

ТЕХНОЛОГІЇ ДОСТУПУ В ІНТЕРНЕТ В ІСНУЮЧИХ МЕРЕЖАХ КАБЕЛЬНОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ

In the article general principles are examined transmissions given on the networks of cable television, architecture of typical Node of access to the network the Internet and requirements to the equipment and organization of cable network of operator of Node.

Вступ. Передавати дані по мережах кабельного телебачення (КТБ) є актуальною задачею, оскільки такі мережі набули широкого розповсюдження і нараховують десятки кілометрів, особливо коли це стосується великих населених пунктів. Але для повноцінної роботи в Internet необхідний зворотний зв'язок між користувачем і головною станцією (де знаходиться телевізійне обладнання, і може бути розміщене обладнання для виходу в Internet), тобто лінія "вверх". Як правило при проектуванні мереж КТБ не передбачалась, використання зворотного каналу, що створило передумови для дослідження можливості модернізації мережі з надання послуг обміну даних в обидва боки.

У даній статті коротко розглядаються загальні принципи передачі даних по мережах кабельного телебачення, архітектура типового Вузла доступу до мережі Інтернет і вимоги до устаткування і організації кабельної мережі оператора Вузла.

Метою роботи є дослідження технологій доступу в Інтернет за допомогою існуючих мереж кабельного телебачення.

Для вирішення поставленої задачі необхідно провести аналіз та дослідження специфікацій існуючих мереж КТБ; здійснити огляд характеристик кабельних модемів (КМ) та мережевих компонентів, що дають змогу модернізувати існуючі та будувати нові мережі КТБ з можливістю доступу до Інтернет, виділивши при цьому переваги цієї технології.

Вузол доступу до мережі Інтернет

З точки зору кабельного оператора, Вузол доступу до мережі Інтернет є закритою системою, що має входи і виходи, що підтримують стандартні інтерфейси рис. 1.

З одного боку, Вузол підключається за допомогою широкосмугового маршрутизатора (також відомого як "головний кабельний модем" або "термінальний сервер кабельних модемів") до головної станції оператора через Ур-конвертор і суматор. Відповідно до набору специфікацій в даній області — MCNS/CableLabs Data Over Cable Service Interface Specifications

(DOCSIS – специфікація інтерфейсу сервісу передачі даних по кабелю) версії 1.0/1.1 для кожного прямого (Downstream) каналу використовується смуга в 6 МГц.



Рис. 1. Архітектура Вузла доступу до мережі Інтернет по мережах кабельного телебачення

Зворотній канал (Upstream) займає смугу від 0,2 МГц до 3,2 МГц в діапазоні 5-42 МГц (для відповідності вимогам ГОСТ може бути обмежений діапазоном 5-30 МГц). Діапазон зворотного каналу сильно зашумлений завадами від комп'ютерного обладнання.

Взаємний вплив між каналами відповідних діапазонів частот, що використовують передачу даних і телевізійні каналів досить малий, тому його впливом можна знехтувати.

З іншого боку, Вузол підключається через пограничний маршрутизатор до зовнішніх каналів зв'язку, створюючи тим самим мережу Інтернет. Підключення може здійснюватися за допомогою високошвидкісних модемів. Зі сторони абонента знаходиться кабельний модем, підключений до кабельної мережі оператора. Кабельний модем підключається до абонентського обладнання, як правило, за допомогою портів USB або Ethernet 10BaseT. У останньому випадку більшість кабельних модемів можуть надавати доступ 16 абонентським пристроям одночасно (при використанні додаткового Ethernet-концентратора або комутатора).

Як абонентське обладнання може виступати звичайний персональний комп'ютер, TV-приставка з підтримкою доступу в Інтернет або спеціалізований маршрутизатор.

Дослідження мережі КТБ при використанні специфікацій DOCSIS і DVB/DAVIC

Важливим з точки зору можливостей системи доступу є безпосередньо передача корисної інформації. При цьому слід враховувати, як швидкісні показники, так і працездатність мережі.

В даний час існує дві основні специфікації інформаційних мереж по системах кабельного телебачення. Одна з них [1], розроблена Multimedia Cable Networks System (MCNS – мультимедійна система на базі кабельної мережі), інша розроблена некомерційними організаціями Digital Video Broadcasting/Digital Audio Video Interface Council, DVB/DAVIC [2], і орієнтована на Європейські технології побудови КТБ.

Розподіл частот в DOCSIS показаний на рис. 2. Прямий канал займає смугу частот від 91 до 857 МГц.

