сеансового рівня забезпечуються функціями, що виконуються його логічними об'єктами в процесі надання послуг. Основними функціями сеансового рівня є:

- відображення сеансового з'єднання на транспортне з'єднання;
- керування потоком даних у сеансовому з'єднанні;
- передавання термінових даних;
- відновлення сеансового з'єднання;
- розрив сеансового з'єднання;
- адміністративне керування сеансовим рівнем (активізація й захист від помилок).

Транспортний рівень забезпечує передавання даних без якихось змін між сеансовими логічними об'єктами й оптимізує використання доступних мережних послуг із метою забезпечення необхідної, для всіх одночасно працюючих логічних об'єктів сеансового рівня, пропускну здатності при мінімальних витратах.

Усі протоколи транспортного рівня мають міжприкінцевий характер і пов'язують транспортні логічні об'єкти в прикінцевих відкритих системах ВВС. Транспортний рівень реалізує набір функцій на підставі послуг, що надаються мережним рівнем, і у свою чергу надає сеансовому рівню наступні види послуг:

Встановлення транспортного з'єднання. Транспортні з'єднання встановлюються між сеансовими логічними об'єктами, що ідентифікуються транспортними адресами. Під час встановлення транспортного з'єднання може вибиратися клас необхідних транспортних послуг з набору наявних класів, які характеризуються заздалегіть визначеними наборами таких параметрів, як пропускну здатність, транзитна затримка, затрим-

ка на встановлення з'єднання, а також гарантованими значеннями таких параметрів, як ступінь невиправних помилок й доступність послуг.

Передавання даних. Ця послуга забезпечує передавання даних відповідно до обраної якості послуг через встановлене транспортне з'єднання. У випадку, коли необхідна якість не може бути забезпечена, а всі спроби її відновлення невдалі, транспортне з'єднання розривається, і про це сповіщаються логічні об'єкти сеансового рівня.

Розрив транспортного з'єднання. Ця послуга забезпечує засоби впорядкованого розриву транспортного з'єднання сеансовим логічним об'єктом з обов'язковим повідомленням іншого кореспондуючого сеансового логічного об'єкта.

Перелік функцій, що реалізуються на транспортному рівні, містить:

- перетворення транспортної адреси в мережну;
- мультиплексування (міжприкінцеве) транспортних з'єднань у мережні;
- встановлення й розрив транспортних з'єднань;
- міжприкінцеве впорядкування блоків даних по окремих з'єднаннях;
- міжприкінцеве виявлення помилок і необхідний контроль якості послуг;
- міжприкінцеве відновлення блоків даних після виявлення помилок;
- міжприкінцеве керування потоком даних по окремих з'єднаннях;
- міжприкінцеве сегментування, об'єднання й зчеплення.

Для оптимізації використання мережних з'єднань відображення транспортних з'єднань у мережні не повинно бути взаємно однозначним. Тому з метою оптимізації мережних послуг можуть виконуватися функції як мультиплексування, так і розщеплення з'єднань.

Усі операції, пов'язані з обміном даними на транспортному рівні, виконуються в три етапи, яким відповідають фази:

- 1) встановлення з'єднання;
- 2) передавання даних;
- 3) розриву з'єднання.

У фазі встановлення сеансового з'єднання транспортний рівень встановлює відповідність між рекомендованою сеансовим рівнем якістю (класом) послуг і якістю послуг, що надаються мережним рівнем, реалізуючи при цьому наступний набір функцій:

- вибір мережного з'єднання, що задовольняє вимоги сеансового логічного об'єкта з урахуванням якості послуг і вартості (витрат на забезпечення даної якості послуг);
- ухвалення рішення про необхідність реалізації функції мультиплексування або розчеплення для оптимізації використання мережних з'єднань;
- вибір оптимального розміру транспортного протокольного блока даних;
- визначення функцій, реалізованих у фазі передавання даних;
- ідентифікація різних транспортних з'єднань;
- передавання даних.

Метою фази передавання даних є забезпечення обміну транспортними сервісними блоками даних між сеансовими логічними об'єктами, що взаємодіють через транспортне з'єднання. Це досягається за допомогою передавання по транспортному з'єднанню відповідних транспортних протокольних блоків даних і реалізацією наступних функцій, використання яких залежить від класу послуг, обраного у фазі встановлення з'єднання:

- упорядкування блоків даних;
- об'єднання, зчеплення й сегментування;
- мультиплексування й розчеплення;
- керування потоком даних;
- виявлення помилок і відновлення при помилках;
- передавання термінових даних;
- розмежування транспортних сервісних блоків даних;
- ідентифікація транспортного з'єднання.

У фазі розриву з'єднання виконуються функції:

- розрив з'єднання;
- оповіщення про причину розриву;
- ідентифікація з'єднання, що розривається;
- передавання даних.

Мережний рівень надає засоби встановлення, підтримки й розриву мережного з'єднання між відкритими системами, що

містять пов'язані прикладні логічні об'єкти, а також функціональні й процедурні засоби для обміну через мережне з'єднання мережними сервісними блоками даних між транспортними логічними об'єктами.

Мережний рівень забезпечує транспортним логічним об'єктам незалежність від функцій маршрутизації й ретрансляції, пов'язаних із процесами встановлення й підтримки (функціонування) відповідного мережного з'єднання. Мережний рівень приховує (маскує) від транспортних логічних об'єктів механізми використання ресурсів нижчерозташованих рівнів.

Основною послугою мережного рівня є забезпечення передавання даних без будь-якої їхньої зміни між транспортними логічними об'єктами. Мережне з'єднання може встановлюватися через підмережі, тобто через сукупність однієї або більше проміжних відкритих систем, що забезпечують ретрансляцію даних.

Мережний рівень у рамках мережного з'єднання надає транспортному рівню наступні послуги й елементи послуг:

- *Мережні адреси.* Транспортні логічні об'єкти розпізнаються мережним рівнем за допомогою мережних адрес, які надаються мережним рівнем і можуть використовуватися транспортними логічними об'єктами для однозначної ідентифікації інших транспортних логічних об'єктів.
- *Мережні з'єднання.* Мережний рівень надає засоби встановлення, підтримки й розриву мережного з'єднання. Мережне з'єднання є двопунктовим. Дві мережні адреси можуть бути пов'язані декількома мережними з'єднаннями.
- *Мережні ідентифікатори прикінцевих пунктів з'єднання.* Мережний рівень надає транспортному логічному об'єкту мережний ідентифікатор прикінцевого пункту з'єднання, який разом з мережною адресою однозначно ідентифікує прикінцевий пункт мережного з'єднання.
- *Передавання мережних сервісних блоків даних.* Після встановлення мережного з'єднання мережний рівень забезпечує обмін мережними сервісними блоками даних, що мають певний формат і чіткі ознаки початку й кінця, без якої-небудь зміни їх змісту.

- *Параметри якості послуг.* У перелік параметрів якості послуг входять рівень невідновлюваних помилок, доступність послуг, надійність, пропускну здатність, транзитна затримка й затримка на встановлення з'єднання.
- *Оповіщення про помилки.* Мережний рівень сповіщає транспортний рівень про виявлені невіправні помилки, при цьому одночасно з оповіщенням може виконуватися екстремний розрив з'єднання мережного рівня.
- *Упорядкування блоків даних.* Мережний рівень за запитом від транспортного рівня може забезпечувати впорядкування доставки мережних сервісних блоків даних, що проходять через відповідне мережне з'єднання.
- *Керування потоком даних.* Приймаючий транспортний логічний об'єкт може через пункт доступу видати команду логічному об'єкту мережного рівня (мережній послугі) про припинення передавання мережних сервісних блоків даних по встановленому мережному з'єднанню.
- *Передавання термінових мережних сервісних блоків даних.* Ця послуга мережного рівня є необов'язковою (факультативною).
- *Скидання.* Дана послуга також є необов'язковою й припускає при її виклику знищення всіх мережних сервісних блоків даних, що перебувають у мережному з'єднанні з одночасним оповіщенням транспортного логічного об'єкта на іншому кінці мережного з'єднання про скидання.
- *Розрив мережного з'єднання* (на вимогу транспортного логічного об'єкта).
- *Одержання підтвердження.*

Функції мережного рівня забезпечують використання різних конфігурацій для підтримки мережних з'єднань - від двопунктових з'єднань до з'єднань підмереж із різними характеристиками. При цьому під підмережею розумють сукупність однієї або більше проміжних відкритих систем (транзитних або ретрансляційних систем), які забезпечують ретрансляцію даних і через які прикінцеві відкриті системи можуть встановлювати мережні з'єднання.

Мережний рівень виконує наступні функції:

- маршрутизація й ретрансляція;

- мережні з'єднання;
- мультиплексування мережного з'єднання;
- сегментування й об'єднання;
- виявлення помилок;
- виправлення помилок;
- упорядкування блоків даних;
- керування потоком даних;
- передавання термінових даних;
- скидання;
- вибір послуги;
- адміністративне керування мережним рівнем.

Канальний рівень забезпечує функціональні й процедурні засоби для встановлення, підтримки й розриву з'єднань канального рівня між мережними логічними об'єктами, а також засоби для передавання сервісних блоків даних цього рівня. З'єднання канального рівня будується на основі одного або декількох фізичних з'єднань. Канальний рівень виявляє й по можливості виправляє помилки, що виникають на фізичному рівні й при передаванні блоків даних через фізичне середовище для ВВС. Канальний рівень надає мережному рівню наступні послуги:

- *З'єднання канального рівня.* На канальному рівні забезпечується одне або кілька з'єднань між двома логічними об'єктами мережного рівня, які динамічно можуть встановлюватися й розриватися.
- *Сервісні блоки даних канального рівня.* Після з'єднання в канальному рівні здійснюється обмін сервісними блоками, розмір яких визначається залежно від співвідношення між рівнем помилок фізичного з'єднання й коригувальними властивостями протоколу канального рівня, що забезпечує реалізацію функцій виявлення й, можливо, часткового виправлення помилок.
- *Ідентифікатори прикінцевого пункту з'єднання канального рівня* (при необхідності - для ідентифікації мережних логічних об'єктів).
- *Упорядкування блоків даних* (при необхідності).
- *Оповіщення про помилки.*

- *Керування потоком даних.* Кожний логічний об'єкт мережного рівня може керувати швидкістю приймання сервісних блоків даних каналного рівня по з'єднанню цього рівня.

Встановлювані на каналному рівні параметри якості послуг містять:

- середній час між виникненням виявлених невірних помилок;
- рівень невірних помилок, коли помилки виникають внаслідок перекручень, дублювання, порушення порядку слідування блоків даних;
- доступність послуги;
- транзитну затримку й пропускну здатність.
- виявлення помилок;
- виправлення помилок;
- керування потоком даних;
- ідентифікацію й обмін параметрами;
- керування перемикальними каналами даних;
- адміністративне керування рівнем ланки даних.

Фізичний рівень забезпечує механічні, електричні, функціональні й процедурні засоби для активізації, підтримки й деактивізації фізичних з'єднань, призначених для побітового передавання даних між логічними об'єктами каналного рівня. Фізичне з'єднання може відбуватись через проміжні відкриті системи, кожна з яких здійснює ретрансляцію бітового потоку засобами фізичного рівня. Логічні об'єкти фізичного рівня пов'язані через фізичне середовище. Фізичний рівень надає рівню ланки даних наступні послуги:

Фізичні з'єднання. Фізичний рівень забезпечує передавання впорядкованих потоків бітів через встановлені фізичні з'єднання між логічними об'єктами каналного рівня без будь-яких змін. Фізичне з'єднання може бути утворене на базі декількох взаємозалежних каналів даних із реалізацією функції ретрансляції на фізичному рівні. При цьому під каналом даних розуміють тракт зв'язку у фізичному середовищі ВВС між двома логічними об'єктами фізичного рівня разом із засобами фізичного рівня, які необхідні для передавання інформації по цьому тракту.

Фізичні сервісні блоки даних. Фізичний сервісний блок даних складається з одного біта при послідовному передаванні й

з N бітів - при паралельному як у дуплексному, так і в напівдуплексному режимах обміну.

Фізичні прикінцеві пункти з'єднання. На фізичному рівні кожному прикінцевому пункту з'єднання надається ідентифікатор. Фізичне з'єднання може мати два (при двопунктовому з'єднанні) і декілька (при багатопунктовому з'єднанні) ідентифікаторів прикінцевих пунктів з'єднання.

Ідентифікація каналу даних. Ідентифікатори прикінцевих пунктів з'єднання фізичного рівня дозволяють однозначно визначати канали даних між суміжними відкритими системами.

Упорядкування. Фізичний рівень забезпечує доставку послідовності бітів одержувачеві в тому самому порядку, в якому вона була прийнята від відправника.

Оповіщення про помилки. Логічні об'єкти каналного рівня сповіщають про помилки, які виявлені на фізичному рівні.

Параметри якості послуги. Якість послуг фізичного рівня визначається якістю каналів даних, що утворюють з'єднання рівня, і характеризується:

- рівнем помилок, зумовлених перекрученням, втратою або дублюванням інформації;
- доступністю послуг;
- швидкістю передавання бітів у каналі даних;
- транзитною затримкою.

Реалізація цих послуг фізичного рівня забезпечується виконанням наступних функцій у рамках протоколу, що використовується:

- активізація й деактивізація фізичного з'єднання;
- передавання фізичних сервісних блоків даних;
- адміністративне керування фізичним рівнем.

2.3. Архітектура телекомунікаційних мереж

Перспективна телекомунікаційна мережа (ТКМ) є основним технологічним елементом інформаційної інфраструктури України, що підтримує єдність інформаційного простору. Виходячи з цього, архітектура ТКМ визначається відповідно до концепції, ідеології, принципів побудови й розвитку ГП, а також з використанням базових термінів і визначень рекомендацій МСЕ серії Y.100 – Y.120, що описують цю архітектуру.

Телекомунікаційна мережа створюється на основі складних комплексних технологій. Для специфікації її властивостей, послуг, принципів побудови й функціонування, визначення організаційної структури та інших аспектів використовується впорядкована на основі методології ГП певна кількість моделей і архітектур, що відображає найбільш істотні питання її побудови й функціонування.

Архітектура ТКМ - формалізований опис концептуальних меж побудови ТКМ і складу її основних функціональних елементів, реалізованих різними способами (програмними, технічними, логічними), а також зв'язків між ними. Залежно від цілей і завдань, що розв'язуються з використанням засобів і можливостей архітектури ТКМ, може бути визначена множина архітектур (архітектурна основа), кожний елемент якої враховує окремі аспекти побудови ТКМ у контексті загального визначення архітектури ТКМ.

2.3.1. Принципи формування й класифікація елементів архітектури телекомунікаційних мереж

Загальні принципи формування архітектури ТКМ повинні визначатися з опису інформаційних і мережних технологій (технологічне середовище), які реалізують сукупність наступних основних функцій:

- акумулювання й інтеграцію необхідних користувачеві інформаційних, комунікаційних і проблемно-орієнтованих послуг;
- забезпечення гарантованого персонального доступу до послуг і ресурсів ТКМ незалежно від часу й місця знаходження користувача;
- відкритість до зміни організаційно-технічних і системно-технічних принципів застосування, побудови й функціонування.

При цьому основними компонентами мережної інфраструктури ТКМ можуть бути різні типи мережних технологій, які або перебувають в експлуатації, або розробляються.

Для опису архітектури ТКМ застосовується метод послідовної функціональної декомпозиції, за допомогою якого визначаються рівні функціональної архітектури, групи функцій (моделі функціонального групування), типи функціонально-

орієнтованих елементів (систем), стеки функціонально-орієнтованих елементів, що реалізують ці системи.

Як основні функціональні рівні введені:

- рівень мережної інфраструктури (Network infrastructure) - нижній рівень;
- рівень програмного забезпечення (Middleware) - середній рівень;
- прикладний рівень (Applications) - верхній рівень.

Мережна інфраструктура надає послуги заданої якості для транспортування різних видів інформації, включаючи дані, текст, факсимільні повідомлення, аудіо- й відеоінформацію, документи мультимедіа, графічні образи, різні інформаційні контейнери.

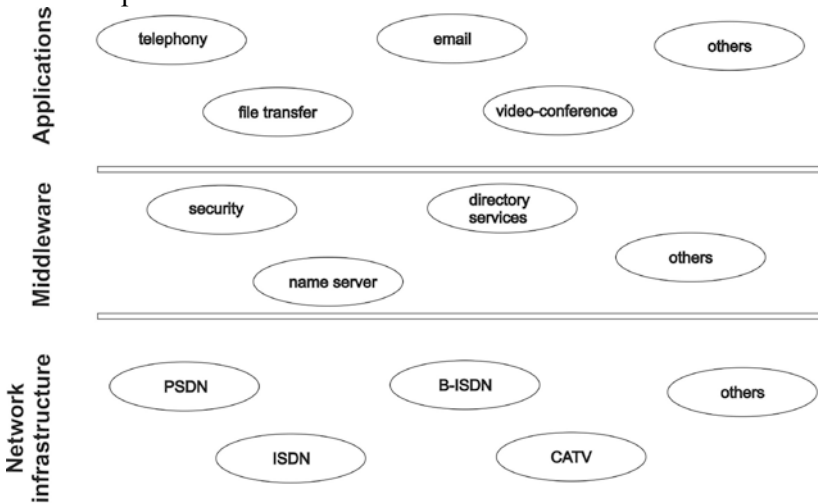


Рис. 2.23. Узагальнене зображення функціональної структури ГП

Вона будується за допомогою різноманітних типів мереж, з використанням яких реалізується доступ користувачів до ресурсів ТКМ, і охоплює всю ієрархію мереж до прикінцевих споживачів їх ресурсів, об'єднаних у користувацькі мережі. Мережі, інтегровані в інфраструктуру ТКМ, можуть мати свою власну, більш детальну структуру.

Рівень програмного забезпечення (середній рівень) включає функції, які реалізують універсальні сервіси (послуги), що використовуються одним або декількома додатками. До даного рівня належать засоби (послуги) забезпечення захисту інформації; служба довідника; служба імен; сервіси керування даними; служба взаємодії й навігації - визначення місцезнаходження абонента (користувача) та ін.

Прикладний рівень охоплює мережні та інформаційні, проблемно-орієнтовані послуги, сервіси, що відповідають вимогам безпеки, надання яких кінцевому користувачеві є основним призначенням ТКМ. У загальному випадку до прикладного рівня належать: електронна й мовна пошта; телефонні (у тому числі комп'ютерна телефонія) сервіси; відеоконференції; передавання відеоданих; оперативний пошук розподілених документів мультимедіа; надання актуальних даних навігації й цифрової картографії.

Як основні групи однорідних функцій виділяються функції, упорядковані за наступними рівнями ієрархії:

- мережний рівень (Network Level);
- рівень організації роботи мережної інфраструктури (Networking Level);
- рівень послуг (Service Level);
- прикладний рівень (Application Level).

На *мережному рівні* визначаються (виділяються) групи однорідних функцій для абонентських мереж, мереж доступу, транспортної мережі в забезпеченні транспортування інформації між абонентськими мережами (терміналами) і підтримки мережного керування.

На *рівні організації роботи мережної інфраструктури* виділяються (визначаються) групи однорідних функцій для комплексування й організації спільної роботи різнотипних мережних технологій і для забезпечення керування мережним рівнем, а також для моделювання логічних мереж, включаючи організаційне (адміністративне) керування мережами, з'єднаннями й послугами.

На *рівні послуг* виділяються (визначаються) групи однорідних функцій для обробки, зберігання й розподілу інфор-

мації, надання функцій виклику додатків і керування ними, підтримки мультимедіа технологій і їх окремих реалізацій.

Прикладний рівень містить увесь спектр прикладних послуг, що надаються ТКМ.

Типи й групи функціонально орієнтованих елементів, що належать до мережної інфраструктури ТКМ, визначаються рівнями деталізації опису властивостей і способів розв'язку завдань, покладених на ТКМ. Склад функціонально орієнтованих елементів під час поетапного розвитку ТКМ може видозмінюватися.

Типовими функціонально орієнтованими елементами ТКМ є:

- прикінцеве устаткування користувачів;
- устаткування доступу й стиків;
- комутаційне устаткування;
- устаткування передавання;
- прикладні сервери;
- сервери послуг підтримки прийняття рішень планування

й керування зв'язком, організації міжмережної (міжвідомчої) взаємодії.

Групи функціонально орієнтованих елементів призначені для опису можливих варіантів побудови й реалізації архітектури ТКМ. Склад груп функціонально орієнтованих елементів залежить від обраного варіанта реалізації архітектури: концептуальної основи побудови ТКМ; складу інформаційних і мережних технологій, що плануються до застосування. Для прикінцевої системи зв'язку така група складається з наступних елементів:

- транспортного, що забезпечує базову послугу перенесення інформації;
- керування переносенням інформації;
- пошуку інформації про місцезнаходження користувачів;
- форматування інформації;
- безпеки;
- прикладних.

Подальший розвиток підходів ЕМ ВВС було сформульовано в реалізації мереж зв'язку нового покоління (NGN). Розглянемо їх більш детально.

2.3.2. Модель архітектури телекомунікаційних мереж

Модель архітектури ТКМ - формалізований опис концепції побудови архітектури ТКМ у вигляді сукупності її основних елементів і зв'язків між ними. Вона призначена для визначення найбільш загальних, але істотних елементів архітектури й зв'язків між ними.

Структура загальної моделі архітектури ТКМ містить наступні моделі (рис. 2.24):

- устаткування користувача;
- мережі доступу;
- транспортної (транзитної) мережі.

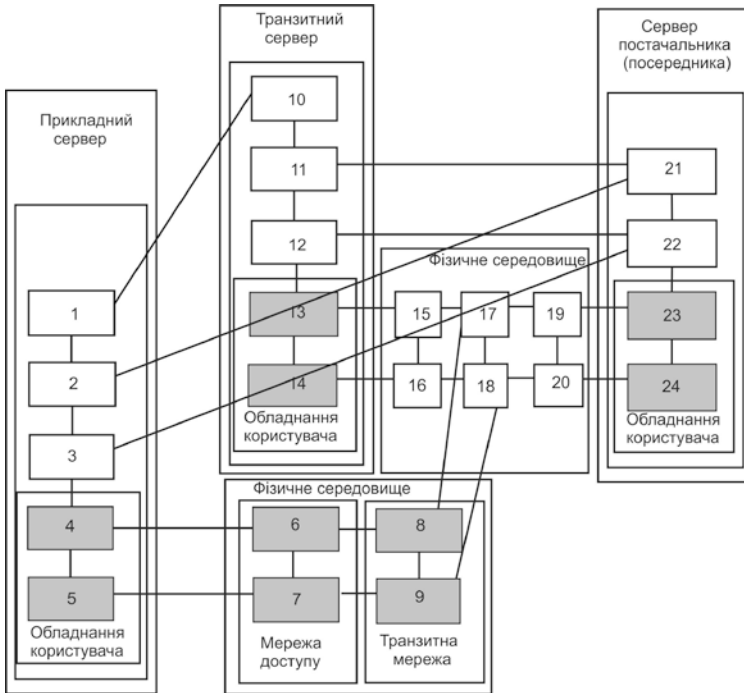


Рис. 2.24. Структура загальної моделі архітектури ТКМ

Модель, що описує процес роботи устаткування користувача ТКМ, складається з наступних рівнів:

- прикладного (користувача) (1);

- перетворення інформації (2);
- пошуку повідомлень (3);
- керування перенесенням повідомлень (4);
- перенесення повідомлень (5).

Рівню 1 аналогічний рівень 10; рівню 2 аналогічні рівні 11 і 21.

Модель мережі доступу включає рівні:

- керування мережею доступу (6);
- переносу повідомлень на ділянці доступу (7).

Рівню 7 аналогічні рівні 16, 18, 20 і 24; рівню 6 аналогічні рівні 15, 17, 19 і 23.

Модель транспортної (транзитної) мережі містить рівні:

- перенесення повідомлень через транзитну мережу (8),
- керування ресурсом транзитної мережі (9).

Рівню 8 аналогічний рівень 17; рівню 9 аналогічний рівень 18.

Модель прикладного сервера містить п'ять рівнів. Назви й основна функції цих рівнів збігаються з тими, що перераховані для моделі устаткування користувача.

Модель серверів інформаційних і спеціальних (навігації, упізнавання, безпеки) послуг має чотири рівні. Два нижні рівні (23, 24) ідентичні тим, що зображені для моделей устаткування доступу (6, 7) і прикладного серверу (4, 5).

Третій рівень (22), окрім функцій пошуку, виконує також завдання посередника. Четвертий рівень (21) виконує функції перетворення інформації й відповідає однойменному рівню в моделі прикладного серверу (2).

2.3.3. Архітектурна основа телекомунікаційних мереж

Архітектурна основа ТКМ - це множина архітектур, кожний елемент якої описує окремі аспекти побудови ТКМ. Найбільш значущими для розв'язку завдань побудови й розвитку ТКМ є наступні види архітектур: багатоваріантна, функціональна, фізична (системна), логічна, інформаційна.

Багатоваріантна архітектура, виходячи з конкретних умов застосування ТКМ, повинна мати наступні класифікаційні групи:

- наземного, повітряного й космічного базування;
- мережі, комплекси й засоби загального й спеціального призначення;

- стаціонарна й рухома частини ТКМ;
- підсистеми основного призначення;
- підсистеми загальносистемного призначення;
- підсистеми допоміжного призначення;
- підсистеми забезпечення.

Класифікаційні групи визначають специфіку виконання основних функціональних елементів багатоваріантної архітектури з урахуванням вимог до:

- послуг;
- інтенсивності інформаційних потоків;
- абонентської мережі;
- мережі доступу;
- транспортної (транзитної) мережі.

Для кожного функціонального елемента багатоваріантної архітектури розробляються варіанти (сценарії) їх реалізації з урахуванням поетапного розвитку ТКМ і впровадження телекомунікаційних технологій.

Функціональна архітектура ТКМ є елементом її архітектурної основи і являє собою формалізований опис концептуальних меж побудови ТКМ і складу її основних функціональних елементів, які реалізовані різними способами (програмними, технічними, логічними) і зв'язків між ними. Вона визначає вимоги до кількості рівнів, типажу й складу однорідних функціональних групувань, необхідних для реалізації вимог, що висувуються до ТКМ користувачем, сформульованих при формуванні багатоваріантної архітектури ТКМ.

Функціональна архітектура ТКМ, що забезпечує розв'язок завдань розробки й аналізу ефективності варіантів побудови ТКМ у широкому концептуальному базисі (від цифрових мереж з інтеграцією служб до мереж нового покоління включно), наведена на рис. 2.25.

Вона має наступні рівні й види функціональних групувань:

- рівень доступу й адаптації (функціональні групування та їх стеки, що реалізують мережі доступу, об'єктові мережі, термінальні засоби користувачів, а також відповідні служби й послуги);
- транспортний рівень (функціональні групування їх стеки, що реалізують функції транспортної мережі, керування з'єднанням, доставкою, а також відповідні служби й послуги);

- рівень керування викликом/сеансом (функціональні групування, що реалізують функції цього рівня, а також відповідні служби й послуги, включаючи керування якістю обслуговування);

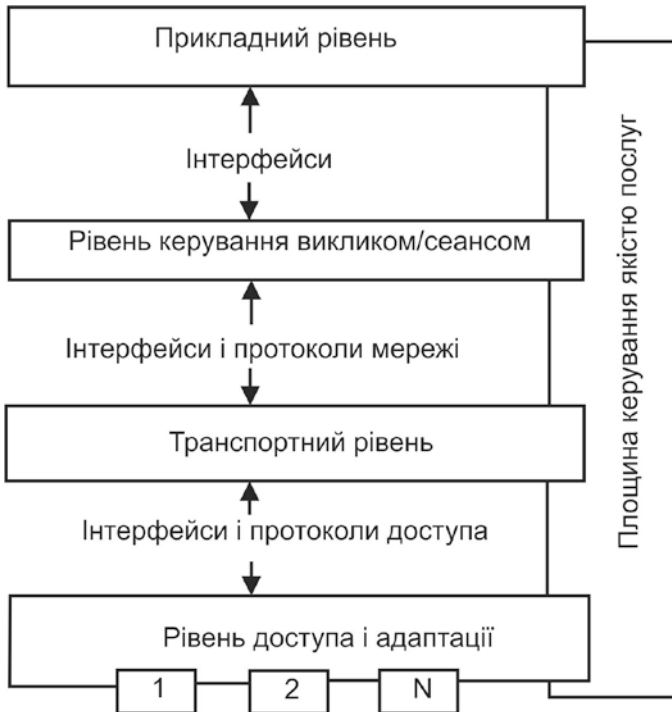


Рис. 2.25. Функціональна архітектура ТКМ

- прикладний рівень і рівень послуг. Його функціональні групування й стеки повинні забезпечувати реалізацію й розширення необхідного спектра послуг, безпечні інтерфейси від третіх сторін, підтримувати автоматичний збір і розміщення в каталогах інформаційних і загальних компонентів відповідних даних, підтримувати різні типи мобільності, включаючи термінальну, персональну й сеансову. Вони повинні забезпечувати спільну роботу існуючих операційних систем, інтеграцію різних ресурсів і платформ через відповідні шлюзи;

- площина керування якістю послуг (QoS) - сукупність функціональних групувань, необхідних для адаптації ресурсів і режимів роботи ТКМ до дії деструктивних факторів з метою забезпечення заданої якості послуг, що надаються її користувачам. Ця площина містить вимоги до реалізації в ТКМ (незалежно від її концептуальної основи) функцій адаптації її ресурсів до мінливих вимог користувача (їх додатків), видів інформаційного обміну, до інформаційної протидії та іншим деструктивним факторам.

Функціональна архітектура містить також вимоги, визначення й опис міжрівневих інтерфейсів і протоколів, методи оцінки ефективності прийнятих рішень і проведення випробувань.

Фізична (системна) архітектура - елемент архітектурної основи ТКМ, що являє собою сукупність функціональних елементів, для яких визначені межі фізичної або системної реалізації й зв'язків між ними із визначенням відповідних інтерфейсів взаємодії.

На рис. 2.26 наведена фізична (системна) архітектура ТКМ, що має три типи зон зв'язку. Кожна зона може містити або мережу доступу (МД), або транзитну (транспортну) мережу (ТМ), або їх сукупність.

У свою чергу, кожна зона зв'язку містить три функціональні блоки (платформи):

- платформу технічної експлуатації й моніторингу (ПЕМ), що має сукупність функціональних елементів, які забезпечують виконання відповідних функцій на всіх рівнях і елементах мережі;

- платформу керування й перенесення інформації (ПК і ПІ), яка визначає склад і принципи побудови елементів, що реалізують функції транспортування інформації, керування основними етапами встановлення з'єднань і сеансів;

- платформу забезпечення основних і додаткових послуг (ПЗП), у рамках якої здійснюється підтримка додаткових функціональних можливостей (наприклад, тих, які передбачені концепцією інтелектуальної мережі).

Об'єднання окремих функціональних елементів у відповідні платформи забезпечує структурування розв'язку завдань проектування ТКМ відповідно до її функціональної архітектури. При

розробці ТКМ концептуальна основа реалізації кожної з уведених платформ є об'єктом обов'язкової техніко-економічної оптимізації.

Для позначення інтерфейсів у розглянутій моделі (рис. 2.26) використовується класифікація, що застосовується згідно зі стандартами Глобальної та Європейської інформаційної інфраструктури і є нормативною основою для розробки інформаційної інфраструктури України. На рис. 2.25 застосовані наступні позначення інтерфейсів:

- A1 - транспортного рівня між користувачем і мережею доступу;
- A8 - для цілей технічної експлуатації й моніторингу;
- A9 - транспортного рівня між постачальником послуг (ЗІП - забезпечення інформаційних послуг, ЗП - зовнішні послуги) і мережею доступу.

Інтерфейси між зонами загальної телекомунікаційної мережі ТКМ, визначені в такий спосіб:

- A4 - стик між мережею доступу й транзитною мережею (як у межах однієї зони, так і між суміжними зонами);
- A10 - стик між двома транзитними мережами;
- A5/A6 - стик між платформами, призначеними для надання послуг.

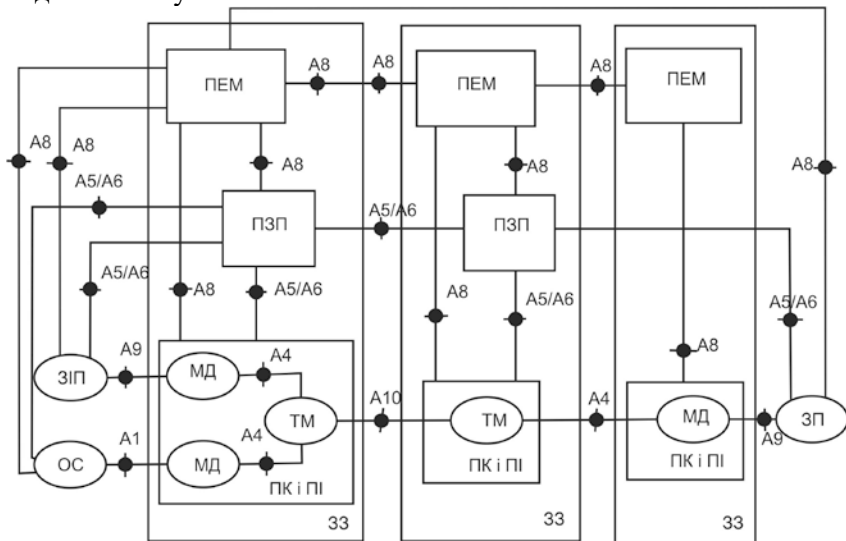


Рис. 2.26. Фізична (системна) архітектура ТКМ

Залежно від конкретного варіанта (сценарію) побудови ТКМ або окремих платформ, як інтерфейси типу «А» можуть використовуватися різні стандарти, які в однойменних інтерфейсних точках мають свої позначення. У цьому випадку при проведенні порівняльного аналізу характеристик інтерфейсів одного призначення, але різної реалізації складається таблиця відповідності цих інтерфейсів А-інтерфейсам.

Логічна архітектура ТКМ - елемент її архітектурної основи. Вона являє собою сукупність логічних об'єктів і зв'язків між ними, що задаються у вигляді ієрархічної системи протоколів і логічних інтерфейсів. Методологічною основою побудови логічної архітектури ТКМ є принципи ЕМ ВВС (ДЕРЖСТАНДАРТ 28906-91) і концепція ГП.

Логічна архітектура призначена для визначення концептуальної основи побудови й функціонування ТКМ у частині правил забезпечення інформаційного обміну й надання послуг користувачам. Вона застосовується при розв'язку завдань з оцінки ефективності вибору (розробки) відповідних протоколів, що плануються до реалізації в ході проектування ТКМ із урахуванням конвергенції та інтеграції мереж в *інфокомунікаційну мережу* (систему). Сукупність розв'язків щодо логічної архітектури ТКМ являє профіль протоколів ВВС. Типовою формою зображення логічної архітектури ТКМ є рівневий опис протоколів за правилами ЕМ ВВС.

Інформаційна архітектура ТКМ - елемент архітектурної основи ТКМ, що являє собою сукупність функціональних елементів, логічних об'єктів і зв'язків між ними, призначених для збору, перетворення (у тому числі з метою забезпечення спряження), обробки й обміну інформацією між користувачами (їх додатками) відповідно до прийнятих керівних документів і стандартів у ТКМ, переліком послуг і видів інформаційного обміну. У термінах функціональної й логічної архітектур ТКМ її інформаційна архітектура може бути визначена як сукупність взаємодіючих функціональних групувань прикладного рівня й рівня послуг, а також зв'язків між ними (логічних і фізичних) у вигляді набору протоколів і інтерфейсів.

