

## РЕАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ TRIPLE PLAY В МЕРЕЖІ ADSL

*Розглянуто концепцію Triple Play та використанні мереж ADSL для надання послуг реального часу.*

*We consider the concept of Triple Play and use ADSL networks to provide real time.*

Ключові слова: Triple Play, мережа ADSL.

### Вступ

**Вступ.** Тріпл-плей (Triple Play) – термін, що означає принцип надання 3-х послуг: високошвидкісного доступу до Інтернету, передачі голосу і відео при забезпеченні доступу у реальному режимі часу з мінімальним відхиленням часу прийому окремих інформаційних пакетів.

**Мета** полягає в аналізі застосування ADSL мережі для використання як середовища реалізації концепції Triple Play.

**Постановка завдання.** Одним з перспективних напрямків по створенню високошвидкісних каналів в мережах абонентського доступу є використання ідеології «оптика до точки x» (FTTx), що передбачає заміну мідної частини АЛ оптичним кабелем (ОК) та просування концентратора доступу у напрямку до абонента. Сучасні мультиплексори доступу до цифрової абонентської лінії, які називають DSLAM, мають досить високі технічні характеристики: швидкість передачі даних на вході може досягати декількох Гбит/с; підтримка широкого спектру технологій доступу до цифрової абонентської лінії (ЦАЛ); простота реалізації послуг потрійної гри. Важливою перевагою є також те, що при розгортанні системи абонентського доступу (САД) використовується існуюча мідна лінія телефонної мережі загального користування (ТФЗК).

Оскільки мереж абонентського доступу (МАД) є протяжними спорудами, що покривають значні території, а отже – дорогими об'єктами, то в процесі їхнього планування та проектування слід керуватися методами теорії оптимізації, орієнтованими на мінімізацію зазначених витрат. У той же час такі методи повинні включати оцінку й прогнозування показників якості проєктованих мереж, для того щоб надмірне зниження витрат на будівництво не приводило до побудови мереж, що не забезпечують необхідної якості надаваних абонентам послуг. У даному контексті представляється актуальною розробка відповідних методів планування МАД.

**Основна частина.** Для простого користувача є актуальним надання послуги швидкісного доступу в Інтернет. Як комплексне середовище реалізації та взаємодії, користувач може використовувати додаткові сервіси:

- інтегрований файлообмінний сервіс всередині/поза мережею;
- інтегрована служба обміну миттєвими повідомленнями;
- служба віддаленого мережевого диска користувача.
- сторонні послуги обміну даними іншого характеру всередині/поза мережею;

На сьогоднішній день послуга доступу для інтернету реалізує обмін не тільки файлів. Актуальним є наданням послуг IP-телефонії. Основні послуги, що використовують можливість подачі голосу це:

- 1) телефонія (місцева, міжміська, міжнародна);
- 2) трансляція «ефірних» і «цифрових» радіостанцій;
- 3) служба голосових конференцій (окремо або спільно з відео конференціями).

Крім того, користуючись послугою телефонії в пакеті Triple Play, абонент має можливість використовувати додаткові функції:

- 1) принцип єдиного номера;
- 2) ідентифікація дзвінка з подальшим роумінгом;
- 3) голосова пошта;
- 4) утримання виклику;
- 5) мобільність телефонного номера та ін.

Однією з основних складових медіа-послуг є послуга IPTV (цифрове телебачення). Додатково доступні можливості організації відео конференцій і систем відео спостереження залежно від кінцевого устаткування.

Концепція Triple Play представлена на рис. 1.

Тріада цих послуг створить свого роду базис, по якому можна розкласти будь-яку сучасну послугу. Спочатку для цього передбачалося використовувати одну інфраструктуру мереж доступу і єдину транспортну мережу для всіх можливих послуг зв'язку (рис. 2). По суті це все та ж традиційна система зв'язку де послуги Інтернету, телефонії і телебачення надаються окремо і можуть бути об'єднані лише на рівні кабельної мережі доступу (доступ до Інтернету по телефонній парі, передача даних і телебачення по оптоволокну і ін.). Така організація послуг має вертикальний характер.

