

ДОСЛІДЖЕННЯ СЕРЕДНІХ ЧАСОВИХ ПАРАМЕТРІВ ВУЗЛА ДОСТУПУ ДЛЯ АБОНЕНТІВ, ЯКІ КОРИСТУЮТЬСЯ МУЛЬТИСЕРВІСНИМИ ПОСЛУГАМИ

Дослідження середніх часових параметрів вузла доступу для абонентів, які користуються мультисервісними послугами. Розглянуто модель системи, яка пропонує комплекс сучасних телекомунікаційних сервісів — Triple Play. В нього входить три види послуг: високошвидкісний інтернет, інтернет-телефонія та інтернет-телебачення. Незаперечною перевагою для абонентів є можливість отримати комплекс послуг з одних рук. Запропоновано модель теорії масового обслуговування, яка дозволяє розрахувати максимальну величину середньої тривалості обслуговування одного пакету від середнього часу затримки в мережі доступу.

Ключові слова: широкосмугова цифрова технологія, затримка передачі пакетів, теорія масового обслуговування, якість обслуговування, мультисервісні послуги, triple play.

Вступ

В умовах швидкого розвитку стільникових мереж мобільного зв'язку, зростають вимоги користувачів до надання послуг з високою якістю обслуговування. Цьому в значній мірі сприяє поява нових телекомунікаційних сервісів. Використовуючи широкосмугову цифрову технологію, компанії пропонують комплекс сучасних телекомунікаційних сервісів — Triple Play.

В нього входить три види послуг:

- високошвидкісний інтернет
- інтернет-телефонія
- інтернет-телебачення

Основний принцип надання послуги - підключившись по каналу широкосмугового доступу, абонент отримує одночасно три сервіси замість одного. Незаперечною перевагою для абонентів є можливість отримати комплекс послуг з одних рук [1].

Впровадження Triple Play несе кардинальні зміни, насамперед, в існуюче телебачення. По-перше, телебачення перейде у цифровий формат, звук та зображення будуть якіснішими; по-друге, ТВ перетвориться в інтерактивну послугу. Глядач обмежується лише вибором каналу, то при використанні інтерактивного ТВ користувач буде самостійно вирішувати, яку передачу дивитися. ТВ являє собою потокове відео, що передається IP протоколом. Таке телебачення позначається терміном IPTV — за назвою технології передачі [2].

Науково обгрунтоване планування та оптимізація телекомунікаційних систем і мереж, що забезпечують надання послуг із заданим показниками якості обслуговування, є дуже складною науково-технічною та економічною проблемою, без вирішення якої неможливе створення інформаційної інфраструктури, що відповідає потребам розвиненого суспільства.

Дослідження середніх часових параметрів вузла доступу для абонентів, які користуються мультисервісними послугами є актуальним і важливим питанням. Оскільки основний вплив на якість надання послуг мають такі характеристики мережі, як затримка, втрати пакетів, продуктивність мережі та інші.

Модель для розрахунку максимальної величини середньої тривалості обслуговування одного пакету від середнього часу затримки в мережі доступу.

В даному випадку вимоги до затримки середнього часу пакету визначаються гарантіями якості обслуговування, наданими оператором користувачеві та параметрами QoS, які описані в рекомендації МСЕ Y.1541. Зокрема, затримка середнього часу пакету в мережі доступу при передачі мови з кінця в кінець не повинна перевищувати 100 мс, а ймовірність перевищення затримки порога в 50 мс, не повинна перевершувати 0,001, тобто $\overline{t_b} \leq 100$ мс, $p\{t_n > 50 \text{ мс}\} \leq 0,001$ Затримка з кінця в кінець складається з наступних складових:

$$t_n = t_{накет} + t_{ад} + t_{core} + t_{буф} \quad (1)$$

де t_n - час передачі пакета з кінця в кінець; $t_n = t_{накет} + t_{ад} + t_{core} + t_{буф}$; $t_{накет}$ - час пакетизації (залежить від типу трафіка і кодека); $t_{ад}$ - час затримки при транспортуванні в мережі доступу; t_{core} - час затримки при поширенні в транзитній мережі; $t_{буф}$ - час затримки в приймальному буфері.