Набір функціональних групувань прикладного рівня й рівня послуг, а також зв'язків між ними суттєво залежить від

вимог, що пропонуються користувачами до складу і якості видів інформаційного обміну й послуг.

У цілому інформаційна архітектура призначена для задання й дослідження ефективності можливих розв'язків, що планується до реалізації в ході проектування з урахуванням конвергенції та інтеграції інфокомунікаційних мереж (систем).

2.3.4. Функціональні площини архітектури телекомунікаційних мереж

Функціональна площина архітектури є самостійною характеристикою архітектури ТКМ і являє собою сукупність елементів архітектурної основи й зв'язків між ними, що належать до однієї функції ТКМ. Вона призначена для опису концептуальних особливостей реалізації найбільш істотних функцій ТКМ і оцінки ефективності можливих варіантів їх реалізації на ранніх стадіях її проектування.

Перелік функціональних площин архітектури ТКМ є відкритим. При їхньому формуванні (описі) можуть використовуватися всі або окремі рівні відповідних архітектур. До основних площин, що підлягають обов'язковому розгляду й аналізу, повинні належати:

- площина користувача;
- площина керування;
- площина якості обслуговування;
- площина інформаційної безпеки;
- площина синхронізації;
- площина сигналізації;
- площина маршрутизації.

Для розв'язку завдань стандартизації необхідно розглянути можливі варіанти технологічної реалізації наведених площин.

Розділ 3

Технологічні основи реалізації телекомунікаційних технологій

3.1. Основні системно-технічні принципи побудови транспортного компонента телекомунікаційних мереж

Формування єдиної телекомунікаційної інфраструктури супроводжується створенням міжрегіональних компаній (МРК). На думку МРК, ключовими елементами інформаційної інфраструктури (ІІ) повинні стати мультисервісні мережі зв'язку. При розробці принципів побудови мереж МРК і їх взаємодії з іншими мережами більшу роль відіграє вибір технологічної платформи.

Серед вимог, що висуваються операторами до можливостей базової технології побудови мультисервісної мережі, на перший план вийшла наявність гнучких механізмів забезпечення гарантованого QoS для всіх видів трафіка. За ними, у порядку зниження пріоритетів, впливають сумісність устаткування різних виробників зі збереженням QoS; механізми наскрізного керування мережею; забезпечення взаємодії різних мереж на каналному рівні; прозора взаємодія різних мереж на рівні сервісів; масштабованість мережі.

Найбільш перспективною технологічною основою мережі оператори вважають зв'язку IP – MPLS (Multiprotocol Label Switching, багатопротокольна комутація за мітками) - ATM (рис. 3.1). У категорії IP - MPLS - «інша технологія каналного рівня» відзначені IP - MPLS - DPT (Dynamic Packet Transport, фірмова реалізація компанії Cisco Systems) і IP - MPLS - Gigabit Ethernet.

Вибір зв'язки IP - MPLS - ATM можна вважати компромісним розв'язком у суперечках між прихильниками «чистих» мереж IP і прихильниками технології ATM. Якщо ще нещодавно багато операторів прагнули виділити єдину технологію для мультисервісних мереж, то зараз у поняття «мультисервісна мережа» увійшов термін «мультипротокольна мережа». Це означає визнання права декількох технологій на співіснування в рамках однієї мережі. Однак домінуючі позиції технології ATM у спектрі транспортних технологій для мультисервісних мереж зв'язку відзначені більшістю респондентів.

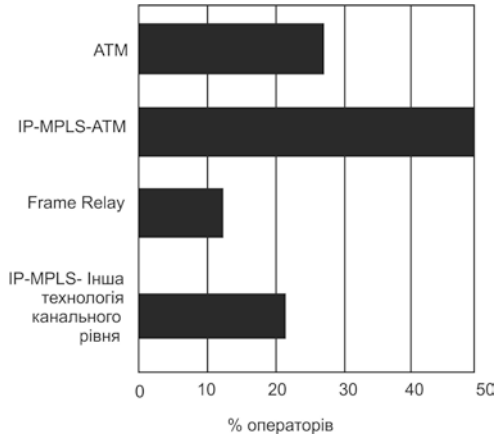


Рис. 3.1. Рейтинг технологічних основ мультисервісної мережі

Зростання кількості користувачів сегмента Інтернету і, як наслідок, збільшення обсягу трафіка IP вимагають ефективного методу перенесення й маршрутизації цього трафіка. Серед механізмів, що реалізують перенос IP-трафіка в рамках регіональної мережі зв'язку, лідирують MPOA (Multi-Protocol Over ATM), IP over SDH (45 %) і MPLS (37,5 %). У категорію «Фірмова реалізація» увійшли технології MPLS - DPT і MPLS - Gigabit Ethernet (5 %).

Механізм MPOA, який розроблявся з метою забезпечення повної інтеграції мереж із маршрутизацією пакетів і мереж із комутацією комірок, добре стандартизований, перевірений у роботі засіб. Однак він в основному орієнтований на використання в мережах корпорацій або в міських мережах.

Популярність рішення IP over SDH зумовлена його відносною дешевизною - відсутність рівня ATM у стеці протоколів при перенесенні IP-трафіка знижує відсоток службового навантаження.

Протокол MPLS поєднує в собі продуктивність канального рівня з можливостями встановлення з'єднань і надання послуг на мережному рівні. До його переваг належить незалежність від протоколів канального й мережного рівня, що використовуються в мережі. Донедавна темпи впровадження MPLS на мережах стримувала несумісність устаткування різних виробни-

ків, зумовлена недостатньою стандартизацією технології. Активна робота IETF (Internet Engineering Task Force) щодо винайдення єдиних підходів у реалізаціях MPLS з метою забезпечення сумісності увінчалася успіхом, і навесні 2001 р. ряд провідних виробників (фірми Alcatel, Cisco Systems, Nortel Networks і ін.) після проведених випробувань анонсував сумісність свого устаткування з устаткуванням інших виробників, що підтримують функції MPLS.

Як показало анкетування, регіональні оператори не випадково віддали перевагу технологічному ланцюжку IP - MPLS - ATM. Саме ATM дозволяє оптимально вирішувати завдання об'єднання мереж, побудованих із використанням різних технологій передавання даних, забезпечення необхідного рівня якості обслуговування та ін.

Якщо розглядати побудову мультисервісних мереж як процес трансформації існуючих мереж зв'язку, то необхідно забезпечити й зберегти спадковість послуг традиційних мереж і насамперед класичної телефонії, незважаючи на те, що зараз інтенсивно розвиваються технології пакетного передавання мови.

Високоприбуткове пакетне передавання мови за допомогою протоколу IP сьогодні активно використовується в корпоративних і відомчих мережах зв'язку.

Послуга IP-телефонії пропонується альтернативними операторами зв'язку й Інтернет-провайдерами як дешева альтернатива традиційної послуги міжміського й міжнародного телефонного зв'язку. Однак якість цієї послуги часом змушує бажати кращого, тому надалі оператори планують розбудувати технології VoATM і VoIP. Можна припустити, що за умов належної координації з боку Мінзв'язку в довгостроковій перспективі технологія «мова через ATM» займе домінуючі позиції серед технологій пакетного передавання мови на регіональних мережах. Це створює основу для побудови опорної мережі систем мобільного зв'язку 3G.

Тенденції впровадження нових технологій серед національних операторів не суперечать загальносвітовим і європейським підходам до технологічної модернізації мереж зв'язку (рис 3.2).

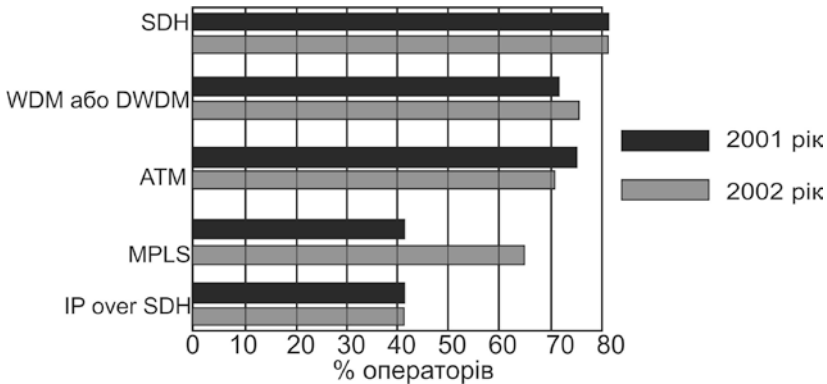


Рис. 3.2. Позиції технологій для мультисервісних мереж в Європі

Результати досліджень компанії Baskerville Communications показують, що група технологій IP - MPLS - ATM визнається закордонними операторами перспективною й з успіхом впроваджується на магістральних мережах зв'язку.

Основна конкуренція очікується між технологіями ATM і MPLS. За прогнозами закордонних експертів, ATM буде використовуватися на магістральних мережах ще як мінімум п'ять років. Незважаючи на те, що MPLS поки не готова перебрати на себе роль і всі функції ATM, багато операторів пророкують перемогу MPLS на магістральних мережах. Майже 50% закордонних операторів вважають, що ідеальний варіант мережі наступного покоління повинен базуватися на технологічному ланцюжку IP - MPLS - DWDM.

Національні оператори готові до побудови як регіональних, так і міжрегіональних мультисервісних мереж зв'язку. Але необхідно розробити загальну стратегію побудови мереж МРК з урахуванням підходів операторів, що входять до складу компанії. Більшість операторів обрали підхід, орієнтований на використання групи технологій IP - MPLS - ATM.

Аналіз цих даних дозволив виявити цікаву тенденцію серед МРК щодо методів перенесення регіонального IP-трафіка. Більшість МРК схилиються до двох варіантів - IP over SDH і МРОВА. На перших етапах розгортання мережі в рамках кожної

МРК може використовуватися кожний із зазначених методів перенесення IP-трафіка, аби тільки він був економічно виправданий. На наступних етапах проблемою може стати забезпечення сумісності на рівні сервісів мереж МРОА і MPLS. У цьому зв'язку при виборі розв'язків за профілем протоколів верхніх рівнів необхідно враховувати характер і склад мобільних додатків.

Що стосується технології багатопротокольної комутації на основі міток MPLS, то вона належить до технологій багаторівневої комутації й може бути використана «поверх» будь-якої технології каналного рівня (і АТМ, і FR). Поява методів багаторівневої комутації й в остаточному підсумку MPLS - це один із кроків на шляху еволюційного розвитку мережі Інтернет у бік спрощення її інфраструктури шляхом інтеграції функцій другого (комутація) і третього (маршрутизація) рівнів.

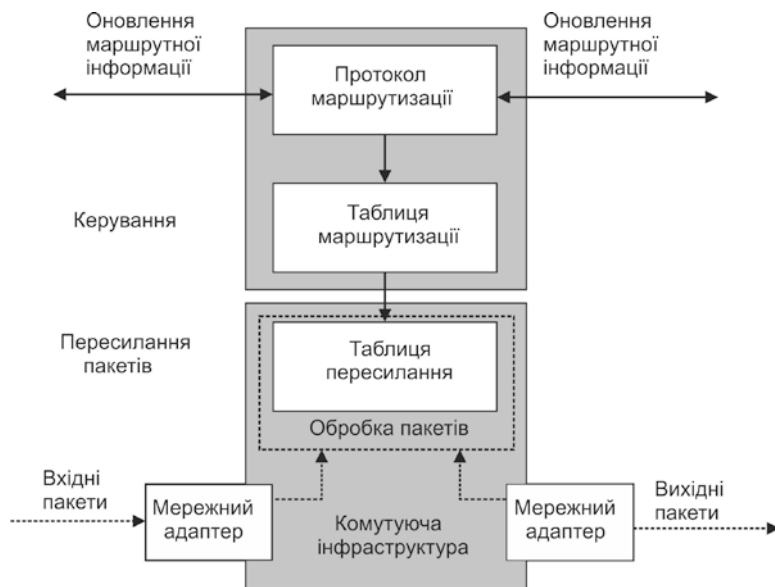


Рис. 3.3. Функціональні компоненти маршрутизації

Усі методи багаторівневої комутації, у тому числі й MPLS, базуються на двох основних принципах:

- поділ функцій пересилання пакетів і керування цим процесом;

- пересилання з використанням послідовних міток.

Багаторівнева комутація передбачає чіткий поділ усіх функцій на два компонента: пересилання пакетів і керування (рис. 3.3). Керуючий компонент залучає стандартні протоколи маршрутизації (OSPF, IS-IS, BGP-4) для обміну інформацією з іншими маршрутизаторами. На основі цієї інформації формується й модифікується спочатку таблиця маршрутизації, а потім, з урахуванням інформації про суміжні системи на кожному інтерфейсі, - таблиця пересилання пакетів. Коли система одержує новий пакет, пересилаючий компонент аналізує інформацію, що міститься в його заголовку, шукає відповідний запис у таблиці пересилання й спрямовує пакет на вихідний інтерфейс.

Відділення керуючого компонента від пересилаючого дозволяє розробляти й модифікувати кожен з них незалежно. Єдина обов'язкова вимога полягає в тому, щоб керуючий компонент був у змозі передавати інформацію пересилаючому компоненту через таблицю пересилання пакетів. Завдяки цьому стає можливим застосування дуже простих алгоритмів пересилання, наприклад, алгоритму, що базується на використанні послідовних міток.

Пересилаючий компонент практично всіх систем багаторівневої комутації, включаючи й системи MPLS, базується на використанні послідовних міток пакетів (саме цей алгоритм застосовується для пересилання комірок ATM і кадрів Frame Relay). *Мітка* - це коротке поле фіксованої довжини в заголовку пакета. Вона визначає приналежність пакета до певного класу еквівалентного пересилання (Forwarding Equivalence Class, FEC). По суті, мітка відіграє ту ж саму роль ідентифікатора з'єднань, що й ідентифікатори віртуального шляху або віртуального каналу (VPI/VCI) у мережах ATM або ідентифікатори DLCI (Data link connection identifier) у мережах Frame Relay. Клас FEC являє собою сукупність пакетів, що спрямовуються в мережу за тим самим маршрутом. При цьому кінцеві адресати цих пакетів можуть бути різними.

Алгоритм пересилання на основі послідовних міток вимагає класифікації кожного пакета на вході в мережу й

присвоєння йому первісної мітки. Припустимо, вхідний комутатор мережі одержав непозначений пакет з адресою призначення 192.4.2.1 (рис. 3.4).

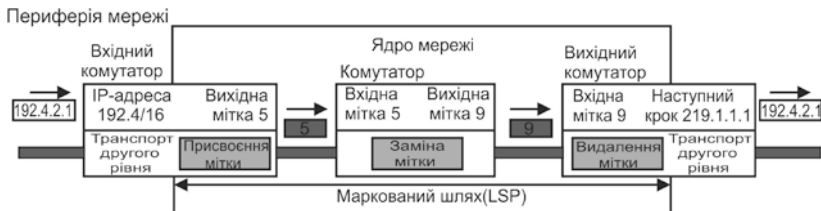


Рис. 3.4. Передавання пакетів за маршрутом із комутацією на основі міток

Він класифікує цей пакет (відносить до класу FEC 192.4/16), присвоює йому мітку 5 і передає суміжному пристрою на маркованому маршруті LSP (Label-Switched Path).

Маршрут LSP функціонально еквівалентний віртуальному каналу, оскільки визначає шлях через усю мережу - від входу до неї до виходу з неї. Цим шляхом передаються усі пакети, віднесені до певного класу FEC. Перший із комутаторів, що підтримує мітки на цьому шляху, називається вхідним (ingress, або head-end), а останній комутатор, що завершує даний LSP, - вихідним (egress, або tail-end).

У середині ядра мережі комутатори ігнорують інформацію мережного рівня в заголовках пакетів і визначають подальший маршрут їх проходження винятково на основі міток. Коли комутатор одержує позначений пакет, його пересилаючий компонент шукає в таблиці пересилання потрібний запис (за номером вхідного порту й вхідною міткою), витягає з неї вихідну мітку, вихідний інтерфейс і адресу наступного суміжного пристрою. Потім комутатор замінює вхідну мітку вихідною (ця процедура називається label swapping) і передає пакет на вихідний інтерфейс для подальшого просування по маршруту LSP. Коли пакет досягає кінця маршруту LSP, вихідний комутатор також звертається до своєї таблиці пересилання. Але, оскільки на наступному кроці пакет повинен бути переданий уже на пристрій, що не підтримує мітки, комутатор видаляє

мітку й відправляє пакет, використовуючи звичайний алгоритм IP-маршрутизації.

Механізм послідовних міток має ряд переваг порівняно з традиційною покровою маршрутизацією на мережному рівні. Почнемо з того, що використання міток надає постачальникові мережних послуг надзвичайної гнучкості у класифікації пакетів. У найпростішому випадку вхідний комутатор мережі можна сконфігурувати так, щоб він відносив пакет до того або іншого класу FEC винятково на основі адреси призначення. Однак для вибору FEC можна використовувати й безліч інших критеріїв: адреса джерела пакета, тип додатка, точка входу в мережу з підтримкою міток і точка виходу з неї, клас обслуговування, зазначений у заголовку IP-пакета, або будь-яка комбінація цих параметрів.

Постачальники мережних послуг можуть конструювати спеціальні LSP-маршрути, що задовольняють вимоги тих або інших додатків. Маршрути можна побудувати таким чином, щоб, наприклад, мінімізувати кількість транзитних вузлів, забезпечити певну смугу пропускання або обійти потенційні точки перевантаження.

Важлива перевага алгоритму пересилання з використанням послідовних міток полягає в тому, що він дозволяє виділити будь-який тип користувачького трафіка, асоціювати його з певним класом FEC і спрямувати весь трафік цього класу за LSP-маршрутом, спеціально побудованим так, щоб задовольнити вимоги даного типу трафіка.

Усі початково запропоновані технології мали своєю метою сумістити переваги IP-маршрутизації й ATM-комутації, залишаючись при цьому орієнтованими на застосування в IP-мережах. Основний їх принцип полягав у тому, щоб, використавши керуюче програмне забезпечення (ПЗ) традиційного IP-маршрутизатора, інтегрувати його з високопродуктивною апаратною ATM-комутацією й на цій основі розробити швидкодіючий і недорогий для свого класу IP-маршрутизатор.

Як керуючий компонент пропонувалося використовувати стандартні засоби IP-маршрутизації (на основі протоколів OSPF, IS-IS або BGP-4) у комбінації з фірмовим механізмом присвоєння міток. Програмне забезпечення маршрутизації

дозволяло багаторівневим комутаторам обмінюватися інформацією третього рівня про топологію й стан мережі. Механізм присвоєння міток кодував маршрути третього рівня мітками (а саме ідентифікаторами VPI/VCI мережі ATM) і повідомляв ці мітки суміжним пристроям для формування LSP-маршрутів через ядро мережі. Використання протоколів маршрутизації не тільки на периферії, але й у ядрі мережі мало ряд переваг: була вирішена проблема квадратичного росту складності мережі в міру збільшення кількості PVC (Permanent Virtual Circuit, Постійний віртуальний канал) - ця проблема суттєво обмежувала масштабованість рішень IP-over-ATM); завдяки зменшенню кількості суміжних вузлів для кожного маршрутизатора знижувалося навантаження, створюване протоколами IGP; з'явилася можливість використовувати інформацію про реальну фізичну топологію мережі, зібрану процедурами маршрутизації на мережному рівні.

Як комутуючий компонент багаторівневих комутаторів використовувалась звичайна інфраструктура ATM-комутаторів. Однак при цьому керуючі процедури для призначення міток, обміну мітками між вузлами мережі й побудови таблиць пересилання використовували фірмові протоколи на основі IP замість протоколів, що були визначені специфікаціями Форуму ATM (як було в моделі IP-over-ATM).

Виключення протоколів маршрутизації й сигналізації, властивих мережам ATM, трохи спростило мережне рішення, оскільки дозволило обійтися без координації й взаємного відображення двох різних архітектур - ATM і IP. Але більшість систем багаторівневої комутації цього покоління зберегла колишнє принципове обмеження: вони могли функціонувати тільки на основі інфраструктури ATM, у той час як Інтернет-співтовариство однозначно обрало орієнтацію на використання пакетів.

Застосування ATM-подібних міток для пересилання даних в ядрі мережі дозволило оптимізувати її продуктивність за рахунок переваг апаратної комутації.

Хоча між різними розробками в галузі багаторівневої комутації було багато спільного, у них використовувалися два принципово різні підходи до призначення й розподілу міток при встановленні LSP-маршрутів.

Модель «від даних». У цієї моделі, яка реалізована, наприклад, у технологіях IP Switching (Ipsilon) і CSR (Toshiba), призначення міток відбувається при отриманні пакетів даних від користувача. Модель використовує поняття потоку – послідовності пакетів, що мають однакові IP-адреси й номери портів джерела й одержувача. Багаторівневий комутатор може призначити мітку або відразу ж при одержанні першого пакета потоку, або дочекавшись одержання заданого граничного числа пакетів. В останньому варіанті гарантується, що потік буде досить довгим, а отже, накладні витрати на присвоєння мітки й розсилання її суміжним пристроям виправдаються.

Незважаючи на певні переваги (наприклад, мітка встановлюється тільки тоді, коли під неї дійсно є потік), модель «від даних» містить ряд серйозних обмежень. Для ідентифікації окремих потоків багаторівневий комутатор повинен мати складний і високопродуктивний механізм класифікації пакетів. Більше того, оскільки між виявленням першого пакета потоку й присвоєнням мітки відповідної потоку, як правило, є деяка затримка, кожний багаторівневий комутатор повинен виконувати традиційну маршрутизацію під час початкової фази (а якщо ні, то відбудеться втрата пакетів, що належать до ще не класифікованого потоку).

При використанні моделі «від даних» обсяг службового трафіка, необхідного для обміну мітками, прямо пропорційний кількості потоків трафіка, наявність же великої кількості відносно короткочасних потоків може створювати високе навантаження на мережу. Загалом, ця модель не має достатнього ступіня масштабованості для застосування в ядрі Інтернету, де одночасно наявна величезна кількість окремих потоків. Тому розроблювачі технології MPLS і не взяли її на озброєння, а зробили ставку на іншу модель призначення міток.

Модель «від керування». У цій моделі призначення й розподіл міток відбувається при одержанні відповідної керуючої інформації. Зокрема, мітки створюються при обробці повідомлень протоколів маршрутизації, протоколів керування (таких, як RSVP) або в результаті статичної конфігурації. Серед схем, що працюють за таким принципом, слід назвати Tag Switching

(Cisco Systems), IP Navigator (Ascend/Lucent) і ARIS (IBM). Ця ж концепція лягла в основу стандарту MPLS.

Модель призначення міток «від керування» має ряд переваг, характерних для магістралей мереж великих Інтернет-провайдерів. По-перше, мітки створюються й узгоджуються між суміжними вузлами до початку надходження користувацьких даних. Тому якщо необхідний маршрут міститься в таблиці пересилання, то йому вже присвоєна мітка й вхідний трафік може бути негайно переданий із цієї міткою (виключається початкова пауза, властива моделі «від даних»). По-друге, масштабованість системи значно вище, ніж при призначенні міток «від даних», оскільки кількість позначених маршрутів пропорційна кількості записів у таблиці пересилання, а не кількості індивідуальних потоків трафіка. Присвоєння міток на основі перших полів IP-адреси, а не індивідуально для кожного потоку, дозволяє виділяти великі класи FEC, що дійсно представляють ті або інші категорії трафіка, замість множини дрібних, що характеризують, по суті, окремий потік. І, нарешті, по-третє, при постійній топології мережі обсяг службового трафіку виявляється значно меншим, ніж при призначенні міток «від даних». Установлення й переустановлення маркованих маршрутів відбувається тільки при зміні топології мережі або одержанні відповідної керуючої інформації, а не при надходженні кожного нового потоку трафіка.

Незважаючи на ряд схожих рис, системи багаторівневої комутації першого покоління використовували різні фірмові протоколи й тому не могли взаємодіяти одна з одною. Це й стало основною перешкодою на шляху їх практичного впровадження в мережах Інтернет-провайдерів. Крім того, більшість рішень вимагала наявності транспортної інфраструктури ATM і не могла бути застосована в різноманітних транспортних середовищах на основі Frame Relay, PPP, SONET, технологій ЛОМ. Для широкого впровадження багаторівневої комутації було необхідно виробити єдиний галузевий стандарт, придатний до будь-якого типу технологій каналного рівня.

Такий стандарт із використанням ряду фірмових рішень був розроблений під егідою IETF. Керуючий компонент MPLS (рис. 3.5) побудований навколо протоколу IP точно так, як і в

більш ранніх фірмових рішеннях, однак він використовує нові стандартні протоколи сигналізації й обміну мітками в IP-мережах, а також доповнення до існуючих протоколів.

Така стандартизація забезпечує сумісність апаратури різних виробників. Технології MPLS не потрібно жодних протоколів Форуму ATM для сигналізації й маршрутизації, тим самим усувається необхідність координації двох різних архітектур. Завдяки цьому вона набагато краще пристосована для застосування в пакетному світі Інтернет.

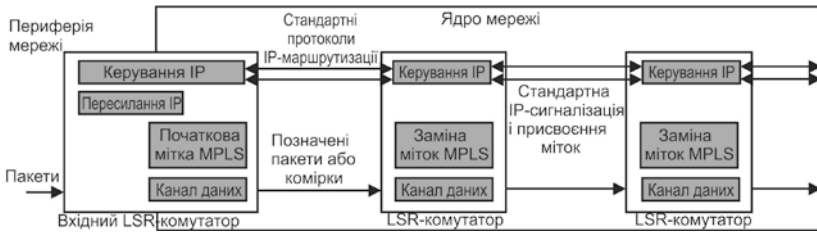


Рис. 3.5. Багатопротокольна комутація на основі міток (Label switching router, LSR)

Пересилаючий компонент MPLS базується на механізмі послідовних міток, а процедура призначення міток і обміну ними між суміжними вузлами для формування маркованих маршрутів LSP ініціюється за принципом «від керування». Якщо транспортна технологія другого рівня передбачає поле для мітки (наприклад, VPI/VCI в ATM або DLCI в Frame Relay), то мітка MPLS включається в це поле. Якщо ж у заголовку другого рівня таке поле відсутнє, то мітка MPLS записується в стандартизований заголовок MPLS, який додається між заголовками каналного й мережного рівнів (рис. 3.6). Таким чином, MPLS дозволяє застосовувати мітки в мережах, де використовуються будь-які технології каналного рівня, і прокладати марковані маршрути через неоднорідні мережні інфраструктури.

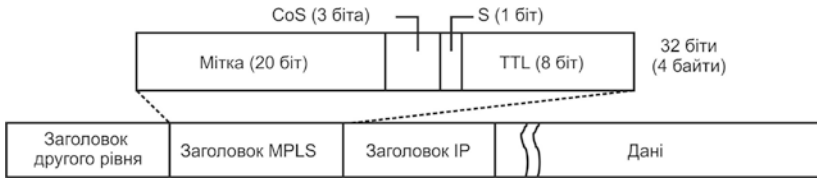


Рис. 3.6. Заголовок MPLS: мітка – поле мітки містить власне значення мітки MPLS; CoS – поле класу обслуговування може бути використане для керування чергами і селективним скиданням пакетів; S – поле стека призначене для підтримки ієрархічного стека міток; TTL – поле TTL використовується стандартним для IP-мереж механізмом time-to-live

Одразу після своєї появи стандарт MPLS спричинив виникнення цілого ряду помилкових думок щодо своєї ролі в побудові ядра Інтернету. Деякі фахівці сприйняли його як стандарт, розроблений для того, щоб дозволити виробникам перетворити ATM-комутатори у високопродуктивні магістральні маршрутизатори. Це дійсно було однією із цілей при розробці першого покоління багаторівневих комутаторів у середині 90-х років, однак останні досягнення в галузі спеціалізованих мікросхем дозволили апаратним IP-маршрутизаторам досягти практично такої самої швидкодії, яка притаманна комутаторам на основі MPLS або ATM VPI/VCI. Технологія MPLS дійсно дозволяє збільшити швидкість пересилання пакетів у програмних маршрутизаторах, однак це було далеко не головною метою її розробки.

Основна користь від технології MPLS полягає в тому, що вона створює основу для розгортання нових типів послуг, що не підтримуються традиційною маршрутизацією. Це особливо актуально в умовах нинішньої жорсткої конкуренції, коли провайдерам необхідно постійно пропонувати користувачам нові послуги, які відсутні в конкурентів. Одночасно MPLS дозволяє зменшити собівартість і поліпшити якість базових послуг.

MPLS розширює можливості маршрутизації, дозволяючи враховувати багато факторів (а не тільки адреси призначення пакета). Припустимо, що хости А і Б відправляють пакети хоста В через мережу, в якій підтримується технологія MPLS (рис. 3.7).

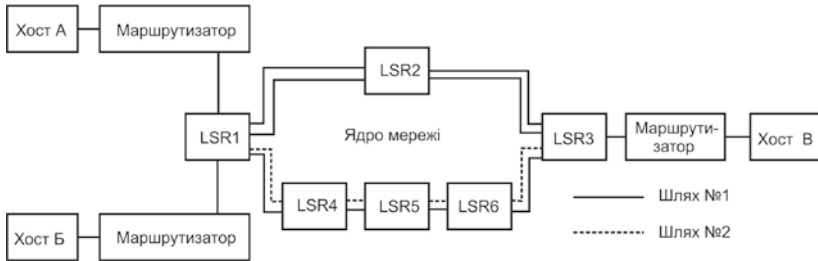


Рис. 3.7. Оптимізація маршрутів за допомогою MPLS

При традиційній маршрутизації - за принципом найкоротшого шляху - пакети й від хоста А, і від хоста Б будуть спрямовані по шляху №1 обраному засобами IGP як найкоротший. Тепер припустимо, що мережний адміністратор, проаналізувавши статистику завантаження мережі, вирішив установити правила керування трафіком для того, щоб зменшити навантаження на маршрутизатор LSR2. Для цього йому необхідно перенаправляти частину трафіка по інших маршрутах, скажімо, трафік від хоста Б до хоста В перевести на шлях №2, а для трафіка хоста А залишити колишній шлях №1. Здійснити такий поділ засобами традиційної маршрутизації було б неможливо, оскільки вона бере до уваги тільки адресу призначення пакета, однакову в обох випадках. Але в нашому прикладі маршрутизатори в ядрі мережі підтримують MPLS, тому реалізувати такі правила досить просто. Для цього потрібно конфігурувати два марковані маршрути так, щоб маршрутизатор LSR1 спрямовував увесь трафік від А до В за шляхом №1, а від Б до В - за шляхом №2. Можливість класифікувати трафік за кількістю параметрів і спрямовувати трафік кожного класу за обраним і, можливо, спеціально оптимізованим шляхом дозволяє адміністраторові точно керувати потоками трафіка.

Таким чином, при належному плануванні маршрутів і правил технологія MPLS забезпечує постачальникам мережних послуг безпрецедентний для існуючих IP-мереж рівень контролю над трафіком. Це означає більш ефективну роботу мереж, більш передбачувану якість послуг і більшу гнучкість, що

дозволяє адаптуватися до мінливих потреб користувачів. Набір критеріїв, які можуть застосовуватися в системах MPLS для класифікації пакетів, надзвичайно широкий. Очевидно, у перших реалізаціях MPLS буде використовуватися тільки частина цих критеріїв, а інші застосовуватися із появою необхідного ПЗ для керуючого компонента MPLS.

Якщо провайдер має намір впровадити новий тип послуг, йому немає необхідності замінити всю MPLS-сумісну інфраструктуру. Досить усього лише змінити керуючу складову, щоб надати деякій категорії пакетів спеціальний FEC-клас і потім указати для нього спеціально спроектований LSP-маршрут. Наприклад, пакети можна класифікувати за комбінацією підмережі призначення й типу додатка або мереж джерела й призначення, за специфічними вимогами до якості послуг QoS, за приналежністю до групи ширококомовного IP-розсилання, за ідентифікатором віртуальної приватної мережі (VPN). Далі мережний адміністратор може конфігурувати LSP- маршрути так, щоб задовольнити специфічні вимоги даного класу трафіка: мінімізувати кількість транзитних вузлів, забезпечити задану смугу пропускання, спрямувати трафік через певні вузли і т.ін. Заключний крок до впровадження нової послуги полягає в тому, щоб конфігурувати вхідний LSR-маршрутизатор у певний спосіб. Він повинен ідентифікувати пакети, що підпадають під визначення даного класу, і направляти їх за шляхом, що спеціально призначений для трафіка цього класу. З опису технології MPLS випливає, що вона є ефективною для глобальних мереж.

3.2. Інтегральні мережі доступу до ресурсів транспортної мережі зв'язку

У даний час виявляється недостатнім забезпечити абонента ТКМ якісним і надійним телефонним зв'язком. Усе більш затребуваними стають нові послуги, наприклад передавання даних навігації, розпізнавання, цифрової картографії, мультимедійних даних і ін. Добитися цього в галузі мобільного керування (з коліс) можна тільки за рахунок забезпечення поступового переходу від існуючих систем другого покоління (2G) до систем третього покоління (3G) і перспективних систем (xG).

Як відповідь на вимоги споживачів була розроблена концепція UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) - система зв'язку, який поєднує й використовує вже існуючі технології. Вона дозволяє зблизити світ телекомунікацій і інформаційних технологій і дає можливість абонентові використовувати послуги широкосмугового зв'язку незалежно від часу й місця його знаходження. Крім того, може бути створений особистий (відповідно до рівня посадового або іншого пріоритету) пакет послуг, що враховує індивідуальні потреби користувача.

Розробниками концепції UMTS в Європі є ETSI. Крім ETSI у процесі стандартизації бере участь японська асоціація ARIB (Association of Radio Industries and Businesses). У результаті взаємодії ETSI і ARIB у грудні 1998 р. була створена Асоціація 3GPP, яка займається розробкою загальних стандартів для системи UMTS.

Однією з особливостей системи UMTS у порівнянні з GSM є використання абсолютно нового радіоінтерфейсу UTRA (інтерфейс радіодоступа системи UMTS).

До середини 1997 р. уже існували п'ять варіантів радіоінтерфейсу UTRA. Надалі ці варіанти вдосконалювалися, що дозволило ETSI в середині 1998 р. затвердити два варіанти радіоінтерфейсу для використання в системі UMTS: UTRA FDD і UTRA TDD, які рекомендовані для спільного застосування в Європі. Дані інтерфейси реалізують два різні режими передавання: TDD (дуплексний із часовим поділом каналів) і FDD (дуплексний із частотним поділом каналів).

Режим FDD дозволяє передавати дані зі швидкістю до 384 кбіт/с і має переваги при передаванні симетричного трафіка, а також при покритті більших територій (макростільника) з високою швидкістю пересування абонентів.

Режим TDD, навпаки, насамперед призначений для передавання асиметричного трафіка й застосування в піко- або мікростільнику, тобто там, де абонент пересувається з невисокою швидкістю в обмеженому просторі. Орієнтація на асиметричний трафік важлива, тому що багато з розповсюджених застосувань, наприклад доступ до інформаційно-довідкових та інших систем Інтернету, використовує частотний ресурс мережі

в основному в одному напрямку. Ефективне використання радіоканалів досягається шляхом асинхронного розподілу смуги частот на радіоінтерфейси в напрямках «угору» і «вниз». Іншою перевагою режиму TDD є більш висока швидкість передавання до 2 Мбіт/с.

Режими FDD і TDD доповнюють один одний (рис. 3.8), що дозволяє більш ефективно розподіляти частотний ресурс при покритті більших територій і стільника з високим обсягом трафіка.