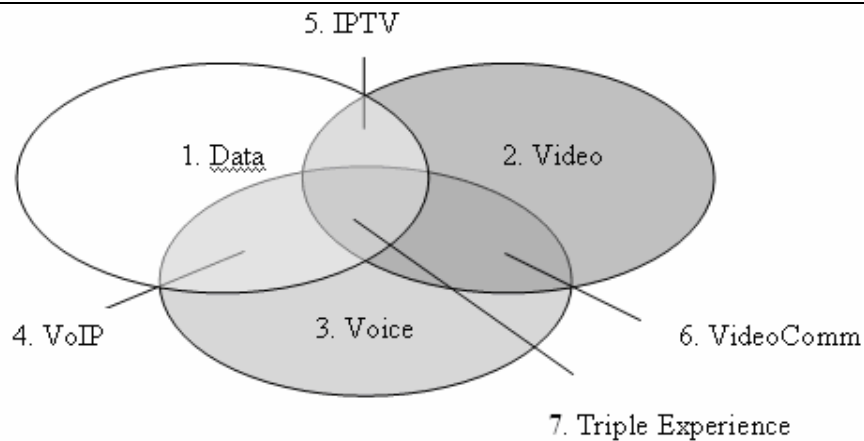


Рис.1. Послуги Triple Play

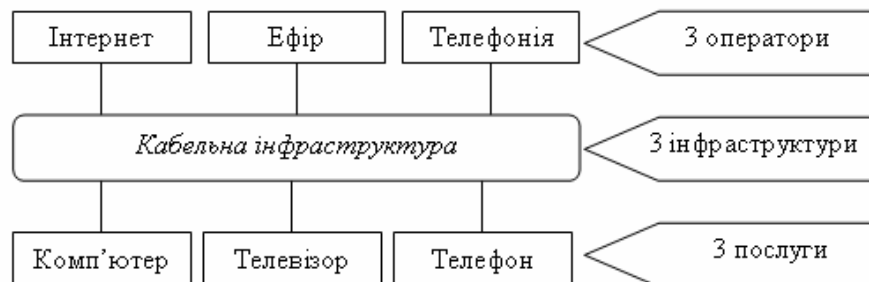


Рис. 2. Модель інфраструктури традиційних мереж для надання послуг

Концепція Triple Play пропонує використовувати для надання всіх вказаних на рис. 2 послуг єдину інфраструктуру мультисервісної мережі, що включає транспортну мережу і мережу доступу. Архітектура мережі у такому разі стає горизонтальною (рис. 3).

Перехід в концепції послуг від вертикальної до горизонтальної моделі організації і об'єднання різних послуг на рівні транспорту і доступу є істотним кроком на шляху конвергенції мережі на рівні послуг. Таким чином, концепція Triple Play стала основою для подальшої конвергенції мереж.

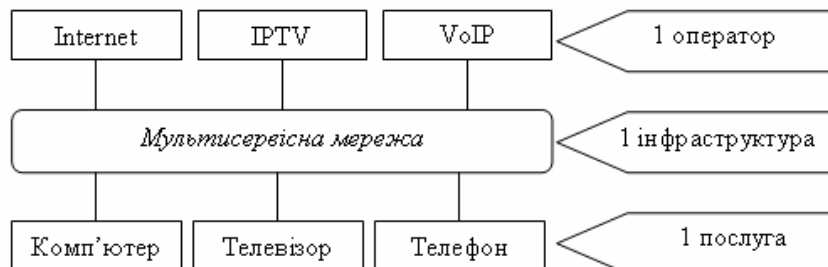


Рис. 3. Модель інфраструктури мультисервісної мережі для надання послуг

Одна і та ж тріада послуг (дані, мова, відео) може опиратися на мережі домашнього Ethernet, абонентські мережі ADSL або оптичні системи FTTx/PON, при цьому принципи надання послуг, діагностики, контролю і управління якістю будуть абсолютно однаковими. Це внаслідок принципу конвергенції сучасних мереж. Створивши єдине середовище передачі даних на основі IP, дозволяється перемішувати різні мережі доступу і надавати весь перелік послуг Triple Play в будь-яких мережах.

Концепція Triple Play в такому трактуванні представляється дуже революційною. Перерахуємо лише деякі важливі наслідки цієї концепції.

*Рівень послуг розділяється на два підрівні.* На верхньому підрівні знаходяться всі існуючі і перспективні, але доки не реалізовані послуги зв'язку, а на нижньому лише три послуги тріади. Оскільки саме тріада найближча до мережі, рішення рівня послуг виявляються уніфікованими.

*Механізм надання послуг в концепції Triple Play створюється один раз.* Для цього оператор повинен реалізувати на мережі механізми надання трьох базових послуг. Якщо це вдасться, то з їх комбінацій створюються і всі наступні послуги.