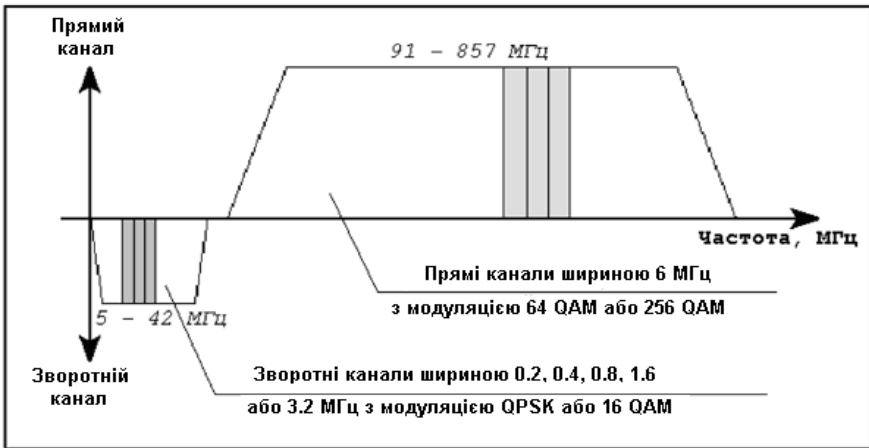


Рис. 2. Розподіл частот в DOCSIS

Розподіл частот в DVB/DAVIC представлений на рис. 3. Зворотній канал займає смугу частот 5 – 65 МГц. Ця смуга поділена на канали шириною 0.2, 1.0, 2.0 або 4.0 МГц. У зворотному каналі DVB/DAVIC використовується лише QPSK модуляція, тому максимальні бітові швидкості складають 256, 1544, 3088 і 6176 кбіт/с.

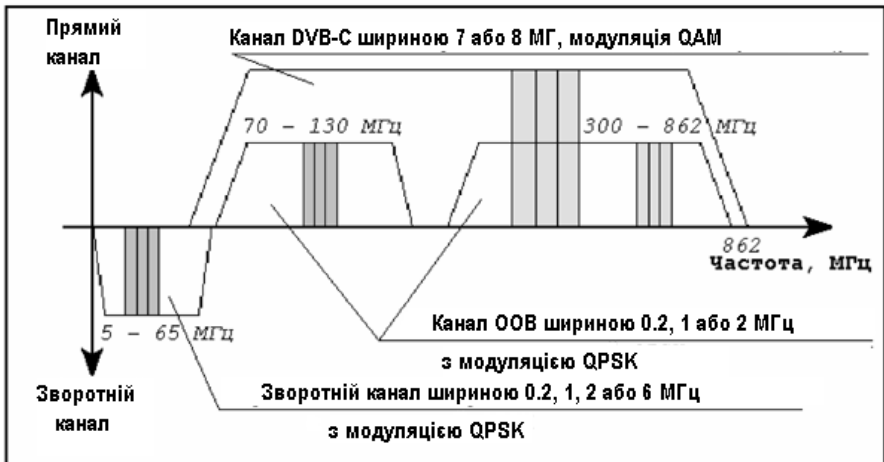


Рис. 3. Розподіл частот в DVB/DAVIC

В структурі передаваних циклів стандарту DOCSIS за основний формат передачі прийняті кадри Ethernet змінної довжини. Залежно від обсягу призначеної для користувача інформації ефективність таких циклів складає 206

до 0,98. У DVB/DAVIC за основний формат переданих пакетів прийняті комірочки ATM – ефективність передачі комірок складає 0,91. Підтримка передачі даних, зокрема TCP/IP, забезпечується за допомогою AAL5.

На рис. 4 показані залежності впливу обсягу отриманої користувачем інформації при різному обсязі інформаційних даних в кодовому слові на пропускну здатність мережі.