FDD	FDD/TDD	TDD
Макросоти (від 350м до 20км)	Мікросоти (50-300м)	Пікосоти (близько 10м)
передмісто; сільська місцевість; висока швидкість переміщення; швидкість передавання даних до 384 кбіт/с	точки з інтенсивним трафіком (виставки, вокзали, аеропорти); невисока швидкість переміщення (>10 км/год); швидкість передавання даних до 384 кбіт/с	офіси, житлові приміщення; невисока швидкість переміщення (<10 км/год); швидкість передавання даних до 2 Мбіт/с

Рис. 3.8. Сфери застосування радіоінтерфейсів UTRA FDD і UTRA TDD

Мережа UMTS містить у собі дві основні складові: базову мережу й мережу радіодоступу.

Мережа радіодоступу UTRAN (UMTS Terrestrial Access Network) складається з контролерів мережі радіодоступу RNC (Radio Network Controller) і приймально-передавальних базових станцій Node B, які стандартизовані в рамках Асоціації 3GPP. Завдання RNC і Node у мережі UMTS подібні до завдань, що покладаються на BSC і BTS відповідно, у мережі GSM. Основні функції, які виконують RNC і Node B, перераховані в табл. 3.1.

Контролер RNC виконує більшість функцій, пов'язаних із процедурою естафетного передавання в мережі UMTS, і забезпечує мобільність устаткування користувача (User Equipment, UE). Взаємодія між RNC здійснюється за допомогою інтерфейсу Iur, який використовується для зв'язку з комутатором. З'єднання з Node B виконується через інтерфейс Iub. Усі інтерфейси базуються на АТМ-технології й стандартизовані в рамках 3GPP.

Таблиця 3.1.
Основні функції RNCs і Node B

Контролер мережі і радіодоступу RNC	Базова станція Node B
З'єднання з Node B і MSC, що будується на АТМ-технології; Точка обробки сигнальної інформації від Node B і MSC; Збір інформації, яка належить до Layer2 радіоінтерфейсу; Контроль над встановленим з'єднанням із мобільною станцією; Контроль виконання процедури естафетного передавання (хендвера); Збір статичної інформації про трафік; Керування ресурсами радіомережі.	Точка обробки сигнальної інформації від RNC; Прикінцева точка радіоінтерфейсу; Встановлення зв'язку з мобільною станцією; Контроль процедури «м'якого» хендвера (між секторами); Контроль процедури «жорсткого» хендвера (жорсткого естафетного передавання); Збір статичних даних про трафік.

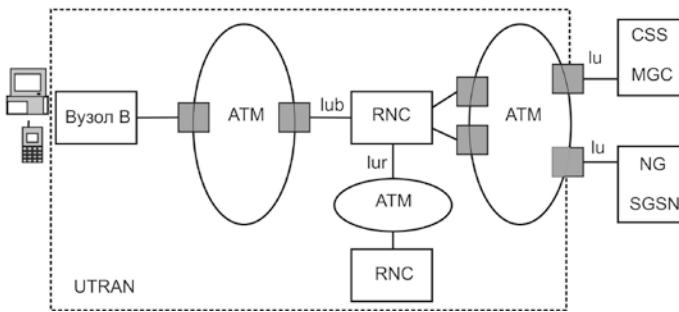


Рис. 3.9. Структура мережі радіодоступу згідно зі специфікаціями 3GPP R99: CSS – сервер каналної комутації; MGC – контролер медіашлюзів; MG – медіашлюз; SGSN – службовий вузол підтримки GPRS; UTRAN – мережа наземного радіодоступу системи UMTS

На рис. 3.9 зображені структура мережі й принципи взаємодії між її вузлами відповідно до специфікацій 3GPP R99.

У майбутньому відповідно до специфікацій 3GPP R4 (R00) уся мережа радіодоступу буде використовувати з'єднання, що базуються на технології IP. Один із рекомендованих шляхів впровадження IP у мережі радіодоступу містить у собі три етапи. Перший етап (рис. 3.10) - впровадження технології IP на рівні транспортної системи в інтерфейсах lu і lur.

На другому етапі (рис. 3.11) відбувається поступове впровадження технології IP в інтерфейс lub. Спочатку технологію IP доцільно впроваджувати в стільнику з високим рівнем трафіка й у стільнику, де вже існує інфраструктура мереж IP, що більш вигідно, ніж створення нової інфраструктури ATM. На цьому етапі можливо спільне використання як IP-, так і ATM-технологій для реалізації інтерфейсу lub.

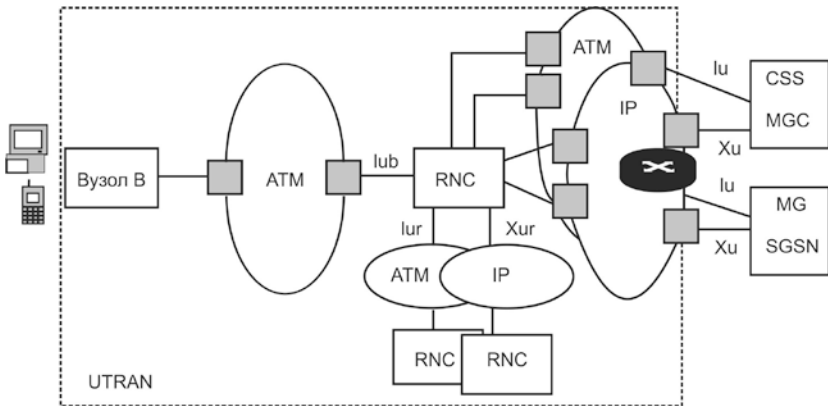


Рис. 3.10. Перший етап впровадження технології IP в мережу радіодоступу

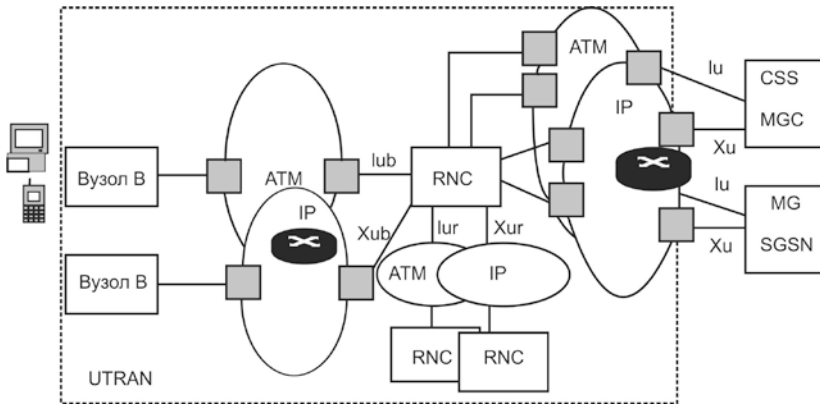


Рис. 3.11. Другий етап впровадження технології IP в мережу радіодоступу

Фінальною стадією впровадження технології IP у мережі радіодоступу є створення мережі з розподіленою структурою (рис. 3.12).

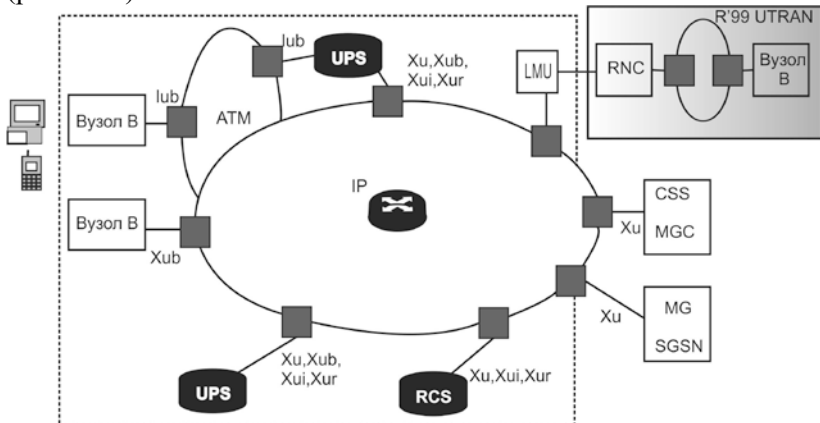


Рис. 3.12. Третій етап впровадження технології IP в мережу радіодоступу: UPS – сервер користувача; RCS – сервер радіоконтролю

Функції, які до цього часу були покладені на RNC, тепер будуть фізично розподілені за трьома рівнями: контролю, користувача й передавання даних. Рівень контролю складатиметься

із серверів радіоконтролю (Radio Controller Servers, RCS) і містить у собі всі функції, пов'язані з контролем і сигналізацією, такі як керування радіоресурсами й мобільністю користувача усередині мережі радіодоступу. Рівень користувача містить у собі сервери рівня користувача (User Plane Servers, UPS) і виконує в основному шлюзові функції між протоколами рівнів користувача радіоінтерфейсу й провідного інтерфейсу мережі радіодоступу. Транспортний рівень містить у собі функції передавання даних. Потрібно відзначити, що Node B може бути пов'язаний з UPS або безпосередньо, або за допомогою транспортної мережі на базі IP або ATM.

Поділ рівнів користувача, контролю й передавання даних відкриває можливість незалежного розширення їх функцій залежно від навантаження мережі, що необхідно для створення мережі, що підтримує найширший спектр послуг від передавання голосу до повного набору мультимедійних послуг.

Базова мережа містить у собі частину, орієнтовану на комутацію каналів (3G-MSC), і частину, орієнтовану на пакетну комутацію (3G-SGSN).

Очевидно, що одночасно неможливо забезпечити суцільне покриття мережі UMTS. У найближчі роки будуть паралельно застосовуватися мережі мобільного зв'язку як другого, так і третього покоління, і при організації нової мережі необхідно максимально використовувати наявну інфраструктуру. Від цього буде залежати більша частина прямих і непрямих витрат оператора, наприклад, на навчання персоналу, технічне обслуговування устаткування й т.ін.

Згідно з рекомендаціями 3GPP, передбачено кілька етапів еволюції мережі, що дозволяють поступово впровадити UMTS, що забезпечить інтеграцію з існуючими мережами другого покоління й послідовний перехід до мереж, повністю побудованих на використанні IP.

На рис. 3.13 зображена архітектура мережі, що відповідає першому етапу впровадження UMTS і специфікаціям 3GPP R99.

Оскільки радіоінтерфейс UMTS 2G MSC = 3G MSC принципово відрізняється від радіоінтерфейсу GSM, об'єднання в мережі радіодоступу неможливе. Технічно воно здійснюється

в базовій мережі (підсистемах як комутації каналів, так і пакетної комутації).

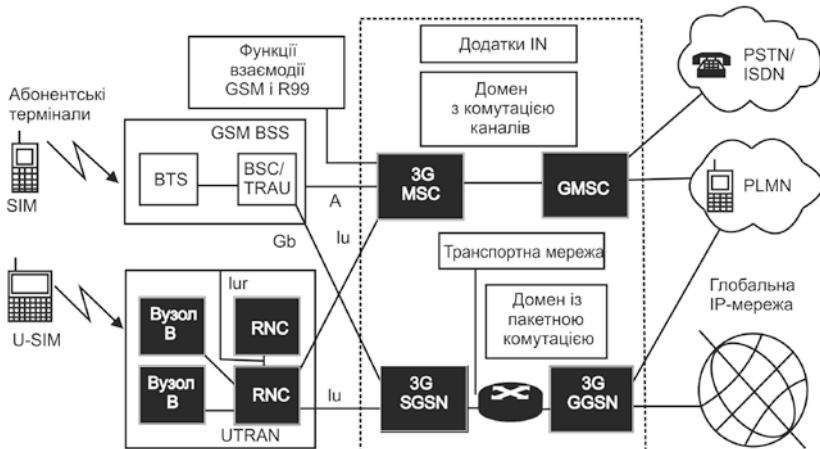


Рис. 3.13. Архітектура мережі UMTS згідно зі специфікаціями 3GPP R993G: MSC – центр комутації рухомого зв'язку; 3G GMSC – шлюзовий центр комутації рухомого зв'язку; 3G SGSN – обслуговуючий вузол підтримки GPRS; 3G GGSN – шлюзовий вузол підтримки GPRS

З одного боку, розрахунки, що оцінюють навантаження на CCS7 (Common Channel Signaling), показують доцільність об'єднання таких мережних елементів, як VLR (Visitors Location Register, тимчасова база даних абонентів, що знаходяться в межах дії MSC/VLR) і 3G-MSC, і необхідність використання загальних для GSM і UMTS HLR (Home Location Register). З іншого боку, через функціональну подібність можливе об'єднання 2G-SGSN і 3G-SGSN.

Компанія Siemens пропонує кілька варіантів модернізації існуючої мережі другого покоління (рис. 3.14). У модернізованій мережі можливе використання незалежних мережних елементів 3G-MSC і 3G-SGSN або їх об'єднання в єдиний мережний елемент U-MSC (UMTS MSC).

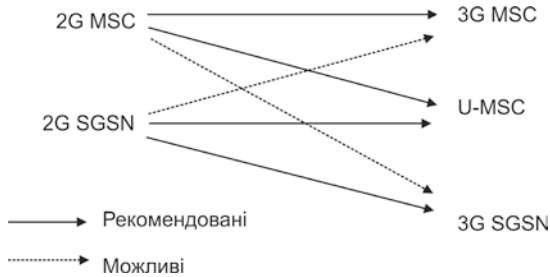


Рис. 3.14. Можливі варіанти модернізації елементів базової мережі другого покоління

Використання U-MSC, що одночасно підтримує можливості як комутації каналів, так і пакетної комутації, є оптимальним розв'язком. Водночас слід зазначити, що цей розв'язок оптимальний для регіональних мереж загального використання. Для нових мереж кращим є рішення щодо створення мульти-сервісної мережі на основі ATM-технології. Що стосується мережного рівня, то він може базуватися й на IP, і на Q.931.

Для забезпечення поступового переходу до мереж UMTS і впровадження U-MSC в існуючу комутаційну платформу EWSD інтегруються елементи ATM і IP.

Першим кроком в еволюції EWSD є заміна існуючого сигнального процесора CCNC на потужний універсальний ATM-комутатор. Завдяки цьому суттєво зростають можливості системи з обробки сигнального трафіка CCS7. Модульна архітектура комутатора ATM у комбінації з використанням додаткових ATM-мультиплексорів доступу дозволяє реалізувати функціональність 3G/2G-SGSN.

Таким чином, будується єдина платформа, що є базою для надання послуг як вузькосмугового, так і широкосмугового зв'язку.

Комбінація класичної платформи EWSD і нових елементів ATM в U-MSC дозволяє досягти:

- високої продуктивності;
- високої надійності;
- ефективної масштабованості;
- мінімізації витрат діючих операторів GSM, необхідних для підтримки UMTS.

Застосовуючи дану стратегію розвитку архітектури базової мережі, існуючі оператори GSM на першому етапі впровадження UMTS перебувають у найбільш вигідному положенні й здатні стати сильними гравцями на ринку мобільного зв'язку третього покоління.

Злиття мови й даних буде сприяти переходу до базової мережі на основі протоколу IP. При цьому необхідно підтримувати мережну взаємодію й забезпечувати прозорість послуг між мережами рухомого зв'язку другого й третього поколінь.

Уніфікована базова IP-мережа забезпечить різноманітність нових додатків, здатних комбінувати мову й дані. До таких додатків належать: проведення відеоконференцій, спільна телеобробка, надання інтерактивних послуг.

Згідно з рекомендаціями 3GPP R4 (R00), однією з основ базової IP-мережі (рис. 3.15) є концепція медіашлюзу, який забезпечує транспортування мовної інформації за допомогою технології VoIP разом із передаванням даних. У свою чергу контролер медіашлюзу обробляє сигнальну інформацію з мовних викликів і забезпечує взаємодію між протоколами керування викликами H.323 і GSM.

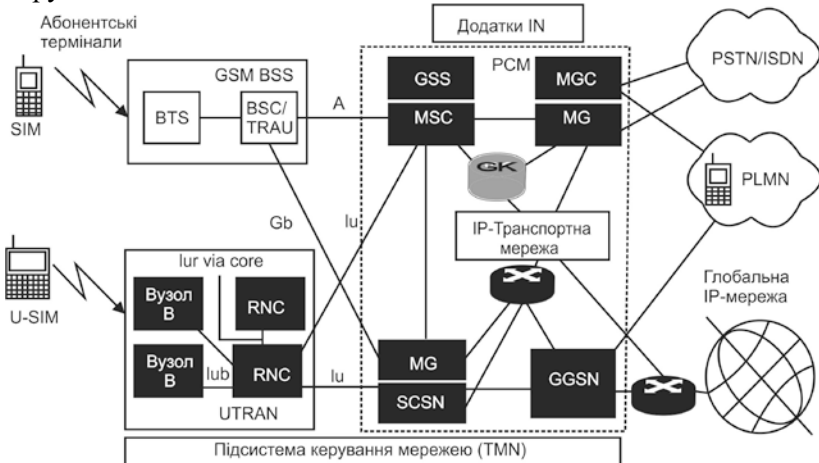


Рис. 3.15. Архітектура мережі UMTS згідно зі специфікаціями 3GPP R4 (R00): GSS – сервер комутації каналів; MGS – контролер медіашлюзу; MG – медіашлюз; GK – вузол обробки сигнальної інформації

Так забезпечується безконфліктна взаємодія існуючих мереж і термінальних пристроїв із базовою IP-мережею. Іншою особливістю архітектури базової IP-мережі є поділ транспортних функцій і функцій обробки сигнальної інформації між елементами мережі, що важливо при переході до етапу масового надання послуг UMTS. Поділ функцій, як і у випадку з мережею радіодоступу, дозволить легко пристосовувати мережу до мінливих умов: зміні навантаження на різні сегменти мережі, зростання обсягу трафіка.

Отже, розглянувши особливості радіоінтерфейсу UTRA, архітектуру мережі радіодоступу й базової мережі, сформулюємо основні напрями щодо реалізації концепції побудови мережі UMTS:

- відповідність рекомендаціям 3GPP;
- застосування архітектурних розв'язків, що дозволяють зберегти інвестиції в існуючі мережі другого покоління й скоротити витрати на впровадження мереж третього покоління;
- забезпечення глибокої інтеграції мереж другого й третього поколінь;
- розвиток базової мережі із застосуванням технологій ATM і IP;
- масове надання послуг ширококутвого зв'язку.

Як результат, сьогодні можна зробити перший крок до UMTS, впровадивши GSM/GPRS, а далі, інтегруючи інформаційні й телекомунікаційні технології, перейти до масового надання послуг UMTS.

Викладене може стати раціональним розв'язком для формування ресурсу ТКМ. Для створення ТКМ доцільно використовувати ATM-ядро U-MSC. Такий підхід дозволить розв'язати проблеми передавання мультимедійного й ізохронного трафіка. На рис. 3.16 наведений варіант передавання мультимедійного трафіка.

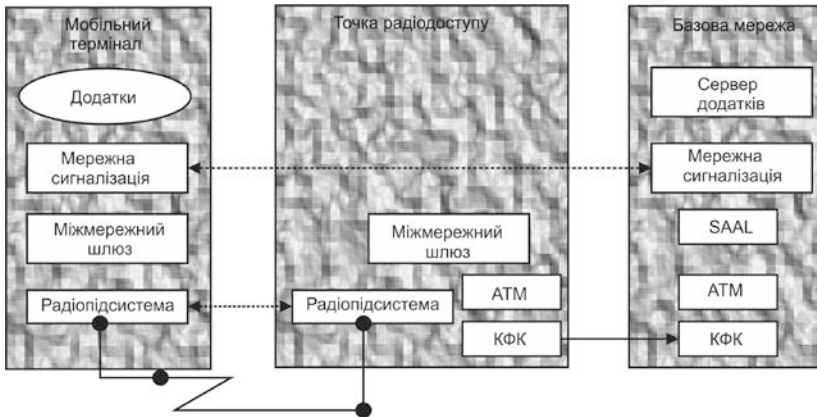


Рис. 3.16. Схема надання мультимедійних послуг через ATM-мережу: SAAL – керування сигналізацією; КФК – керування фізичним радіоканалом

З погляду загальної організації процесу нагромадження, обміну й поширення мультимедійної інформації, можна розрізнити наступні базові архітектури:

- інтерактивне мультимедійне мовлення (М-мовлення). Мультимедійна станція поширює по одному (декільком) цифровому радіоканалу інформацію, що доступна в режимі приймання багатьом користувачам; зворотний радіоканал для інтерактивної взаємодії з мультимедійним змістом створюється через стільникову мережу зв'язку (наприклад мережа GSM); радіоканал характеризується високою асиметричністю; М-мовлення здійснюється за технологією цифрового аудіомовлення (DAB) або цифрового телевізійного мовлення (DVB);

- інтерактивні онлайн-послуги. Web-сервер містить мультимедійні дані, що доступні через Інтернет багатьом користувачам; мобільна взаємодія користувачів з Web-сервером підтримується через симетричний або асиметричний радіоканал;

- персональні мультимедійні послуги (М-послуги). Оператор зв'язку надає багатьом мобільним користувачам послуги відеоконференцій, інформаційно-довідкових служб, електронних платежів і т.ін.; радіоканал може бути симетричним або майже симетричним;

- бездротові локальні мережі зв'язку (WLAN). Оператор локального зв'язку забезпечує в певних межах (комплекс будинків, аеропорт, бізнес-центр) широкий спектр мультимедійних послуг зв'язку;

- глобальні супутникові мультимедійні послуги.

Мережі глобального зв'язку, що інтегрують М-мовлення, Web-послуги, персональні М-послуги й інші види послуг, забезпечують різні рівні симетричності та види трафіка користувачів.

Відзначимо, що ці базові архітектури відрізняються за рядом істотних характеристик: підтримувані послуги; ступінь симетричності й інтерактивності трафіка користувачів; тип мережі передавання даних; методи маршрутизації даних і реалізації універсального комунікаційного транспорту типу АТМ.

Найбільш перспективними з погляду ефективності трафіка, інтерактивності й можливостей інтеграції з іншими мережами, у тому числі Інтернет, є архітектури, що підтримують АТМ-технологію. Для мобільних АТМ-мереж мультимедійні додатки можуть бути реалізовані за стандартом (прикладні протоколи, система сигналізації, керування віртуальними каналами й т.ін.), як і у фіксованих АТМ-мережах. Саме тому АТМ-технологія, що реалізована в мобільних мережах, потенційно має ряд істотних переваг: висока продуктивність і надійність трафіка, високий рівень інтегрованості з фіксованими мережами, стандартний розв'язок проблеми абонентського радіодоступу (системи WLL, Wireless local loop). Одна з можливих архітектур надання мультимедійних послуг через транспортну АТМ-мережу зображена на рис. 3.16.

Міжмережний шлюз виконує специфічні для мобільної мережі функції: аутентифікація користувачів, підтримка роумінгу, захист інформації, контроль якості QoS, керування мобільністю й т.ін. Точка радіодоступу до базової мережі може бути реалізована як у базовій, так і в мобільній станції. Тоді в останньому випадку мобільний термінал взаємодіє з базовою станцією за АТМ-протоколом.

3.3. Термінальне устаткування

Автори останніх прогнозів в галузі мобільних технологій вважають, що виробники мобільних пристроїв усе більше орієнтуються на задоволення потреб компаній у взаємодії зі своїми працівниками В2Е (business-to-employee). І хоча продукти В2Е не отримали належної уваги з боку аналітиків і не одержали достатнього висвітлення в галузевій пресі, вони мають вирішальне значення для надання мобільним користувачам повноцінних послуг, необхідних для реалізації ефективних інформаційних технологій керування. Зокрема, мова йде про надання постійного й надійного доступу до корпоративної бази даних (БД) у режимі реального часу.

У цілому ж мова йде про рішення, які дозволять ефективно реалізувати мобільний доступ до додатків, що доступні в стаціонарних умовах.

Опитування фахівців-користувачів показало, що лідером електронна пошта й додатки для збору даних. Що ж стосується використовуваних мобільних пристроїв, то 66% опитаних назвали ноутбуки, а інші 34% - пейджери з функціями електронної пошти, кишенькові комп'ютери, стільникові телефони з мікробраузерами й «інтелектуальні» WAP-телефони.

Зовсім нещодавно компанія Handspring уклала ряд партнерських угод із метою реалізації підтримки виробленими нею кишеньковими персональними комп'ютерами (КПК) критично важливих бізнес-додатків, включаючи керування взаєминами із клієнтами (Customer-Relationship Management, CRM), планування ресурсів підприємств (Enterprise Resource Planning, ERP), електронної пошти й автоматизації діяльності торговельних представників (Sales-Force Automation, SFA).

Мобільні пристрої, що працюють під керуванням ОС Microsoft Windows CE, уже сьогодні підтримують різноманітні засоби, що забезпечують продуктивну роботу й базуються на широко розповсюдженому пакеті Microsoft Office. Прагнення виробників задовольнити запити мобільних користувачів сприяє росту підтримки бездротовими пристроями додаткових додатків, що зазвичай наявні в настільних системах.

Компанії Peoplesoft, Siebel Systems і SAP уже почали адаптувати свої продукти з метою організації доступу до них за

допомогою бездротових пристроїв, тим самим сприяючи підприємствам в їхній роботі з розгортання мобільних додатків.

Сьогодні для мобільних платформ доступна множина «горизонтальних» додатків, наприклад, таких, як додатки для швидкого обміну повідомленнями (Instant Messaging, IM), електронна пошта й засоби підтримки спільної роботи. Будучи досить універсальними, ці додатки часто відносять до категорії корпоративних. Проте головним комерційним фактором, що сприяє розгортанню мобільних середовищ, залишається доступність «вертикальних», тобто вузькоспеціалізованих додатків, у багатьох випадках орієнтованих на конкретні галузі управлінської діяльності. До «вертикальних» додатків зазвичай відносять різні системи: ERP і CRM і ін. Компанії Air2Web і AvantGo, а також деякі інші виробники забезпечують підтримку мобільних платформ «вертикальними» додатками.

Для використання в мобільному середовищі досить ефективні і вже інтенсивно використовуються співтовариством прихильників мобільних засобів зв'язку такі згадувані «горизонтальні» додатки, як електронна пошта й календарне планування, IM- і Web-додатки. КПК, ноутбуки й пейджері можуть надавати доступ до цих «горизонтальних» додатків, що знижує початкові витрати на створення середовища мобільних обчислень.

Що стосується «вертикальних» додатків, то впровадити їх у мобільне середовище набагато складніше за «горизонтальні». Переведення «вертикальних» додатків на будь-яку нову платформу практично завжди пов'язане з модернізацією бізнес-процесів і додатковим навчанням користувачів. Крім того, немінучі витрати, що стосуються змін мережної інфраструктури. За своєю складністю переведення «вертикальних» додатків на мобільну платформу мало в чому відрізняється від впровадження системи ERP, тому слід заздалегідь оцінити, чи виправдаються в довгостроковій перспективі інвестиції, вкладені в таке переведення. Чи призведе розгортання мобільних «вертикальних» додатків до підвищення продуктивності роботи органів керування, до скорочення штату або загальних витрат на керування доцільно досліджувати в рамках технічного проекту.

Згідно із прогнозами компанії Gartner, до 2004 р. міжнародні органи стандартизації будуть підтримувати, як

мінімум, 50 різних профілів пристроїв. Тому необхідно не тільки уважно відслідковувати розвиток таких традиційних пристроїв, як КПК, стільникові телефони й ноутбуки, але й нових типів мобільних пристроїв, до яких належать «блокноти» й інтелектуальні телефони. «Блокноти» (tablet devices), займаючи проміжне положення між традиційними КПК і ноутбуками, поєднують у собі такі властивості, як портативність, можливість мобільної взаємодії з мережею й наявність операційного середовища традиційної настільної системи. Це знижує потреби в розробці спеціалізованих додатків для мобільних пристроїв, але не знімає проблем, пов'язаних із керуванням інформаційними ресурсами й ПЗ, синхронізацією даних і змінами інфраструктури.

Інтелектуальні телефони, як результат об'єднання двох пристроїв - КПК і стільникового телефону, забезпечують доступ до контенту інформаційних файлів різного типу.

Ноутбуки вагою 3 кг раптом починають здаватися жахливо важкими, коли дізнаєшся про те, що кишенькові комп'ютери здатні робити майже те ж саме, що й вони. Поява нових платформ керування кишеньковими пристроями, що забезпечують синхронізацію даних КПК із даними корпоративних серверних додатків, зробило бездротові пристрої більш привабливими для мобільних користувачів ніж раніше.

Програмне забезпечення керування мобільними пристроями дозволяє адміністраторам збирати інвентаризаційні дані, поширювати програмне забезпечення й файли, виконувати спеціальні сценарії на різних платформах. Останні версії цього ПЗ були оптимізовані з погляду ефективного використання смуги пропускання радіоканалів.

Тим часом за допомогою платформ синхронізації організації можуть переміщати корпоративні додатки, такі як електронна пошта, адресні книги й планувальники, безпосередньо на кишенькові комп'ютери. Ці платформи навіть синхронізують дані КПК із базами даних ODBC.

Для доставки додатків на мобільні пристрої необхідно бездротове сполучне ПЗ або послуги сервісів-провайдерів (wireless ASP).

Платформа буде отримувати дані із джерела й перетворювати їх у формат, що підтримується мобільними пристроями. Таким чином, роль сполучного ПЗ полягає в отриманні даних із серверних офісних систем і форматуванні їх для передавання на мобільні пристрої.

Щоб розв'язати проблему сполучного ПЗ самотужки, можна використовувати готові пакети, інструментальні засоби розробки або так звані гібридні програмні продукти. Фірма AvantGo пропонує пакет SFA, призначений для інтеграції з популярними додатками, у тому числі Lotus Notes, Microsoft Exchange і системами ERP. Цей програмний пакет підтримує додатки керування мережею поставок SCM (Supply-Chain Management) і керування робочими групами TMS (Team-Management System), а також забезпечує інтеграцію із замовленими успадкованими системами. Фірма Air2Web пішла іншим шляхом: вона надає програмний продукт, який є гібридом прикладного пакета й набору інтерфейсів API і підтримує мову XML. Це дозволяє транзакційним додаткам використовувати будь-які джерела корпоративних даних, включаючи БД CRM, EAI (Enterprise-Application Integration), ERP, SFA, SCM і електронну пошту. У цьому пакеті також є модулі сполучення для продуктів компаній Aspect Communications, J.D. Edwards, Lawson Software, Peoplesoft, Remedy, SAP, Siebel і Vitria Technology.

У продажі з'явилися інструментальні засоби для створення спеціалізованих рішень на базі сполучного ПЗ. Такі продукти, як J2ME (Java 2 Micro Edition) компанії Sun Microsystems і BREW (Binary Runtime Environment for Wireless) компанії Qualcomm, являють собою середовища розробки додатків. Вибір правильної стратегії розгортання сполучного ПЗ відіграє ключову роль у справі забезпечення підтримки сучасних мобільних пристроїв. Незалежно від того, який розв'язок буде обраний, пакетне або замовлене, створене за допомогою інструментального засобу розробки, а може гібридне, однаково потрібно буде визначити, яка платформа сполучного ПЗ найкраще підійде для реалізації керування. До ухвалення остаточного рішення необхідно проаналізувати наступні можливості сполучного ПЗО.

Керування сеансами зв'язку. Зовсім необов'язково, щоб бездротова технологія підтримувала постійне з'єднання мобільного пристрою з точкою доступу. Важливо, щоб платформа сполучного ПЗ дозволяла зберігати сеанс зв'язку з мобільним пристроєм навіть у тому випадку, якщо з'єднання було розірвано з певної причини. Крім того, після відновлення з'єднання сполучне ПЗ повинне автоматично синхронізувати мобільний пристрій із хостом на основі даних про стан сеансу.

Розширення додатків. Сполучне ПЗ може різнитися за своїми функціональними можливостями прикладного рівня. Це означає, що для перетворення можуть бути взяті дані безпосередньо із БД, а не тільки представлені, скажімо, у форматі HTML.

Інтеграційні можливості. Інтеграція джерела даних із платформою сполучного ПЗ - процес винятково важливий для успішної реалізації будь-якого проекту мобільного доступу. Багато платформ не здатні інтегруватися із серверними додатками, однак більш досконалі платформи надають для цієї мети модулі сполучення із серверними системами. І що особливо важливо, так це те, що в міру необхідності виробники готові розробляти й поставляти на ринок додаткові модулі сполучення. Необхідно, щоб сполучне ПЗ відносно просто інтегрувалося з інформаційними системами, а якщо ні, то вам знову доведеться починати все із самого початку, тобто повернутися до розробки спеціалізованих додатків, щоб прив'язати сполучне ПЗ до додатків.

Після розробки сценарію реалізації проекту мобільного середовища необхідно проробити всі його деталі. Насамперед потрібно визначити, яким повинен бути додаток – синхронізуючим або реального часу.

Існує помилкова думка, що мобільний або бездротовий доступ до корпоративних інформаційних систем - це доступ у режимі реального часу. Він визначається як здатність пристрою взаємодіяти із сервером щоразу, коли користувачеві необхідно одержати або відправити дані. Такий доступ є функцією, властивою стільниковим телефонам, які використовуються, наприклад, з метою перевірки статусу авіарейсу, для торгівлі акціями або швидкого обміну повідомленнями.

Синхронізація ж припускає, що мобільний пристрій з'єднується з мережею, щоб лише іноді зчитувати або відправляти дані. Наочним прикладом додатка, що підтримує технологію синхронізації даних, може бути додаток Lotus Notes. Він синхронізує користувацькі локальні дані із центральної БД і дозволяє мобільним користувачам працювати з актуальною інформацією, незважаючи на те, що вони можуть зв'язуватися з корпоративною мережею лише періодично.

Щоб вибрати оптимальну модель взаємодії мобільного пристрою з мережею, необхідно відповісти на наступні запитання: чи завжди користувачі працюють у зоні надійного радіоприймання, як часто змінюються дані, до яких доводиться звертатися мобільним користувачам, які певні переваги з погляду виконання завдання буде мати доступ у режимі реального часу порівняно з режимом синхронізації даних, чи є прийнятним для вас гарантований доступ до синхронізуючих даних.

Цілком можливо, що після відповіді на всі ці запитання доведеться вибрати гібридний підхід. Дійсно, як показує корпоративна практика, половина користувачів використовує змішаний підхід. Інша ж їхня половина поділилася навпіл на тих, хто використовує модель, що базується на доступі в режимі реального часу, і модель синхронізації. Якщо доступ у режимі реального часу гарантує більш відчутні комерційні переваги, ніж режим синхронізації даних, але користувачі найчастіше працюють поза зоною дії мобільної мережі, то необхідно відповісти ще на одне запитання: як об'єднати ці дві моделі для реалізації переваг кожної з них?

Кишенькові комп'ютери, ноутбуки й «блокноти» забезпечують доступ до даних як у режимі реального часу, так і в режимі синхронізації. Додатки, що розробляються з урахуванням цієї парадигми, можуть надавати доступ до даних залежно від ситуації, що виникає в той момент, коли користувачеві вони потрібні. Якщо, скажімо, довідкові дані змінюються рідко, то ви здобудете більшого успіху, використовуючи модель, яка базується на синхронізації даних, навіть при досить широкій зоні, що обслуговується вашою мобільною мережею.