*Нові послуги відрізняються один від одного лише послідовністю композиції і декомпозиції.* Це створить основу для креативної діяльності по розробці нових послуг – досить розробити єдині правила композиції і декомпозиції. Як тільки це буде зроблено, сценарій введення послуги на мережі буде фактично готовий, оскільки механізми доставки послуг Triple Play вже розроблені.

*Концепція є відкритою для будь-яких нових послуг.* Навіть якщо послуга лише задумана, то мережа

потенційно готова для її надання. Запропоновані механізми надання Triple Play гарантують, що будь-який новий алгоритм композиції і декомпозиції може бути упроваджений на мережі.

Концепція Triple Play є відкритою для майбутніх модифікацій стратегії розвитку послуг. Як це не парадоксально, але прогнози розвитку Triple Play йдуть набагато далі викладеної тут концепції Triple Play. У разі, коли базису тріади не вистачає якою-небудь нової послуги, яка проте за задумом творців буде потрібною споживачам, ця послуга просто вводиться в набір базисних послуг. При цьому мережа належним чином модернізується, щоб надавати всім користувачам не три, а вже чотири послуги, а далі процес надання послуг розвивається в тій же самій ідеології. Будь-які перспективні послуги згодом виявляються всього лише композицією і декомпозицією з чотирьох базових послуг (цей набір можна назвати «квадрига»). Але і далі процес не завершений.

#### Особливості реалізації Triple Play в мережі ADSL

Розглянемо питання про вплив параметрів абонентської пари на якість каналу обміну ADSL. Адаптація відбувається на трьох рівнях:

1. Рівень узгодження режиму роботи в процесі «рукоштовання».
2. Рівень підлаштувань параметрів пари DSLAM-модем до параметрів хвилювального опору пари.
3. Аналіз параметрів SNR на кожній несучій і підлаштування рівнів передачі і кодування по 256 DMT.

Причина такої масштабної роботи в процесі ініціації послуги ADSL лежить в початковій філософії ADSL. Як було сказано вище, технологія ADSL з самого початку орієнтована на використання існуючих абонентських кабельних систем операторів для представлення послуг широкосмугового доступу. Внаслідок чого, основними перевагами ADSL є те, що для даної технології максимально спрощений процес міграції телефонних користувачів в користувачі ADSL.

Але перевага в області розвитку технології повертається об'єктивними труднощами технічної реалізації. Абонентські кабельні системи операторів створювались більше 100 років в різних технологічних і історичних умовах. По цій причині параметри абонентської кабельної мережі кожного оператора являються індивідуальними, а запит в параметрах абонентських пар досить довгий для того, щоб можна було гарантувати якість передачі інформації без функції динамічного підлаштування.

Таким чином, параметри якості кабельної системи представляються найбільш критичними для функціонування ADSL і виступають слабкою ланкою в цій технології.

#### Фактори, що зумовлюють можливість реалізації послуги Triple Play

Функція адаптивного підлаштування ADSL до параметрів кабельної мережі, призводить до цікавого ефекту, котрий вирізняє технологію ADSL від інших, наприклад від HDSL. В разі погіршення параметрів абонентської пари в сформованому каналі обміну даних, не збільшується параметр помилок, як в системі TDM або HDSL. Замість цього сама швидкість обміну зменшується, тоді як параметри якості передачі даних залишаються без змін. Чим гірші параметри абонентської пари, тим меншу швидкість оператор може надати користувачу. Існує навіть підхід, коли максимальну швидкість в каналі ADSL при заданій довжині пари, вважають ресурсом, а потім оцінюють втрати ресурсу через різноманітні впливи на параметри кабелю.

