

УДК 621.395.74

*Олександр Герцій
Руслан Гребінь*

**МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЗВ'ЯЗКУ
МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖ**

Важливим питанням розвитку сучасних телекомунікаційних мереж є забезпечення ефективності їх роботи та відповідних параметрів якості надаваних послуг. Тому розробка і впровадження ефективних методик та засобів забезпечення якості зв'язку є актуальним завданням сьогодення. В роботі проведено аналіз проблем забезпечення якості в сучасних телекомунікаційних мережах та розглянуто сучасні методи вирішення поставленого завдання.

Важным вопросом развития современных телекоммуникационных сетей является обеспечение эффективности их работы и соответствующих параметров качества предоставляемых услуг. Поэтому разработка и внедрение эффективных методик и средств обеспечения качества связи является актуальной задачей сегодняшнего дня. В работе проведен анализ проблем качества в современных телекоммуникационных сетях и рассмотрены современные методы решения поставленной задачи.

Important issues of modern telecommunication networks is to ensure their efficiency and appropriate service delivery options. Therefore, the development and implementation of effective methods and means of ensuring the quality of communication is the urgent task of today. This paper analyzes the problems of quality assurance in modern telecommunications networks and the Modern solution to the problem.

Вступ

У наш час розвиток телекомунікаційних мереж відбувається в напрямку зростання кількості інформаційних послуг, впровадження нових телекомунікаційних технологій та їх конвергенції. Проте обмежені можливості традиційних мереж є стримуючим чинником на шляху впровадження сучасних інфокомунікаційних ресурсів. Тому актуальним постає завдання побудови універсальних мереж, що здатні однаково ефективно та якісно надавати послуги різного роду, що включають передачу голосу, даних та відео.

Так, в останні роки спостерігається перехід від різнорідних телекомунікаційних мереж, кожна з яких була призначена для забезпечення певного типу послуг, до мереж наступного покоління (NGN) або ж так званих мультисервісних мереж (MCM).

© Герцій О. А., Гребінь Р. О., 2012

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

Їх інноваційна сутність полягає в тому, що вони забезпечують більш гнучке, швидке та ефективне середовище передачі, адже не прив'язані до концепції каналу й забезпечують повнозв'язність мережі. Це досягається за рахунок фізичного й логічного відділення передачі та маршрутизації пакетів, а також устаткування передачі (маршрутизаторів, комутаторів, шлюзів) від пристроїв та логіки керування викликами й послугами. Як результат, мультисервісні мережі нового покоління представляють еволюцію вже існуючих телекомунікацій на шляху інтеграції, що відображається в злитті мереж і технологій.

При проектуванні мультисервісних мереж прагнуть знайти такий варіант побудови їх оптимальної структури, який би задовольняв необхідну потребу в зв'язку при найменших загальних витратах, обслуговуванні та наступному розвитку мережі. При цьому просте нарощування об'ємів інфокомунікаційних послуг мережі може негативно позначитися на показниках якості обслуговування базових послуг зв'язку і роботи мережі взагалі.

Все це вимагає проведення детального аналізу структури та майбутніх функцій самої мережі при її проектуванні чи модернізації в напрямку мультисервісності, а поява нових властивостей мережевого трафіка та необхідність забезпечення високої якості обслуговування різних категорій додатків, роблять необхідним розробку сучасних методик і механізмів для оцінки якості роботи таких мереж.

Механізми забезпечення якості зв'язку в МСМ

Метою теоретичних досліджень, направлених на створення методик планування мультисервісних мереж зв'язку, являється визначення функціональних залежностей між об'ємами трафіка, показниками якості обслуговування та структурними параметрами мережі, що в кінцевому результаті можуть бути використані для визначення вартості того чи іншого рішення. Головною проблемою тут являється оцінка показників якості QoS, адже поняття якості носить комплексний характер і включає різні аспекти доставки інформації по мережі. Таким чином, розробка комплексу методів, щоб охоплював аналіз якості роботи та оптимізацію проектних рішень при проектуванні мультисервісних мереж, є актуальним завданням.

При цьому необхідно враховувати складність такого завдання, що виражається багатогранністю самої мережі, що, у свою чергу, обумовлює складність виведення коректного рішення задачі оптимальної організації мультисервісної мережі. Тому із всіх можливих характеристик необхідно виділити декілька основних інтегральних показників, що глобально оцінюють якість обслуговування і можуть бути використані для оцінки необхідного ресурсу мережі.

Вибір таких характеристик необхідно проводити на основі комплексного аналізу складових, що визначають та впливають на процес роботи мережі. Тому, користуючись даним підходом, на основі аналізу поставленого питання, можна виділити два основних аспекти, що пов'язані з забезпеченням якості, а саме: конструктивні особливості мережі та особливості організації (управління) роботою мережі.