У даному випадку для опису процесу, що відбувається, можна скористатися моделлю з теорії масового обслуговування M/G/1. Для даної моделі відома формула, що визначає середній час виклику в системі (формула Полячека - Хинчина):

$$t_{adj} = \frac{\tau_j(1+C_b^2)}{2 \cdot (1-\lambda_j \cdot \tau_j)} \quad (2)$$

де τ_j - середня тривалість обслуговування одного пакету; λ_j - параметр потоку (інтенсивність пакетів $\lambda_1 = 7,25 \cdot 10^6$, $\lambda_2 = 73,12 \cdot 10^6$); t_{adj} - середній час затримки пакету в мережі доступу, $t = 0,005c$; C_b^2 - квадрат коефіцієнта варіації, 0,2.

Розрахунок залежності максимальної величини середньої тривалості обслуговування одного пакету від середнього часу затримки в мережі доступу для кодеків G.711u та G.723m.

Тип сервісу визначають з допомогою параметрів необхідної якості обслуговування [3]. Ці параметри повинні використовуватися для управління і вибору оптимальних робочих характеристик при передачі даяграми через конкретну мережу.

Реально вибір здійснюється між трьома альтернативами: малою затримкою, високою достовірністю і високою пропускнуою спроможністю [4]. Основні характеристики кодеків представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Основні характеристики кодеків

Тип кодека	Швидкість передачі кбіт/с, (RGJ)	Тривалість датаграми, мс (TPDU)	Затримка пакетизації, мс	Смуга пропускання для двонаправленого з'єднання, кГц	Затримка в джиттер-буфері	Оцінка MOS
G.711u	64	20	1	174,4	2 датаграми, 40 мс	4,4
G.723m	6,3	30	67,5	43,73	2 датаграми, 60 мс	3,87

З табл. 1 видно, що застосування кодеків з низькою швидкістю "з'їдає" основну частину бюджету затримки. Затримка в приймальному буфері також велика, тому мережа доступу і транспортна мережа повинні забезпечувати мінімальну затримку

Припустимо, що затримка мережі доступу не повинна перевищувати 5мс. Час обробки заголовка IP-пакета близько до постійного. Розподіл інтервалів між надходженнями пакетів відповідає експоненціальному закону.

Коефіцієнт варіації має сенс використовувати при не нульових середніх значеннях. Варіація затримки пакету IP, або джиттер, проявляється в тому, що послідовні пакети

прибувають до одержувача в довільні моменти часу. Крім того, час обробки IP – пакета, значною мірою залежить від використовуваних на маршрутизаторі правил обробки [5].

З формули (2) слідує залежність максимальної величини тривалості обслуговування одного пакету від часу затримки в мережі доступу.

$$\tau_j = \frac{1}{\lambda_j + \frac{1+C_b^2}{2 \cdot t_{adj}}} \quad (3)$$

Результати розрахунку залежності максимальної величини тривалості обслуговування одного пакету:

$$T1_j = \frac{1}{\lambda_1 + \frac{1+C_b^2}{2 \cdot t_{adj}}} = \frac{1}{7.25 \cdot 10^6 + \frac{1+0.2}{2 \cdot 0.005}} = 1.37 \cdot 10^{-7}, c$$

$$T2_j = \frac{1}{\lambda_2 + \frac{1+C_b^2}{2 \cdot t_{adj}}} = \frac{1}{73.12 \cdot 10^6 + \frac{1+0.2}{2 \cdot 0.005}} = 1.365 \cdot 10^{-8}, c$$

Результати розрахунку залежності тривалості обслуговування одного пакету від часу затримки в мережі доступу наведені у табл. 2 і на рис. 1, 2.

Таблиця 2

Результати розрахунків залежності тривалості обслуговування одного пакету від часу затримки

$T1_j =$	$T2_j =$
$1.274 \cdot 10^{-7}$	$1.356 \cdot 10^{-8}$
$1.325 \cdot 10^{-7}$	$1.362 \cdot 10^{-8}$
$1.335 \cdot 10^{-7}$	$1.363 \cdot 10^{-8}$
$1.342 \cdot 10^{-7}$	$1.364 \cdot 10^{-8}$
$1.347 \cdot 10^{-7}$	$1.364 \cdot 10^{-8}$
$1.351 \cdot 10^{-7}$	$1.365 \cdot 10^{-8}$
$1.354 \cdot 10^{-7}$	$1.365 \cdot 10^{-8}$
$1.357 \cdot 10^{-7}$	$1.365 \cdot 10^{-8}$
$1.367 \cdot 10^{-7}$	$1.366 \cdot 10^{-8}$