Є ще один фактор і його слід урахувати при виборі моделі мобільного середовища. Це наявна у вас бездротова

інфраструктура. Особливо важливу роль вона відіграє при визначенні типів додатків, які можна або необхідно зробити мобільними. Сучасні бездротові інфраструктури базуються на технологіях 2G і 2.5G. Інфраструктурні компоненти, що спираються на технології 2G, використовують комутацію каналів і передають дані з максимальною швидкістю 9,6 кбіт/с, а інфраструктурні компоненти, засновані на технології 2.5G, використовують комутацію пакетів і передають дані з максимальною швидкістю більше 100 кбіт/с. Нова мобільна технологія третього покоління (3G) підтримує швидкість передавання даних до 2 Мбіт/с. Однак сьогодні впровадження її стримується проблемами з інтероперабельністю і розподілом частотного діапазону.

Фрагментована підтримка технологій 2G і 2.5G теж веде до проблем, оскільки в деяких регіонах країни може підтримуватися одна із цих технологій і не підтримуватися інша. Тому заплановані до переведення на мобільну платформу додатки слід ретельно проаналізувати, щоб зрозуміти, якого обсягу перетворень і якої частоти взаємодій потребують прикладні дані. Після того, як ви оціните час, необхідний для передавання прикладних даних зі швидкістю 9,6 кбіт/с, вам, можливо, доведеться ще раз переглянути обрані вами додатки й мобільні пристрої.

Обмін даними на швидкості 9,6 кбіт/с може виявитися для вас болісно повільним процесом, особливо якщо результати запиту видаються не відразу, а поетапно в кілька кроків. Проектуючи нові мобільні додатки й вибираючи модель їх розгортання, розрахуйте швидкість передавання даних і продуктивність цих додатків.

Ще один фактор, що заслуговує на увагу, - це протоколи й стандарти, що використовуються для бездротового зв'язку. Більшість мобільних Інтернет-користувачів в Європі й США здійснюють доступ до бездротових даних за допомогою протоколу WAP. З його допомогою можна розв'язати деякі проблеми, характерні для мереж із комутацією каналів, наприклад такі, як затримка передавання даних, а також ряд проблем, пов'язаних із розробкою додатків для стільникових телефонів, для яких характерна низька обчислювальна потуж-

ність і обмежені можливості інтерфейсів. iMode - основний протокол, що використовується в мережах із комутацією пакетів в Японії, підтримує мову розмітки HTML. Оскільки бездротова технологія в США розвивається в напрямку від мереж із комутацією каналів до мереж із комутацією пакетів, то цілком можливий перехід від протоколу WAP до іншого більш універсального транспортного протоколу, який, крім усього іншого, дозволить передавати дані у форматі HTML або у форматі інших стандартів W3C, таких як XML або XHTML.

3.4. Сучасний стан, вимоги й принципи побудови систем синхронізації в телекомунікаційних мережах

Розвиток цифрових мереж зв'язку в рамках взаємопов'язаної мережі електрозв'язку припускає погоджену взаємодію цифрових систем передавання й комутації, що входять до цієї мережі. Забезпечення такої взаємодії шляхом установалення й підтримки необхідної синхронності роботи апаратури систем передавання й комутації цифрових мереж здійснюється за допомогою системи тактової мережної синхронізації (TMC).

Основним завданням синхронізації є досягнення однакових або кратних частот генераторів (тактових частот) усіх цифрових пристроїв, що входять до системи цифрового зв'язку. Для досягнення синхронізації в мережі необхідно:

- установити єдину тактову частоту для всієї системи зв'язку, щоб система працювала з однією швидкістю;
- забезпечити, щоб усі цифрові пристрої в мережі працювали синхронно; компенсувати затримку передавання між вузлами комутації та її коливання, довівши її до цілого значення періоду циклу;
- забезпечити умови функціонування мережі синхронізації, що дозволяють підтримувати синхронізацію в будь-який час незалежно від змін у структурі мережі, викликаних такими факторами, як збої в каналах і вузлах, перебудування мережі, її розширення й т.ін.;
- забезпечити стабільність системи синхронізації стосовно таких порушень, як зміна частоти або фази у вузлі, зміна часу передавання по лінії.

З описаного розкривається інтегральний зміст синхронізації - для системи синхронізації (ССх) практично немає поділу на первинну й вторинні мережі, синхронізація повинна охоплювати всю мережу комплексно.

Згідно з рекомендаціями МСЕ-Т G.702, G.803, G.811, на цифрових мережах зв'язку можливі чотири режими роботи тактової синхронізації (рис. 3.17), основними з яких є синхронний і псевдосинхронний.

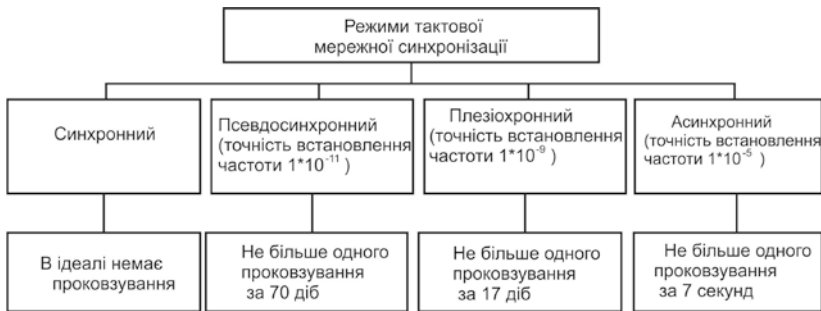


Рис. 3.17. Режими роботи тактової мережної синхронізації

У синхронному режимі вирівнювання частот генераторного устаткування (ГВ) різних систем керування відбувається шляхом передавання синхросигналів. Даний режим характерний для роботи апаратури в окремому регіоні.

При псевдосинхронному режимі ГВ працює незалежно. Цей режим є основним для взаємодії між регіонами, на міжнародній мережі, а також при зв'язку із супутниковими системами зв'язку і з більшістю відомчих мереж. Однак точність встановлення тактової частоти повинна бути досить високою.

Якщо нестабільність ГВ становить 10^{-9} , то режим роботи системи тактової синхронізації називають плезіохронним. Плезіохронний режим виникає на деяких ділянках мережі в період виникнення аварій і ушкоджень і вважається припустимим, якщо його застосування протягом року триває не більш доби. При меншій стабільності має місце асинхронний режим.

Для досягнення синхронізації в мережі зв'язку необхідно передавати інформацію про тактову частоту всім пристроям мережі. З цією метою використовуються синхросигнали (сигна-

ли синхронізації). Такі сигнали можуть передаватися в лінійних сигналах або окремо у вигляді спеціальних сигналів.

Таким чином, система тактової мережної синхронізації виконує функції формування й передавання до елементів мережі зв'язку відповідних еталонних синхросигналів необхідної якості й завдяки цьому створює такі умови роботи в цифровій мережі, при яких кількість так званих проковзувань не перевищує норм, установлених відповідними рекомендаціями МСЕ і європейськими стандартами електровз'язку (див. рис. 3.17).

Під *проковзуванням* розуміють повторення або виключення групи символів у послідовності двійкових символів у результаті відмінності між швидкостями зчитування й запису в буферній пам'яті.

Розрізняють некеровані й керовані проковзування. У першому випадку в ТКМ виникають групові помилки через порушення циклової синхронізації, а в другому вона не втрачається, але відбуваються втрати одного біта інформації. Керовані проковзування в цей час є єдино припустимим режимом роботи системи тактової мережної синхронізації в діючих цифрових мережах зв'язку й перспективних телекомунікаційних мережах.

Характеристика впливу проковзувань на різні послуги зв'язку й параметри каналів наведена в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Вплив проковзувань на різні послуги зв'язку і параметри каналів

Транспортна мережа	Вплив на параметри каналів
На основі плезіохронних цифрових ієрархій (ПЦІ)	Проквзування, втрата циклової інформації, збільшення часу неготовності каналу, втрата масивів даних, пачки помилок
На основі синхронних цифрових ієрархій (СЦІ) Послуги (вторичні мережі)	Зміщення вказівників, поява алгоритмічного джитера в корисному навантаженні Вплив на якісні параметри щодо своєчасності й достовірності доставки інформації
Телефонний зв'язок	Поява імпульсних перешкод у вигляді клацання, спотворення символів
Факсимільний зв'язок	Спотворення рядків -до 8
Передавання даних по каналу ТЧ (ADSL, HDSL)	Втрата даних
Відео	Завмирання кадру до 6 с
Закодовані дані	Втрата з'єднання

Відповідно до діючих керівних технічних матеріалів (КТМ) з побудови систем ТМС на цифровій мережі зв'язку розрізняють ряд основних принципів її реалізації, що є загаль-

ними для всіх державних і корпоративних операторів зв'язку. До них належать:

- створення систем ТМС усіх операторів з урахуванням регіонального розподілу цифрової мережі зв'язку з синхронізацією, тому що в кожному такому регіоні встановлюються первинні еталонні генератори (ПЕГ);

- доставка синхросигналів відповідних видів від ПЕГ через основні й резервні лінії до всієї апаратури систем передавання й комутації, що потребують синхронізації, здійснюється за допомогою апаратури плезіохронної (ПЦІ) або синхронної (СЦІ) цифрової ієрархії;

- використання принципу примусової синхронізації (ведучий - ведений) у мережі розподілу синхросигналів еталонної частоти від ПЕГ до вторинних задавальних генераторів (ВЗГ) і генераторів мережних елементів (ГМЕ) ліній СЦІ, до нужденної в синхронізації апаратури транзитних і місцевих вузлів зв'язку, до генераторного устаткування автоматичних міжміських телефонних станцій (АМТС) і комунікаційних систем перспективних телекомунікаційних мереж;

- перетворення синхросигналів на стику ліній СЦІ й ПЦІ, що полягає у відновленні тактової частоти сигналу 2048 кбіт/с від устаткування СЦІ синхросигналом 2048 кГц, що виділяється устаткуванням СЦІ безпосередньо з лінійного сигналу (синхронного транспортного модуля STM-N);

- застосування на регіональних цифрових мережах зв'язку однотипної апаратури синхронізації й однакового підходу до забезпечення керування, контролю її показників і метрологічного забезпечення;

- відповідність архітектури побудови мережі ТМС якісним показникам апаратури системи ТМС згідно з рекомендаціями МСЕ-Т, Європейського інституту стандартизації й вітчизняних нормативних документах;

- перевірка стану систем ТМС шляхом її аудита;

- використання еталонних сигналів від систем ГЛОНАСС і GPS (в основному як резервні або контрольні сигнали).

При розподілі сигналів синхронізації використовується така ієрархія задавальних генераторів, для якої кожний рівень

генератора синхронізується за еталоном більш високого або того ж рівня:

- перший рівень - ПЕГ;
- другий - ВЗГ (транзитний вузол);
- третій - ВЗГ місцевого вузла або задавального генератора комутаційної станції;
- четвертий - задавальний генератор мережного елемента.

Первинний еталонний генератор - це еталонний задавальний генератор, до функцій якого входить використання еталонних стандартів частоти (водневих або цезієвих) для формування вихідних синхросигналів. При цьому ПЕГ забезпечується необхідним резервуванням і засобами фільтрації сигналу відповідно до ETS 300 462-6 і рекомендацій MCE-T G.811.

Вторинний еталонний генератор - це задавальний генератор, що виконує логічні функції вибору вхідного сигналу синхронізації з ряду незалежних джерел. При цьому здійснюється необхідна обробка й фільтрація сигналу, а також розподіл синхросигналу в інтересах інших елементів вузла зв'язку. При ушкодженні або погіршенні всіх вхідних еталонних сигналів синхронізації ВЗГ повинен запам'ятати відомості про частоту переходу й увімкнути режим її запам'ятовування відповідно до ETS 300 462-4 і рекомендацій MCE-T G.812.

Генератор мережного елемента - це вбудований у мережний елемент (мультиплексор) задавальний генератор приймає вхідні сигнали синхронізації від ряду зовнішніх джерел, вибирає один із них і здійснює його мінімальну фільтрацію. У випадку ушкодження всіх вхідних еталонних сигналів синхронізації ГМЕ повинен забезпечувати використання внутрішнього власного задавального генератора, який у режимі запам'ятовування частоти реалізує збереження приблизної частоти еталонного вхідного синхросигналу відповідно до ETS 300 462-5 і рекомендацій MCE-T G.813.

При встановленні ПЕГ необхідно враховувати довжину магістральної цифрової мережі зв'язку й обсяг устаткування на ній. Це означає, що:

- система ТМС магістральної цифрової мережі зв'язку відомчої цифрової системи зв'язку (ВЦСЗ) повинна мати незалежні від інших цифрових мереж джерела одержання

сигналів синхронізації - ПЕГ і тільки як резерв використовувати сигнали синхронізації від базової системи ТМС. Технологічно незалежна розгалужена цифрова мережа не повинна залежати від систем ТМС інших телекомунікаційних мереж;

- ланцюжки, утворені при передаванні синхросигналів ГМЕ СЦІ, не повинні мати більше 60 мережних елементів. Для підвищення надійності проекрованої схеми кількість послідовно увімкнених ГСЕ не повинна перевищувати 40 - 50, а кількість ВЗГ, що застосовуються для відновлення сигналів синхронізації, може бути до 8;

- розміщення ПЕГ на міжміській цифровій мережі ВЦСЗ повинно, по можливості, збігатися із центрами (пунктами) керування мережею;

- кількість установлюваних на мережі ПЕГ може не забезпечувати можливість взаємного резервування регіонів за синхронізацією, утворених цими ПЕГ. В аварійних ситуаціях деякі ділянки мережі можуть синхронізуватися від ВЗГ-частоти, що працюють у режимі запам'ятовування, або від приймачів еталонних сигналів супутникових радіонавігаційних систем ГЛОНАСС/GPS. Така синхронізація можлива протягом часу, достатнього для усунення аварії.

Основним призначенням ВЗГ (транзитного ВЗГ) на магістральній цифровій мережі ВЦСС є відновлення синхросигналів, переданих від ПЕГ через СЦІ. Ланцюжки, утворені із ГМЕ в тракці передавання синхросигналів між ПЕГ і ВЗГ або між двома ВЗГ, не повинні перевищувати 20 мережних елементів; бажано, щоб їх було не більше 10-15.

Під час аварій у ланцюзі передавання синхросигналів ВЗГ може порівняно тривалий час забезпечувати надійну синхронізацію в мережі, особливо якщо на даному елементі застосовують як резерв приймачі навігаційних сигналів ГЛОНАСС/GPS, які керують рубідієвими генераторами частоти (квантовими генераторами), що входять у ці ВЗГ. Крім того, на великих вузлах ВЗГ (місцевий або вузловий) забезпечує надійну синхронізацію всього устаткування вузла, що потребує синхронізації. Однак треба мати на увазі, що кількість послідовно під'єднаних елементів до ланцюжка ВЗГ теоретично не

повинна перевищувати 10, а в реально проєктованій схемі доходить до 7-8.

Для забезпечення надійного резервування при побудові системи ТМС необхідно передбачити використання сигналів синхронізації від базової системи ТМС взаємопов'язаної мережі електрозв'язку. Синхронізація від системи ТМС базової мережі може використовуватися без обмежень, якщо сигнали синхронізації надходять безпосередньо від ПЕГ або ВЗГ цієї мережі або безпосередньо на ВЗГ, установлений на ВЦСЗ. В усіх інших випадках необхідний ретельний аналіз ланцюга передавання синхросигналів як на мережі ВЦСЗ, так і на базовій мережі.

Принципи побудови системи ТМС і організації мережі розподілу синхросигналів постійно вдосконалюються, що знаходить висвітлення в різних документах МСЕ-Т і Європейського інституту стандартизації з електрозв'язку, а також у періодичній літературі.

Однак деяким важливим питанням, що є загальними для всіх цифрових мереж зв'язку, ще не приділена потрібна увага. До них, у першу чергу, ставляться питання побудови системи тактової мережної синхронізації відомчих цифрових мереж зв'язку і їх взаємодія з мережами ТМС, які створюються іншими операторами.

Послідовний розвиток концепції системи синхронізації призвів до формування ряду основних правил її побудови:

- граф синхронізації на відміну від графа топології мережі повинен бути незамкненим (радіально-вузлова модель);
- граф синхронізації часто відрізняється від топології самої цифрової мережі зв'язку й створюється як накладена мережа над первинною й вторинною мережами;
- поділ систем синхронізації на міжвузлову систему синхронізації й внутрішньовузлову систему синхронізації;
- створення системи діагностики й керування системою синхронізації, які базуються на загальній концепції TMN (Система керування мережами операторів електрозв'язку).

Сучасна концепція побудови системи синхронізації характеризується повномасштабним упровадженням концепції інтегрованих систем синхронізації (BITS) (рис. 3.18).

Система міжвузлової синхронізації (СМС) передбачає розміщення у ключових вузлах мережі генераторів синхронізації й побудову системи розподілу синхрочастот по мережі з використанням трафікових або виділених каналів.

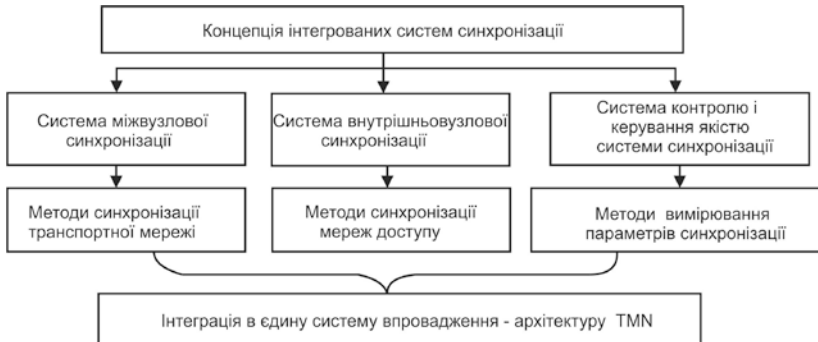


Рис. 3.18. Концепція інтегрованих систем синхронізації

Побудова СМС у сучасних системах СЦІ має деякі особливості. Так, наприклад, наявність у системах СЦІ механізму компенсації розсинхронізації методом зсуву покажчиків приводить до того, що потік даних, переданий у контейнерах цифрових систем передавання, не може бути використаний як канал для передавання синхросигналу. Тому для синхронізації систем передавання СЦІ використовується лінійний оптичний сигнал або спеціальні сигнали, які передаються в несинхронних контейнерах.

У першому випадку саме устаткування СЦІ зазвичай дозволяє виділяти синхросигнал. Для цього воно оснащено інтерфейсами приймання й генерації синхросигналів. Ще однією особливістю синхронізації систем передавання СЦІ є широке використання сигналів, що передають інформацію про параметри синхросигналу.

Система внутрішньовузлової синхронізації (СВС) має локальне значення й визначає порядок синхронізації різних цифрових пристроїв у межах одного вузла мережі.

Враховуючи, що останнім часом значно підвищилися вимоги до надійності та якості систем синхронізації, до складу сучасної системи синхронізації включається підсистема контро-

лю й керування якістю системи синхронізації (QoS) (рис. 3.19), яка безпосередньо пов'язана з обслуговуванням системи синхронізації.

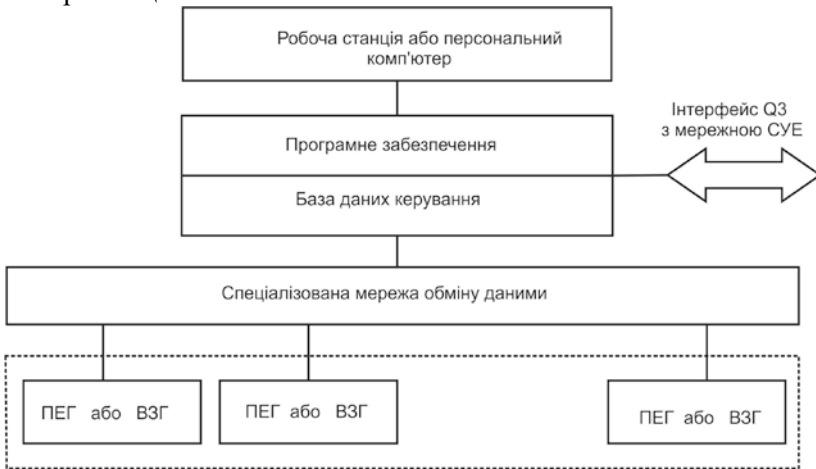


Рис. 3.19. Структура системи керування ТМС

Основним призначенням цієї підсистеми є керування, діагностика й тестування системи синхронізації. Для забезпечення високих параметрів якості й надійності системи ТМС створюється система керування, інтегрована в загальну платформу TMN, що дозволяє адміністраторові мережі контролювати стан її елементів і реконфігурувати її з єдиного центру в режимі реального часу.

У наш час кілька закордонних фірм, зокрема Hewlett-Packard (СК ССx HP Smart View/NT і HP Smart View/UX), «Осциллокварц» (СК ССx Sync View), Telecom Solutions (СК ССx Time Scan/NMS) і Lucent Technologies (СК ССx SAM-CS), розробили й запропонували СК (система керування) ССx для використання в мережах СЦІ. Ці СК ССx реалізують зазначені вище функції, побудовані за аналогічними принципами й працюють зі своїм устаткуванням ПЕГ/ВЗГ/SASE. Канонічна структура даних СК ССx зображена на рис. 3.20.

Усі ці СК ССx є самостійними й пов'язані із загальною системою керування електрозв'язком (СКЕ) за допомогою інтерфейсу типу Q3. СК ССx надає операторові повну картину

всіх подій, пов'язаних із тактовою синхронізацією мережі, а саме: конфігурацію мережі синхронізації; аварії в цій мережі; проходження сигналів синхронізації та їх якість.

СК ССх HP Smart View/UX може працювати більш ніж з 1000 СЕ (система електрозв'язку), у той час як СК ССх SAM-CS+ не більш ніж з 128.

СК ССх HP Smart View/UX допускає спільну роботу із системою HP Open View/SDH тактової синхронізації, що керує устаткуванням, мережі СЦІ, що забезпечує операторові єдине відображення й контроль усієї ССх у мережі СЦІ. Однак тут потрібне узгодження інтерфейсів мережних елементів із системою HP Open View/SDH. Аналогічна проблема виникне перед виробниками інших СК ССх при спробі включити у сферу керування самі СЕ СЦІ. При цьому ніхто з них, за винятком Lucent Technologies, не виробляє СЕ СЦІ.

Мережа передавання даних для зв'язку СК ССх із ПЕГ/ВЗГ/САСЕ на нижніх рівнях використовує вбудовані канали передавання даних СЦІ із протоколами Х.25, Ethernet або TCP/IP.

Відзначаючи приблизну рівність розглянутих СК ССх із погляду на їхні функції і характеристики, слід виділити той факт, що всі СК виконані на програмному забезпеченні, операційній системі й устаткуванні однієї конкретної фірми.

Наведені вище СК ССх можуть взаємодіяти на рівні керування мережними елементами з мережною СКЕ. Із цією метою СК ССх підтримує стандартний інтерфейс Q3. У разі потреби дана СК ССх може працювати як підлегла система відносно мережної СКЕ. Через інтерфейс Q3 оператор СКЕ може входити в СК ССх і здійснювати там необхідні дії (рис. 3.19).

Методи забезпечення синхронізації в групі просторово рознесених опорних генераторів відрізняються більшою різноманітністю, однак їх усі можна класифікувати відповідно до застосовуваних алгоритмів синхронізації. Залежно від керуючих сигналів, які забезпечують синхронізацію, загальний клас мереж із передаванням сигналів частоти й часу можна поділити на дві основні категорії: плезіохронні й синхронні мережі (рис. 3.20).

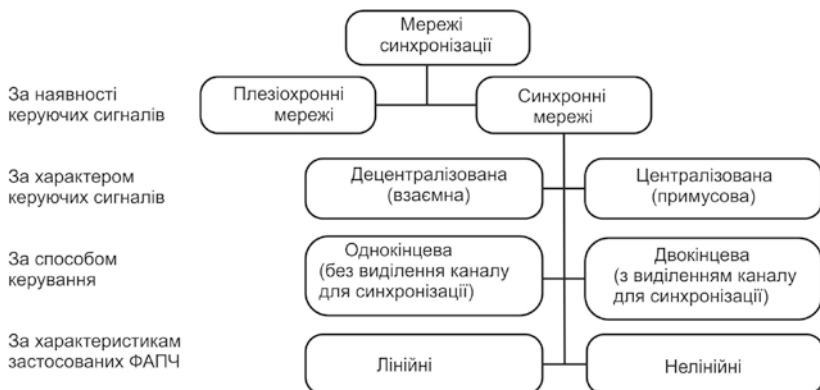


Рис. 3.20. Класифікація способів синхронізації

У кожному вузлі плезіохронної мережі є власний прецизійний опорний генератор, а керуючі сигнали для координації роботи генераторів не передбачаються. Спочатку генератори регулюються в такий спосіб, щоб різниця у відліку часу дорівнювала б нулю (принаймні, намагаються добитися, щоб ця величина була мінімальною).

Оскільки опорні генератори плезіохронної мережі незалежні, їх власні частоти трохи різняться. Ця різниця частот викликає лінійно зростаючу в часі похибку між генераторами мережі. Нагромадженню часової похибки між вузлами мережі сприяють і інші фактори, наприклад відхід частоти й фазовий шум. Часова похибка може в остаточному підсумку перевищити припустиме значення, і тоді роботу мережі доведеться припинити для приведення опорних генераторів у вихідний стан. Проміжок часу між коректуваннями залежить від якості опорних генераторів і припустимої розбіжності в часі опорних генераторів мережі.

Переваги плезіохронних мереж полягають у простоті реалізації й стійкості до відмов вузлових опорних генераторів, оскільки відмова одного генератора не порушує роботу інших опорних генераторів мережі завдяки їхній незалежності. Головний недолік плезіохронних мереж пов'язаний з високими витратами на придбання й експлуатацію надточних опорних генераторів, а також із необхідністю їх частих коректувань.

У синхронних мережах усі опорні генератори синхронізовані в часі (за фазою) і за частотою із загальним для мережі часом і частотою, так що шкали часу, утворені просторово віддаленими генераторами, у середньому ідентичні. Такого синхронізму можна досягти декількома способами. Залежно від характеру керуючих сигналів методи синхронізації, що застосовуються в синхронних мережах, поділяються на централізовані (взаємні) і децентралізовані (примусові). Кожна із цих груп, у свою чергу, різниться за способом керування генераторами й за характеристиками пристроїв фазового автопідстроювання частоти (ФАПЧ) (див. рис. 3.20).

У централізованих мережах використовується метод синхронізації за задавальним генератором, згідно з яким усі опорні генератори мережі прямо або опосередковано підлаштовуються за одним задавальним генератором мережі. Цей генератор задає шкалу часу й частоту мережі.

Децентралізовані мережі діють за принципом взаємної синхронізації. У мережах із взаємною синхронізацією задавальний генератор відсутній і всі опорні генератори роблять рівний внесок у визначення частоти й шкали часу мережі.

Надійність є одним з основних критеріїв, якому повинні відповідати сучасні телекомунікаційні мережі. Однак під час синтезу мережі зв'язку не завжди є можливість проаналізувати її з погляду надійності. У зв'язку із цим необхідні передумови для її забезпечення закладаються з погляду топологічних вимог щодо реалізації заданої кількості незалежних шляхів між певними кореспондуючими вузлами. Ці вимоги спрямовані на здійснення інформаційного обміну між абонентами мережі. При цьому критерієм справної роботи мережі в цьому випадку є наявність хоча б одного шляху передавання інформації між розглянутими вузлами. Це справедливо при розгляді питань забезпечення ресурсами вторинних мереж. Однак при побудові системи тактової мережної синхронізації необхідно гарантувати її надійне функціонування навіть за умови, що залишився єдиний шлях передавання інформації. Для цього необхідним є використання ресурсів мережі обміну даними системи керування ТКМ, яка може бути реалізована на основі системи сигналізації.

3.5. Основні принципи побудови різних видів систем сигналізації в існуючих і перспективних телекомунікаційних мережах

Підвищення ефективності застосування ТКМ, що становлять основу еволюційного розвитку системи зв'язку в напрямку реалізації концепції «Транспортна мережа - мережі доступу», вимагає вдосконалення існуючих і розробки нових методів розв'язку завдань синтезу системи сигналізації (СС).

Сигналізація буває трьох типів: користувацька (абонентська), тобто на ділянці між абонентським (користувацьким) терміналом і комутаційною станцією (маршрутизатором, концентратором, мультиплексором), внутрішньостанційна й міжстанційна. Міжстанційна сигналізація у свою чергу поділяється на два основні типи - сигналізація по виділеному каналу (Channel Associated Signaling, CAS) і сигналізація по загальному каналу (Common Channel Signaling, CCS). Останнім часом з'явилися системи з комбінованим типом сигналізації (Globalstar, EDACS, Agies) (рис. 3.21).

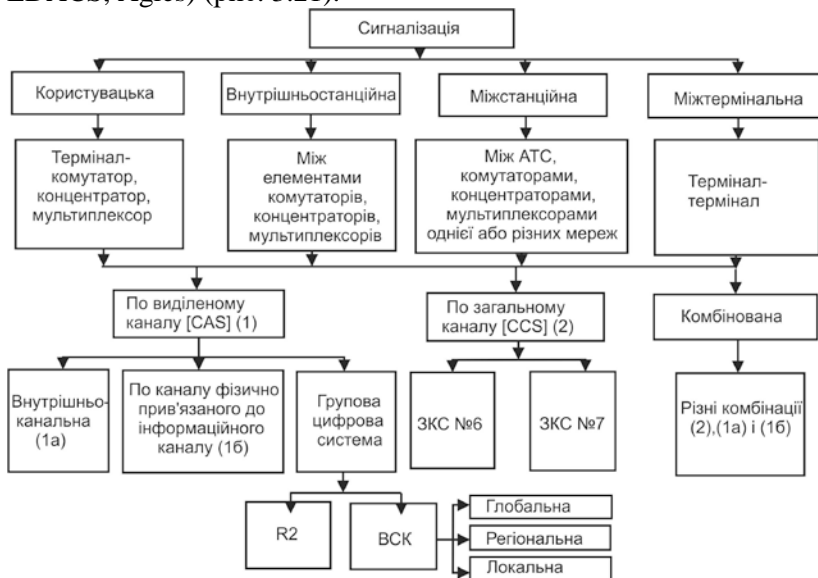


Рис. 3.21. Класифікація систем сигналізації, що застосовуються в різних мережах електрозв'язку

Сигнальна інформація передається або безпосередньо по інформаційному каналу (внутрішньоканальна сигналізація), або по окремому каналу, фізично прив'язаному до інформаційного. Прикладом такого принципу побудови сигналізації з відомих технологій можуть служити ATM, FR, Reflex, Inflexion, SDH, СОМА, Globalstar та ін. Причому у двох останніх використовується як внутрішньоканальна сигналізація (за рахунок перемишування), так і фізично прив'язана до інформаційного каналу (у режимі синфазування).

Перші аналогові СС, що застосовувалися для автоматичного зв'язку, були внутрішньоканальними (in-band), де сигнали передавалися всередині спектра частот того ж каналу, що й корисна інформація (мова, дані). Великий обсяг устаткування сигналізації (приймопередавачів тональних і імпульсних сигналів, пристроїв захисту від неправильних спрацьовувань і т.ін.) різко знижував якість телефонних розмов і достовірність переданих даних. Впровадження відосблених сигнальних каналів (out-of band) хоча й поліпшило якість зв'язку, але не розв'язало проблему надмірності устаткування.

Іншим видом СС по виділеному каналу є групові цифрові системи (західна цифрова система R2 і вітчизняна система із двома виділеними сигнальними каналами (ВСК) з певною кількістю підвидів), в яких, наприклад, кожний 30-каналний тракт з імпульсно-кодовою модуляцією (ІКМ) обслуговувався виділеним сигнальним каналом. Підвиди ВСК - це близькі, але різні в деталях системи ВСК різних рівнів мереж електрозв'язку (глобальної, регіональної, локальної). Однак і ці системи сигналізації мають істотний недолік: спосіб передавання сигналів цього класу СС не дозволяв збільшувати кількість їх типів і тим самим гальмував впровадження нових послуг у перспективних мережах зв'язку. Крім того, даний вид СС не дозволяє реалізувати ідеї, пов'язані з побудовою СК ТКМ.

Природним наслідком зближення комп'ютерних і телекомунікаційних технологій виявився відхід від традиційних СС. Так виникла загальна система сигналізації для пучка каналів одного інформаційного напрямку зв'язку (ІНЗ) (загальний канал сигналізації).

Загальноканальна сигналізація (ЗКС) - це метод сигналізації, при якому один канал шляхом адресації повідомлень передає сигнальну інформацію, що стосується, наприклад, множини каналів, або іншу інформацію, яка використовується для керування ТКМ. ЗКС може розглядатися як форма передавання даних, яка спеціалізована для різних типів сигналізації й передавання інформації між розподіленими в просторі процесорами, що керують різними ресурсами ТКМ.

Впровадження цифрових систем передавання (ЦСП) на всіх рівнях мережі, цифрових систем комутації (ЦСК) з розподіленим керуванням, квазіелектронних АТС визначила поява так званої системи сигналізації №7, орієнтованої на функціонування в цифрових мережах. Перші рекомендації МККТТ щодо даної системи були опубліковані в «Жовтій книзі» в 1976 р. З того часу специфікації системи продовжують розвиватися, розкриваючи її нові можливості. Один канал СС № 7 дозволяє передавати сигнальну інформацію між комутаторами для пучка з однієї-двох тисяч мовних каналів, значно збільшуючи пропускну здатність системи в цілому й створюючи можливість організації ЦСІС, універсальної мобільної системи зв'язку (УМСЗ), універсальної персональної мережі зв'язку (УПЗ) і інтелектуальних мереж (ІМ). Однак процес виявився взаємним і визначив необхідність зміни функціонального призначення СС у цілому.

Володіючи величезним потенціалом, СС №7 не тільки забезпечила потреби передавання сигнальної інформації для існуючого в момент її появи рівня розвитку зв'язку, але й сприяє створенню нових послуг зв'язку, тому що являє собою систему, що еволюційно розвивається разом із модернізацією ТКМ.

Система сигналізації №7 має рівневу структуру розподілу функцій, утворену функціональними блоками (рис. 3.22). Вона охоплює всі сім рівнів області взаємодії відкритих систем, але не точно відповідає її розподілу на рівні. Це пов'язане з тим, що СС №7 з'явилася раніше, ніж була створена базова еталонна модель взаємодії відкритих систем (ЕМ ВВС).

Подальший розвиток системи сигналізації №7 пов'язаний із розвитком ідей ЕМ ВВС і появою ЦСІС, ІМ, рухливих,

мобільних ТКМ. Вона базується на використанні особливого користувацького каналу, який має назву О-каналу.

7	Абоненти (користувачі) інтегрального сервісу	7	Абоненти (користувачі) телефонних апаратів	7	Засоби транзакцій
6		6		6	
5		5		5	
4		4		4	
3	Керування з'єднанням сигналізації №7				
	Функції сигналізації №7				
2	Керування каналом сигналізації №7				
1	Канал сигналізації №7				

Рис. 3.22. Рівнева структура функцій системи сигналізації №7

Наведена структура рівнів функцій дозволяє перейти до аналізу основних принципів функціонування СС №7.

Телекомунікаційна мережа, що обслуговується загально-канальною сигналізацією, складається з ряду комутаційних центрів (КЦ), зв'язаних ланками передавання. Щоб здійснити з'єднання для передавання сигнально-керуючої інформації за допомогою комутованих інформаційних одиниць сигналізації, кожний із цих центрів вимагає застосування необхідних засобів СС, тобто КЦ стає пунктом сигналізації (ПС) СС № 7.

