

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖ

*Бондаренко Г. І., ст. викладач; Коробенков П. М., магістрант
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна,
forssy@gmail.com*

OPTIMIZATION OF BANDWIDTH OF COMMUNICATION CHANNELS OF CORPORATE NETWORKS

*Bondarenko G. I., Korobenkov P. M.
National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine,*

Вступ

Ефективне керування корпорацією (відомством) забезпечується наявністю засобів телекомунікації, що здійснюють передачу інформації між різними додатками.

Під додатками розуміється системне програмне забезпечення, бази даних, поштові системи, обчислювальні ресурси, файловий сервіс та засоби, з якими працює кінцевий користувач.

Кінцевими засобами зв'язку, що звичайно застосовуються в офісах корпорацій (вузлах зв'язку відомчих мереж), є телефонні апарати, факс-апарати, телеграфні апарати, комп'ютери, пристрої відео-конференц-зв'язку, а також локальні обчислювальні мережі (ЛОМ) й міні АТС у більших офісах (рис. 1). Необхідно відзначити, що передача навантаження офісних АТС забезпечує розмови тільки між співробітниками різних філій одного підприємства, а не заміняє міську, національну або міжнародну телефонні мережі.



Рис. 1 Офісні кінцеві пристрої телекомунікацій

Таким чином, організація засобів зв'язку корпорації є мультисервісною. Окремі офіси, підрозділи та інші управлінські структури корпорації (ві-

домства), що перебувають на значному видаленні друг від друга, поєднуються територіально-розподіленою корпоративною мережею зв'язку або транспортною мережею на основі віртуальних каналів, орендованих в операторів мереж зв'язку загального користування [2, 3].

Типовими каналами передачі для корпоративних (відомчих) мереж є: для малих офісів — основний цифровий канал (канал В – ОЦК – 64 кбіт/с) і кратні йому, для більших офісів — первинний цифровий канал (канал Е1 – ПЦК – 2048 кбіт/с) [4].

Істотним елементом вартості функціонування корпоративних мереж виявляється орендна плата за використання каналів, що швидко росте зі збільшенням якості й швидкості передачі даних [5, 6, 7]. У відомчих мережах існує фізичне обмеження швидкості передачі, пов'язане із застосуванням цифрових трактів з невеликими граничними швидкостями, наприклад, системи тропосферного зв'язку або УКВ радіостанції [8].

Виходячи з необхідності мінімізації витрат на оренду виділених каналів та зважаючи на обмеження пропускної здатності деяких транспортних мереж, варто вживати всі міри для мінімізації обсягів переданих даних. При цьому, корпоративна мережа не повинна вносити обмежень на те, які саме додатки і яким образом обробляють інформацію, що в ній передається.

Кінцеве обладнання, застосовуване в офісі, має широкий діапазон швидкостей вихідних цифрових сигналів — від 50 до 1920000 біт/с [9], швидкість обміну даними між комп'ютерами може досягати сотень мегабіт на секунду. Мовні сигнали передаються кодованими імпульсно-ковою модуляцією відповідно до [10].

При передачі сигналів зі швидкостями нижче ОЦК, тактова частота 64 кбіт/с використовується як переносник, тобто пропускна здатність каналу в цьому випадку використовується не повністю.

Постановка задачі

Оптимальне використання пропускної здатності каналів передавання та мінімізація витрат на оренду каналів можлива двома шляхами — застосування методів стиску мовної і відео інформації та застосування змінної структури каналів шляхом використання різношвидкісних каналів передачі [11].

Сучасні методи обробки мовних сигналів (диференціальна імпульсна кодова модуляція, адаптивна диференціальна імпульсно-кова модуляція) дозволяють зробити стиснення вихідних сигналів до швидкості передачі 6,4-8 кбіт/с при високій якості [12,13], а застосування вокодерного перетворення — до швидкості 1,2–2,4 кбіт/с [14].

Стиснення відеоінформації для відео-конференц-зв'язку виконується до швидкостей рх64 кбіт/с [15].

Організація різношвидкісних каналів виконується в структурі ОЦК (для мовних сигналів) [16] або ПЦК (для відеосигналів) [17].

При передачі цифрових сигналів зі швидкостями нижчими ОЦК у синхронному режимі в 8 розрядній структурі часового інтервалу ОЦК виділяється 1 розряд для каналу 8 кбіт/с (А, В, С, D, Е, К, L, М), 2 розряди для каналу 16 кбіт/с (АА, ВВ, DD, СС) і 4 розряди для каналу 32 кбіт/с (АААА, ВВВВ) (рис.2).

