

УДК 621.391

## ПРИНЦИПИ УПРАВЛІННЯ ЦИФРОВИМИ ПОТОКАМИ У ІНТЕГРОВАНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Воробієнко П.П., Тихонов В.І., Голубова О.В., Тихонова О.В.

Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, Україна

## Анотація

Розглянуто основні принципи управління цифровими потоками в інтегрованій технології телекомунікацій для застосування в мультисервісних мережах майбутніх поколінь. Запровадження цих принципів дозволить суттєво зменшити навантаження каналів зв'язку службовим трафіком у порівнянні з відомою концепцією «All over IP» для мереж NGN.

## Abstract

The basic principles of the digital flow control in the integrated telecommunication technology addressed for utilization in the multiservice future generation networks. The implementation of these principles enables considerable reduction of the administration traffic in the communication channels in comparison with the conventional "All over IP" concept of the NGN networks.

Одним із головних досягнень світової галузі телекомунікацій є сучасна мережа Інтернет, побудована за принципом статистичного мультиплексування даних на базі пакетного обміну. Реалізація цього принципу забезпечує високу ступінь ущільнення каналів зв'язку (і відповідно суттєве здешевлення передачі інформації) у порівнянні з традиційними і новими методами комутації каналів в телефонії і комп'ютерних мережах. Незважаючи на те, що метод комутації пакетів зіткнувся з труднощами забезпечення якості сервісу у застосуваннях реального часу (голос, відео), економічний фактор став вирішальним у визначенні стратегічного напрямку побудови мультисервісних мереж наступних поколінь (NGN) на базі пакетного обміну даних. В силу об'єктивних причин, компромісним варіантом пакетного обміну в сучасній концепції NGN є використання протоколу IP з перспективою поступового переходу від IPv4 до IPv6, [1]. Проблема якості сервісу в IP-мережах пов'язана з непередбаченістю затримок у процесі багаторазової маршрутизації IP-пакетів по мірі їх просування по мережі. Частковим вирішенням цієї проблеми має стати побудова транспортного ядра світової мережі Інтернет нового покоління за принципом багато-протокольної комутації по мітках (MPLS). Проект транспортного профілю комутації по мітках (MPLS-TP) започатковано у 2008 р. в рамках об'єднаної робочої групи IITU-T і IETF, [2].

Очікуваним результатом реалізації проекту MPLS-TP, разом з впровадженням IPv6 і стандартів 4G, є забезпечення ширококутного стаціонарного та мобільного доступу до ресурсів мережі Інтернет і надання користувачам достатньо повного набору сервісів високої якості (у т.ч. мультимедійних послуг, голосового та відео обміну тощо). Проте існує ряд факторів, які стримують втілення цих ідей.

По-перше, перехід від IPv4 до IPv6 не може бути здійснено простою заміною номеру 4 на 6 у першому полі заголовка IP-пакета. Фактично, IPv6 – це суттєво відмінна від IPv4 технологія, впровадження якої потребує не менше зусиль і витрат часу, ніж будь якої іншої нової технології. У зв'язку з цим виникає питання про доцільність широкого впровадження в мережах майбутніх поколінь технології IPv6, яка була створена близько 20 років тому (1992–1996 рр.) і на поточний момент часу вже морально застаріла. Як відомо, мультисервісні послуги на базі IP потребують багаторівневої інкапсуляції даних. Це ускладнює взаємодію різних рівнів і перевантажує канали надлишковою службовою інформацією, що міститься у заголовках відповідних протоколів, [3]. Особливо чутливим до службового навантаження є аудіо трафік, в якому для зменшення затримок накопичення даних треба мінімізувати довжину голосових кадрів.

По-друге, технологія MPLS (навіть у спрощеному варіанті MPLS-TP), так само як і інші альтернативні варіанти побудови транспортної мережі (наприклад, PBB-TE), є чутливою до зростання масштабів транспортного домену з точки зору швидкості встановлення та відновлення з'єднань. Зокрема, вимога відновлення розірваного з'єднання в межах 50 мс принципово обмежує кількість вузлів в домені MPLS. Таким чином, сучасні підходи до побудови транспортного ядра Інтернету не можуть забезпечити гарантоване з'єднання для кінцевих абонентів глобальної мережі. У зв'язку з цим виникає актуальна науково-технічна проблема створення системно обґрунтованої технологічної платформи для побудови конвергентних інфокомунікаційних мереж на довгострокову перспективу, з урахуванням досвіду попередніх досліджень і нових викликів часу.

На кафедрі «Мережі зв'язку» Одеської національної академії зв'язку ім. О.С.Попова розроблено принципово нову концепцію інтегрованої технології телекомунікацій (ІТТ) для побудови мереж більш віддалених майбутніх поколінь, [4]. В технології ІТТ введено поняття окремого цифрового потоку (Single Digital Flux – SDF), яке узагальнює і розвиває основні властивості відомих методів комутації каналів і пакетів у вигляді методу динамічного управління потоками (Dynamic Flux Control – DFC). На відміну від загальноприйнятої концепції NGN (All over IP), технологія ІТТ орієнтована на з'єднання і передбачає підтримку багатоканального з'єднання кінцевих абонентів виключно засобами самої мережі. Такий підхід природно відповідає ключовому принципу ІТУ-Т про розмежування транспортної і сервісної функцій в мережах NGN.