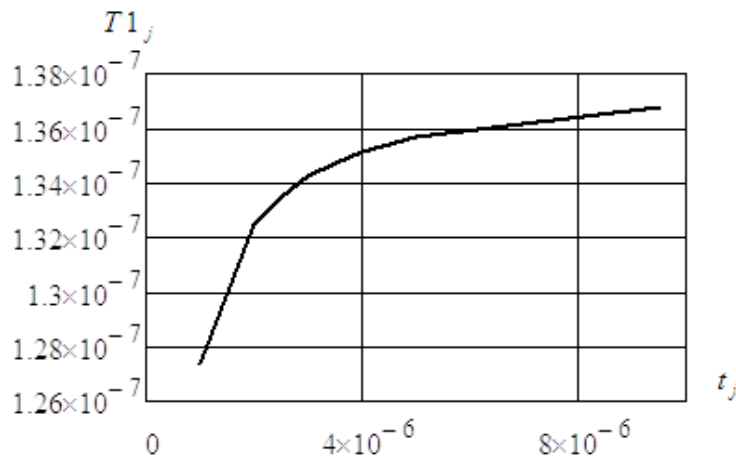


Рис. 1. Залежність тривалості обслуговування одного пакету від часу затримки в мережі доступу T1 для кодека G.711u

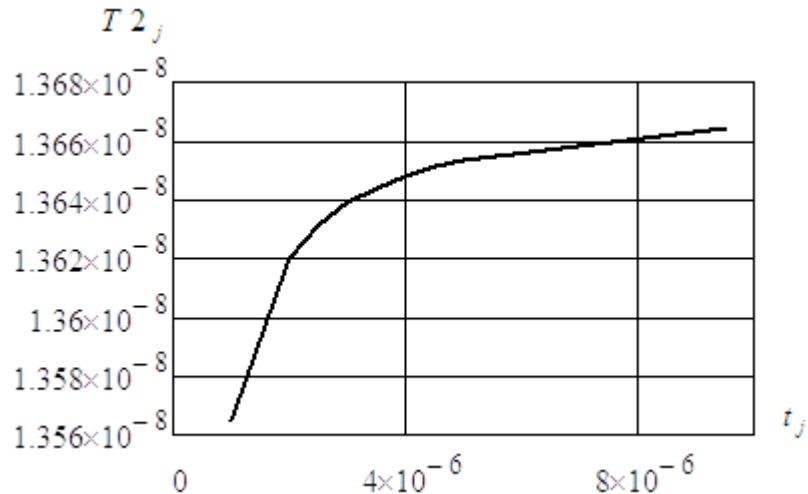


Рис. 2. Залежність тривалості обслуговування одного пакету від часу затримки в мережі доступу T2 для кодека G.723m [6]

Висновки

1. Побудована модель дає можливість розрахувати один з найбільш важливих параметрів мережі, а саме час обслуговування одного IP- пакета певної довжини і його залежність від часу затримки в мережі доступу.

2. Визначено максимальну величину середньої тривалості обслуговування одного пакету від середнього часу затримки в мережі доступу для кодека G.711u $\tau_1 = 1,37 \cdot 10^{-7}$ с та кодека G.723m, $\tau_2 = 1,365 \cdot 10^{-8}$ с.

Література

1. Лихтциндер Б.Я. Интеллектуальные сети связи / Б.Я. Лихтциндер, М.А. Кузякин, А.В. Росляков, С.М. Фомичев - М.: Эко-Трендз, 2000.- 205 с.: ил.
2. Алексеев Е.Б. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей. Учебное пособие для вузов / Алексеев Е.Б, Гордиенко В.Н., Крухмалев В.В. и др.; Под редакцией В.Н. Гордиенко и М.С. Тверецкого. – М.:Горячая линия,Телеком, 2008. -392 с.
3. Захарченко Н.В. Оптимизация и моделирование систем связи / Захарченко Н.В., Нудельман П.Я.; - Учеб. Пособие / Одеск. электротехн. ин-т связи им. А.С. Попова.- Одесса, 1988.-Ч.1.-86 с.
4. Гинзбург Б. М. Статистический способ управления сетью передачи данных с коммутацией сообщений / Гинзбург Б. М., Шварцман В. О.; – В кн.: Информация и информационные сети; – М. : Наука, 1977. – С. 179–186.
5. Гольденберг Л. М. Цифровая обработка сигналов / Л.М. Гольденберг, Б.Д. Матюшкин, М.Н. Поляк. – М.: Радио и связь, 1990. – 150 с.
6. Кирьянов Д.В. Самоучитель Mathcad 15 Спб.: БХВ- Петербург,2010.-528 с.: ил.

Надійшла 13.05.2015 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Вишнівський В.В.