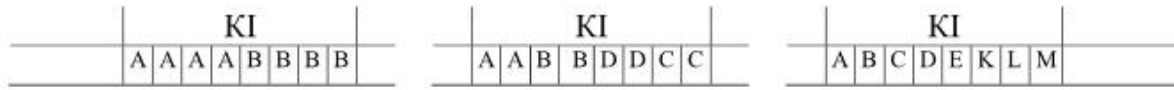


Рис. 2 Структура формування різношвидкісних каналів в ОЦК

В асинхронному режимі необхідно вводити додатковий канал узгодження швидкостей і канал керування узгодженням швидкостей.

При передачі відеоінформації один канал може формуватися з декількох часових інтервалів ОЦК — канали В, Н₀, Н₁₁, Н₁₂ [15].

Груповий сигнал, що містить в собі різношвидкісні канали, формується в мультиплексах. Зважаючи на змінну структуру такого сигналу відносно каналних інтервалів такі мультиплекси виявляються досить складними.

Крім того, при передаванні через мережу загального користування, комутовані віртуальні канали, проходять через комутаційні поля АТС, що оперують октетами [18]. Тому при передаванні різношвидкісних сигналів, швидкість яких менша за швидкість ОЦК, необхідна їх перекодування на ОЦК. Після комутації необхідне кодування в низько швидкісний сигнал. Такі багатократні перетворення знижують якісні показники мовних сигналів.

Пропозиції щодо оптимізації структури каналних сигналів

Пропонується спосіб формування різношвидкісних каналів за рахунок використання каналних інтервалів відповідних ОЦК (октетів) в структурі сигналів Е1 в якості конвертів, що містять в собі різношвидкісні канали (рис. 3).

Конверти чергуються в переноснику, що має швидкість 64 кбіт/с, утворюючи надцикл. Тривалість надцикла і кількість циклів в ньому визначаються, виходячи з швидкості в самому низькошвидкісному каналі:

$$N = \frac{64 \text{ кбіт} / \text{с}}{F_{KH}}$$

де N — кількість циклів з періодом 125 мкс в надциклі;

F_{KH} — швидкість передачі в самому низькошвидкісному каналі.

Для спрощення розпізнавання каналів в структурі Е1 може бути вибрана синхронізація по процедурі CRC [2]. В цьому разі мінімальна швидкість в каналі буде (рис. 3):

$$F_{min} = \frac{OЦК}{N_{CRC}} = \frac{64 \text{ кбіт/с}}{16} = 4 \text{ кбіт/с}$$

де N_{CRC} — кількість циклів Е1 в надциклі CRC.