Пункти сигналізації повинні взаємодіяти таким чином, щоб між ними могли передаватися дані (ІПК). Канали передавання даних утворюють ланки сигналізації (ЛС) мережі СС № 7. Ряд ЛС, що безпосередньо пов'язує два ПС і використовується як модуль, утворює пучок ЛС. Можливе використання декількох пучків ланок паралельно. Сукупність ланок у пучку з ідентичними характеристиками (наприклад однакова швидкість передавання даних) утворює групу ланок. Пункт сигналізації, в якому частина вхідних повідомлень автоматично передається в інший пункт, являє собою транзитний пункт сигналізації (ТПС). Ланки й пункти сигналізації утворюють мережу сигналізації, яка будується за специфічними правилами, що відрізняються від правил побудови ТКМ.

Мережі сигналізації функціонують у зв'язаному й квазізв'язаному режимах. У зв'язаному режимі маршрути мовних каналів і каналу сигналізації збігаються, а у квазізв'язаному - можуть не збігатися.

Кожний режим має певні переваги й недоліки. У зв'язаному режимі сигналізації відпадає необхідність у ТПС, а відмова сигнального каналу в більшості випадків відбувається одночасно з відмовою групи ФЛК (фізичні й логічні канали) ТКМ. Водночас, оскільки інформаційний ФЛК і канал сигналізації рознесені, необов'язково, щоб їх одночасна відмова розглядалася як найбільш часта подія. Скоріше, правильне твердження про те, що відмова каналу сигналізації (КС) веде до відмови групи інформаційних ФЛК. Дана властивість може бути використана при розробці процедур локалізації відмов у системах, оснащених СС №7. Важливо також відзначити, що при відмові інформаційних ФЛК (особливо низькошвидкісних каналів передавання даних) КС може бути використаний для передавання корисної інформації, наприклад мережі EDACS, Agies. Тому застосування зв'язаного режиму зазвичай економічно не вигідне, особливо у великих ТКМ.

Квазізв'язаний режим дозволяє організувати мережу сигналізації більш раціонально, але вимагає створення ТПС. До того ж, можливі ситуації, коли працездатний пучок інформаційних ФЛК не можна використовувати через відмову КС.

Викладене показує, що суперечливий характер методів побудови мережі сигналізації на основі СС №7 вимагає розробки способів її організації для конкретних типів ТКМ.

Під час розв'язку цього завдання слід урахувати, що багатоцільова СС №7 має блочно-функціональну архітектуру (рис. 3.23), при якій над єдиною транспортною підсистемою МТР (підсистема передавання ППК) перебувають підсистеми користувачів і додатків (кожна з яких призначена для забезпечення надання відповідних послуг ТКМ):

- TUP - підсистема користувача ТфЗК;
- DUP - підсистема користувача даних;
- SCCP - підсистема керування наскрізними з'єднаннями;
- HUP - підсистема передавання сигналів керування в процесі розмови;

- TCAP - підсистема транзакцій;
- MUP - підсистема користувача рухомого зв'язку (стандарт стільникової мережі NMT-450);
- ISUP - підсистема користувача ЦСІС;
- MAP - підсистема користувача рухомого зв'язку (стандарт стільникової мережі GSM);
- INAP - підсистема користувача ІМ.

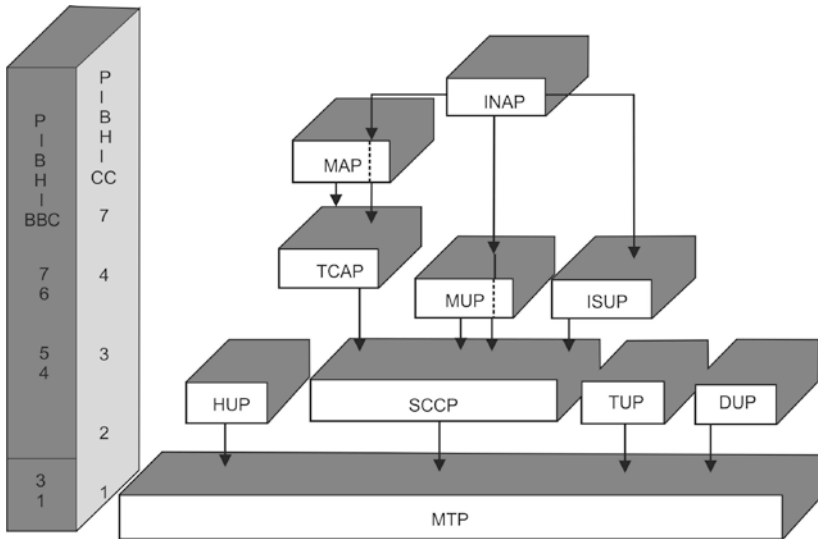


Рис. 3.23. Архітектура системи сигналізації №7

Аналіз різних підсистем показує, що СС №7 є складною системою з розподіленим керуванням, має вбудовану функцію сигналізації, реалізовану за внутрішньоканальним принципом, власними засобами перешкодостійкого кодування, діагностики й контролю стану ПС і ТПС, забезпечує обслуговування неоднорідністю трафіка сигнально керуючих ППК.

Таким чином, розглянуті технологічні аспекти розвитку СС показують, що вони являють собою автоматичні керовані багатофункціональні й багаторежимні системи, що реалізують широкий комплекс послуг із використанням усіх семи рівнів ЕМ ВВС. Найбільш складними об'єктами для досліджень є комбіновані й загальноканальні СС. Вони мають власні засоби

керування, технічної експлуатації, підвищення достовірності, рівневу архітектуру, функції. Даний спектр властивостей у теоретичному плані в сучасній науково-технічній літературі, присвяченій аналізу й синтезу мереж зв'язку, досліджений недостатньо.

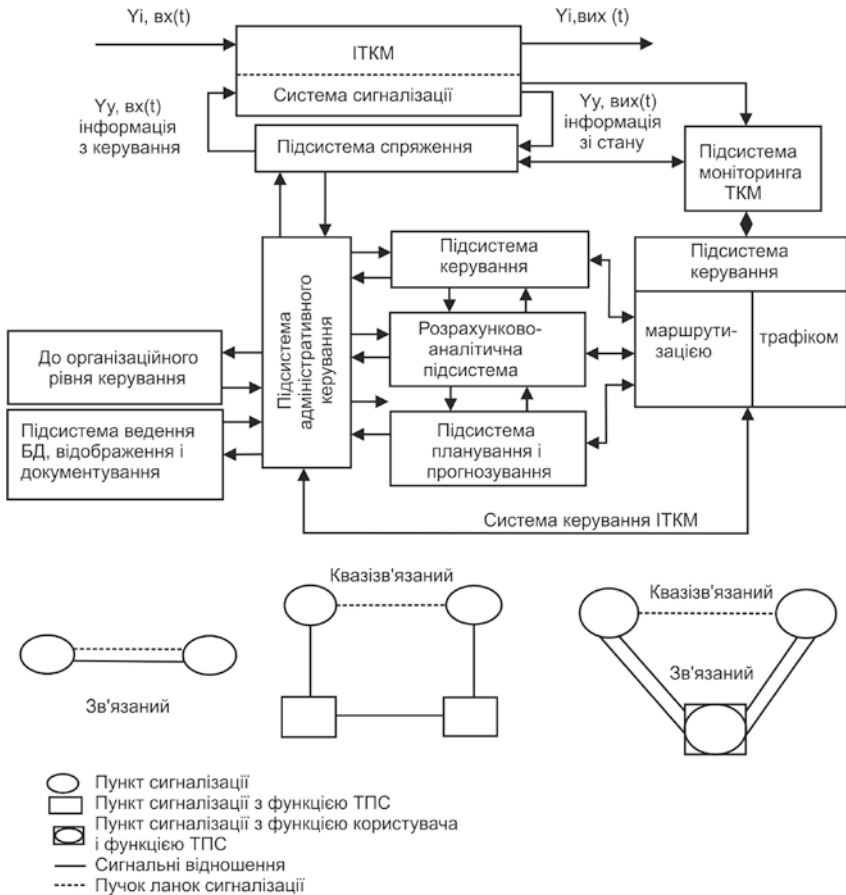


Рис. 3.24. Узагальнена функціональна схема системи керування інформаційно-телекомунікаційною мережею й режими функціонування мережі сигналізації

Важливо зазначити, що якість функціонування різних ТКМ, що суттєво залежить від параметрів СС, визначає можливість виконання висунутих до них вимог. Причому властивість експлуатаційної надійності (ЕН) ТКМ, що характеризує її здатність забезпечити споживачам доступність до мережних ресурсів для неперервного на заданому інтервалі часу й цілісного надання послуг зв'язку, у цей час досліджене недостатньо. На відміну від властивостей надійності й живучості, показники ЕН повинні описувати ситуації аномалій, ушкоджень і відмов ТКМ із причин:

- низької достовірності засобів функціонального контролю й діагностики;
- відсутності необхідних мережних можливостей і ресурсів у наданні послуг зв'язку із заданою якістю;
- перевантаження каналів і трактів та ін.

Тому при визначенні напрямів еволюційного розвитку ТКМ одним із ключових питань є стандартизація вимог до СС ТКМ і обґрунтування принципів їх побудови (рис. 3.24). Для вибору методів розв'язку даного завдання необхідно проаналізувати можливість застосування відомих підходів, розроблених для побудови раціональних архітектур ТКМ (див. рис. 3.24).

3.6. Керування телекомунікаційними мережами

Зараз в усьому світі створюються телекомунікаційні мережі, побудовані на найсучасніших мережних і інформаційних технологіях, що дозволяють надавати користувачам найрізноманітніші послуги, починаючи від цифрової телефонії й закінчуючи послугами мультимедіа. Однак поряд із впровадженням у мережі перспективних програмно-апаратних засобів, що базуються на передовій технології, на мережах продовжує використовуватися застаріле обладнання, включаючи аналогові системи передавання, координатні комутаційні станції й т.ін. Телекомунікаційні мережі за рахунок цих факторів ускладнюються, стають усе більш неоднорідними як за структурою, так і за використанням технічних і програмних засобів. Усе більшого поширення знаходять локальні й корпоративні інформаційні та обчислювальні мережі, мережі зв'язку з рухомими об'єктами. Їм необхідний зв'язок один з одним і вихід на регіональні й глобальні телекомунікаційні мережі.

Різноманіття використання мережних і інформаційних технологій, наявність багатопрокольних трафіків роблять завдання ефективного функціонування мереж зв'язку досить складним. Це завдання може бути вирішене тільки шляхом створення систем керування телекомунікаційними мережами, побудованими на сучасних технологіях керування й відповідних математичних моделях.

Без ефективно системи керування (СК) неможливо підтримувати нормальну експлуатацію мережі, здійснювати її технічне обслуговування з мінімальними витратами, забезпечувати високу продуктивність мережі й швидко її реконфігурувати з метою підтримки для кожного користувача необхідного рівня якості послуг. У міру збільшення кількості й складності устаткування, ускладнення мережних і інформаційних технологій, розгалуженості топології мережі завдання керування стає однією з найважливіших при побудові й розвитку мереж зв'язку.

Основне завдання (призначення) керування ТКМ - це забезпечення функціонування телекомунікаційної мережі із заданим набором і якістю послуг в умовах зовнішніх і внутрішніх впливів (дестабілізуючих факторів) при припустимому (мініальному) витрачанні ресурсів.

У загальному випадку процес керування має наступні етапи: одержання інформації про поведінку об'єкта керування (телекомунікаційна мережа), аналіз отриманої інформації, винайдення розв'язку й виконання розв'язку, тобто здійснення керуючих впливів.

Системи керування телекомунікаційними мережами складаються із програмно-апаратних засобів, оперативного й адміністративного персоналу, що забезпечують керування (працюючих у межах керування об'єктом). Такі системи керування належать до класу автоматизованих систем керування (АСК). Важливим завданням при побудові АСК телекомунікаційними мережами є оптимальний (раціональний, доцільний) розподіл функцій керування між людьми й апаратно-програмними засобами.

На сьогоднішній день у багатьох системах мережного керування основне завдання апаратних і програмних засобів (додатків керування) полягає в забезпеченні моніторингу мережі й оповіщенні оперативного персоналу про аномальні ситуації до того, як вони призведуть до збою нормального функціонування окремих компонентів або всієї мережі в цілому. У перспек-

тивних автоматизованих системах керування телекомунікаційними мережами керуючі прикладні процеси (додатки керування) здійснюють не тільки моніторинг мережі, але й забезпечують усунення помилок, керування параметрами, конфігурацією й реконфігурацією мережі, керування використанням ресурсів, безпекою інформації й продуктивністю мережі.

У наш час керування мережами здійснюється додатками, які зазвичай працюють на базі платформ мережного керування.

Платформа - це функціональний блок, інтерфейси й сервіси якого є базою для розміщення на ньому прикладних процесів. Платформи містять верхні рівні взаємодії відкритих систем або еквівалентний стек фірмових стандартів. Платформи для прикладних процесів керування мережами виконують функції надання різноманітних сервісів, наприклад, передавання інформації, пов'язаної з керуванням мережами, збір відомостей про стан об'єктів мережі, забезпечення колективного доступу до програм, що містяться на платформі, і інші функції надання сервісу, необхідні для систем керування мережами.

Однією з важливих проблем організації систем керування мережами є те, що в мережах часто використовується устаткування різних виробників. Зазвичай кожний виробник пропонує досить потужну й багатofункціональну систему керування тільки своїм устаткуванням. Фактично кожний виробник систем мережного керування приділяє увагу тільки своїм програмно-апаратним засобам і не розглядає системи мережного керування як самостійні продукти, орієнтовані на керування будь-якими мережами. Однак зараз створені платформи мережного керування, побудовані на принципах взаємодії відкритих систем, які дозволяють керувати широким спектром різного устаткування, але все-таки є лише основою для побудови систем керування мережами.

Розвиток сучасних телекомунікаційних мереж, що базуються на нових мережних і інформаційних технологіях, змушують виробників устаткування розробляти власні системи керування, які можуть використовуватися в комплексі зі стандартними платформами мережного керування, побудованими на принципах взаємозв'язку відкритих систем. Використання таких підходів до керування, коли при встановленні в мережу нового обладнання доводиться значною мірою допрацьовувати існуючу систему керування або

додавати до неї нові підсистеми, що безпосередньо управляють цим устаткуванням, є досить складним і дорогим завданням.

У цілому спостерігаються наступні тенденції еволюційного розвитку структур і технологій АСК ТКМ на шляху до їхньої повної інтеграції й інтелектуалізації.

Етапи еволюції структур:

1 - керування, що базується на окремих типах устаткування окремих постачальників (виробників);

2 - керування мережними елементами різних типів, кожний з яких поставляється одним виробником;

3 - керування мережними елементами одного типу, що поставляються різними виробниками;

4 - інтегральне керування мережею, що складається з елементів різних типів, що поставляються різними виробниками.

Етапи еволюції технологій:

1 - автономне керування окремими ділянками мережі;

2 - уніфікація й стандартизація протоколів взаємодії елементів АСК ТКМ і елементів ТКМ;

3 - інтегральне автоматизоване керування ТКМ;

4 - керування ТКМ, що базується на штучному інтелекті.

Міжнародна організація зі стандартизації (МОС) запропонувала концепцію керування інформаційними мережами, що базується на еталонній моделі взаємодії відкритих систем, принципах розподілених процесів керування й об'єктно-орієнтований підхід. Відповідно до цієї концепції, для керування мережами створюються спеціальні мережні служби NMS (Network Management System - стандарт МОС 9595, 9596), які забезпечують оптимальне функціонування мереж, планування, керування й контроль роботи всіх їх компонентів.

Служба керування мережею утворюється сукупністю розподілених по мережі апаратних і програмних засобів і інформаційних ресурсів, розміщених у всіх елементах мережі. Вона описується спеціальною моделлю МОС, яка визначає функції керування, види послуг мережної служби, що надаються для керування, структуру керуючої інформації й протоколи, що визначають її транспортування по мережі. Відповідно до цієї моделі, керування мережею є розподіленим і забезпечується функціонуванням усіх систем, що входять до мережі. Керування

об'єктами мережі здійснюється за допомогою керуючих процесів. Модель охоплює п'ять основних функцій керування, що здійснюються керуючими прикладними процесами:

- підтримка високої продуктивності мережі;
- керування конфігурацією мережі;
- визначення несправностей у мережі й усунення помилок;
- керування використанням ресурсів;
- керування безпекою інформації.

Ці функції, деякою мірою взаємозалежні, забезпечують керування всіма сторонами функціонування мережі. Для здійснення цих функцій керування повинні бути розроблені і, з достатнім ступенем адекватності, описані моделі об'єктів керування для кожного з п'яти керуючих прикладних процесів.

Керування продуктивністю мережі здійснюється шляхом вимірювання й забезпечення в необхідних межах різних показників продуктивності, що визначаються її моделлю. Таке керування, зокрема, передбачає керування сукупністю програмно-апаратних засобів, що забезпечують ефективне передавання даних у мережі, доставку інформації адресатам, перевірку фактичного завантаження фізичних і віртуальних каналів, керування чергами, скорочення часу очікування ресурсів, запобігання тупикових ситуацій і ін. Керуючі прикладні процеси здійснюють збір інформації з показників продуктивності мережі, які становлять інтерес для адміністраторів мережі, визначення перевищення порогів цими показниками, що вказує на наявність проблеми в мережі, яку треба вирішувати адміністраторові.

Керування конфігурацією полягає в забезпеченні неперервного функціонування служб взаємодії всіх об'єктів мережі. Для цього процеси керування конфігурацією мережі виконують збір і обробку необхідних відомостей про стан мережі і її компонентів, здійснюють включення об'єктів до мережі й видалення їх із мережі, змінюють стан об'єктів, створюють і модифікують відносини між ними, надають їм імена й ухвалюють запити, видають довідки про керовані об'єкти.

Процеси керування відмовами виявляють, фіксують і аналізують несправності в мережних елементах, здійснюють необхідне тестування й діагностику, виконують дії, що забезпечують відновлення нормального функціонування систем.

Керування використанням ресурсів полягає в зборі статистичної інформації про стан ресурсів мережі, визначенні коефіцієнта використання найважливіших мережних ресурсів, проведенні аналізу одержаних статистичних і поточних даних для встановлення картини використання ресурсів мережі й при необхідності введення певної корекції.

Керування безпекою інформації забезпечує захист усіх процесів, що відбуваються в мережі, від несанкціонованого використання інформації, перехоплення й підробки блоків даних, розшифрування паролів і ідентифікаторів користувачів, штучного переривання сеансів взаємодії прикладних процесів.

Для виконання процесів керування в мережі здійснюється збір, зберігання, передавання, обробка інформації й генерація керуючих впливів. Причому процеси керування мережею побудовані за ієрархічним принципом, що має чотири шаблі керування:

- 1) керування функціонуванням усієї мережі;
- 2) керування всіма системами, що входять до мережі (абонентські, адміністративні, асоціативні та ін.);
- 3) керування всіма рівнями еталонної моделі взаємодії відкритих систем;
- 4) керування протоколами на кожному з рівнів усіх систем.

Взаємодія керуючих і керованих елементів будується в АСК ТКМ за схемою «менеджер-агент». Приклад подібної схеми наведений на рис. 3.25.

Служба керування мережею NMS (менеджер) розташовується в адміністративній системі, що призначена для керування мережею. У всіх абонентських системах перебувають агенти керування, які є керуючими прикладними процесами цих систем. Керування мережею вимагає надання інформації про роботу всіх рівнів усіх систем, що входять до мережі. Тому в кожній системі створюється база даних, призначена для забезпечення керуючих прикладних процесів усією необхідною інформацією. У ролі такої бази виступає інформаційна база керування (Management Information Base, MIB), що має розгалужену деревоподібну структуру. Взаємодія менеджерів, агентів і MIB стандартизується технологіями керування у вигляді певних інтерфейсів. При цьому передавання керуючої інформації може здійснюватися як за інформаційними каналами (in-band), так і за спеціально виділеними (out-of-band).



Рис. 3.25. Приклад взаємодії керуючих і керованих елементів в АСК ТКМ

Можливі різні структури взаємодії великої кількості менеджерів і агентів: ієрархічні (радіальні й деревоподібні), однорангові й змішані.

Типові алгоритми розподілу ресурсів при ущільненні/розщепленні інформаційних потоків і каналів керування можуть бути подані у вигляді того самого процесу закріплення за інформаційними потоками й каналами керування різних ортогональних ділянок деякого просторового ресурсу й розподілу між ними енергетичного ресурсу сигналів.

Найпоширеніший розподіл енергетичного ресурсу сигналів між інформаційними потоками (каналами) шляхом ортогоналізації сигналів за частотою або часом (а також за фазою, структурою, простором і поляризацією). При цьому, як правило, дотримуються принципу розподілу даного ресурсу нарівно між усіма каналами (з однаковою інформаційною швидкістю) у припущенні рівності й тривалості вимог до їхньої якості. Іноді допускається нерівномірний розподіл ресурсу при частотному поділі каналів (ЧПК), що внаслідок складності регулювань є жорстко закріпленим і динамічно незмінним. Перехід від складних у налаштуванні (неоднорідність каналів потенційно припустима) аналогових систем із ЧПК до уніфікованих цифрових систем із часовим поділом каналів (ЧсПК) призвів до того, що в багатьох системах зв'язку практично зникла можливість індивідуальної зміни якості окремих каналів за рахунок перерозподілу загального енергетичного ресурсу.

Однак у лініях зв'язку високої якості, на які орієнтовано багато сучасних високошвидкісних мережних технологій, використовується саме часовий (регулярне детерміноване або статистичне) поділ інформаційних і службових каналів. При цьому поняття «логічний» або «віртуальний» канал повною мірою може стосуватися і каналів керування. Хоча для більш надійної доставки керуючої інформації незалежно від поточного інформаційного навантаження подібним каналам керування може виділятися й фіксований ресурс використовуваних сигналів.

Однією з перших універсальних технологій мережного керування можна назвати технологію, розроблену з метою створення єдиного підходу до керування устаткуванням, під'єднаним до мереж TCP/IP. Відповідно до даної технології був розроблений простий протокол мережного керування SNMP (стандарт мережі Інтернет RFC), що широко використовується в наш час і в багатьох корпоративних мережах.

Розв'язок завдання побудови перспективних систем керування інформаційними мережами (мережами електрозв'язку) здійснюється переважно на основі концепції мережної служби NMS, розробленої МОС. Прикладні процеси служби керування мережею NMS одержують інформацію, необхідну для виконання функцій керування мережею, від прикладного сервісного об'єкта системного керування SMASE, від об'єктів адміністративного керування рівнями, від основної бази даних, а також можливе передавання певних відомостей для NMS адміністрацією мережі.

Прикладний об'єкт системного керування є функціональним блоком, розташованим на верхньому підрівні прикладного рівня системи. Він забезпечує обробку інформації й надання послуг, необхідних для роботи керуючих прикладних процесів. Прикладні об'єкти системного керування є у всіх системах мережі й з метою передавання керуючої інформації між системами мережі вони обмінюються один із одним необхідними відомостями. Ці функції виконують протокол загальної керуючої інформації (CMIP) і сервісний об'єкт загальної керуючої інформації (CMIS). Їх робота підтримується сервісними елементами керування асоціацією ACSE, які перебувають на нижньому підрівні прикладного рівня.

Наприкінці 80-х - початку 90-х років сформувалася нова концепція побудови систем керування мережами електрозв'язку, що спирається на модель МОС, яка називається TMN (Telecommunication Management Network - мережа керування зв'язком). Необхідність нової ідеології керування електрозв'язком зумовлювалася тим, що в більшості випадків створені найсучасніші мережі перебувають і будуть ще довгий час перебувати в оточенні мереж, побудованих на використанні більш старих технологій, різномірного устаткування різних виробників. Потрібно було створити таку концепцію керування електрозв'язком, яка б забезпечувала можливість інтеграції різномісних мереж за рахунок комплексної стандартизації великої кількості аспектів поведінки й структури систем керування мережами зв'язку.

Згідно з концепцією TMN, система керування мережами зв'язку складається із чотирьох рівнів ієрархії контролю, що підлягають міжнародній стандартизації. Базовий - найнижчий рівень утворюють елементи мережі (Network Element, NE). Над базовим рівнем перебувають три рівні керування: елементами мережі (Network Element Management, NEM), мережею (Network Management, NM) і послугами (Service Management, SM).

На рис. 3.26 подана схема керування мережею IN згідно з концепцією TMN (жирною рисою позначені інтерфейси, що підлягають стандартизації). Основні функції IN за цією схемою являють собою лише елементи мережі, а на трьох верхніх рівнях TMN перебувають три різновиди операційної системи (Operations Systems Function, OSF). На сьогодні інтерфейси операційної системи TMN із функціями IN ще не стандартизовані.

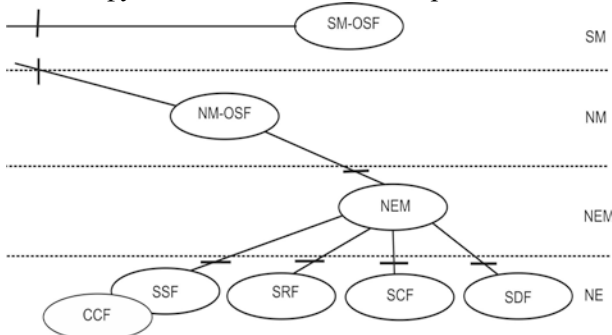


Рис. 3.26. Схема керування мережею IN

Затримка в розробці стандартів концепції TMN може призвести до того, що рекомендації з керування IN з'являться тільки в новій концепції TINA. Далі коротко розглянемо кожний з її розділів.

TINA: архітектура обчислень. Ідеологія обчислень у концепції TINA базується на досягненнях розподілених обчислювальних систем ODP (Open Distributed Processing) і DCE (Distributed Communication Environment).

Кожний програмний компонент будується за принципами об'єктно-орієнтованого програмування й містить чотири складові:

- 1) ядро (core), що описує об'єкт обчислень безвідносно до застосувань і керування;
- 2) застосування (usage), що визначає інтерфейс із користувачем;
- 3) керування (management);
- 4) показник зв'язків (substance), що задає залежності даного компонента від інших компонентів.

Чотирискладовий об'єкт називається USCM (Universal Service Component Model), причому позначення USCM співзвучно найменуванням складових Usage-Substance-Core Management. Складні програми обчислень будуються рекурсивно, тобто кожний компонент програми повинен мати моделі USCM.

Взаємодія між компонентами визначає модель обчислень, згідно з якою між парою компонентів існують відносини типу «клієнт-сервер», і два типи інтерфейсів: операційний (через нього відбувається ініціалізація операцій і передавання відповіді); потоковий, що відображає кінцеві точки інформаційних потоків.

TINA: архітектура послуги. Під час опису послуги в концепції TINA враховуються насамперед такі поняття IN, як користувач, абонент, постачальник мережі, постачальник послуги, творець (програміст) послуги/мережі, менеджер послуги/мережі.

Створюється бібліотека повторно застосовуваних компонентів, що містить серед іншого агентів терміналів, агентів користувачів, менеджерів сесій послуги й менеджерів транспортного з'єднання.

Пояснимо термін «сесія». Згідно з моделлю USCM, кожна телекомунікаційна послуга визначається ядром компонента, що

відповідають на запитання «Що робити?». Ядро задає множину операцій і атрибутів даної послуги й визначає контекст, в якому дане ядро бере участь. Провідну роль відіграє ядро, що називають сесією. Природно, що можлива множина сесій і керуючих ними менеджерів сесій, а саме:

- сесія послуги підтримує ряд дій, пов'язаних із наданням даної послуги;
- сесія користувача охоплює дії користувача щодо всіх сесій послуги, в яких він може брати участь;
- сесія зв'язку підтримує дії з встановлення зв'язку між учасниками сеансу.

TINA: архітектура мережі. Концепція побудови мережі розробляється виходячи з вимог до її керованості й узагальнення конкретних технологій телекомунікацій. Ілюстрацією може служити широкосмугова мережа (рис. 3.27). Мережа доступу передає потік інформації через ATM-канали в транспортному середовищі SDH до вузлів постачальників послуг. До мережі доступу під'єднані різні типи терміналів. Над мережею розташовується контролер TINA-послуг, керуючий описаною широкосмуговою мережею.

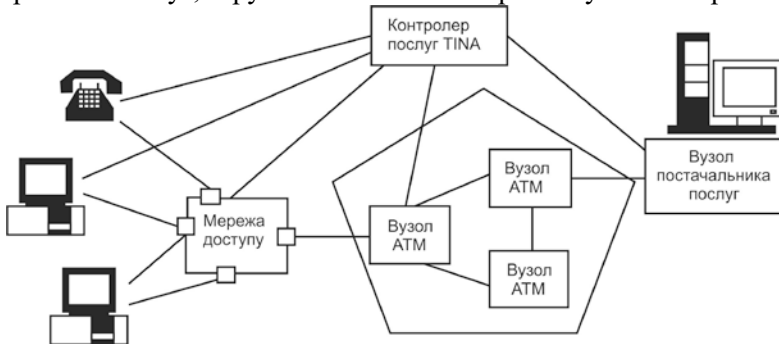


Рис. 3.27. Архітектура мережі

TINA: архітектура керування. На рис. 3.28 проілюстровано, як за допомогою TINA реалізуються основні рівні концепції TMN (кожна із трьох часткових архітектур TINA вимагає свого рівня керування). Архітектури послуги й мережі відповідають трьом основним рівням керування в TMN. У концепції TINA окремо знаходиться архітектура обчислень, а в

концепції TMN виділяється найвищий рівень - керування бізнесом (Business Management) і найнижчий - елементів мережі.

Архітектура керування визначає побудову послуг із керування, виходячи із взаємодіючої пари «агент - менеджер» у концепції OSI (Open Systems Interaction) зі значними доповненнями.

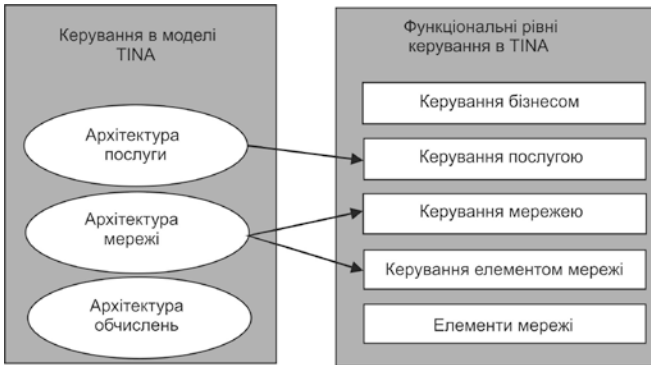


Рис. 3.28. Рівні керування

Отже, створена Консорціумом TINA нова концепція побудови мереж зв'язку та ЕОМ базується насамперед на єдиному підході до керування мережами. В основу концепції TINA покладені досягнення розподілених обчислень (наприклад стандарти системи ODP) і новітні концепції телекомунікацій (міжнародні рекомендації для IN і TMN).

Таким чином, у наш час з'явилися розподілені об'єктні обчислення й відбувається зрушення парадигми від елементного керування до сервісного. Крім того, розвиток глобальної інформаційної мережі Інтернет народжує нові технічні розв'язки й відкриває привабливі перспективи не тільки для споживачів, але й для постачальників послуг.

Відповідно до концепції TINA, ключовим елементом її розвитку є реалізація обчислень у розподіленому об'єктному середовищі (ODP). Одним із найбільш великих представників розвитку цього напрямку в телекомунікаційній індустрії є консорціум Object Management Group (OMG), в якому сьогодні об'єднано понад 600 компаній. В OMG розроблений набір специфікацій, що називаються ОМА (Object Management Architecture), і призначений для розподілених і спільних об'єктних обчислень.

Як платформа для всіх додатків виступає архітектура CORBA (Common Object Request Broker Architecture), а також ряд додаткових сервісів. В останні роки над розробкою подібної технології в області настільних комп'ютерів активно працює фірма Microsoft. Розширення загальної об'єктної моделі (COM) до розподіленої (DCOM) і додавання розподіленого сервісу в нову версію Windows NT викликало величезний інтерес у комп'ютерному світі й серед користувачів устаткування ТКМ. Наявність у даній галузі стандартизуючих і консолідуючих органів також сприяло процесу впровадження розподіленої обробки даних у галузь телекомунікацій. До них належать такі установи, як MCE-T, Інтернет Engineering Task Force (IETF), Open Group (поєднує X/Open і Open Software Foundation), OMG, Network Management Forum (NMF), TINA-3.

В умовах швидкозмінного й некерованого ринку телекомунікаційним компаніям необхідний новий підхід до проектування мереж і керування ними. Тепер на перше місце виходять не елементи (устаткування) мережі, хоча їх розвиток продовжує відігравати важливу роль, а нові й більш складні види сервісів. Цьому сприяють і базовані на відкритих стандартах апаратні й програмні платформи, необхідні для розробки відповідних систем керування. Використовувані в минулому в основному для усунення несправностей системи елементного керування й системи оперативної підтримки (Operational Support Systems, OSS) тепер більш тісно повинні бути прив'язані до адміністративних функцій. Для реалізації сервісно-орієнтованого підходу потрібна не просто система керування, а сервісна платформа й відповідна сервісна структура. У зв'язку із цим можна чекати, що системи підтримки адміністративного керування будуть більшою мірою інтегровані із класичними системами TMN, а керування ними стане просто одним з видів сервісу. Однак, оскільки перехід від систем елементного керування до середовищ для створення й впровадження сервісів неминучий, модель TMN у принципі залишиться головним технологічним розв'язком на цьому ринку і її розвиток має виняткове значення.

Розділ 4

Тенденції міжнародної практики стандартизації в галузі телекомунікацій

Серед закордонних фахівців (замовників, користувачів, розроблювачів, виробників, дослідників), що мають відношення до проблем розвитку засобів зв'язку, визнається дуже важлива, зростаюча роль НТС (науково-технічне суспільство) в розв'язку питань взаємодії мереж зв'язку й у наданні послуг незалежно від місцезнаходження їх користувачів. Створення нових засобів зв'язку й забезпечення їх сполучення в телекомунікаційних мережах зв'язку різної фізичної природи, а також забезпечення взаємодії цих мереж неможливо без прийняття загальних, погоджених усіма зацікавленими сторонами, стандартів і рекомендацій. Це відповідає прагненню до відкритої технічної й економічної конкуренції між організаціями-розроблювачами й виробниками техніки, а також операторами мереж зв'язку. Усе сказане визначає процес стандартизації як спосіб упорядкування світу швидко змінних і розвинених телекомунікаційних технологій.

У цьому змісті, тобто при прискореному впровадженні нових технологій, стандартизація стає розширюючим й поглиблюючим процесом узагальнення технічних досягнень між багатьма фірмами й фільтрації експертами-професіоналами міжнародних організацій із стандартизації найцінніших результатів наукових досліджень. Цей процес є одним з вирішальних аспектів для забезпечення прогресу промисловості засобів зв'язку економічно розвинених країн.

Природно, процес, що йде таким шляхом стандартизації, не може бути нейтральним стосовно всіх його учасників, оскільки він відображає різний ступінь науково-технічної підготовленості підприємств і організацій, що беруть участь у стандартизації. Не кожна фірма підготовлена йти на ризик із вироблення більш прогресивних, конкуруючих стратегій для розробки стандартів на вироби зв'язку тим самим піднімати свою ділову активність і конкурентоспроможність на ринках збуту цієї техніки.

Інакше кажучи, процес і порядок стандартизації став являти собою певною мірою політику керування знаннями, тобто формуванням, випуском і зберіганням інформації. Орга-

нізації, що володіють новими технологіями, мають більш вагомі причини до розробки стандартизованих інтерфейсів. Це допомагає їм «створити факт», надати законних підстав новій технології й завдяки цьому допомагає зайняти провідну позицію на світовому ринку.