В технології ІТТ типи з'єднань визначаються за двовимірною шкалою якості сервісу, [5]. Перший напрямок шкали QoS визначає середню (за певний період) пропускну спроможність з'єднання, а другий напрямок – стабільність пропускну спроможності у часі. По кожному з двох напрямків шкали QoS тип з'єднання змінюється поступово з заданою дискретністю.

Кожний вузол мережевого сегменту ІТТ має власну динамічну таблицю керування потоками (Flux Control Table – FCT), в якій під номером 0 значиться так зване «пусте з'єднання» (тобто передача даних

без з'єднання на кшталт пакетної передачі даних по IP). Окремим цифровим потоком SDF у інтегрованій технології телекомунікацій ІТТ визначено послідовність сегментів даних у каналі зв'язку (одноканальній фізичній лінії або окремому мультиплексному тракті передачі), які мають специфічний набір параметрів управління відповідно до заданого в таблиці FCT номеру з'єднання, а також послідовність сегментів команд, які виконують функцію комутації з'єднання або модифікацію параметрів управління для порожнього з'єднання за номером 0.

Сегменти даних SDF не мають індивідуальних заголовків (як це прийнято в технології IP), натомість роль заголовків виконують параметри таблиці FCT. Для передачі деякої безперервної послідовності сегментів даних одного потоку SDF, попередньо, за допомогою однієї чи декількох сегментів команд, передається набір параметрів, необхідний для управління сегментами даного SDF (наприклад, номер з'єднання від 1 і вище, або номер порожнього з'єднання 0 і конкретний набір параметрів: адреси одержувача та відправника, тип з'єднання або клас сервісу, максимальна тривалість даного з'єднання тощо). Будь яка команда управління потоками модифікує один чи декілька параметрів таблиці FCT.

Таким чином, навіть при передачі даних в пакетному режимі без з'єднання, набір параметрів управління безперервним ланцюгом сегментів одного потоку SDF необмеженої довжини передається лише один раз. За рахунок цього суттєво знижується навантаження каналів зв'язку службовою інформацією, яке має місце при багаторівневій інкапсуляції даних в мультисервісних мережах на базі IP.

В технології ІТТ загальний мультиплексний цифровий потік у каналі зв'язку (Multiplexed Digital Flow – MDF) визначається як випадкова послідовність сегментів даних і сегментів команд окремих SDF. Потік MDF за своєю структурою має ознаки так званого зворотного (або префіксного) програмного коду, який використовується у багатьох мовах програмування інтерпретаційного типу (Forth, Perl, Python тощо). Отже, комутатор потоків SDF у технології ІТТ формально виконує функцію дискретного автомату, який обробляє відповідно заданому алгоритму одну вхідну послідовність команд для кожного порту вводу даних комутатора і перетворює її у декілька вихідних послідовностей команд і даних для кожного з вихідних портів комутатора. Це створює умови для розробки широкого спектру конкретних протоколів і апаратно-програмних драйверів для передачі різних типів трафіку в мультисервісних мережах на базі ІТТ з підтримкою найвищих стандартів якості.

Реалізація принципів динамічного управління потоками за технологією ІТТ передбачає побудову спеціалізованих мережевих адаптерів фізичного рівня (які забезпечують взаємодію двох суміжних вузлів мережі ІТТ), а також комутаторів цифрових потоків. Експериментальні зразки двох адаптерів ІТТ, які підключаються до стандартної шини USB2, створені в ОНАЗ ім.О.С.Попова і пройшли успішні попередні тестування. Базові функції комутатора потоків ІТТ відтворені на рівні імітаційної моделі у середовищі Linux.

#### Список використаних джерел:

1. The Next Generation Network: Issues and Trends [Електронний ресурс] / Yong Zheng // A dissertation submitted to Auckland University of Technology as a part of the requirements for the degree of Master of Computer and Information Sciences. - 2008. - 47 p. - Режим доступу до журн.: <http://aut.researchgateway.ac.nz/bitstream/handle/10292/680/ZhengY.pdf?sequence=4>
2. Understanding MPLS-TP and Its Benefits [Електронний ресурс] / Cisco Systems, Inc. // White Paper. - 2009. - C11-562013-00. - 6 p. - Режим доступу до журн.: [http://www.cisco.com/en/US/technologies/tk436/tk428/white\\_paper\\_c11-562013.pdf](http://www.cisco.com/en/US/technologies/tk436/tk428/white_paper_c11-562013.pdf)
3. Воробієнко П.П. Формирование служебной информации в процессе сеанса связи сетевых компьютерных приложений / П.П. Воробієнко, М.И. Струкало, С.М. Струкало // 64-а науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів: матеріали конф. Ч.1 Інфокомунікації. – О.: ОНАЗ ім. О.С.Попова, 1-4 грудня 2009. – С. 92-94.
4. Принципы сетевой интеграции по технологии ІТТ / В.П. Семиноженко, В.М. Горицкий, П.П. Воробієнко, В.И. Тихонов // Электросвязь. - 2012. - № 6. - С. 1-6.
5. Оценка качества сервиса в интегрированной технологии телекоммуникаций [Електронний ресурс] / В.И. Тихонов, О.В. Голубова // Проблемы телекоммуникаций. - 2010. - № 1 (1). - С. 115-125. - Режим доступу до журн.: [http://pt.journal.kh.ua/2010/1/1/101\\_tikhonov\\_itt.pdf](http://pt.journal.kh.ua/2010/1/1/101_tikhonov_itt.pdf)