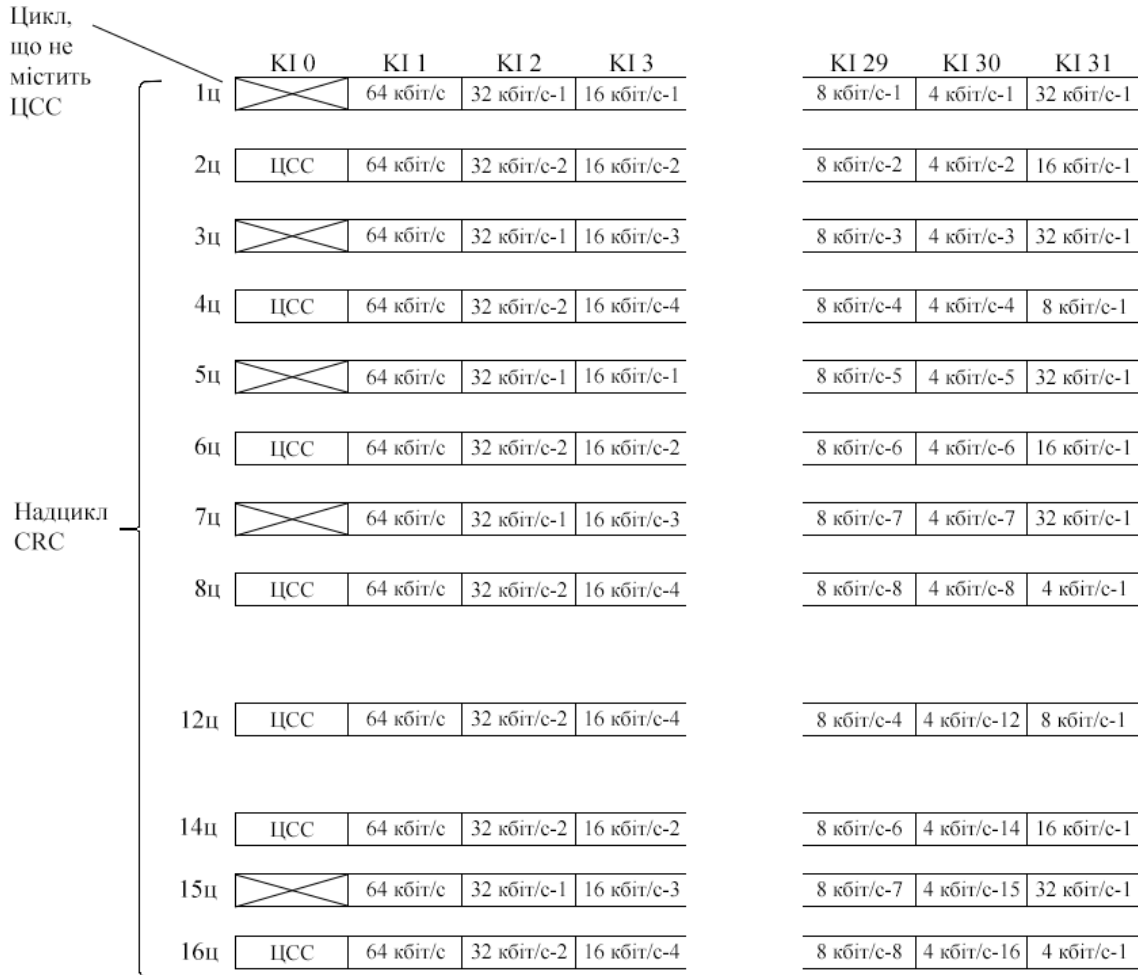


Рис. 3 Структура формування конвертів різношвидкісних каналів ЦСС — цикловий синхросигнал, КІ — канальний інтервал

Як видно з рисунку, в структурі ОЦК може бути організовано такі синхронні канали: 1 канал зі швидкістю 64 кбіт/с (КІ 1), два канали по 32 кбіт/с (КІ 2), чотири канали по 16 кбіт/с (КІ 3), вісім каналів по 8 кбіт/с (КІ 29), шістнадцять каналів по 4 кбіт/с (КІ 30) або комбінація із каналів 32, 16, 8, 4 кбіт/с (КІ 31).

В разі використання асинхронних каналів для команд узгодження швидкостей та каналів узгодження швидкостей можуть використовуватись виділені канальні інтервали або окремі біти в них.

Висновки

Запропонована структура конвертів на основі октетних канальних інтервалів стандартного групового сигналу первинної групи плезіохронної ієрархії Е1 при передаванні різношвидкісних цифрових сигналів дозволяє

максимально використовувати пропускну спроможність каналів передавання при фіксованій структурі канального інтервалу, що дає можливість узгодити структуру різношвидкісних сигналів з існуючими в мережах зв'язку.

Може бути використана в корпоративних (відомчих) мережах зв'язку, де існують обмеження пропускну здатності [19,20] та має значення зниження витрат на оренду каналів.

Перелік посилань

1. Корпоративные сети и системы связи [Электронный документ]. – Режим доступа: <http://khartep.com/ru/article/view/id/21/>
2. Соколов М. Услуги операторов связи для создания корпоративных сетей передачи данных [Электронный документ] // Информационный бюлетень Jet Info №1. – 2008. – Режим доступа: http://www.jetinfo.ru/jetinfo_arhiv/uslugi-operatorov-svyazi-dlya-sozdaniya-korporativnykh-setej-peredachi-dannykh/2008
3. Алферьева Т.И. Архитектура систем и сетей [Электронный документ]. – Режим доступа: <http://kafvt.narod.ru/Osia/Glava6.htm>
4. ITU-T: рек. G.704 – Synchronous frame structures used at 1544, 6312, 2048, 8448 and 44 736 kbit/s hierarchical levels.
5. Государственное тарифное регулирование в Украине / Национальная комиссия, осуществляющая регулирование в сфере связи и информатизации. – К., 2012.
6. ВАК. Аренда выделенных каналов связи [Электронный документ]. – Режим доступа: <http://www.vak.com.ua/index.php/uslugi/arenda-vydelennykh-kanalov-svyazi>
7. Тарифы на аренду цифровых каналов связи [Электронный документ]/ БашТелекомСервис. – Режим доступа: http://ufa-ix.ru/?part_id=8,17
8. Серов В.В. Развитие тропосферной связи. История и перспективы развития / В.В. Серов, А.М. Сеченых // [Информост. Радиоэлектроника и телекоммуникации](#). – 2006, №46. – с. 37-39
9. ITU-T: рек. X.1 – International user classes of service in, and categories of access to, public data networks and Integrated Services Digital Networks (ISDNs).
10. ITU-T: рек. G.711– Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies.
11. Ломовицкий В.В. Основы построения систем и сетей передачи информации / В.В. Ломовицкий, А.И. Михайлов, К.В. Шестак, В.М. Щекотихин; под ред. В.М. Щекотихина. – М.: Горячая линия - Телеком, 2005. – 382с.
12. ITU-T рек. G.726 – 40, 32, 24, 16 kbit/s Adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM).
13. ITU-T: рек. G.729 – Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear prediction (CS-ACELP).
14. ITU-T: рек. H.323 – Packet-based multimedia communications systems.
15. ITU-T: рек. H.261 – Video codec for audiovisual services at p x 64 kbit/s.
16. ITU-T: рек.G.768 – Digital circuit multiplication equipment using 8 kbit/s CS-ACELP.
17. ITU-T: рек. H.263 – Video coding for low bit rate communication.
18. Безир Х. Цифровая коммутация / Х. Безир, П. Хойер, Г. Кеттлер ; пер. с нем. Н.К Кантонистова., В.В. Штагера. – М.: Радио и связь, 1984. – 264 с.
19. Романов О.І. Особливості побудови внутрішньостанційних трактів систем комутації мереж військового зв'язку / О.І. Романов, Г.І. Бондаренко // Збірник наукових праць КВІУЗ. – 2001. – №4. – 115-121 с.