Конструктивні аспекти визначаються вибором топології мережі, використовуваних технологій транспортної мережі та мережі доступу, технічних характеристик обладнання та ін., що у свою чергу, залежать від загального абонентського навантаження, підтримки відповідних сервісів, необхідної швидкості передачі, безвідмовності роботи того чи іншого обладнання. Всі ці фактори враховуються на початкових етапах проектування мережі з врахуванням

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

на найближчу перспективу. Під час експлуатації мережі їх вплив на якість обслуговування в середньому залишається незмінним. Як наслідок вирішення цих завдань відносять до питань проектування мережі і як механізми забезпечення якості використовують лише при наступній модернізації структури мережі. До того ж, покращення функціонування мережі шляхом нарощування структурних елементів мережі не є економічно доцільним, що в умовах сучасного економічно орієнтованого підходу є визначальним.

Організаційні аспекти роботи мережі включають контроль за ресурсами мережі, управління даними абонентів та використання менеджменту. Вони безпосередньо визначають якість зв'язку в процесі експлуатації мережі і тому саме їх виділяють як основні механізми забезпечення QoS. Такий класифікаційний підхід оснований на рекомендаціях Y.1291 Міжнародного союзу електрозв'язку та його інтерпретаціях вітчизняними вченими [1]. Повна структура механізмів забезпечення QoS представлена на рис.1.

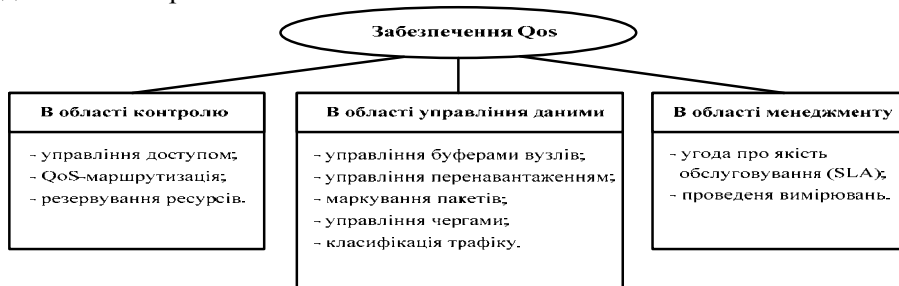


Рис.1. Механізми забезпечення QoS в MCM

При цьому запропонована класифікація враховує той факт, що мультисервісні мережі являються IP-орієнтованими, а отже, представлені механізми в повній мірі можуть бути застосовані лише в IP-мережах.

Серед основних з них треба відмітити метод управління доступом до ресурсів мережі шляхом контролю подання нових заявок, метод маркування пакетів відповідно до класу обслуговування, метод забезпечення вибору оптимального маршруту за параметром QoS, алгоритм своєчасного виявлення перенавантаження RED задля запобігання переповнення буферів у вузлах мережі, метод організації черг реалізований механізмом зваженої справедливої буферизації WFQ та механізмом буферизації за класом обслуговування CBQ, механізм укладання «Угоди про якість обслуговування» SLA, що дозволяє встановити однозначну відповідність між показниками якості зі сторони користувача та показниками функціонування мережі [2].

Приведена структура відображає всю різноманітність методів та підходів щодо реалізації забезпечення якості, кожен з яких забезпечує вирішення того чи іншого завдання у забезпеченні QoS. Проте сучасні темпи розвитку вимагають більш досконалих механізмів, які б дозволяли одночасно вирішувати декілька проблем. Прикладом такої реалізації можуть бути моделі представлені RSVP, DiffServ та MPLS [3]. Зокрема модель надання інтегрованих послуг, передбачає використання протоколу RSVP, згідно з яким відбувається резервування та управління частиною ресурсів мережі з метою «жорсткого» забезпечення якості. Проте таке резервування вимагає значних затрат ресурсів мережі, що накладає обмеження на її використання.

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

Більш досконалий механізм забезпечується моделлю надання диференційованих послуг, що реалізується протоколом DiffServ. Він передбачає організацію передачі пакетів між вузлами мережі на основі присвоєного класу обслуговування. Як наслідок розподіл ресурсів відбувається більш «м'яко».

Третя модель передбачає використання механізму багатопротокольної комутації по міткам – MPLS, що полягає в значному спрощенні процесу маршрутизації пакету, що стало можливим за рахунок відмови від аналізу IP-адреси в його заголовку. Для оцінки і порівняльного аналізу різних методів організації доступу до даних, як найбільш універсальний доцільно використовувати критерій «ефективність-вартість» [4].

Під ефективністю E в даній задачі мають на увазі деякий функціонал швидкості передачі запитів V_q і достовірності передачі, яка виражається через помилки першого і другого роду з відповідними ймовірностями P_I і P_{II} [5]:

$$E = \psi(V_g, P_I, P_{II})$$

Вартість визначається за формулою:

$$C = a_1 V_{inf} + a_0.$$

1. При обмеженнях на час займання каналу при гарантованій якості обслуговування QoS:

$t_3 \leq T_{max}$, при $t_3 > T_{max}$ $C = a_2 V_{inf}$, де a_1 і a_2 - вагові коефіцієнти, що підбираються експериментально, за результатами аналізу стану каналів передачі.

Якщо $a_1 > a_0$, де коефіцієнт a_1 визначається методом експертних оцінок на основі результатів обробки статистичних даних, тоді, в цьому випадку, як перше наближення пропонується лінійно-ламана залежність (рис. 2).

