

УДК 004.716

Обмеження задач оптимізації розподілу пропускних здатностей систем гетерогенних інфокомунікаційних мереж

Ладигіна О.А., ladyginaoa@ukr.net

Кіровоградський національний технічний університет, м. Кіровоград

Оптимізація інформаційно-обчислювальних мереж на мережевому рівні як наукове завдання існує достатньо давно. Проте, традиційні підходи, коли мережі представляються як одноканальні, багатоканальні системи масового обслуговування або у вигляді зв'язних графів накладають певні обмеження на область застосування отриманих результатів[1].

Так штучне розчленовування мережі на ряд незалежних ланок веде до істотних погрішностей обчислень при аналізі мережі як єдиної структури. Крім того, відмова від урахування специфіки побудови окремих каналів зв'язку приводить до невиправданого загрубіння моделей і, як наслідок, встає питання про відповідність результатів, одержаних за допомогою таких моделей, реальній поведінці мережі. Питання статистичного ущільнення і методика розрахунку допустимої кількості віртуальних з'єднань різних служб в цифровому тракті, залежно від кількості джерел і параметрів трафіку при заданих значеннях параметрів якості обслуговування, є цікавим самостійним завданням, пов'язаним з управлінням ресурсами.

Тому актуальним є побудова математичних статистичних моделей глобальних критеріїв оптимальності обслуговування трафіку в гетерогенних інфокомунікаційних мереж, що включають системи, лінії зв'язку з різними принципами дії та техніко-економічними характеристиками, пошук розподілу оптимальних пропускних здатностей ліній зв'язку з урахуванням їх особливостей і реально існуючих обмежень на умови розв'язання задач оптимізації.

Основним методом розв'язання задач оптимізації є метод невизначених множників Лагранжа, який дозволяє розв'язувати нелінійні задачі математичного програмування і врахувати обмеження на допустимі значення керованих змінних [2]. Логічний смисл допоміжного множника Лагранжа полягає в тому, що він коригує мінімальні значення математичного сподівання сумарних витрат на функціонування N -системи інфокомунікаційної мережі в залежності від параметрів, вагових коефіцієнтів, а також керованих змінних.

Розв'язання задач різних класів вимагає різних вхідних даних. Наприклад, деякі задачі певних класів потребують знання коефіцієнтів варіації тривалості обслуговування, а також попереднього розв'язання одомірної задачі оптимізації для i -ої системи. Тому використання різних за змістом вагових коефіцієнтів q_i в математичній моделі критерію оптимальності (1) дозволяє враховувати не менше п'яти принципів різниць в техніко-економічних характеристиках систем гетерогенних інфокомунікаційних мереж або видів їх трафіку [3].

$$D_N(q_i, n_i, N_s, a_i, b_i, C_i) = \sum_{i=1}^{N_s} q_i D_i = \sum_{i=1}^{N_s} q_i (P_i(n_i \geq N_i) a_i c_i^{-1} + P_i(n_i < N_i) b_i c_i), \quad (1)$$

де N_s – загальне число різнорідних систем обслуговування трафіку в гетерогенній інфокомунікаційній мережі, $i = 1, N_s$;

D_i – локальний критерій оптимізації для i -ої системи;

a_i і b_i – випадкові параметри функцій витрат і витрат в i -ої системи;

C_i – пропускна здатність вихідної i -ої каналної лінії зв'язку;

$P_i(n_i \geq N_i)$ і $P_i(n_i < N_i)$ – ймовірності того, що лінія буде зайнята або вільна.

Для зручності розв'язання задач різних класів проведена класифікація техніко-економічних характеристик:

1. Лінії відрізняються витратами, що обумовлені відмовами в обслуговуванні повідомлень.
2. Лінії відрізняються витратами на одиницю пропускної здатності лінії.
3. Лінії відрізняються середніми коефіцієнтами використання пропускної здатності.

4. Лінії відрізняються коефіцієнтами варіації тривалості обслуговування повідомлень, тобто затримками в черзі повідомлень

5. Лінії відрізняються максимальними значеннями математичного сподівання сумарних витрат.

Для реально існуючих обмежень на умови розв'язання задач оптимізації також можна виконувати класифікацію за певними ознаками, що подібна наведеної. Для цього зручно представити обмеження в такому узагальненому вигляді:

$$C_N = \sum_{i=1}^N g_i C_i, \quad (2)$$

де вагові коефіцієнти g_i , $i = 1, N$, обираються в залежності від реально діючого класу обмеження.

Найбільш суттєві класи обмежень:

1. Всі коефіцієнти однакові, тоді обмеження накладається на загальну сумарну пропускну здатність усіх систем інфокомукаційної мережі.

2. Обмеження накладається на загальну щорічну вартість обслуговування систем мережі.

3. Обмеження враховує витрати, що обумовлені відмовами в обслуговуванні пакетів даних в мережі.

4. Обмеження враховує витрати на одиницю пропускну здатності системи.

5. Обмеження враховує коефіцієнти варіації тривалості обслуговування.

6. Обмеження враховує максимальні значення математичного сподівання сумарних витрат.

Обидві класифікації не є вичерпними, наприклад, якщо необхідно враховувати пріоритети трафіку по каналах, тоді треба обирати вагові коефіцієнти на основі рангів трафіків. Крім цього, може діяти не одне, а декілька обмежень. Наприклад, може бути одночасно два обмеження, коли обмеження накладається на загальну сумарну пропускну здатність усіх систем інфокомукаційної мережі і на загальну щорічну вартість обслуговування систем мережі.

Головна вимога для задач оптимізації з обмеженнями: загальне число m_l обмежень не повинно дорівнюватися або бути більше числа керованих змінних, тобто повинна виконуватися необхідна умова:

$$m_l \leq n_c, (m_l / n_c) \leq 1 \quad (3)$$

де n_c – загальне число керованих змінних.

При виконанні умови (3) оптимальне рішення існує і є однозначним.

Висновки. Отримана класифікація обмежень задач оптимізації за ознаками вибору значення вагових коефіцієнтів може служити основою для обґрунтування обмеження в прямій постановці задачі оптимізації розподілу реалізацій пропускну здатностей систем гетерогенних інфокомунікаційних мереж. Тому що найбільш важливим є точне визначення виду критерію оптимальності і діючих обмежень оптимізації, що визначають клас задачі оптимізації. Врахування класу задачі дозволяє бути впевненим, що вирішується саме та задача оптимізації обслуговування трафіку, яка є актуальною для зменшення середнього ризику.

Список літератури

1. Ладигіна О.А. Дослідження методів та моделей управління трафіком в комп'ютерних мережах //Проблеми інформатизації та управління: Збірник наукових праць: Випуск 4 (36). – К.: НАУ, 2011. – С.60-66.
2. Методи аналізу трафіку гетерогенних комп'ютерних мереж [Текст] : автореф. дис. . канд. техн. наук : 05.13.13 / Г. В. Даниліна ; Національний авіаційний університет. - К., 2007. - 20 с.
3. Ігнатов В.О., Гузій М.М., Ладигіна О.А. Статистична оптимізація обслуговування трафіка в гетерогенних інфокомунікаційних мережах //Проблеми інформатизації та управління: Збірник наукових праць: Випуск 1 (49). – К.: НАУ, 2015. – С.37-40