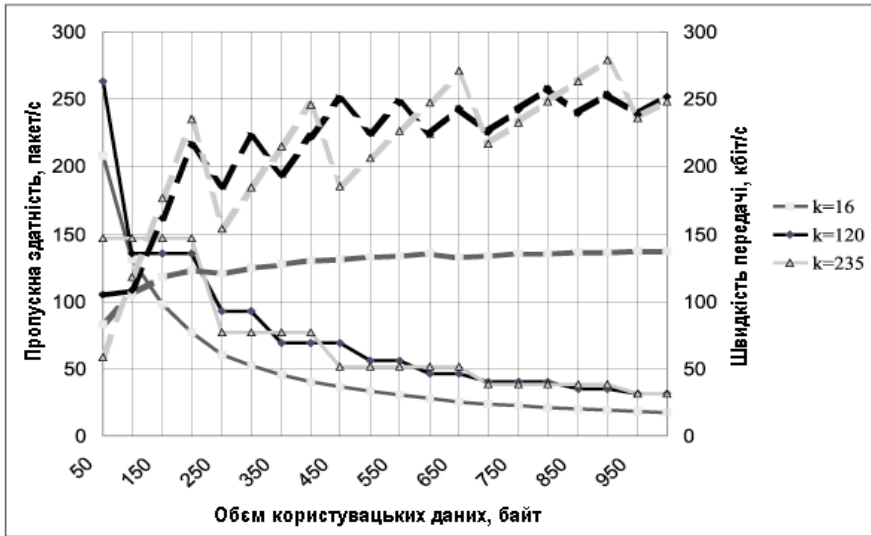


Рис. 4. Залежність швидкісних показників мережі DOCSIS від об'єму призначеної для користувача інформації при різних довжинах інформаційних даних в переданому пакеті

З представленої на рис. 4 залежності випливає, що при малій кількості користувачів мережі для збільшення ефективності використання ресурсів мережі доцільно зменшувати кількість переданих пакетів, збільшуючи при цьому об'єм корисної інформації і бітові швидкості передачі. Необхідно зазначити, що при виборі того або іншого "сценарію" роботи мережі слід виходити з переважаючого виду трафіку.

Зміною параметрів передачі даних можна оптимізувати роботу мережі і, відповідно, підключати більшу кількість абонентів при обмеженому частотному ресурсі і необхідній швидкості. З іншого боку, найбільш важливим параметром з точки зору працездатності системи є тип завадостійкого кодування. Питання завадостійкості вимагає детальнішого розгляду, оскільки при недостатній завадозахищеності мережа не буде робочою системою або, в кращому разі, неефективно передаватиме інформацію. Тому при виборі числа бітів в першу чергу необхідно враховувати структуру і характеристики самого фізичного середовища поширення.

Основним стандартом, що описує порядок надання послуг передачі даних по кабельній мережі, використовує стандарт MCNS DOCSIS 1.0/1.1. Також можливе використання стандарту EURODOCSIS, для організації прямого каналу в смузі до 8 МГц (замість 6 МГц в стандартах DOCSIS 1.0/1.1).

Відповідно до вказаного стандарту, для надання послуг передачі даних використовуються модуляції типа 64 QAM і 256 QAM в прямому каналі і QPSK і 16-QAM в зворотному. Максимальна швидкість в 10,24 Мбіт/с у випадку 16-QAM рідко коли досяжна на практиці через зашумленість каналів і конкуренції доступу.

Весь трафік в мережах кабельного телебачення йде через широкосмуговий маршрутизатор, а вказана смуга пропускання розділяється між всіма кабельними модемами, що використовують прямий і зворотній канали.

Крім двох названих є ще один міжнародний стандарт IEEE 802.14 [3, 4]. Проте через довгу відсутність прогресу в розробці він не отримав помітної підтримки, і зараз відповідна робоча група за участю компаній Broadcom і Terayon працює над фізичним рівнем наступного покоління з високою – до 30 Мбіт/с – швидкістю передачі даних у зворотному напрямі (від кабельного модему до станції). Цей стандарт називають DOCSIS 1.2.

Стек протоколів DOCSIS

Зважаючи на домінуюче положення на ринку устаткування на базі DOCSIS коротко розглянемо цю специфікацію. Стандарт включає 12 документів, що визначають інтерфейс між кабельним модемом і кінцевим устаткуванням, інтерфейс між крайовою системою (Cable Modem Termination System, CMTS) і зовнішньою мережею, радіочастотний інтерфейс, інтерфейс для зворотного телефонного з'єднання, захист і інтерфейс з системою управління (рис.5).

Рівні OSI	Протоколи DOSIS	
Вищі рівні	Додатків	
Транспортний	TCP або UDP	Контрольні повідомлення DOSIS
Мережний	IP	
Канальний	IEEE 802.2	
	DOSIS MAC	
Фізичний	До провайдера TDMA (міні-слоти)	Від провайдера TDMA (MPEG)
	5-65 МГц	8 МГц ITU-T J83 Annex A
	Гібридна оптико-коаксіальна система	

Рис. 5. Стек протоколів DOCSIS порівняно з моделлю OSI

Головна функція системи і обслуговуваною нею кабельних модемів полягає в прозорій передачі трафіку TCP/IP між кінцевим устаткуванням і розподільним вузлом. Під «прозорою передачею» мається на увазі те, що вони лише користуються стандартним інтерфейсом TCP/IP, наданим їм операційною системою. Тому кабельні модеми можуть підтримувати всі стандартні застосування на базі TCP/IP.