Завдання вибору точки зламу носить суб'єктивний характер, тому розглянемо іншу функцію вартості: $C = a_{12} V_{inf} + a_0$. Коефіцієнт a_{12} вибирається з умови

$$a_1 V_{max} + a_0 = a_{12} V_{max}^2 + a_0 \text{ або } a_{12} = \frac{a_1}{V_{max}}.$$

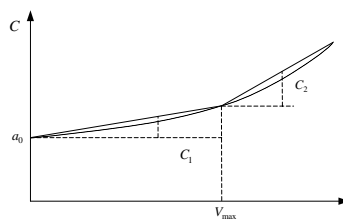


Рис. 2. Залежність при гарантованій якості обслуговування

2. Альтернатива – якість сервісу не гарантується (обслуговування за угодою BestEffort) [6].

$$C = a_3 V_{inf} + a_{03}$$

Забезпечення передачі даних – задача оператора (провайдера мережі). В цьому випадку також зупинимось на лінійно-ламаній залежності як першому наближенні,

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

але з іншим коефіцієнтом і точкою зламу (рис. 3), та на квадратичній залежності, де a_{32} вибирається з тих же міркувань, що і a_{12} .

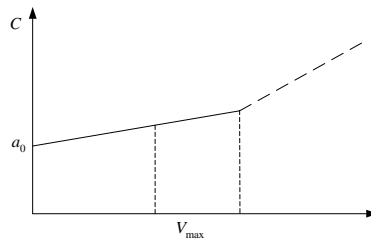


Рис. 3. Залежність вартості режиму передачі даних

Квадратичні функції вартості широко застосовуються при аналізі і синтезі великих систем, в тому числі інформаційно-обчислювальних та систем керування.

3. Форс – мажорна ситуація (максимальне виділення каналів), якість обслуговування QoS максимальна, при цьому вартість є другим пріоритетом. Необхідно забезпечити гарантований об'єм каналу – $V_{канал} \geq V_{инф}$.

При визначенні необхідного об'єму каналу, об'єм інформації, що переробляється орієнтовно у 10 - 100 разів менше в штатній ситуації, ніж при виникненні позаштатної ситуації. Тоді, вартість зростає згідно з законом $C_{max} = (1 - e^{-a_4 V_{инф}})$, і графік виглядає таким чином (рис. 4)

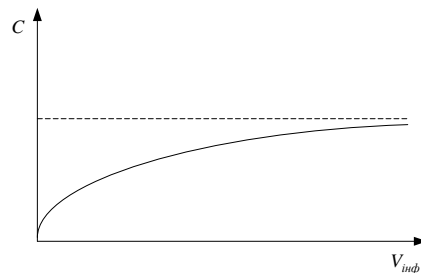


Рис. 4. Залежність вартості від якості інформації в «м'якій» форс-мажорній ситуації

В деяких випадках цінність інформації є абсолютним пріоритетом. Тому, як функцію вартості доцільно вибрати інформаційну функцію виду $C = a_{42} \log_2(1 + V_{инф})$, $V_{инф} > 0$ (рис. 5).

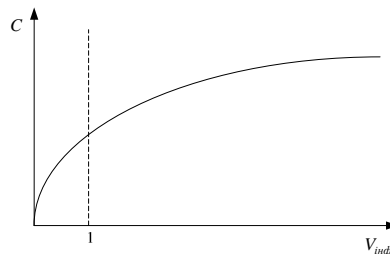


Рис. 5. Залежність вартості від якості інформації в «жорсткій» форс-мажорній ситуації

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

Таким чином, для оптимізації часу доставки і обробки інформації в різних ситуаціях необхідно вибирати відповідні функції вартості, запропоновані вище.

На основі аналізу розглянутих механізмів можна стверджувати, що подальший розвиток та розробка механізмів забезпечення QoS буде вирішуватися на основі комплексних підходів та методик, що враховуватимуть вирішення цілого ряду проблем пов'язаних з покращенням функціонування мережі.

Висновки

Конвергенція телекомунікацій, реалізована в мультисервісних мережах, поставила питання забезпечення якості обслуговування на одну з ключових позицій в забезпеченні функціонування мережі. Огляд сучасних підходів до забезпечення QoS показав, що реалізація існуючих методів не в повній мірі забезпечує вирішення даного питання. А тому подальший розвиток питання забезпечення якості буде йти шляхом розробки комплексних підходів та методик.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гольдштейн Б. С., Соколов Н. А., Яновский Г. Г.* Сети связи: учебник для ВУЗов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 400 с.
2. *Степанов С. Н.* Основы телетрафика мультисервисных сетей. – М.: Эко-Трендз, 2010. – 392 с.
3. *Семенов Ю. В.* Проектирование сетей связи следующего поколения. – СПб.: Наука и Техника, 2005. – 240 с.
4. *Моисеев Н. Н.* Математические задачи системного анализа. — М.: Наука, 1981. — 488 с.
5. *Леман Э.* Проверка статистических гипотез. — М.: Наука, 1964. — 498 с.
6. *Олифер В. Г., Олифер Н. А.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2010. – 916 с.