20. Романов О.І. Забезпечення вимог до захисту інформації в перспективних мережах зв'язку військового призначення / О.І. Романов, Г.І. Бондаренко // Збірник наукових праць Національної академії оборони. Вип. № 33.

References

1. *Corporate LANs and connection systems*. Khartep Corp. Available at: <http://khartep.com/en/article/view/id/21>
2. Sokolov M. (2008) *Uslugi operatorov svyazi dlja sozdaniya korporativnyh setej peredachi dannyh* [Services of communication operators for corporate networks]. *News-bulletin of Jet Infosystems*, No 1. Available at: http://www.jetinfo.ru/jetinfo_arhiv/uslugi-operatorov-svyazi-dlya-sozdaniya-korporativnykh-setej-peredachi-dannykh/2008
3. Alfer'eva T.I. *Arhitektura sistem i setej* [The architecture of the systems and networks]. Available at: <http://kafvt.narod.ru/Osia/Glava6.htm>
4. *ITU-T G.704* – Synchronous frame structures used at 1544, 6312, 2048, 8448 and 44 736 kbit/s hierarchical levels.
5. *Gosudarstvennoe tarifnoe regulirovanie v Ukraine*. Nacional'naja komissija, osushhestvljajushhaja regulirovanie v sfere svyazi i informatizacii [State tariff regulation in Ukraine. National commission to regulate in the area of communication and information]. Kyiv, 2012.
6. VAK. *Arenda vydelennykh kanalov svyazi* [Rent dedicated communication channels]. Available at: <http://vak.com.ua/index.php/uslugi/arenda-vydelennykh-kanalov-svyazi>
7. *Tarifny na arendu cifrovyyh kanalov svyazi* [Tariffs for leased digital communication channels]. Available at: http://ufa-ix.ru/?part_id=8,17.
8. Serov V.V. and Sechenykh A. M. (2006) *Razvitie troposfernoj svyazi. Istorija i perspektivy razvitiya* [Development of tropospheric communication. History and Perspectives]. *Informost. Electronics and Telecommunications*. No 46, pp. 37-39.
9. *ITU-T X.1* – International user classes of service in, and categories of access to, public data networks and Integrated Services Digital Networks (ISDNs).
10. *ITU-T G.711* – Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies.
11. Lomovitskiy V.V., Mihaylov A.I., Shestak K.V. and Schekotihin V.M. eds. (2005) *Osnovy postroeniya sistem i setej peredachi informacii* [Fundamentals of building systems and information networks]. Moscow, Goryachaya liniya – Telekom, 382 p.
12. *ITU-T G.726* – 40, 32, 24, 16 kbit/s Adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM).
13. *ITU-T G.729* – Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear prediction (CS-ACELP).
14. *ITU-T H.323* – Packet-based multimedia communications systems.
15. *ITU-T H.261* – Video codec for audiovisual services at p x 64 kbit/s.
16. *ITU-T G.768* – Digital circuit multiplication equipment using 8 kbit/s CS-ACELP.
17. *ITU-T H.263* – Video coding for low bit rate communication.
18. Besier H., Heuer P. and Kettler G. (1984) *Digital commutation*. Publ. R. Oldenbourg Verlag München Wien, (Russ. ed.: Besier H., Heuer P., Kettler G. (1984) *Tsifrovaya kommutatsiya*, Moskva, Radio i svyaz Publ., 264 p.)
19. Romanov O.I. and Bondarenko H.I. (2001) *Osoblyvosti pobudovy vnutrishn'ostantsiynykh traktiv system komutatsiyi merezh viys'kovoho zv'yazku* [Peculiarities of building internally-station channels of switching systems networks military communication]. *Zbirnyk naukovykh prats' KVIUZ*, No 4, pp. 115-121.
20. Romanov O.I., Bondarenko H.I. *Zabezpechennya vymoh do zakhystu informatsiyi v perspektyvnykh merezhakh zv'yazku viys'kovoho pryznachennya* [Providing requirements