Якщо для створення ринку, як стверджують закордонні експерти, необхідний стандарт, то його розробка відбувається паралельно з дослідженнями, польовими випробуваннями й наданням пробних послуг. Це може призвести до збільшення ризику стандартизації в потрібному напрямі. Більше того, при відсутності достатнього досвіду польових випробувань, може бути невідомий ряд факторів, необхідних для ухвалення правильного рішення.

І тільки після ухвалення рішення про стандартизацію порядок створення НТС для закордонних промислових організацій і всіх учасників цього процесу передбачає:

- формулювання об'єкта стандартизації;
- визначення деталізації стандартів, що передбачаються до розробки;
- розв'язок питання про те, куди подавати положення про стандартизацію, самі стандарти і їх версії - національним або міжнародним організаціям зі стандартизації;
- досягнення загальної згоди за основними технічними питаннями між усіма зацікавленими сторонами (замовниками, розроблювачами, виробниками, постачальниками послуг).

У промислово розвинених країнах порядок стандартизації зазнав в останні роки істотних змін. Від розробки стандартів, що встановлюють обмежувальні норми на розробку й застосування засобів зв'язку, на встановлення надійних і деяких найважливіших характеристик за класами техніки, цей процес перетворився в активне просування новітніх технологій у системи й засоби зв'язку на ранніх етапах їх створення. По суті, стандартизація стала ніби раннім, попереднім етапом проектування систем зв'язку, при якому всі його учасники, спираючись на останні досягнення науки й техніки, ухвалюють загальне погоджене рішення про випуск комплексу стандартів, за якими і будуть далі розробляти техніку й конкурувати на ринках збуту. Але конкуренція буде здійснюватися за тими напрямками, які не

потрапляють у поле стандартизації, такі як ціна виробів, гнучкість конфігурації мереж, простота експлуатації засобів, рівень функціональних можливостей, дизайн виробів, зручність введення-виведення інформації й т.ін.

Таким чином, тенденції міжнародної стандартизації зводяться до наступного.

По-перше, стандартизація розглядається як процес акумуляції ідей, науково-технічних досягнень, як шлях забезпечення реалізації перспективних телекомунікаційних технологій.

По-друге, стандартизація розглядається як попередній етап проектування, тобто процес стандартизації має випереджаючий характер.

По-третє, перехід у міжнародній практиці від стандартів «де-факто» до стандартів «де-юре», тобто до відкритих стандартів, які визначаються як загальнодержавні й підтримуються відкритим, гласним об'єднуючим процесом.

За цих умов набуває першорядного значення функціональна стандартизація, яка охоплює:

- базові стандарти на загальні процедури (функції), що визначають інфраструктуру в різних пов'язаних додатках (службах електрозв'язку), наприклад інфраструктури комутації, сигналізації, маршрутизації, синхронізації, керування та ін.
- профілі, які визначають підмножини (комбінації) базових стандартів.

Основою побудови функціональної архітектури сучасних телекомунікаційних мереж повинна стати розробка єдиного ефективного профілю протоколів, який покликано забезпечити реалізацію всієї сукупності функцій взаємозв'язку й може бути покладений в основу загальнодержавного стандарту й послужити базисом для технології побудови відомчих, комерційних, корпоративних, регіональних та інших телекомунікаційних мереж.

При розробці протокольного профілю необхідно врахувати наступні аспекти:

- відповідність стандартам МОС і рекомендаціям МСЕ;
- максимально можлива підтримка протоколів існуючих телекомунікаційних мереж із метою їх інтеграції як між собою, так і з новими розроблюваними мережами;

- можливість створення на основі розробленого протокольного профілю телекомунікаційних мереж, що використовують перспективні інформаційні й мережні технології (відкритість профілю);

- забезпечення користувачам телекомунікаційної мережі послуг із передавання будь-якого виду інформації з орієнтацією на інтеграцію всіх видів сервісу в рамках єдиної мережі;

- виконання впорядкованою сукупністю розподілених за рівнями в рамках функціональної архітектури функцій (реалізованих у рамках протоколів);

- виконання вимог з боку прикладних процесів і забезпечення заданих параметрів ефективності інформаційного обміну мережею в цілому.

У ряді країн (США, Великобританія, країни ЄС та ін.) уже створені й специфіковані або специфікуються урядові профілі взаємозв'язку відкритих систем (Government Open Systems Interconnection Profile, GOSIP), що базуються на протоколах МОС, розроблені відповідно до ЕМ ВВС. В Україні також прийнятий Державний профіль взаємозв'язку відкритих систем. Він визначає набір взаємопов'язаних ланцюжків базових і функціональних стандартів, спрямованих на надання користувачеві широкого набору послуг із передавання різних видів інформації, орієнтованих на застосування в різного типу розподілених і локальних мережах, і спирається на стандарти МОС і МСЕ.

Поряд з телекомунікаційними мережами, що базуються на стандартах МОС, дуже широко розповсюджені у світі (в основному завдяки бурхливому розвитку мережі Інтернет) мережі, орієнтовані на реалізацію сімейства протоколів ТСП/ІР (Transmission Control Protocol / Internet Protocol). Під сімейством протоколів ТСП/ІР у широкому значенні розуміють увесь набір реалізацій стандартів, розроблених Інженерною проблемною групою Інтернет (Engineering Task Force, ІЕТF). Сучасного вигляду основні протоколи ТСП/ІР одержали ще в 1977 - 1979 роках до розробки еталонної моделі взаємозв'язку відкритих систем.

Однак із моменту створення базової еталонної моделі ВВС і до початку 90-х р. вважалося, що телекомунікаційні протоколи МОС, для яких характерне ґрунтовне теоретичне опрацювання, строгий формальний опис, максимальна спільність і функціо-

нальність, уже найближчим часом витиснуть більш прості й менш теоретично обґрунтовані стандарти IETF. Але цього поки не відбулося переважно внаслідок того, що дані протоколи більш прості в реалізації й інтеграції з існуючими операційними системами (Unix, Windows), забезпечують менші витрати ресурсів середовища при забезпеченні функцій взаємозв'язку, а мережні служби протокольного профілю TCP/IP мають досить розвинену функціональність, відображену у вигляді прикладних програм електронної пошти (простий протокол пересилання пошти, Simple Mail Transfer Protocol, SMTP), передавання файлів (протокол передавання файлів / простий протокол передавання файлів - File Transfer Protocol / Trivial File Transfer Protocol, FTP/TFTP), віртуального терміналу - Telnet і ін.

Більше того, у рамках IETF здійснюється постійна робота з удосконалення протоколів у напрямі як розширення функціональності існуючих протоколів (готова вже шоста версія протоколу IPv6), так і створення зовсім нових протоколів.

Є й ще ряд факторів, які зумовлюють на сучасному етапі успішну роботу й розвиток мереж, що базуються на сімействі протоколів TCP/IP, але, незважаючи на неминучість подальшого переходу до реалізації функціональності моделі ВВС у повному обсязі співвідношення, що існують, між різними протокольними профілями збережуться ще в найближчому майбутньому, а вдосконалювання стека TCP/IP буде, мабуть, спрямоване на конвергенцію із протоколами МОС і максимально можливе використання їх функціональності. Прикладом тому може служити CMOT (Common Management Information Protocol over TCP/IP) - протокол обміну керуючою інформацією, розроблений МОС на основі CMIP (Common Management Information Protocol X.711, ISO/IEC 9596-1) для використання в мережах TCP/IP.

Таким чином, єдиний протокольний профіль сучасних телекомунікаційних систем повинен, окрім стандартів МОС, підтримувати також стандарти IETF, а також бути орієнтованим на підтримку нових створюваних протоколів, що реалізують нові мережні технології. Це дозволить забезпечити інтеграцію мереж, які мають різну функціональну архітектуру або реалізують різні протокольні профілі.

Особливо інтенсивний розвиток нових інформаційних і мережних технологій виявився в останні 5 - 7 років, що в основному пов'язане, з одного боку, зі створенням технологій високошвидкісного передавання на базі оптико-волоконних засобів, каналів радіорелейного й космічного зв'язку підвищеної пропускної здатності. З іншого боку, з розвитком апаратних і програмних засобів з'явилася реальна можливість за допомогою високопродуктивних персональних систем забезпечити користувачам і додаткам обробку й маніпулювання цифровою інформацією мультимедіа.

У рамках ІМ нові інформаційні технології реалізуються прикладними процесами, при цьому їх розробка й впровадження (а точніше, тієї їхньої частини, яка орієнтована на обробку мультимедіа інформації в інтересах її подальшого передавання через високошвидкісні телекомунікаційні мережі) відбувається за трьома напрямками.

З одного боку, ведуться розробки єдиних методів і способів подання й обробки різних видів інформації в абонентських системах, спрямовані на створення в остаточному підсумку повної мультимедіа архітектури, що визначає внутрішню структуру багатьох компонентів інформаційної мережі. Прикладами тому можуть бути такі розробки, як:

- стандарт фірми Digital на єдину архітектуру подання документів CDA (Compound Document Architecture);
- стандарти IBM на об'єднану архітектуру подання документів при передаванні MODCA (Mixed Object Document Connect Architecture) і архітектуру обміну інформацією ІА (Information Interchange Architecture).

Фірмою ICL у рамках загальної стратегії створення відкритої архітектури мультимедіа (OPEN Framework) здійснюються розробки спеціальної програми для мультимедіа MMS (Multimedia Specialisation). МОС так само розробляє стандарти, спрямовані на створення єдиних форм подання інженерної інформації й призначені для забезпечення підтримки подання й обробки документів, графіки й інших видів інформації STEP (Standard for the Exchange of Product model data ISO/TC184/SC4/WG1, STEP/IGES). Бурхливий розвиток світової мережі Інтернет і технології WWW (World Wide Web), що розробля-

яються групою дослідників з консорціуму W3C (World Wide Web Consortium), сприяє розвитку протоколів розсилання гіпертекстової інформації HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), які в цілому також претендують на створення об'єднаної єдиної архітектури подання й передавання документів, що містять різну мультимедіа інформацію.

З іншого боку, вдосконалюються існуючі методи подання й обробки зображень і звуку:

- стандарт MOC за форматами подання графічної інформації CGM (Computer Graphics Metafile - ISO 8632-87);
- стандарти MOC і MCE, що розробляються для подання фотографічної інформації в рамках робочої групи JPEG (Joint Photographic Expert Group) зображень, що рухаються, у рамках робочої групи MPEG (Motion Picture Exp Group) і телебачення високої чіткості HDTV.

У наш час консорціумом W3C розроблений новий графічний формат PNG (Portable Network Graphics), що використовує алгоритми стиснення більш ефективні, ніж у популярних форматах GIF і JPEG.

Третій напрям характеризується пошуком нових способів доступу до телекомунікаційної мережі, спрямованих на розширення функціональних можливостей існуючих і створення на їхній основі нових мережних служб в інтересах забезпечення обробки й передавання мультимедіа інформації. До провідних формальних і напівформальних розробок мультимедіа технології, орієнтованих на обробку окремих видів інформації, можна віднести:

- стандарт MOC (ISO 8613-92), що спочатку визначав специфікації обробки електронних аналогів паперових документів ODA (Open Document Architecture), являє собою модель, яку можна розширювати для відображення будь-якої інформації, що сприймається людиною (розширення HODA - Hyper Op Document Architecture);
- стандарти MOC (ISO 8879-86) для обміну й операцій над документами, узгодження яких з HODA тільки розпочаті й частково реалізовані, - це стандарт SGML (Standard Generalized Markup Language), спрямований на розробку видавничих систем;

- стандарт ISO/IEC JTC1/SC18/WG8, призначений для опису подання довільної інформації, що надається людиною, і керування документами (Document Style Semantics and Specification Language, DSSSL);

- стандарт, розроблений для опису способу подання документів, що підготовлені на лазерних принтерах;

- стандарти обміну електронними даними EDI SPDL (Standard Page Description Language), спочатку спрямовані на взаємодію між додатками й розширені тепер МОО у рамках «відкритої моделі EDI», що надає повну схему взаємодії для різних інформаційних стандартів, які будуть спільно використовуватися зі стандартами EDI і застосовуватися до всіх форм інформації, яка сприймається або обробляється людиною або додатком.

Це далеко не повний перелік робіт в області створення засобів обробки мультимедійної інформації. Велика кількість як закордонних, так і вітчизняних фірм і наукових організацій зараз займається розробкою різних додатків мультимедіа, які так чи інакше можуть претендувати на роль стандартів, хоча в цілому поки вони ще дуже далекі від досконалості.

Рядом наукових організацій у рамках проведених досліджень ведуться перспективні розробки як єдиних методів і способів подання й обробки мультимедіа інформації, так і нових методів подання й обробки зображення й звуку.

Однак відсутність єдиних стандартів мультимедіа відчувається явно, і те, що відбувається сьогодні в області стандартизації мультимедіа і її мережних додатків, дуже нагадує ситуацію з розробкою телекомунікаційних стандартів до створення еталонної моделі взаємозв'язку відкритих систем. Для координації розробки стандартів в області мультимедіа створена асоціація виробників програмних і апаратних засобів мультимедіа ІМА (Interactive Multimedia Association), до якої ввійшла більшість виробників робочих станцій (SAN, Apple Computer, Microsoft, Hewlett-Packard).

Водночас, незважаючи на те, що додатки й розподілені системи мультимедіа перебувають тільки на початковому етапі свого розвитку, потреби в обміні мультимедіа інформацією породжують необхідність пошуку ефективних засобів передавання такого виду інформації через ТКМ із мінімальними

затримками й пов'язані зі створенням нових мережних технологій, розвиток яких відбувається за двома напрямками:

- шукаються нові способи високошвидкісного передавання відео- і аудіоінформації в реальному часі, проведення відео-конференцв'язку, що базуються на застосуванні нових способів комутації й високоефективних протоколів передавання даних у транспортній мережі через надійну цифрову первинну мережу;

- для існуючих ТКМ розробляються спеціальні набори протоколів, покликані забезпечити гарантовану пропускну здатність в інтересах обміну мультимедіа інформацією.

Створювані нові мережні технології знаходять широке застосування як у локальних і міських обчислювальних мережах, так і в крупномасштабних телекомунікаційних мережах. Прикладами таких технологій можуть бути наступні:

- служба мультимегабітового передавання даних SMDS (Switched Multimegabit Data Service) з комутацією пакетів і технологією для одночасного доступу з великою пропускну здатністю до додатків, що працюють у різних локальних мережах;

- служба ретрансляції кадрів FR (Frame Relay), що є подальшим розвитком X.25 і відображає, аналогічно SMDS, технологію доступу до мережі швидкої комутації пакетів;

- технологія асинхронного режиму перенесення ATM (Asynchronous Transfer Mode), призначена для передавання пакетів фіксованої довжини, що забезпечує побудову високошвидкісних мереж і реалізацію в них режимів швидкої комутації пакетів і мультиплексування найрізноманітнішого трафіка (мови, графіки, відео, музики й т.ін.).

Прикладами розробок, що забезпечують розширення смуги пропускання для ЛОМ і міських мереж, можуть бути:

- розподілений оптико-волоконний інтерфейс даних FDDI (Fiber Distributed Data Interface) і розподілений інтерфейс обміну ПК через екрановані й неекрановані мідні пари CDDI (Copper Distributed Data Interface), що забезпечують передавання даних зі швидкістю 100 Мбіт/с на відстань від 100м (CDDI) до десятків кілометрів (FDDI);

- волоконно-оптична технологія FC (Fibre Channel), що реалізує комутацію фізичних з'єднань, комутацію пакетів без установлення з'єднання з підтвердженням доставки, широко-

мовне віщання без установаження з'єднання й підтвердження доставки, що забезпечує передавання даних на надвисоких швидкостях від 100 Мбіт/с до 1 Гбіт/с на відстані до 10 км;

- реалізація нового стандарту IEEE 802.12 (в IOOVGAnyLAN), що визначає технологію передавання даних у мережах Ethernet і Token Ring зі швидкістю 100 Мбіт/с через неекрановану або екрановану кручену пару (категорія 3, 4 або 5) або оптичне волокно;

- мережна технологія Switched Ethernet (Switched Token Ring), яка являє ще один напрям удосконалювання таких популярних мереж, як Ethernet і Token Ring, що базується на використанні технології комутації віртуальних каналів із гарантованою пропускнуою здатністю й володіє наступними особливостями: підтримкою гарантованої пропускнуої здатності для найбільш чутливих до затримок додатків (оперативна обробка транзакцій, передавання мультимедіа інформації); усі пристрої мережі мають стандартні адаптери Ethernet, Token Ring, FDDI і використовують існуючі кабельні системи; виключається мікросегментування мережі за допомогою маршрутизаторів і мостів; передавання пакетів здійснюється тільки між абонентом-джерелом і абонентом-одержувачем, а при виникненні в мережі декількох одночасних сеансів створюється кілька віртуальних каналів; забезпечується швидкість передавання даних 10 Мбіт/с для кожного сеансу зв'язку.

У березні 1996 р. комітет IEEE 802.3 схвалив проект стандартизації Gigabit Ethernet 802.3z сукупності протоколів для локальних мереж і мереж університетського містечка (кампусних мереж). У травні 1996 р. 11 компаній (3Com, Bay Networks, Cisco Systems, Compaq Computer, Granite Systems, Intel, LSI Logic, Packet Engines, Sun Microsystems Computer Company, UB Networks і VLSI Technology) організували альянс GEA (Gigabit Ethernet Alliance) з метою підтримки розширення технологій Ethernet і Fast Ethernet для більш високих швидкостей, розробки технічних пропозицій для подальшого включення до стандарту, а також створення процедур і методів тестування продуктів різних постачальників. У цей час альянс нараховує більш 100 компаній. Він забезпечує зворотний зв'язок між технічним

комітетом зі стандартизації IEEE 802.3 і індустріальними виробниками мережного устаткування.

Стандартизація Gigabit Ethernet охоплює різні середовища (одномодове й багатомодове волокно, екранована й неекранована кручена пара) і включає опис наступних фізичних інтерфейсів, які відображені в специфікації стандартів 802.3z (1000Base-X) і 802.3ab (1000Base-T):

- 1000Base-LX ґрунтується на стандарті фізичного рівня Fibre Channel (підрівні FCO і FC1) і забезпечує передавання даних через багатомодовий кабель на відстань від 400 до 500 м і одномодовий кабель на відстань від 5 до десятків і сотень кілометрів;

- 1000Base-SX ґрунтується на стандарті фізичного рівня Fibre Channel (підрівні FCO і FC1) і забезпечує передавання даних через багатомодовий кабель на відстань від 250 до 500 м;

- 1000Base-CX ґрунтується на стандарті фізичного рівня Fibre Channel (підрівні FCO і FC1) і забезпечує передавання даних через екрановану кручену пару на короткій відстані (25-50 м);

- 1000Base-T забезпечує передавання даних через неекрановану кручену пару UTP Cat. 5 на відстань до 100 м (передавання здійснюється за всіма чотирма парами мідного кабелю на швидкості 250 Мбіт/с по кожній парі) і реалізує спеціальне п'ятирівневе перешкодостійке кодування - код передавання TX/T2, розроблений компанією Level One Communications.

У цей час, не чекаючи остаточної стандартизації Gigabit Ethernet, ведуться розробки попередніх специфікацій майбутнього стандарту 10G Ethernet (швидкість передавання 10 Гбіт/с).

Під час розробки протоколів, здатних забезпечувати керування трафіком реального часу в інтересах передавання аудіо- і відеоданих в існуючих телекомунікаційних мережах, лідерами є фірми:

- White Pine Software, що розробила засіб для проведення відеоконференцій у мережі Інтернет (CU SeeMe);

- Progressive Networks, що створила кодек відеоінформації (Real Audio);

- Cisco Systems, що розробила операційну систему Internetworking Operating System, яка повинна керувати трафіком мультимедіа й забезпечувати високопріоритетній мультимедіа

інформації пропускну здатність не нижче встановленої межі, а також підтримувати адаптивні алгоритми керування чергами залежно від типу переданої інформації й багато іншого.

У наш час МСЕ вже розроблено три групи рекомендацій:

- серії T-120, що визначає протоколи й сервіси багаточислового передавання даних у реальному часі й призначених для реалізації обміну аудіо, візуальної й аудіографічної інформації;

- серії H-320, що визначає протоколи й сервіси передавання мультимедіа інформації й принципи організації відеотелефонного одностороннього й багатовісного зв'язку в пакетних мережах;

- серії H-260 і H-220, що визначають протоколи керування викликами, поточкові процедури передавання в пакетних мережах і функції відекодека.

Нещодавно Міжнародний консорціум з мультимедійних телеконференцій (International Multimedia Teleconferencing Consortium, IMTC) опублікував угоду Voice-over-Forum Service Interoperability Implementation Agreement. Цей документ містить рекомендацію зі стеку протоколів і оптимальної кількості протоколів для створення погодженої архітектури для передавання мови в пакетних мережах. Крім перерахованих вище специфікацій МСЕ рекомендації Voice-over-IP Forum містять у собі ряд протоколів Інтернету, у тому числі DNS (Domain Name System), UDP (User Datagram Protocol), TCP/IP і інші. Фахівцями IMTC ведуться також розробки протоколів для Voice-FR.

У свою чергу, IETF проводить інтенсивні дослідження в області створення протоколів, здатних забезпечити передавання мультимедіа інформації в мережах, що використовують протокольний стек TCP/IP. Роботи IETF ведуться за декількома напрямками:

- розробка протоколів, що забезпечують розширену адресацію, багатоадресне передавання як інформації користувачів, так і службової інформації в IP-мережах. Розроблені нові версії протоколу IP - IP sec, орієнтовані на ширококомовний обмін інформацією різного виду (текстової, звуку, відео) із забезпеченням безпеки. Розроблений протокол передавання керуючих повідомлень ICMP (Internet Control Message Protocol), що забезпечує обробку й передавання керуючих повідомлень

про помилки користувачів, що виникають при передаванні через мережу повідомлень, і використовується разом із розширеним протоколом керування ESNMP (Extended Simple Network Management Protocol). Підготовлена також нова версія протоколу керування SNMP v3, що реалізує нову комплексну версію забезпечення безпеки й орієнтованого на підтримку устаткування Gigabit Ethernet;

- розробка нового протоколу RSRVP (Resource Reservation Protocol), що працює над протоколом IP і призначеного для забезпечення функцій надання якості обслуговування за вимогою. Цей протокол, відомий також під назвою ST-11 (протокол, розроблений в інтересах міністерства оборони США, його комерційний варіант), призначений для забезпечення передавання аудіо- і відеоінформації в мережах IP, здійснюючи багатоадресне розсилання даних, резервування ресурсів і надання необхідної якості обслуговування;

- розробка нового транспортного протоколу RTP (Real-Time Transport Protocol), що задовольняє вимоги передавання мультимедіа інформації і є альтернативою протоколу TCP. Протокол RTP має здатність розпізнавати вміст пакетів (дані, звук, відеоінформація, відповідно до специфікацій MPEG і H.261), виявляти втрати даних, і покликаний знизити затримки до рівня, необхідного для передавання інтегрованого потоку даних в інтересах відеоконференцзв'язку. Додатково до протоколу RTP розробляється протокол RTCP (Real-Time Transport Control Protocol), керуючий разом із TCP передаванням даних, забезпечуючи «адаптивний зворотний зв'язок», що дозволяє ситуаційно визначати поточний стан мережі. Додатки за допомогою протоколу RTCP зможуть оперативно відслідковувати флуктуації навантаження в мережі й підбудовувати параметри сеансу зв'язку в автоматичному режимі.

З метою перевірки ефективності розроблювальних протоколів і їх подальшого вдосконалювання в США розгорнуто дві програми, спрямовані на створення фрагментів дослідницьких телекомунікаційних мереж.

Програма створення мережі Інтернет наступного покоління (Next Generation Інтернет, NGI) ініційована в 1996 р. президентом Клінтоном і повністю фінансується з федерального

бюджету. Головним завданням цієї програми є підтримка мережних додатків наступного покоління. Усі дослідження в рамках NGI мають відкритий характер (за винятком засекречених урядових розробок), тому досягнення програми NGI можуть стати доступними користувачам раніше, ніж результати проекту 12. Програмою NGI передбачено розгортання двох мереж, які будуть орієнтовані в основному на підтримку проектів федеральних органів і виконувати науково-дослідницькі функції. Крім того, планується використовувати їх для розробки перспективних додатків на зразок тих, що створюються в рамках 12. Усі компоненти проекту NGI спрямовані на створення безпечної, надійної, комплексної мережної структури, що забезпечує зв'язок між додатками й гарантовану якість обслуговування. При цьому базові дослідження спрямовані на розвиток оболонки мережних технологій. При розробці програми NGI передбачається орієнтація не на готові комерційні технології, а планується використовувати результати федеральних дослідницьких програм.

Розробка програми Інтернет-2 (12) почалася в 1997 р., фінансується некомерційним консорціумом, що складається з університетів і приватних фірм і припускає розгортання однієї дослідницької мережі. Для розв'язання технологічних проблем ця програма базується на готових до застосування технологіях, прийнятих і розроблювальних стандартах. У рамках 12 здійснюються як відкриті, так і приватні дослідження, при цьому результати деяких з них доступні лише учасникам проекту. Розроблювачі програми 12 зосередили свою увагу на забезпеченні зв'язку між кампусами учасників проекту й сконцентрували свої зусилля на створенні перспективних додатків і устаткування, відновлення кампусної інфраструктури, створенні так званих точок доступу до мережі з гігабітною швидкістю (*gigabit-per-second points of presence, GigaPOP*), покликаних з'єднати університетські містечка й вузли, що брали участь у проекті на регіональній основі. Передбачається також створення національного центру *GigaPOP*, який дозволить звести всі компоненти в єдине ціле (*Collective Entity*).

Проведений аналіз стану розробок в області створення нових інфокомунікаційних технологій дозволяє виділити наступні основні напрями їхнього розвитку:

- удосконалювання існуючих і розробка нових алгоритмів обробки різних видів мультимедіа інформації з метою підвищення ефективності її передавання в інфокомунікаційних мережах, а також розробка методів подання різних видів інформації в користувацьких мережах, спрямованих на створення в остаточному підсумку повної мультимедіа архітектури;

- удосконалювання алгоритмів функціонування й методів доступу до середовища передавання існуючих мережних технологій з метою підвищення пропускну здатності мереж, побудованих на їх основі;

- розробка нових методів керування потоками ІПК, критичних до часових затримок і таких, що потребують надання фіксованої смуги пропускання;

- розробка принципово нових мережних технологій (наприклад, Wavelength-Division Multiplexing, WDM), що дозволяють збільшити до десятків кбіт/с смугу пропускання середовища передавання й орієнтованих на використання при побудові міських і великомасштабних територіальних мереж передавання ІПК. Крім того, ці технології забезпечують реалізацію мережних додатків нових інформаційних технологій (мультимедіа додатків).

Однак існує ряд проблем, що перешкоджають широкому й масовому впровадженню у створювані в наш час інфокомунікаційні мережі нових технологій:

- відсутність єдиних міжнародних стандартів на більшість із вищеписаних інфокомунікаційних технологій, а також єдиної моделі (аналогічної ЕМ ВВС), що поєднують їх в єдину систему;

- відсутність єдиних міжнародних стандартів на більшість із вищеписаних нових мережних технологій.

Це характерно й для нашої країни: слабкість вітчизняної стандартизації в галузі нових технологій; недостатня гнучкість прийнятого державного профілю (відсутність підтримки стеку протоколів TCP/IP у цілому, а також відсутність підтримки більшості нових технологій) утруднюють інтеграцію існуючих мереж електрозв'язку в рамках транспортної мережі й

ускладнюють еволюційність переходу до єдиної транспортної і, як наслідок, інфокомунікаційної мережі, що реалізує нові мережні технології. Саме тому мережі, що розвиваються, є, скоріше, громіздкими, а не складними.

Крім того, вже давно існує проблема гармонізації нормативних документів, тобто проблема безпосереднього застосування рекомендацій МСЕ (ITU) і стандартів ETSI у як національних нормативних документів. Її розв'язку значною мірою перешкоджає зміст у міжнародних документах великої кількості посилань на інші документи, не прийняті в країні; неповна відповідність їх структури вимогам, установленим у державній системі стандартизації країни; не завжди правильний (не автентичний) переклад цих документів українською (російською) мовою, а іноді й просто його відсутність.

У міжнародній стандартизації під терміном «гармонізація» розуміється зведення до технічної ідентичності нормативних документів (НД), що належать до того самого об'єкта стандартизації. Гармонізованими (або еквівалентними) вважаються НД, що стосуються самого об'єкта стандартизації і які забезпечують взаємозамінність продукції, робіт (процесів), послуг і прийняті різними органами, що займаються стандартизацією. Документи, зумовлені цим терміном, повинні також забезпечувати взаємне розуміння результатів випробувань або інформації, що надається в цих документах.

Залежно від рівня діяльності організації, що займається стандартизацією, розрізняють міжнародні, регіональні й національні стандарти. Наприклад, рекомендації МСЕ можна віднести до категорії міжнародних стандартів, а стандарти ETSI - до категорії регіональних. На основі рекомендацій МСЕ й стандартів ETSI можуть ухвалюватися гармонізовані з ними державні стандарти, а також стандарти підприємств зв'язку. Для простоти подальшого викладення міжнародні й регіональні стандарти й рекомендації будемо називати міжнародними НД, а стандарти та інші нормативні документи України – вітчизняними НД.

Міжнародні НД можуть застосовуватися у вітчизняних нормативних документах шляхом прийняття міжнародного НД безпосередньо як вітчизняного нормативного документа або

обліку будь-яким способом міжнародного НД при розробці вітчизняного.

Основою для гармонізації вітчизняного й міжнародного НД є автентичний переклад. Автентичність припускає вірогідність у перекладі російською мовою змісту, вмісту й форми міжнародного стандарту.

Гармонізовані НД можуть повністю відповідати один одному, але можуть також мати відмінності у формі подання або у змісті документа. У зв'язку із цим розрізняють ідентичні й модифіковані НД. Перші - це гармонізовані НД, які ідентичні за змістом і формою подання. Модифіковані НД так само є гармонізованими, але мають відмінності за змістом й (або) формою подання за умови чіткої ідентифікації цих відмінностей і вказівки причини технічних відхилень.

Якщо на об'єкт стандартизації є міжнародний НД, то при розробці вітчизняних НД прагнуть до їхньої гармонізації за допомогою встановлених у державній системі стандартизації методів. При цьому перевага надається гармонізації вітчизняних НД на міжнародному (регіональному) рівні. Гармонізація не повинна перешкоджати розв'язку завдань і суперечити основним принципам державної стандартизації, установленим ДЕРЖСТАНДАРТ Р 1.0-2002, а також створювати труднощі при застосуванні конкретного НД. Міжнародний НД вважається прийнятим у вітчизняному нормативному документі, якщо останній ідентичний цьому міжнародному документу або модифікований із ним.

Особливості оформлення й позначення міждержавних стандартів, розроблювальних на основі застосування міжнародних, регіональних і національних стандартів, встановлено в ДЕРЖСТАНДАРТ Р 1.5-2002.

Розділ 5

Інформаційна інфраструктура як об'єкт стандартизації

5.1. Класифікаційна структура об'єктів стандартизації

Класифікаційна структура груп об'єктів стандартизації (ГОС) розроблена як поряд із прийнятими в нормативному документі ПР В 50.1.013-98 рівнями декомпозиції, так і введенням нових класифікаційних рівнів груп однорідних функцій і їх стеків (рис. 5.1 і 5.2).

Уведення нових рівнів зумовлене вимогами повноти й несуперечності до вихідного переліку функцій, при реалізації яких використовуються різні концептуальні, системотехнічні й апаратно-програмні розв'язки.

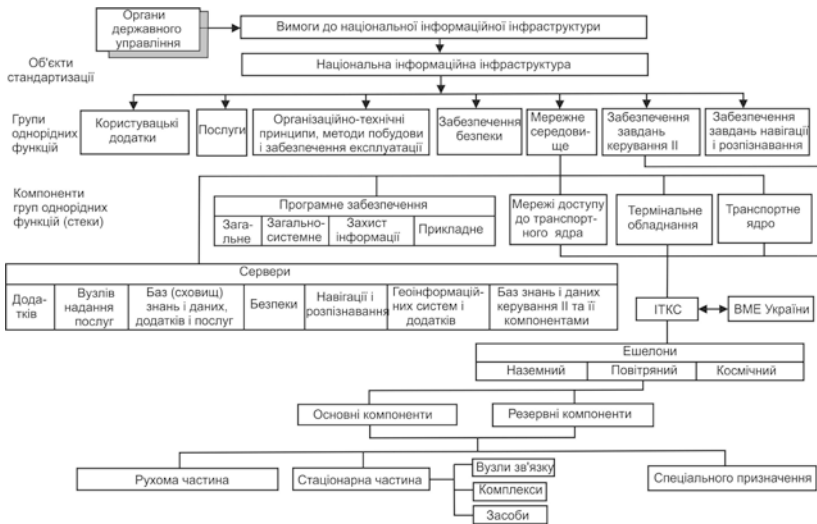


Рис. 5.1. Класифікаційна структура об'єктів стандартизації



Рис. 5.2. Класифікаційна структура об'єктів стандартизації:
 ЄСКД – Єдина система конструкторської документації;
 ЄСПД – Єдина система програмної документації;
 ЄСТД – Єдина система технологічної документації;
 СМЯ – Система менеджменту якості (ISO 9000-2000)

Класифікаційна структура ГОС формується з урахуванням наступних положень:

- підтримки концепції ГП;
- забезпечення передавання мультисервісного трафіка;
- ефективного використання пропускнуої здатності каналу зв'язку;
- простоти взаємодії з іншими мережними технологіями (мережами) і повнота обсягу користувацьких інтерфейсів пристроями доступу в мережу;
- можливості масштабування;
- сумісності (спряженості) зі старим устаткуванням;
- комплексного захисту інформації.

Класифікаційна структура ГОС містить реєстр об'єктів стандартизації. Під реєстром розуміють перелік документів, що мають нормативну основу. Ці об'єкти стандартизації є основ-

ними нормативними документами, що встановлюють єдині для всіх розроблювачів ТКМ концептуальні межі з обліком єдиної архітектурної основи системи зв'язку.

5.2. Порядок формування реєстру об'єктів стандартизації

Телекомунікаційною основою створення інформаційної інфраструктури (ІІ) повинні стати мультисервісні мережі зв'язку. Створення ВМЕ України на мультисервісній основі в результаті реалізації процесів конвергенції та інтеграції первинних і вторинних мереж зв'язку за принципом «транспортна мережа зв'язку - мережі доступу» дозволить створити єдине транспортне середовище, що забезпечує перенесення усіх видів повідомлень за допомогою перспективних телекомунікаційних технологій шляхом їхнього агрегування в єдині транспортні потоки. Її реалізація визначає нові підходи й засоби створення послуг, що дозволяють їх впроваджувати (поетапне нарощування) без заміни апаратних засобів, а тільки за рахунок модернізації програмного продукту. Крім того, такий підхід поетапного розвитку системи зв'язку забезпечить створення єдиного інформаційного простору України. Тому основними напрямками стандартизації в частині забезпечення створення ІІ є наступні:

- визначення складу й принципів побудови ІІ;
- регламентація класифікаційної структури об'єктів стандартизації й загальнотехнічних вимог до повноти функціональних можливостей ІІ при поетапному її розвитку;
- визначення архітектури, системотехнічних вимог і формування ресурсу пропускної здатності транспортної мережі;
- установа структури мереж доступу, яке містить абонентські лінії, вузли доступу й системи передавання, що забезпечує підключення різних типів абонентів (користувачів) до ресурсів транспортної мережі;
- регламентація вимог до багатофункціонального термінального устаткування, що реалізує послуги мультисервісних мереж.