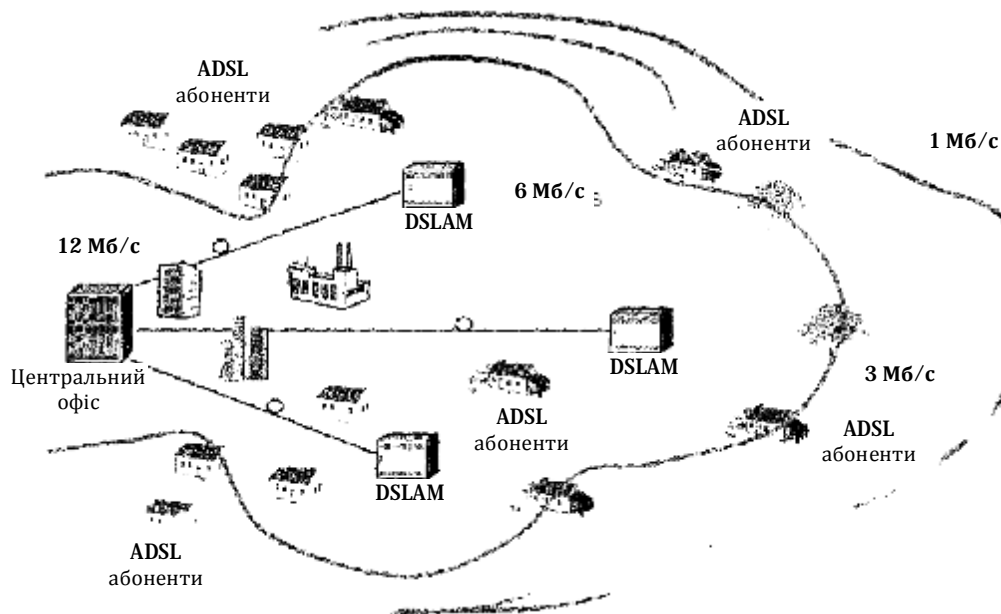


Рис. 4. "Зони якості" в мережі оператора ADSL

Існує також і об'єктивне зменшення швидкості передачі даних в ADSL по мірі віддалення користувачем від DSLAM. Дійсно, чим коротша абонентська пара, тим більшу швидкість обміну даними можна реалізувати в ній. По мірі віддалення від DSLAM зменшується скорість обміну. В результаті оператор може говорити про зони покриття послугами ADSL різної якості абонентської мережі оператора.

Відповідні обмежуючі складові якості, будуть створювати на карті мережі оператора лінії, що нагадують ізотерми і ізобари в географії, що і представлено на рис. 4.

В наведеному прикладі в центральній області мережі можуть надаватися послуги ADSL з швидкістю обміну по лінії вниз, більш як 6 Мбіт/с, далі йде область, де граничним значенням буде 5 Мбіт/с, потім 4 Мбіт/с та ін.. Для того, щоб в технології ADSL змінити зону покриття послугами слідє наблизити DSLAM до потенційного користувача, що також представлено на рис. 4, де показані декілька віддалених DSLAM, з'єднаних з вузлами зв'язку по оптоволоконним каналам зв'язку.

Варто відмітити, що зона покриття мережі послугами ADSL представляє собою оцінку по середнім розрахункам параметрів якості. На кожному конкретному кабелі досяжна швидкість передачі може бути суттєво менше розрахункової. Крім того, розрахунок максимальної швидкості передачі не враховує індивідуальних впливів на пару зі сторони системи зв'язку чи зовнішніх факторів.

#### Мінімізація впливу стану лінії ADSL на процес передачі.

Використання медіа-контенту навантажує мережу будь-якого типу. Для мереж типу ADSL проблема особливо поглиблюється через невеликі робочі швидкості та присутню асиметрію між вхідним та вихідним (Down Stream та Up Stream), що може сягати межі у 24 Мб/с вхідного потоку проти 2 Мб/с вихідного. Оскільки типовим режимом роботи системи є прийом даних з незначним вихідним потоком, така ситуація в принципі є типовою.

З послугами Triple Play абонент мережі є не тільки пасивним приймачем, а також може виступати і ініціатором вихідного потоку (голосові та відео послуги).

Якщо дві підмережі з'єднані каналом з невисокою пропускну здатністю, наприклад телефонною лінією, то може виникнути ситуація, в якій передача даних по мережі буде супроводжуватися додатковою затримкою. Це пов'язано з тим, що швидкість підключення до мережі кінцевих станцій набагато перевищує швидкість каналу зв'язку між підмережами, в результаті чого канал зв'язку стає вузьким місцем даної мережі. Це відбувається тільки при використанні протоколу TCP, орієнтованого на з'єднання.