Канальний рівень ділиться на три підрівні, а саме: стандартний підрівень контролю каналу LLC відповідно до IEEE802.2 (пізніша модифікація IEEE802.14), підрівень захисту канального рівня і залежний від напряму передачі підрівень контролю доступу до середовища передачі. Специфікація фізичного рівня також залежить від напряму передачі і розрізняється виділеними діапазонами частот і вживаними методами модуляції, а також форматами пакетів.

Вимоги стандартів

Властивості	DOCSIS 1.x	Euro-DOCSIS	DVR-RC
Швидкість прийому	64-QAM: 27 Мбіт/с 256-QAM: 42 Мбіт/с ITU J83 Annex B FEC 6МГц Channelization	64-QAM: 38 Мбіт/с 256-QAM: 52 Мбіт/с ITU J83 Annex A FEC 8МГц Channelization	64-QAM: 38 Мбіт/с 256-QAM: 52 Мбіт/с ITU J83 Annex A FEC 8МГц Channelization, OOB
Швидкість передачі	0.320, 0.640, 1.280, 2.560 і 5.120 Мбіт/с QPSK і 0.640, 1.280, 2.560, 5.120, 10.24 Мбіт/с 16-QAM 5-42МГц	0.320, 0.640, 1.280, 2.560 и 5.120 Мбіт/с QPSK і 0.640, 1.280, 2.560, 5.120, 10.24 Мбіт/с 16-QAM 5-65МГц	1.544 Мбіт/с; 3.088 Мбіт/с Differential QPSK 5-65МГц
Продуктивність	>80% ефективності, при змішаній передачі голосу і даних, на швидкостях до 10.24 Мбіт/с в 3.2 МГц	>80% ефективності, при змішаній передачі голосу і даних, на швидкостях до 10.24 Мбіт/с в 3.2 МГц	50-72% ефективності, на швидкості 3,088 Мбіт/с в 2 МГц
Служби	Internet Access, Interactive Set-top Box, Voice over IP	Internet Access, Interactive Set-top Box, Voice over IP	Internet Access, Interactive Set-top Box
Комерційне використання	Існує	Існує	DAVIC 1.2, тепер DVR-RC
Базові протоколи	Variable Length, Native IP with QoS	Variable Length, Native IP with QoS	ATM Cell transport, with IP adaptation layer translation
Безпека	Baseline Privacy/Plus 56 біт DES CBC	Baseline Privacy/Plus 56 біт DES CBC	Відсутня

Висновки

Наведені дослідження вказують на те, що інформаційні мережі, організовані по мережах КТБ, володіють високими швидкісними показниками. Швидкості в декілька Мбіт/с дозволяють забезпечити великий набір мережевих послуг, що надаються оператором, включаючи інтерактивне телебачення. Специфікація DOCSIS володіє великим діапазоном налаштування системи для різних застосувань і при різній структурі кабельної мережі. В той же час жорстка структура і розмір переданих пакетів в DVB/DAVIC дозволяють передавати менше службової інформації, що збільшує швидкісні можливості даної системи і спрощує обладнання.

1. Катунин Г.П., Мамчев Г.В., Попантопуло В.Н., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети // Учебное пособие. Том 2 – Радиосвязь, радиовещание, телевидение. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 672с.:ил.
2. Омелянюк І.В. Цифрове ефірне телебачення // Посібник для фахівців телебачення. – К.: ЗАО «Телерадіокур'єр», 2009. – 192с.
3. IEEE 802.14 Working Group
4. High-Speed Cable Modems: Including IEEE 802.14 Standards / Albert A. Azzam. McGraw Hill Text (1997). 570 p.

Поступила 2.02.2010р.

УДК 004.921

Б. В. Дурняк, В. І. Сабат, Д. В. Музыка

МЕТОДИ СТЕГАНОГРАФІЧНОГО ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ ДОКУМЕНТООБІГУ

На сьогодні залишається актуальним завданням захисту паперових носіїв інформації у вигляді документів, які поширені в системах документообігу. Це насамперед пов'язано з тим, що електронні документи не можуть повністю замінити існуючі паперові документи в автоматизованих системах документообігу (АСДО). При вирішенні задач захисту інформації в паперових документах, поряд з іншими методами захисту і протидії від можливих атак модифікації, використовується стеганографія, яка характеризується та визначається такими ознаками:

- невидимість інформації, що укривається у паперовому документі (η);
- стійкість проти вільного її виявлення в документі, у якому відповідна інформація скрита (μ);
- стійкість проти спотворення прихованої інформації технологічними