Завдання в НД вимог із забезпечення інформаційної безпеки при доступі до послуг і служб системи залежно від характеру послуг, категорії користувачів і умов функціонування системи є обов'язковим для інформаційно-телекомунікаційних

систем. За рахунок вибору регламентованої політики забезпечення безпеки зв'язку для реальних умов функціонування системи й використання в ній захищених програмних і апаратних засобів запобігають несанкціонованому доступу до інформації, її втрати й пов'язаним з ними збитками при реалізації керування державною інфраструктурою та її елементами або додатковими витратами на компенсацію нанесеного збитку.

У зв'язку із цим основними напрямками розробки нормативних документів щодо методів і засобів забезпечення інформаційної безпеки є наступні:

- методи й засоби забезпечення інформаційної безпеки;
- забезпечення інформаційної безпеки при доступі до послуг і служб ІТКС.

Спектр послуг і їх якість є найважливішою характеристикою систем зв'язку. На їх основі створюються відповідні служби (комплекс апаратних і програмних засобів), які значною мірою визначають функціональні можливості всієї системи зв'язку.

Установлення класів і вимог до апаратних і програмних засобів підтримки послуг і служб (сервери послуг, адрес, додатків, безпеки, навігації й розпізнавання, баз даних знань і послуг, керування системою зв'язку), що надаються користувачам, дозволяє обґрунтувати й сформулювати технічні завдання щодо розробки уніфікованого ряду програмних і апаратних засобів (комплексів) для різних категорій абонентів (користувачів). Розробка відповідних НД необхідна для виконання робіт зі створення уніфікованої абонентської апаратури, організації її доступу до ресурсів системи й планування роботи служб і вузлів надання послуг.

Облік у НД усіх можливих загроз протидії системі зв'язку нерозривно пов'язаний із формуванням моделі її умов функціонування й вибору політики керування системою. Дана модель може бути використана при стандартизації не тільки програмного й апаратного забезпечення підтримки послуг і служб, але й інших параметрів і характеристик, зокрема протоколів інформаційного обміну, політики керування й адміністрування в системі, алгоритмів розпізнавання й навігації.

Стандартизація вимог до інформаційного забезпечення при керуванні системою і її компонентами в комбінації з вико-

ристанням моделі умов функціонування дозволяють зробити керування системою і її функціонування більш стійкими.

Виходячи з викладеного, основними напрямками розробки основних нормативних документів у частині програмного й апаратного забезпечення підтримки послуг і служб повинні бути наступні:

- класифікація послуг і служб, вимоги щодо якості обслуговування різних категорій абонентів (користувачів);
- апаратно-програмне забезпечення підтримки послуг і служб;
- інформаційне забезпечення при керуванні системою зв'язку і її компонентами;
- моделі умов функціонування системи зв'язку і її компонентів, що враховують цілеспрямовану протидію системі.

Більшість протоколів інформаційного обміну, доступу й міжмережної взаємодії є міжнародними стандартами, які частково гармонізовані в національні стандарти за схемою: прийняття автентичного тексту міжнародного стандарту - пряме застосування. Ця обставина не дозволяє прямо використовувати такі стандарти в системах зв'язку, розрахованих на функціонування в умовах інформаційного протиборства. Тому основними напрямками розробки НД у частині протоколів інформаційного обміну, доступу й взаємодії в системі зв'язку повинні бути наступні:

- номенклатура базового складу протоколів інформаційного обміну, абонентського й міжмережного доступу, основні характеристики протоколів і вимоги до них з урахуванням інформаційної безпеки;
- вимоги до гармонізації (модернізації) міжнародних стандартів на протоколи інформаційного обміну, доступу й взаємодії для використання їх у системі зв'язку з урахуванням інформаційного протиборства.

У комплексі завдань інформаційного забезпечення самостійними додатками є навігація й розпізнавання.

Установлення вимог із розпізнавання (аутентифікації та ідентифікації) користувачів при доступі до ресурсів системи, послуг і служб, з одного боку, виступає як елемент забезпечення інформаційної безпеки в мережній технології інформаційного обміну. З іншого боку, тим самим визначаються умови розв'язку завдань розпізнавання різного класу об'єктів, керування якими

вимагає оперативного контролю їх наявності в заданій зоні обслуговування й готовності до зв'язку. Для цих завдань стандартизації належать насамперед протоколи аутентифікації та ідентифікації різних категорій об'єктів за різних умов обстановки.

Визначення в НД порядку й вимог до точності навігаційного забезпечення користувачів системи при використанні різних типів навігаційного устаткування дозволяє розглядати систему зв'язку як об'єднану навігаційно-пов'язану систему. Принципово новим напрямом робіт при цьому є об'єднання нормативних вимог з підсистемою космічної навігації як основи для розв'язку завдань визначення координат об'єктів у будь-яких умовах, геоінформаційної підсистеми як засобу розв'язку локальних завдань визначення координат об'єктів із прив'язкою на місцевості й об'єднуючою їх зв'язною підсистемою – абонентською термінальною апаратурою зв'язку й передавання даних.

Частотно-часове забезпечення є необхідною умовою функціонування як апаратних і програмних засобів служби навігації й розпізнавання, так і абонентів (користувачів) системи при розв'язку навігаційних завдань. У НД необхідне визначення вимог до єдності часу в системі, порядку її частотно-часового забезпечення й еталонних частот, вимог до точності прив'язки абонентів (користувачів) системи при використанні апаратури системи єдиного часу.

Отже, основними напрямами розробки основних НД у частині забезпечення навігації й розпізнавання повинні бути наступні:

- установлення загальних вимог до розпізнавання (аутентифікації, ідентифікації) користувачів при доступі до ресурсів мережі, послуг і служб;
- установлення загальних вимог до навігаційного забезпечення користувачів системи зв'язку;
- установлення загальних вимог до частотно-часового забезпечення користувачів системи зв'язку.

Найважливіша особливість перспективних мереж зв'язку наступного покоління полягає в суттєво розширеному спектрі послуг із застосуванням таких перспективних методів перенесення інформації, як АТМ і MPLS.

Застосування методу АТМ суттєво вплинуло на стандартизацію нової цифрової ієрархії систем передавання, станцій комутації й широкосмугових інтерфейсів. У рекомендації МСЕ-Т 1.150 метод АТМ характеризується як особливий, схожий із пакетним, що використовує техніку асинхронного часового мультиплексування. Технологія MPLS перебуває в стадії розробки в МСЕ-Т.

Водночас, використовувати цю нормативну базу для транспортування (перенесення) сигнальних і інформаційних повідомлень у системі зв'язку не можна без установлення специфічних вимог, зумовлених інформаційною безпекою.

Звідси впливає актуальність розробки НД за даним напрямом, з яких основними повинні бути наступні:

- методи встановлення правил і вимог до транспортування сигнальних і інформаційних повідомлень в умовах забезпечення інформаційної безпеки;
- способи комбінаційного комплексування сигнальних і інформаційних повідомлень.

Існуючі в цей час НД, що регламентують застосування сучасних інтерфейсів устаткування зв'язку, не враховують особливості функціонування елементів системи зв'язку в умовах інформаційного й радіоелектронного протиборства. З метою забезпечення безпеки обміну інформацією до існуючих інтерфейсів необхідно додатково вводити захисні екрани, установлювати норми на випромінювання й запобігати можливості несанкціонованого доступу до інформації.

Відсутність норм на фізичні параметри інтерфейсів, їх електричні характеристики з урахуванням особливостей використання елементів системи зв'язку вимагає розробки нормативних документів, в яких будуть відбиті дані особливості. Тому основними напрямками розробки основних НД у частині інтерфейсів устаткування зв'язку повинні бути наступні:

- установлення переліку й загальних вимог до інтерфейсів устаткування зв'язку;
- модернізація міжнародних стандартів щодо інтерфейсів із урахуванням спеціальних вимог.

Функціонування системи зв'язку й доступ абонентів (користувачів) до її зв'язкових і інформаційних ресурсів забезпе-

чується як апаратними, так і програмними засобами. Причому програмні засоби за підтримки деяких служб зв'язку (служби мультимедіа додатків, телематики, доступу до баз даних) виступають на перший план. Одночасно зберігається й посилюється вимога щодо використання стандартних каналів із переходу до переважного використання цифрових каналів більш високого рівня ієрархії. Інакше кажучи, найважливішою вимогою до системи зв'язку при поетапному її розвитку є наступність - сумісність з існуючими мережами, комплексами й засобами зв'язку. Тому розробка нормативних документів, що забезпечують сумісність різних елементів системи, є актуальною.

Форум АТМ ухвалив рішення щодо створення стандартів перетворювачів інтерфейсів і протоколів, які забезпечують багатопротокольну маршрутизацію в мережах АТМ. Ці стандарти розробляються його робочою групою МРОА (Multiprotocol Over ATM). Стандарти МРОА розраховані на максимальне використання переваг АТМ, у тому числі на можливість динамічної зміни смуги пропускання мережі з використанням прямих комутованих віртуальних каналів і гарантованої якості обслуговування.

Модель МРОА має ряд переваг і її доцільно використовувати в системі зв'язку для забезпечення її масштабованості. Завдяки тому, що протоколи моделі МРОА дозволяють створювати віртуальні маршрутизатори над комутаційним середовищем АТМ, відкриваються можливості для розробки нового покоління архітектур мереж, в яких маршрутні функції будуть реалізовані набагато ефективніше й дешевше, ніж за допомогою діючих пакетних маршрутизаторів.

З урахуванням викладеного основними напрямками розробки основних НД у частині перетворювачів інтерфейсів і протоколів повинні бути наступні:

- загальні вимоги до методів перетворення інтерфейсів і протоколів;
- нормування характеристик і параметрів перетворювачів інтерфейсів і протоколів.

Підвищення ефективності застосування перспективної системи зв'язку, основою еволюційного розвитку якої є реалізація концепції «транспортна мережа - мережі доступу», вимагає

створення принципово нової системи керування зв'язком. При цьому одним із найбільш важливих питань її створення є вдосконалення існуючих і розробка нових методів, процедур і алгоритмів розв'язку завдань синтезу системи сигналізації в умовах інформаційного протиборства.

Ефективність інфокомунікаційних систем (мереж) залежить не тільки від топологічної, потокової й фізичної структур системи сигналізації, реалізованих у ній протоколів, примітивів і інтерфейсів обміну сигнальними повідомленнями між пунктами керування зв'язком, але й від її розмірності й динаміки зміни ймовірно-часових мережних характеристик. Крім того, необхідно враховувати, що завдання синтезу системи сигналізації є оптимізаційним, багатопараметричним, зі складними, явно не визначеними цільовими функціями. Звідси випливає актуальність розробки основних НД із заданого напрямку, основними з яких повинні бути наступні:

- установа принципів побудови й функціонування системи сигналізації з урахуванням забезпечення вимог інформаційної безпеки;
- установа загальних вимог до форматів і кодів службових повідомлень абонентської частини системи сигналізації в інтерфейсі мережного вузла.

Основною перспективною технологією реалізації мульти-сервісних мереж є створення Ш-ЦСІС на базі комплексного використання АТМ, FR, ПЦІ, СЦІ, X.25 і ін., залежно від рівня побудови інформаційної інфраструктури і її ІТКС.

Реалізація технологій і процесів, що підтримуються в ІТКС, повинна забезпечуватися за допомогою погодженої взаємодії конкретних апаратно-технічних і програмних засобів, що перебувають в експлуатації й запланованих до впровадження. Забезпечення такої взаємодії шляхом установа й підтримки необхідної синхронності роботи апаратури систем передавання й комутації цифрових мереж здійснюється за допомогою системи тактової мережної синхронізації (ТМС).

Основним завданням синхронізації є досягнення однакових або кратних частот генераторів (тактових частот) усіх цифрових пристроїв (систем передавання, комутації, зберігання,

обробки, розподілу інформації, термінального устаткування), що входять до інформаційної інфраструктури України.

Звідси розкривається інтегральний зміст синхронізації - для системи синхронізації практично немає поділу на первинну й вторинні мережі або транспортну мережу зв'язку й комплексні мережі доступу. Синхронізація повинна охоплювати всю інформаційну інфраструктуру України.

Отже, основними напрямками розробки основних НД у частині тактової мережної синхронізації повинні бути наступні:

- загальні вимоги до системи тактової мережної синхронізації;
- установлення функцій, принципів і режимів синхронізації ІТКС;
- установлення методів забезпечення синхронізації.

У телекомунікаціях знайшли широке застосування методи примітивного, ощадливого (Шеннона-Фано, Хаффмена, Зива-Лемпелперешкодостійкого (гратчасті, турбокоди, Хеммінга, коди БЧХ, Ріда-Соломона, блокові) кодування, а також різні види кодування для стиснення мовної інформації (наприклад рекомендації МСЕ-Т: Т.4, Т.6, Т.42, Т.43, Т.81, Т.82, Т.85), шифрування, криптографії, забезпечення цілісності даних на різних рівнях архітектури ЕМ ВВС.

Однак, незважаючи на широке застосування методів кодування, у наш час відсутні оцінки доцільності їх використання стосовно до конкретних лінійно-кодових конструкцій, умов фізичних середовищ, параметрів сигналів і електричних характеристик фізичного каналу в умовах деструктивних впливів на них. Не розроблені методи оцінки впливу помилкових рішень у конкретних умовах застосування різних кодів на якість інформаційного обміну. Відсутність стандартів, що забезпечують розв'язок цього завдання, не дає можливості оцінити доцільність збільшення вартості техніки зв'язку за рахунок уведення надмірного перешкодостійкого кодування. Тому основними напрямками розробки основних НД у частині кодування сигналів повинні бути наступні:

- класифікація методів кодування;
- установлення стеку протоколів, що забезпечують реалізацію алгоритмів перешкодостійкого кодування;

- установлення загальних вимог до апаратно-програмних засобів перешкодостійкого кодування.

Аналіз існуючих методів і способів енергетичного, сигнального, просторового захисту ліній зв'язку телекомунікаційних мереж від навмисних перешкод шляхом компенсаційних, адаптивних і робастних алгоритмів боротьби з ними в умовах радіоелектронного та інформаційного протидіювання не повною мірою задовольняють вимоги із забезпечення стійкості зв'язку. Одним із перспективних технічних методів захисту ліній зв'язку в ТКМ слід вважати використання складних сигнально-кодових конструкцій, що базуються на адитивних методах кодового поділу сигналів і завадостійкого кодування на фізичному й каналному (ланки даних) рівні ЕМ ВВС, оптимізованих до різних видів перешкод і перспективних стратегій комплексного придушення ліній зв'язку ТКМ. Однак існуючі нормативні документи не регламентують потенційну перешкодостійкість ліній і каналів зв'язку, в основу яких покладені ті або інші методи формування й поділу кодування. Отже, для впровадження перспективних методів формування й поділу сигнально-кодових конструкцій в елементах системи зв'язку необхідно визначити:

- області доцільного застосування різних методів формування сигнально-кодових конструкцій у компонентах системи;

- потенційні параметри перешкодостійкості різних комбінацій частотних, часових, кодових, просторових і поляризованих способів формування й поділу сигналів для функціонально повного набору випадкових і навмисних перешкод, що необхідно для ухвалення рішення щодо їхнього застосування в різних компонентах і елементах системи;

- методи оцінки ймовірно-часових показників, стійкості й надійності модемів, що реалізують багатовимірні сигнально-кодові конструкції.

Тому основними напрямками розробки основних НД у частині сигнально-кодових конструкцій повинні бути наступні:

- класифікація методів комбінаційного комплексування сигналів, повідомлень і каналів зв'язку;

- установлення потенційних оцінок перешкодостійкості комбінацій методів формування й розрізнення сигнально-кодових конструкцій;

- установлення загальних вимог щодо нормування характеристик модемів, що реалізують комбінаційні методи формування й розрізнення сигнально-кодових конструкцій. Діючі норми на аналогові й цифрові тракти, розроблені на основі рекомендацій МСЕ-Т, встановлюються, виходячи з еталонного ланцюга доставки сигналів на відстані 13100 км. Ці норми поширюються на канали й тракти первинної магістральної мережі довжиною до 12500 км і внутрішньозонових мереж довжиною до 600 км. Виконання наведених норм забезпечує необхідну якість передавання при організації міжнародних з'єднань довжиною до 27500 км.

Наведені діючі норми на цифрові канали й тракти призначені для використання тільки в процесі експлуатації цифрових каналів і трактів, а також для введення їх в експлуатацію й не використовуються розроблювачами апаратури систем передавання при визначенні вимог до окремих видів устаткування.

Слід зазначити, що у ВСЕ України хоча й не гостовані, але визначені норми щодо якості обслуговування користувачів при застосуванні різних технологій реалізації транспортної мережі й мереж доступу. Вони можуть бути використані для розробки переліку норм, що підлягають стандартизації в системах зв'язку обмеженого застосування, але з урахуванням забезпечення безпеки інформаційного обміну в умовах інформаційного й радіоелектронного протиборства.

Обмеженість у призначенні діючих норм на фізичні параметри сигналів, електричні характеристики каналів і трактів елементів системи не дозволяють обґрунтовано використовувати перспективні телекомунікаційні технології й засоби, а також забезпечити їхню якісну експлуатацію.

Крім того, у мережах зв'язку обмеженого застосування недоцільно використовувати еталонну модель ВСЕ, розраховану на 13100 або 27500 км, тому що це приведе до істотного зростання витрат на їх створення.

Розглянуті аспекти свідчать про необхідність стандартизації цифрових трактів і каналів мереж зв'язку обмеженого застосування за наступними основними напрямками:

- класифікація методів вимірювань параметрів сигналів і електричних характеристик фізичного каналу;
- класифікація установчих й експлуатаційних норм на електричні параметри фізичного каналу;
- установлення загальних правил і методів визначення параметрів фізичних каналів у транспортних мережах, мережах доступу й пунктів керування.

Питанням визначення й оцінки стану каналів зв'язку в ході технічної експлуатації мереж електровз'язку присвячений ряд рекомендацій МСЕ-Т: М.20, М.60. Згідно з ними, процес контролю стану елементів мережі зв'язку полягає в діагностуванні елементів мережі й устаткування при виконанні ремонтно-регулювальних, ремонтно-профілактичних і ремонтно-відновлювальних робіт. Інакше кажучи, коли немає потреби в доставці даних (сигналу на контрольній частоті) і функціональному контролі шляхом підрахунку помилок і наступних розрахунків показників вірогідності передавання сигналів і повідомлень під час інформаційного обміну.

Основним критерієм, за допомогою якого в наш час оцінюється якість передавання через цифрові тракти й канали зв'язку відповідно до «Правил технічної експлуатації первинних мереж зв'язку України» (1999 р.), є середній коефіцієнт помилок за тривалий інтервал часу. У зв'язку з тим, що стан елементів, що входять до системи зв'язку обмеженого застосування, змінюється в часі, даний критерій оцінки не є оптимальним. Тому в реальному вигляді його використання неможливе. Крім того, практичне застосування даного методу оцінки стану трактів і каналів зв'язку виявило наступні недоліки:

- вимоги до якості нормуються для основного цифрового каналу (ОЦК) на швидкості 64 кбіт/с. Практично контроль і діагностика ліній зв'язку здійснюється на швидкостях більш високих;
- визначення параметрів якості ґрунтується на реєстрації помилкових бітів.

У пристроях вбудованого контролю елементів системи зв'язку обмеженого застосування коефіцієнт помилок повинен оцінюватися без перерви зв'язку. Однак існуючі методи діагностики й контролю, реалізовані способами надлишкового коду-

вання, у повному обсязі дану вимогу з метрологічних характеристик не реалізують.

Таким чином, методи й алгоритми діагностування й контролю, що застосовуються в мережах електрозв'язку, не повною мірою придатні для контролю й діагностування елементів зазначених систем зв'язку. Відомі розв'язки, з одного боку, що базуються на контролі стану устаткування й перевірці правильності прийнятої інформації, з іншого боку - у наш час у НД не визначені. Такий стан справ унеможлиблює задання об'єктивних вимог до систем діагностування й контролю при розробці технічних завдань щодо створення техніки зв'язку загального застосування й наступної перевірки виконання в ході випробувань. Тому основними напрямками розробки НД у частині діагностики й контролю повинні бути наступні:

- класифікація методів діагностики й контролю;
- установлення загальних правил і порядку реалізації методів діагностики й контролю на всіх стадіях життєвого циклу виробів.

Керування експлуатацією системи зв'язку здійснюється за допомогою системи технічної експлуатації (СТЕ), яка безпосередньо вирішує завдання підтримки необхідного стану елементів ІТКС і їх відновлення при аномаліях, ушкодженнях і відмовах у ході функціонування. Нині здійснюються роботи з удосконалення СТЕ на основі концепції ТМН.

Модульна структура ТМН і розподіл функцій усередині неї за допомогою функціональних блоків дозволяють реалізувати алгоритми взаємодії користувача й керованої системи, а також рівнів керування цією системою, які сприяють досягненню найбільш ефективного функціонування СТЕ. Однак у концепції ТМН не визначені функції технічної експлуатації ІТКС, пов'язані з побудовою системи сигналізації, діагностичним забезпеченням, системним контролем, метрологічним забезпеченням останнього, матеріально-технічним забезпеченням і їх розподілом на рівнях ієрархічної побудови перспективних мереж зв'язку. Тому основними напрямками розробки НД у частині системи технічної експлуатації повинні бути наступні:

- загальні вимоги до системи технічної експлуатації ІТКС;
- установлення функцій СТЕ, включаючи функцію керування якістю експлуатації мереж;

- установлення методів підтримки працездатного стану елементів ІТКС і системи в цілому.

Наведене обґрунтування розробки переліку основних НД з обліком винятково важливого в сучасних умовах аспекту інформаційної безпеки, дозволяє сформувати реєстр об'єктів стандартизації (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Реєстр об'єктів стандартизації	
№ п/п	Назва групи об'єктів стандартизації
1	Терміни і визначення
2	Послуги і служби
3	Програмне і апаратне забезпечення підтримки послуг і служб (сервера послуг, адрес, додатків, безпеки, навігації і розпізнавання, баз даних знань і послуг, керування системою зв'язку)
4	Архітектура
5	Абонентські (термінальні) мережі (обладнання)
6	Мережа інтегрального доступу
7	Транспортна мережа
8	Нумерація і адресація
9	Тактова мережна синхронізація
10	Навігація (роумінг, визначення координат, забезпечення єдиного часу)
11	Розпізнавання (ідентифікація, аутенфікація)
12	Методи транспортування сигнальних і інформаційних повідомлень
13	Протоколи інформаційного обміну, доступу та взаємодії
14	Автоматизована система керування зв'язком
15	Сигналізація
16	Безпека
17	Методи забезпечення інформаційного і радіоелектронного протидіювання
18	Методи кодування
19	Інтерфейси обладнання зв'язку
20	Взаємодія систем, мереж, комплексів і засобів зв'язку. Перетворення інтерфейсів і протоколів (мости, шлюзи, адаптери)
21	Види сигнально-кодових конструкцій. Модеми, пристрої перетворення сигналів
22	Параметри сигналів фізичного каналу
23	Діагностика і контроль
24	Випробування (тестування)
25	Технічна експлуатація

За своєю суттю ці об'єкти стандартизації повинні стати рамковими НД, що встановлюють єдині для всіх розробників телекомунікаційних мереж і засобів концептуальні межі з обліком єдиної архітектурної основи ІТКС і єдиних функціональних площин.

Розділ 6

Профіль протоколів телекомунікаційних мереж

6.1. Визначення класу профілів телекомунікаційних мереж

Відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ Р ІСО/МЭК ТЕ 10000-1, профіль - це один або комбінація декількох базових стандартів з ідентифікацією обраних класів, підмножин, факультативних можливостей і параметрів цих базових стандартів, необхідних для виконання конкретної функції. Усі відомі до теперішнього часу профілі прийнято поділяти на три великі класи: профілі функціонального призначення (ПФП), профілі концептуальних систем (ПКС) і профілі конкретного застосування (ПКЗ).

Профілі функціонального призначення охоплюють лише окремі прикладні або комунікаційні функції й не поширюються на всю систему. Це модулі з базових стандартів, необхідних для реалізації прикладної або комунікаційної функції. До цього класу належать профілі, які розробляє спеціальна група з функціональної стандартизації (СГФС), що сформулювала в ДЕРЖСТАНДАРТ Р ІСО/МЭК ТЕ 10000-1 наведене вище визначення профілів. Профілі концептуальних систем охоплюють усю концептуальну систему (наприклад ВВС (X.25), SNA, Інтернет, ISDN, АТМ, Frame Relay) і всю належну до цієї системи сукупність базових стандартів (міжнародних, фірмових і т.ін.) незалежно від конкретного практичного використання. Прикладами таких профілів можуть служити систематизована за рівнями й за функціями сукупність міжнародних стандартів ІСО по ВВС, що є загальною схемою Держпрофілю ВВС (із заміною частини стандартів ІСО на ДЕРЖСТАНДАРТ), або профіль фірмових стандартів RFC мережі Інтернет. Вони можуть будуватися або на основі базових стандартів, або на основі ПФП, або того й іншого разом.

Профілі конкретного застосування охоплюють усю, розв'язувану в рамках держави, уряду, відомств інформаційну проблему (систему) і поділяються відповідно на урядові (державні), галузеві й профілі рівня підприємств і підрозділів. Це функціонально повні (але не надлишкові) профілі, побудо-

вані або зі згаданих вище модулів ПФП, або (при відсутності таких) з базових стандартів, або з того й іншого разом.

У взаємовідношенні із профілями ПКЗ вони можуть становити частину останніх (наприклад версії урядових профілів GOSIP усіх країн являють собою ту або іншу вибірку всієї сукупності стандартів ВВС), або, навпаки (що останнім часом відбувається набагато частіше), конкретні системи й мережі будуються шляхом використання відразу декількох концепцій або концептуальних систем (ВВС (Х.25), Інтернет, АТМ, Frame Relay і ін.).

Виходячи з визначення ПКЗ, стану й перспектив розвитку інфокомунікаційних систем і національної інфраструктури, в цілому очевидно, що профіль перспективної мультисервісної телекомунікаційної мережі (МАКС) належить до ПКЗ.

За своїм складом ПКЗ МАКС на принципах ВВС може не збігатися з діючою версією Держпрофілю України. Водночас, склад цього профілю повинен максимально враховувати вимоги ефективності створення й підтримки в актуальному стані єдиного інформаційного простору. Отже, джерелами для формування повинні стати тільки базові стандарти ВВС, Інтернет, ISDN, АТМ, інших концептуальних систем, які підтримують мультисервісність, відкритість до розвитку й взаємодії (взаємозв'язку) з іншими елементами.

Для створення ПКЗ в інтересах систем зв'язку обмеженого застосування слід додатково виділити ще одне джерело формування ПКЗ МАКС - профілі спеціального призначення (ПСП). На рис. 6.1 наведена загальна схема формування згаданого ПКЗ.

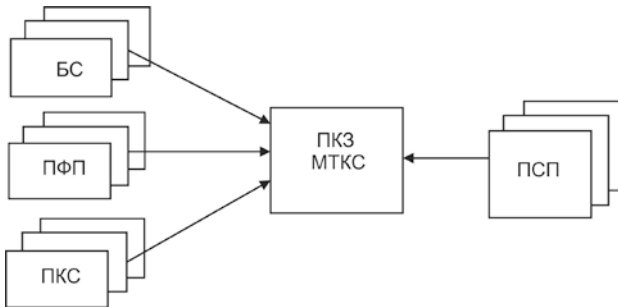


Рис. 6.1. Джерела формування ПКЗ МАКС

6.2. Сценарії (схеми) формування профілів конкретного застосування мультисервісних телекомунікаційних мереж

Для формування ПКЗ МАКС можуть бути використані два сценарії (схеми) (рис. 6.2, а, б). На ранніх етапах формування нових послуг і підтримуючих їх служб доцільно використовувати варіант, показаний на рис. 6.2, а, де із профілю концептуальних систем виділяються базові протоколи, які реалізують необхідну послугу.

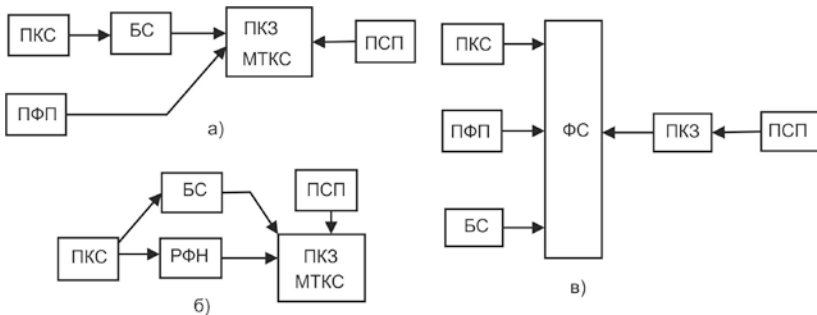


Рис. 6.2. Сценарії (схеми) формування ПКЗ (а, б) й функціональних стандартів МТКМ (в)

При наявності стека протоколів необхідного призначення використовується ПФП. При підвищенні ступеня інтеграції послуг, що припускає розширення функціональності протокової основи й посилення взаємозв'язку протоколів, що входять до неї, більшу ефективність має варіант на рис. 6.2, б, тому що в цьому випадку мультисервісність підтримується тільки новими ПКС, до яких ВВС, за рідкісним винятком, не належить. Тому із числа ПКС виділяються придатні за функціональними можливостями й умовами застосування ПФП і окремі базові стандарти (БС) для синтезу профільної основи (логічної архітектури) МТКМ. Подальше підвищення ефективності формування й уточнення ПКЗ МТКМ забезпечується створенням (формуванням) функціональних стандартів МТКМ (рис. 6.3).

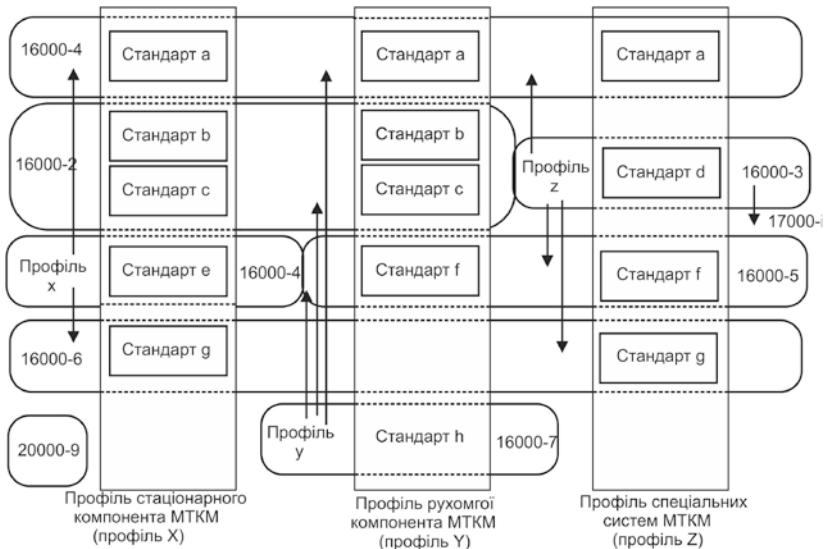


Рис. 6.3. Схема побудови функціональних стандартів МТКМ

6.3. Принципи побудови функціональних стандартів мультисервісних телекомунікаційних мереж

Відповідно ДО ДЕРЖСТАНДАРТУ Р ІСО/МЭК ТЕ 10000-1, міжнародний функціональний стандарт - це схвалений у міжнародному масштабі гармонізований документ, що описує один або декілька профілів. Ці стандарти мають додаткове позначення ISP. Профіль конкретного застосування МТКМ у своєму складі повинен мати як мінімум три профілі (рис. 6.3):

- 1) профіль стаціонарного компонента (профіль X);
- 2) профіль рухомого компонента (профіль Y);
- 3) профіль спеціальних систем (профіль Z).

Дані профілі утворюються як із загальних стандартів різного рівня, що збігаються, так і специфічних стандартів для конкретного профілю.

Для формування функціонального стандарту у всіх профілях (X, Y, Z) визначаються загальні базові стандарти. Як правило, загальні стандарти в різних профілях використовуються в комбінації з конкретними для даного профілю специфічними стандартами. Для прикладу (рис. 6.3) розглянутий

варіант формування функціонального стандарту ISP з умовним номером 16000 (він є вільним).

Однією з істотних вимог до профілю і його невід'ємною властивістю є те, що профіль не повторює вимог охоплених ним базових стандартів, а тільки посилається на них. Така ж властивість характерна й для ISP.

Наприклад:

ISP 16000-1 посилається на базовий стандарт «а», і його текстова частина (вміст) є загальною для всіх трьох профілів;

ISP 16000-2 посилається на базові стандарти «b» і «с», і його вміст є загальним для профілів X та Y;

ISP 16000-3 посилається на базовий стандарт «d», що використовується тільки в профілі Z, на всі загальні частини ISP 16000, що охоплюють профіль Z, і на ISP 17000-і (частина деякого ISP, що не розглядається в даному прикладі);

ISP 16000-4 посилається на базовий стандарт «e», що використовується в профілі X і в іншому профілі, що визначається в ISP 20000-9 (частина деякого ISP, що не розглядається в даному прикладі), і на всі загальні частини ISP 16000, що охоплюють профіль X;

ISP 16000-5 посилається на базовий стандарт «f», і його вміст є загальним для профілів Y та Z;

ISP 16000-6 посилається на базовий стандарт «g», і його вміст є загальним для профілів X та Z;

ISP 16000-7 посилається на базовий стандарт «h», що використовується тільки в профілі Y, і на всі загальні частини ISP 16000, що охоплюють профіль Y.

Специфічні стандарти профілю посилаються на інші базові стандарти даного профілю не безпосередньо, а через загальні частини, що охоплюють ці базові стандарти. Ці посилання позначені на рисунку стрілками. Посилаючись на загальні частини, специфічні частини відновлюють тим самим три «розрізані» вихідні профілі, але вже в новій якості - у тісному взаємозв'язку один з одним (завдяки наявності загальних частин). Ці відновлені профілі позначимо тими самими, але малими літерами x, y і z.

У результаті створення функціонального стандарту отримане, по-перше, замість трьох окремих незалежних один від

одного профілів три взаємопов'язані профілі. По-друге, виділення в профілів спільних частин дозволяє визначити завдання збільшення їх частки, що може бути досягнуто висуванням до профілю більш жорстких вимог до протоколу порівняно з вимогами базових стандартів. І, нарешті, наявність спільної частини суттєво спрощує завдання атестаційного тестування (сертифікації) виробів щодо відповідності базовим стандартам і профілям і знижує обсяг виконаних робіт.

Виходячи з викладеного, надалі терміну «функціональний стандарт» ставиться у відповідність наступне визначення: *функціональний стандарт* (ФС) - це стандарт, що охоплює кілька профілів, як правило, однієї групи й установлює взаємозв'язок між ними шляхом визначення їх спільних і специфічних частин.

Використання процедури формування ФС найбільш ефективно після нормативного визначення переваги реалізації тих або інших технологій основних служб МАКС. Це забезпечить найбільш раціональний склад ПКЗ МТКС.

6.4. Узагальнена схема профілю протоколів мульти-сервісних телекомунікаційних мереж

Загальна схема профілю МАКС формується на основі аналізу ступеня відповідності профілів концептуальних систем переліку і якості послуг, що надаються користувачам, а також вимогам до максимальної інтеграції служб, що використовуються для розвитку національної інфраструктури й створення МАКС.