for data protection in perspective communication networks military appointment]. *Zbirnyk naukovykh prats' Natsional'noyi akademiyi oborony*, No 33.

Бондаренко Г. І., Коробенков П. М. Оптимізація пропускної здатності каналів зв'язку корпоративних мереж. У даній статті наводиться огляд організації засобів зв'язку між додатками в корпоративній мережі. Виявлено проблемні зони функціонування корпоративної мережі, такі як вартість орендної плати каналів зв'язку, що швидко росте зі збільшенням якості й швидкості передачі даних та оптимальне використання пропускної здатності каналів зв'язку. Пропонується спосіб рішення по оптимальному використанню пропускної здатності каналів та мінімізації витрат на оренду каналів - застосування методів стиску мовної і відео інформації та застосування змінної структури каналів шляхом використання різношвидкісних каналів передачі. Надано спосіб формування різношвидкісних каналів за рахунок використання каналних інтервалів відповідних ОЦК (октетів) в структурі сигналів ЕІ в якості конвертів, що містять в собі різношвидкісні канали.

Ключові слова: корпоративна мережа, пропускна здатність, різношвидкісні сигнали, цифровий потік.

Бондаренко Г. И., Коробенков П. М. Оптимизация пропускной способности каналов связи корпоративных сетей. В данной статье приводится обзор организации средств связи между приложениями в корпоративной сети. Выявлены проблемные зоны функционирования корпоративной сети, такие как стоимость арендной платы каналов связи, которая быстро растет с увеличением качества и скорости передачи данных и оптимальное использование пропускной способности каналов связи. Предлагается способ решения по оптимальному использованию пропускной способности каналов и минимизации расходов на аренду каналов - применение методов сжатия речевой и видео информации и применение переменной структуры каналов путем использования разноскоростных каналов передачи. Предоставлен способ формирования разноскоростных каналов за счет использования каналных интервалов соответствующих ОЦК (октетов) в структуре сигналов ЕІ в качестве конвертов, содержащих в себе разноскоростные каналы.

Ключевые слова: корпоративная сеть, пропускная способность, разноскоростные сигналы, цифровой поток.

Bondarenko G. I., Korobenkov P. M. Optimization of communication channels bandwidth of corporate networks.

Introduction. This article contains overview of the organization of communication between applications on the corporate network. It is stated that the main digital channel (channel B - 64 kbit/s) and the primary digital channel (channel E1 the digital stream - 2048 kbit/s) are used as the main channels in corporate networks. Problem areas of the functioning of the corporate network are identified. There are the rent of communication channels, which is growing rapidly with increasing the quality and speed of data transmission, and optimal use of bandwidth of communication channels.

Setting of task. Optimal use of transmission channels bandwidth and minimizing the rent cost of channels is possible in two ways - the use of compression techniques of voice and video information and the application of variable structure of channels by using various-speed transmission channels. Differential pulse code modulation, adaptive differential pulse code modulation are the modern methods of speech signals processing. Organization of various-speed channels is performed in the structure of the BCC (for speech signals) or PCR (for vid-

eo).

Suggestions for optimizing the structure of the channel signals. Proposed method of various-speed channels formation by using the channel intervals appropriate BCC (octets) in the structure of signals E1 as envelopes containing various-speed channels. Channels can be selected for synchronization procedure CRC to simplify recognition of channels in the structure of E1. In this case, the minimal speed in the channel is 4 kbit/s.

Conclusions. The proposed structure of envelopes is based on octet channel intervals of standard group signal of the primary group plesiochronous hierarchy E1 when transferring various-speed digital signals maximum allows to use the bandwidth at a fixed structure of channel interval, it makes possible to agree on the structure of the various-speed signals with the existing in communication networks.

Keywords: corporate network, various-speed signals, the digital stream.