Якщо вузол-приймач, підключений до мережі з досить високою швидкістю, наприклад 100 Мб / с Ethernet, знаходиться за комп'ютером під управлінням Windows XP, на якому запущена служба загального доступу до підключення Інтернету (ICS), і сервер, обмінюються даними з вузлом-приймачем, також підключений до мережі з досить високою пропускну здатністю і знаходиться за вузлом віддаленого доступу, то виникає описана вище проблема. В цьому випадку, виходячи з швидкості локальної мережі вузла-приймача, на вузлі-приймачі встановлюється великий розмір вікна прийому. Вузол-відправник починає передачу, використовуючи порівняно малий розмір вікна, але, якщо при передачі відсутні помилки, поступово збільшує розмір вікна.

Це може вплинути на продуктивність інших підключень, що існують в даній мережі і використовують протокол TCP. Їх пакети змушені будуть довго перебувати в черзі, чекаючи відправки по повільному каналу зв'язку. Якщо при передачі відбувається помилка, то дані передаються повторно, ще більш завантажуючи канал зв'язку.

Щоб уникнути подібної ситуації, необхідно, щоб комп'ютер, який знаходиться на кордоні підмережі і на якому запущена служба загального доступу до підключення Інтернету, автоматично зменшував розмір вікна передачі відповідно до швидкості каналу зв'язку меншою продуктивності, перевизначаючи при цьому параметри, зазначені приймачем. Це дозволить збільшити продуктивність, оскільки розмір вікна буде встановлюватися таким чином, як якщо б вузол-приймач був підключений безпосередньо до повільного каналу зв'язку. Подібне регулювання розмірів вікна здійснюється планувальником QoS-пакетів (рис. 5), що виконується на комп'ютері, на якому запущена служба загального доступу до підключення Інтернету.

#### Висновок.

Представлений аналіз властивостей мережі ADSL як транспортної служби передачі даних показує складність прогнозування практичної швидкості мережі у кінцевого споживача. Не постійність швидкості передачі, що обумовлена станом мережі, в свою чергу веде до стрибків навантаження лінії.

#### Література

1. Minoux M. Network synthesis and optimum network design problems: Models, solution methods and

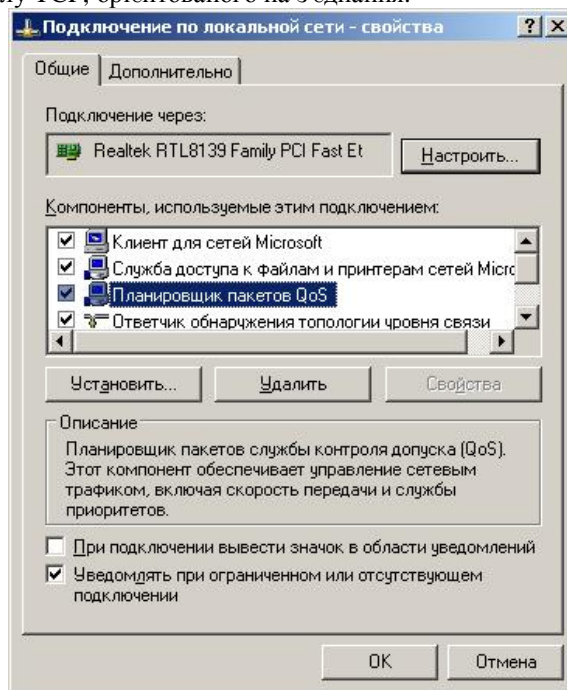


Рис. 5. Служба QoS в системных наладках сетевого адаптера

applications // Networks. – 1999. – Vol. 19 – P. 313-360.

2. Бриндзій О.В., Крикун В.С. Методика оцінки швидкісного потенціалу з'єднань ADSL2+ для надання послуг Triple Play Service // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – №2(44). – С. 58-62.

3. ITU-T Rec. G.997.1. ADSL Management. – ITU-T, 2003. – 128 p.

Рецензент: д.т.н. Троцишин І.В.  
Надійшла 20.2.2012 р.

За зміст повідомлень редакція відповідальності не несе

**Повні вимоги до оформлення рукопису**  
**<http://visniktup.narod.ru/rules/>**

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Хмельницького національного університету,  
протокол № 7 від 22.02.2012 р.

Підп. до друку 23.02.2012 р. Ум.друк.арк. 18,26 Обл.-вид.арк. 22,65  
Формат 30x42/4, папір офсетний. Друк різнографією.  
Наклад 100, зам. № \_\_\_\_\_

---

Тиражування здійснено з оригінал-макету, виготовленого  
редакцією журналу “Вісник Хмельницького національного університету”  
редакційно-видавничим центром Хмельницького національного університету  
29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 7/1. тел (0382) 72-83-63