Перелік служб, що створюються в інтересах керування, формування єдиного інформаційного простору, наведений у табл. 6.1. Там же наведені види концептуальних систем, профілі яких використовуються для побудови даних служб і надання користувачам відповідних послуг.

Таблиця 6.1

Служби широкополосних мультисервісних мереж

Тип інформації	Приклади служб	Застосування
<i>Діалогові служби</i>		
Відеозображення і підтримка звукового супроводу	Відеотелефонія	З'єднання типу «точка-точка», забезпечує обмін абонентів симетричними інформаційними потоками, комбінуючими real time аудіо і відео паралельно з передаванням нерухомих зображень і документів.
	Відеоконференц-зв'язок	З'єднання типу «багато точок-багато точок», забезпечує для кожного з учасників групи асиметричний обмін (1:n) інформаційними потоками, комбінуючими real time аудіо і відео паралельно з передаванням нерухомих зображень і документів.
	Відео-спостереження	Охорона будівель і приміщень із записом і зберіганням зображень при детектуванні позаштатної ситуації (наприклад рух у зоні охорони).
	Інтерактивне ТБ, VOD, VNOD	Формування абонентом програм індивідуального мовлення цифрових відеопотоків комерційної якості.
Звук і мова	VoIP, VoATM, VoFR, мовний варіант Web і т.ін. Інтерактивне аудіомовлення	Цифрові мовні з'єднання в мережах пакетної комутації Формування абонентом програм індивідуального мовлення цифрових аудіопотоків комерційної якості.
Дані	Високошвидкісний обмін цифровою інформацією	Формування розподілених корпоративних мереж абонентів на основі об'єднання їх локальних мереж в VPN, on-line листуванняICQ і т.ін.
	Передавання файлів великого обсягу	Робота з серверами, компонентосховищами і інформаційними депозитаріями Системи контролю і керування в реальному масштабі часу. Наприклад, забезпечення роботи, робота в небезпечних для людини місцях(місяцехід, робот-підричник, робот служби МНС або екологічної служби) або при дистанційному веденні бою і т.ін.
	Високошвидкісна телесигналізація і телеконтроль	
Документи	Обмін високо-якісними зображеннями	Професійний живопис або цифрові фотографії земної поверхні високої роздільної здатності в радіо-, інфрачервоному і видимому діапазоні для екологічних або метеорологічних служб планети; рентгенівські, теплові або ультразвукові зображення телемедицини і т.ін.
	Обмін документами	Обмін різними гіперпов'язаними мультимедійними документами, технічною і конструкторською документацією, юридичними або іншими матеріалами

Тип інформації	Приклади служб	Застосування
Служба обміну повідомленнями		
Мультимедіа контент	Пошта	Електронна поштова скринька аудіо-, відеографічних і текстових документів
Служба графічного пошуку		
Гіперпов'язаний мультимедіа контент	Медіатеки загального користування Інформаційні довідкові системи	Послуги інтерактивного і контекстного пошуку в контекстосховищах мультисервісної мережі (наприклад пошук фонограм в аудіотеці або відео матеріалів у відеотеці для забезпечення послуг VOD, VNOD і т.і.) On-line і off-line консалтинг, послуги автоматичного і мануального пошуку випадкової інформації
Розподільчі служби, не керовані користувачем		
Аудіо Відео Гіперпов'язані мультимедіа дані	Радіомовлення Телемовлення Розподільчі служби розсилки документів	Радіоінтернет Web ТБ, IP TV, TV Broadcasting і т.і. Електронні періодичні видання, групи новин, інформаційне забезпечення тоталізаторів і торгів на біржі і т.ін.
Розподільчі служби, керовані користувачем		
Гіперпов'язані мультимедіа об'єкти	Дистанційне навчання інтерактивна дистрибуція інформації	Заочне навчання, перепідготовка корпоративних кадрів, Web-серфінг, новини, е-комерція і т.ін.

До основних служб і ПКС їх реалізації належать:

- служба обміну повідомленнями (SMTP) - TCP/IP; X.400 (F.400);
- служба терміналу (Telnet) - TCP/IP; ІСО/МЭК 9040;
- служба передавання файлів (FTP) - TCP/IP; ІСО/МЭК 8211;
- служба мультимедіа додатків (відеоконференцзв'язок) TCP/IP (H.323, SIP), NGN (SIP, H.248); ІСО/МЭК 13522 1-4 (N-ISDN (H.320);
- служба пакетної мови - TCP/IP (H.323), NGN (SIP, H.248).

На рис. 6.4 наведена загальна схема профілю МАКС, побудована на основі врахування вимог ВВС. До складу схеми не включені варіанти реалізації основних служб на основі протоколів ІСО, тому що служби пакетного перенесення інформації базуються на протоколі Х.25, який не забезпечує перенесення мови й

мультимедіа, а служби на основі концепції N-ISDN (з комутацією каналів) не рекомендовані до впровадження. Ці технології не підтримують системної мультисервісності.

Загальна схема профілю МАКС визначає склад концептуальних систем, на основі яких формується профіль МТКС. Загальна схема профілю МАКС призначена для розв'язку завдань уточнення концептуальних основ побудови МАКС і формування сценаріїв (рекомендації Y.110, Y.120) побудови варіантів її профілів відповідно до функціональної архітектури МАКС.

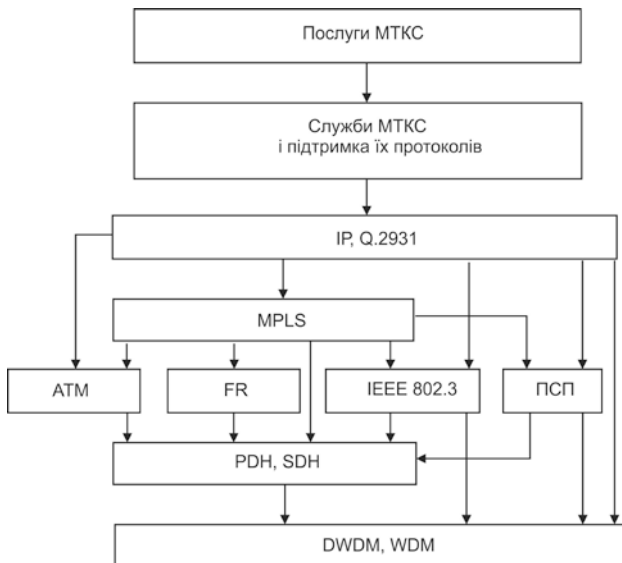


Рис. 6.4. Загальна архітектура профілю МТКМ

6.5. Сценарії формування варіантів профілів протоколів мультисервісних телекомунікаційних мереж

Для побудови сценаріїв профілів протоколів повинні використовуватися категорії профілів концептуальних систем. Формування сценарію побудови профілю МАКС здійснюється шляхом визначення для кожного елемента функціональної архітектури МАКС (термінал, об'єктна мережа, мережа абонентського доступу, транспортна мережа) профілю з урахуванням

специфіки розв'язуваних цими елементами завдань, умов його застосування й найбільш раціональної для нього концептуальної основи.

Вибір кращого варіанта для конкретних умов реалізації повинен здійснюватися за критерієм ефективність/вартість. Варіанти сценаріїв побудови профілів МАКС наведені в табл. 6.2.

Таблиця 6.2
Сценарії побудови профілю протоколів МТКМ

Послуги	
Сценарій 1	ТФ; обмін файлами в ЛОМ; ПД; ФКП ТФ; ММ (Н.320); N-ISDN; електронна пошта; ПД; обмін файлами; бездротовий ТФ; доступ до розподілених БД Інтеграція послуг при розподіленій роботі (ТФ, ПД, ММ) ТФ ISDN, ПД; ММ (Н.320); ISDN; бездротовий ТФ, ПД; ел. пошта ММ (Н.323); IP-ТФ; VoATM; ПД ATM; ММ (Н.321); ПД
Сценарій 2	
Сценарій 3	
Сценарій 4	
Сценарій 5	
Транспортна мережа	
Сценарій 1	N-ISDN, B-ISDN (ATM); CCC; IP B-ISDN (ATM); CCC; IP SDH; B-ISDN (ATM); CCC; IP
Сценарій 2	
Сценарій 3	
Сценарій 4	
Сценарій 5	
Мережа доступу	
Сценарій 1	Кабельна розподільча мережа, ЛОМ (802.3) Кабельна N-ISDN мережа на основі BRI-та PRI-інтерфейсів; ЛОМ (802.3) Кабельна xDSL мережа, волокно, радіозасоби, засоби CCC (ТФ, ПД, відео) Кабельна N-ISDN мережа, xDSL, радіозасоби (802.3, "TETRA"), (ТФ, ПД, відео), ЛОМ (802.3) Волоконно-оптична розподільча мережа, (ТФ, ПД, відео), радіозасоби (802.3)
Сценарій 2	
Сценарій 3	
Сценарій 4	
Сценарій 5	
Об'єктна мережа (мережа користувача)	
Сценарій 1	ТФ; блок доступу ПК; ПД; радіозасоби ТФ; термінальний адаптер; ПД; інтегральний блок доступу; мережне закінчення (NT1, NT2); відеотермінал Інтегральний блок доступу, ТФ, ПК, сервер електронної пошти, ММ-термінал, радіозасоби, засоби CCC Мережне закінчення (NT1, NT2), ТФ, ПК, ММ-термінал, радіозасоби, засоби CCC
Сценарій 2	
Сценарій 3	
Сценарій 4	

Сценарій 5	Мережне закінчення (NT1, NT2), ТФ, ПК, ММ-термінал, радіозасоби, засоби ССС
Інформаційний потік	
Сценарій 1	Двосторонній симетричний через дротові засоби
Сценарій 2-4	Двосторонній симетричний через дротові й бездротові засоби
Сценарій 5	Двосторонній симетричний і несиметричний через дротові й бездротові засоби

6.6. Профіль протоколів мультисервісних телекомунікаційних мереж

Метою формування профілю протоколів МАКС є створення нормативно-технічної основи забезпечення цілісності й прозорості створюваних різнорідних мереж зв'язку різної відомчої приналежності. Досягнення цієї мети можливо, якщо формування складу базових протоколів здійснюється з використанням наступних критеріїв:

- підтримка концепції ГП;
- забезпечення передавання мультисервісного трафіка;
- ефективність використання пропускнуої здатності каналу (трафіка);
 - простота взаємодії з іншими мережними технологіями (мережами) і повнота обсягу користувацьких інтерфейсів пристроями доступу в мережу;
 - простота взаємодії з вищерозташованими рівнями;
 - ефективність (повнота опрацювання питань) керування рівнем;
 - вартість розв'язків;
 - можливість масштабування;
 - досконалість технології, можливість забезпечення необхідних показників якості QoS, наявність вітчизняних виробників, відповідних ліцензій і сертифікатів;
 - сумісність (спряженість) зі старим устаткуванням;
 - складність розв'язку завдань комплексного захисту інформації й забезпечення інформаційної безпеки й безпеки зв'язку в цілому.

Найважливішим за системною значущістю є забезпечення пакетного передавання всіх видів трафіку й головне - мови. Це

основа повної мультисервісності. У цьому зв'язку профіль протоколів, що забезпечує пакетне передавання ізохронного (у тому числі й мови) трафіка, більш докладно наведений на рис. 6.5. Цей стек протоколів є базовим для термінального устаткування й мережі доступу стаціонарного компонента МАКС.

У частині мережної компоненти для збереження прийнятності технології FR з могутнішою, новою, але поки вартісною технологією ATM до складу базових протоколів доцільно включити протоколи ретрансляції даних (ретрансляційні профілі) між концептуальними системами (мережами).



Рис. 6.5. Стек протоколів пакетного передавання мови для МТКМ

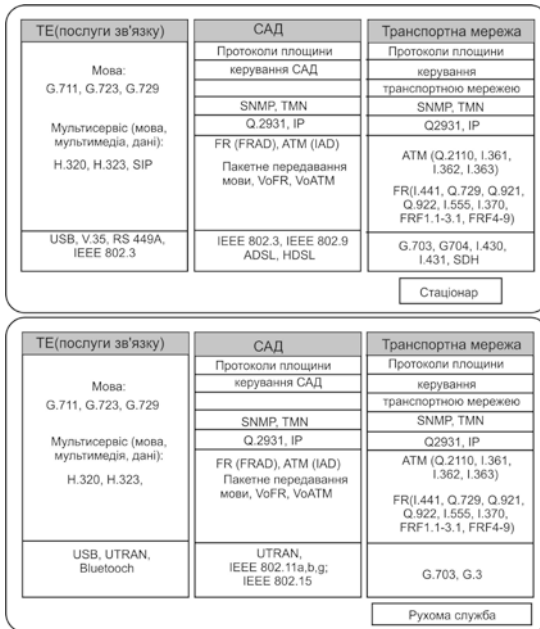


Рис. 6.6. Структура профілю протоколів МТКМ (варіант)

Цей самий механізм необхідний для забезпечення сполучення існуючих мереж України з мережами нового покоління NGN (Next Generation Network).

В узагальненому вигляді пропозиції до першої версії профілю протоколів МАКС відповідно до її функціональної архітектури наведені на рис. 6.6.

6.7. Типові профілі взаємозв'язку (ретрансляційні профілі) мультисервісних телекомунікаційних мереж

Профілі взаємозв'язку (ретрансляційні профілі) МАКС, побудовані на основі сукупності функціональних профілів і базових стандартів найбільш ефективних концептуальних систем, забезпечують досягнення функціональної цілісності й мультисервісності. На рис. 6.7 - 6.13 наведені основні типові профілі для забезпечення взаємозв'язку протоколів концептуальних

систем при побудові служб надання основних послуг користувачам МАКС.

Забезпечення роботи додатків, що реалізують основний спектр послуг, розроблений під стек протоколів (концептуальну систему) TCP/IP, представлено на рис. 6.7.

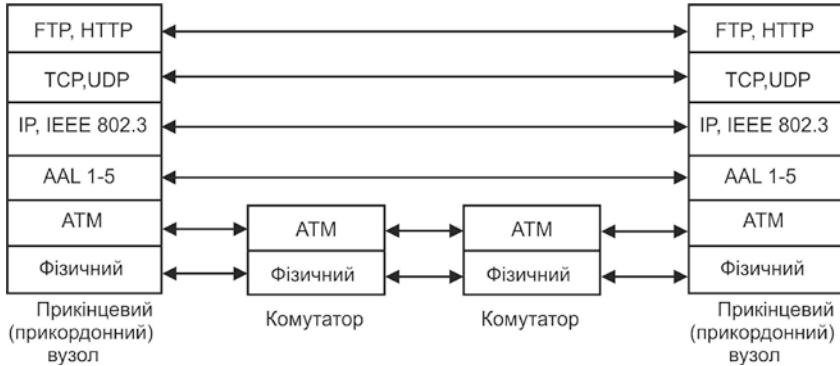


Рис. 6.7. Взаємодія додатків верхніх рівнів через ATM – мережу МТКМ

Надання послуг користувачам МАКС засобами передавання даних існуючого парку в режимі X.25 здійснюється на основі профілю (рис. 6.8). При цьому забезпечується штатний режим роботи цих засобів.

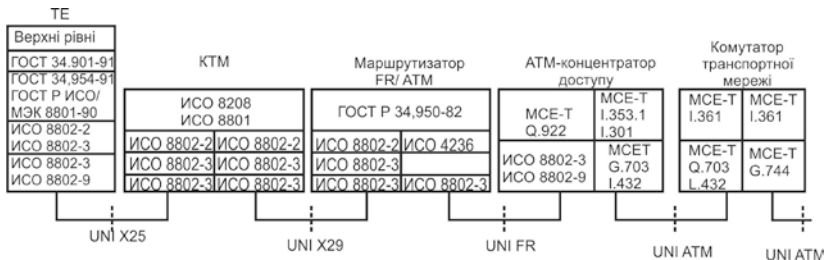


Рис. 6.8. Надання послуг користувачам МТКМ КТМ у режимі X.25

Надання послуг мережами зв'язку, побудованими з використанням сучасних базових стандартів, наприклад ТСП/IP, але без обліку основних напрямів розвитку транспортної мережі МАКС, спричиняє додаткові витрати на забезпечення внутрішньосистемного взаємозв'язку. Варіант профілю, що забезпечує розв'язок цього завдання для випадку ТСП/IP і КТМ (маршрутизатора), наведений на рис. 6.9.

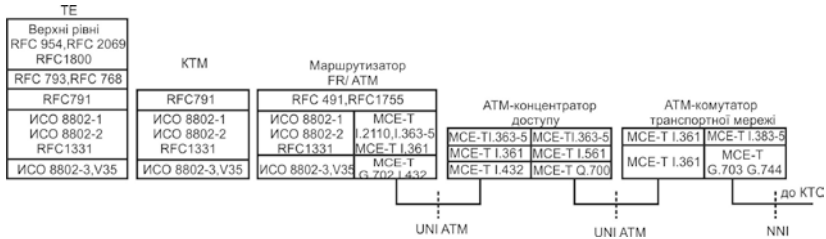


Рис. 6.9. Послуги, що надаються КТМ у режимі «поверх ATM-мережі»

Апарат профілів є ефективним засобом оптимізації питань взаємодії й визначення напрямів модернізації засобів зв'язку. На рис. 6.10 наведений варіант модернізації КТМ (маршрутизатора), що забезпечує більш ефективний у системному плані профіль надання мультисервісних послуг користувачам МАКС.



Рис. 6.10. Надання мультисервісних послуг у МТКМ із застосуванням КТМ після модернізації

Надання послуг відеоконференцзв'язку на основі технології H.323 і локальної мережі здійснюється на основі профілю протоколів (рис. 6.11).

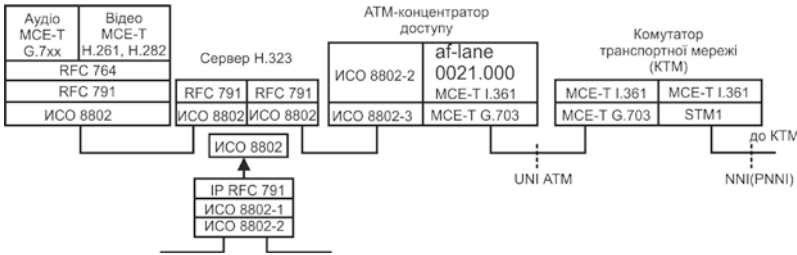


Рис. 6.11. Послуга комп'ютерної ЛОМ на базі сімейства протоколів H.323

Надання послуги перенесення мовного трафіка через транспортну мережу МАКС здійснюється із застосуванням методів IP-телефонії і емуляції локальної мережі. Профіль протоколів, що підтримує цю послугу, наведений на рис. 6.12.

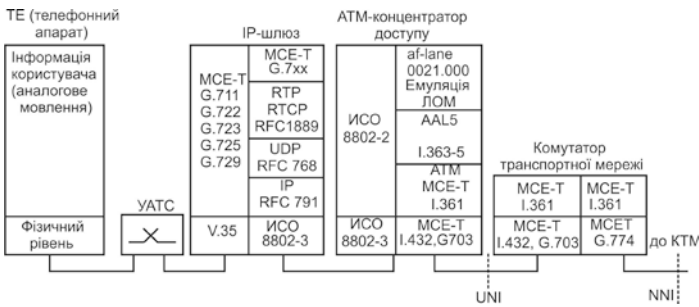


Рис. 6.12. Послуга VoIP через АТМ-мережу МТКМ

Забезпечення надання послуг автоматичного телефонного зв'язку абонентам N-ISDN УАТС здійснюється на основі протоколів профілю (рис. 6.13).

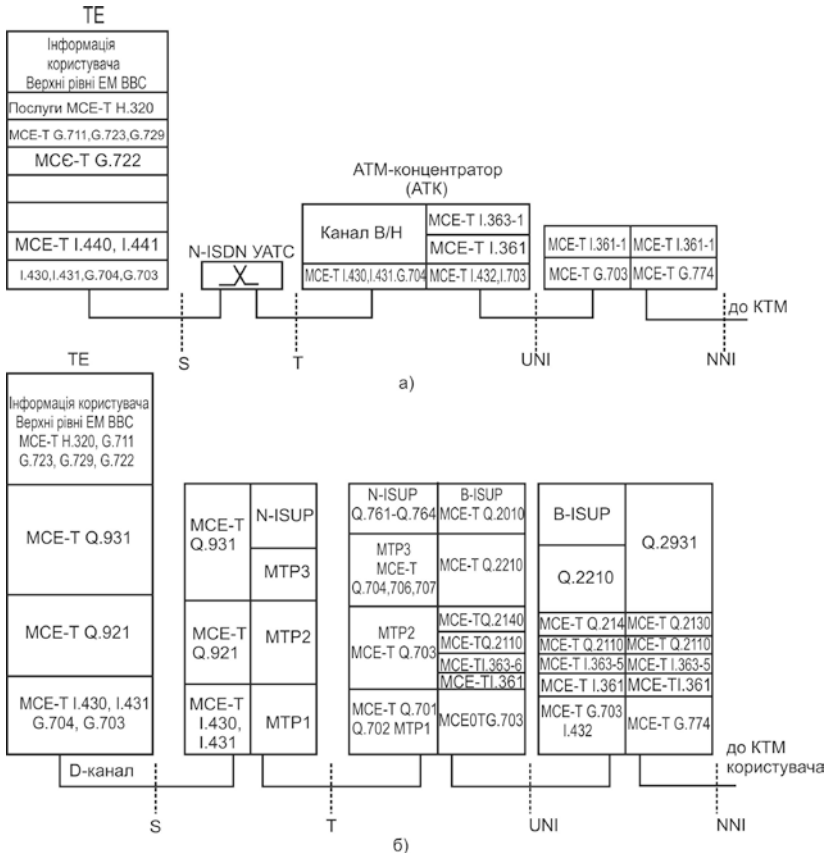


Рис. 6.13. Послуга забезпечення телефонного зв'язку абонентам N-ISDN UATC: а – площина користувача (інформаційний обмін); б – площина С (з'єднання)

Наведені профілі взаємозв'язку (ретрансляційні профілі) МТКМ є типовими, але не вичерпують різноманіття варіантів взаємозв'язку базових технологій МТКМ при формуванні нових послуг або пошуку більш ефективних розв'язків з надання (реалізації) існуючих служб і їх послуг.

Нижче наведений більш повний перелік протоколів фізичного й каналного рівнів, що підлягають включенню до першої версії профілю протоколів МТКМ.

На основі загальної архітектури й ретрансляційних профілів може бути сформована перша версія загальної схеми профілю МТКМ (рис. 6.14).

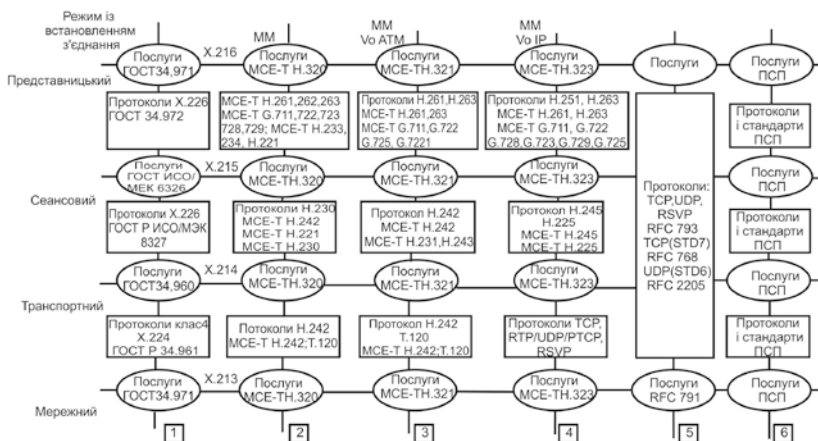
Загальноархітектурні стандарти

Базові еталонні моделі: ГОСТ Р ІСО/МЭК 7498-1-97(X200)
 ГОСТ Р ІСО/МЭК 7498-2-97(X500)
 ГОСТ Р ІСО/МЭК 7498-3-97
 ГОСТ Р ІСО/МЭК 7498-4-97(X700)
 Угода з послуг: ГОСТ Р ІСО/МЭК 10731-94
 Атестаційне тестування: ГОСТ Р ІСО/МЭК 9646-1, 2, 4, 5, 6.
 ІСО/МЭК 9646-3, 7

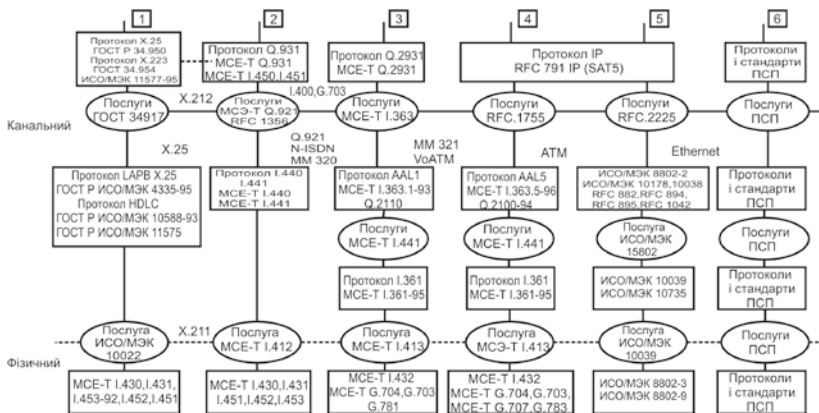
Рівні EM BVC

Прикладний рівень	Структура прикладного рівня ГОСТ Р ІСО/МЭК 9545	Системи обробки повідомлень ГОСТ Р ІСО/МЭК 10021(в 15 частинах)(X400, F400)	Передавання файлів, доступ до файлів, керування файлами (FTAM) ГОСТ Р 34 980-1,2. ГОСТ Р34.1980-3,-4 ІСО 8571(5 частин)	Адміністративне керування ІСО/МЭК 959 5, ІСО/МЭК 959 6, ІСО/МЭК 10032-95(23) ІСО/МЭК 10164 в 22 ч.	Передавання файлів, доступ до файлів RFC 959, RFC 1415 (FTP), RFC 1350 (TFTP)
	Віртуальний термінал (VT) ГОСТ 34. 986 1	Передавання і обробка задач і транзакцій ГОСТ Р 34 1983 (ІСО 8832-89) ГОСТ Р 34 1984 (ІСО 8832-89)	Довідкові служби ГОСТ Р ІСО/МЭК 9594 (X500)	RFC 1869, [STD 10] [SMTP]	Сервісні елементи ГОСТ Р 34861, ГОСТ Р 34862 ГОСТ Р ІСО/МЭК 10035 ГОСТ Р ІСО/МЭК 9066-1,2 ГОСТ Р ІСО/МЭК 9072-1,2 ГОСТ Р ІСО/МЭК 9804
	Служби пакетного і ком'ютерного мовлення (телефонії) Н.323 SIP+ G.711, 722, 723, 728, 729	Служби мультимедіа MCE-T Н.320 MCE-T Н.323	Взаємозв'язки концептуальних систем ІСО і Інтернет, Прикладний рівень ІСО/ІЕС-14766; RFC. 1006 (STD. 35)	RFC 1351 RFC 1352 RFC 1353 (SNMP)	Віртуальний термінал Telnet RFC 854 Гіпертекст (HTTP) RFC 2068

Частина 1



Частина 2



Частина 3

Рис. 6.14. Узагальнена схема профілю МТКМ

Ця схема відображає наступні інноваційні щодо загальної схеми Держпрофілю моменти:

- прикладний рівень містить нові елементи у складі послуг мультимедіа, комп'ютерної й пакетної мови, служб Інтернет-Форуму;
- уведена служба взаємозв'язку служб прикладного рівня ВВС і Інтернет-Форуму, що забезпечує взаємне використання служб користувачами різних концептуальних систем (ВВС і Інтернет);
- під кожний тип служб прикладного рівня сформований стек протоколів, що забезпечує їхню реалізацію.

Стек протоколів спеціального призначення як існуючих, так і перспективних засобів зв'язку повинен створюватися в рамках ЕМ ВВС, що забезпечить їх порівняння зі стандартами міжнародних організацій і стандартами Держпрофілю України.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Поняття інформаційної системи та інформаційного процесу.
2. Поняття прикладного процесу.
3. Складові інформаційної мережі.
4. Поняття телекомунікаційної мережі.
5. Інформаційний процес взаємодії користувачів в інформаційній системі. Основні етапи.
6. Визначення поняття «служба», «послуга», «сервіс».
7. Класифікація послуг електрозв'язку.
8. Класифікація служб зв'язку та їх зони відповідальності в мережах електрозв'язку.
9. ISDN-технологія.
10. Етапи еволюції мережі електрозв'язку.
11. Широкосмугові цифрові системи з інтеграцією служб.
12. Аспект «інтелектуальності» у концепції VI&P.
13. Поняття «інтелектуальна мережа».
14. Основні сценарії для введення нових послуг.
15. Концептуальна модель інтелектуальної мережі.
16. Базова архітектура перспективної інтелектуальної мережі.
17. Характеристики якості обслуговування користувачів в інформаційній інфраструктурі.
18. Концепція Global Village.
19. Програма універсального персонального зв'язку.
20. Мережі універсального персонального зв'язку.
21. Компоненти глобальної інформаційної інфраструктури.
22. Пакет базових технологій глобальної інформаційної інфраструктури (ГІ).
23. Визначення ГІ.
24. Основні компоненти мережної інфраструктури ГІ.
25. Моделі функціонального групування (Functional groupings) ГІ.
26. Функціональні (Functional) моделі ГІ.
27. Методологія побудови сценаріїв ГІ. Поняття сценарію.
28. Базові типи елементів мови специфікації сценаріїв ГІ.
29. Основні поняття мови сценаріїв та методології розробки сценаріїв.
30. Опорна модель сценаріїв.
31. Сценарій 1. Забезпечення послуг із передавання мови, даних, відеоінформації за допомогою існуючої інфраструктури.

32. Сценарій 2. Забезпечення послуг із передавання мови, даних, відеоінформації через кабельні мережі з використанням В-ISDN.
33. Сценарій 3. Використання ADSL або VDSL для забезпечення смуги, необхідної для передавання відеоінформації через мідні пари.
34. Сценарій 4. Сценарій доступу з використанням волоконно-оптичної лінії.
35. Сценарій 5. Використання радіозв'язку у локальній лінії.
36. Сценарій 6. Доступ із використанням супутників.
37. Сценарій 7. Приклад доступу до Інтернет.
38. Схема процесу взаємозв'язку відкритих систем.
39. Взаємозв'язок між системами та їх співвідношення з функціональними середовищами.
40. Ієрархічне впорядкування підсистем.
41. Внутрішньорівневі об'єкти та протоколи.
42. Типи фізичних і логічних з'єднань на рівнях ЕМ ВВС.
43. Взаємозв'язок протокольних, сервісних та інтерфейсних блоків даних.
44. Рівні архітектури ВВС.
45. Склад прикладного логічного об'єкта.
46. Структура загальної моделі архітектури телекомунікаційної мережі (ТКМ).
47. Архітектурна основа ТКМ.
48. Основні системно-технічні принципи побудови транспортного компонента ТКМ.
49. Функціональні компоненти маршрутизації.
50. Багатопротокольна маршрутизація на основі міток.
51. Оптимізація маршрутів за допомогою MPLS.
52. Інтегральні мережі доступу до ресурсів транспортної мережі зв'язку.
53. Класифікація систем сигналізації, що використовуються в електрозв'язку.
54. Керування ТКМ.
55. Схема керування мережею ІN.
56. Інформаційна інфраструктура як об'єкт стандартизації.
57. Профіль протоколів ТКМ.

Перелік індивідуальних науково-дослідницьких завдань

1. Архітектура інформаційних мереж. Принципи організації мереж LAN і MAN [1].
2. Архітектура інформаційних мереж. Мережі WAN [1].
3. Побудова мереж IP-телефонії на базі H.323. Архітектура, адресація, елементи [2].
4. Побудова мереж IP-телефонії на базі SIP. Архітектура, адресація, елементи [2].
5. Принцип декомпозиції шлюза [2].
6. Технології повністю оптичних мереж [3].
7. Технології асинхронних режимів перенесення [3].
8. Глобальна функціональна площина IN [4].
9. Інтерфейси IN [4].
10. Фізичні елементи в CS-1 [4].
11. Застосування концепції IN для специфікації послуг [4].
12. Платформа IN компанії Lucent Technologies [4].
13. Платформа IN компанії Alcatel [4].
14. Аспекти впровадження IN [4].
15. Набір можливостей CS-2 [4].
16. Інтеграція IN і B-ISDN [4].
17. Цифрова мережа з інтеграцією послуг [6].
18. Високошвидкісна цифрова абонентська лінія [6].
19. Аналіз трафіка та його характеристики [6].
20. Технологія ATM [7].
21. Технологія B-ISDN [7].
22. Технологія DSL [7].
23. Технологія кабельних модемів і кабельне телебачення [7].
24. Технологія SONET і SDH [7].
25. Поняття джитера у цифровому зв'язку.

Індивідуальні науково-дослідницькі завдання оформлюються у вигляді рефератів та підлягають захисту. Дозволяється вибір тільки одного завдання протягом семестру.

Список літератури

1. Нікітюк Л.А. Архітектура інформаційних мереж: Навч. Посібник/ За ред. М.В. Захарченка – Одеса: УДАЗ ім. О.С.Попова, 2000. – 60 стор.
2. Атцик А.А., Гольдштейн А.Б., Саморезов В.В. IP-коммуникации в NGN: учебное пособие (спец. 210406) / ГОУВПО СПбГУТ. – СПб, 2007. – 99 стор.
3. Никитюк Л.А. Телекоммуникационные технологии цифровых сетей: Учеб. пособие / Под редакцией Н.В. Захарченко. – Одесса: изд. УГАС им. А.С. Попова, 2000. – 64 стор.
4. Гольдштейн Б.С., Ехриель И.М., Рерле Р.Д. Интеллектуальные сети. – М.: Радио и связь, 2000. – 500 стор.
5. Инфокоммуникационные сети: архитектура, технологии, стандартизация / Л. Л. Блахнов, В. Г. Игнатенков, В. Е. Кузнецов и др.; Ред. А. А. Сахнин. - М. : Радио и связь, 2004. - 208 стор.
6. Беллами Дж. Цифровая телефония: Пер. с англ. / Под ред. А.Н. Берлина, Ю.Н. Чернышова. –М.: Эко-Трендз, 2004. – 640 стор.
7. Дансмор Б., Скандьер Т. Справочник по телекоммуникационным технологиям. : Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 640 стор.
8. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: Учебник для вузов / В.В. Крухмалев, В.Н. Гордиенко, А.Д. Моченов и др.; Под ред. В.Н. Гордиенко и В.В. Крухмалева. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 510 стор.
9. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 3. – Мультисервисные сети / В.В. Величко, Е.А. Субботин, В.П. Шувалов, А.Ф. Ярославцев; под ред. В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 592 стор.

Навчальне видання

**Глобальна інформаційна інфраструктура
інфокомунікаційних мереж та систем**

Навчальний посібник

Укладачі: **Ушенко Ю.О., Негрич А.Л., Галочкін О.В.**

Відповідальний за випуск **Ангельський О.В.**

Літературний редактор **Макарова О.П.**

Технічний редактор та дизайнер обкладинки **Цибуляк В.Д.**

Підписано до друку 09.07.2021. Формат 60x84/16.

Папір офсетний. Друк різнографічний. Ум.-друк. арк. 12,2.

Обл.-вид. арк. 13,1. Тираж 50. Н-074.

Видавництво та друкарня Чернівецького національного університету

58002, Чернівці, вул. Коцюбинського, 2

e-mail: ruta@chnu.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №981 від 08.04.2002