

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ СТІЛЬНИКОВОГО ОПЕРАТОРА

Харлай Л.О.

Київський коледж зв'язку

E-mail: lharlay@i.ua

Mathematical model of transport network of mobile operator

The indicators of the quality of service provision in the transport network were investigated and the optimal dependencies between the parameters of nodes and channels were identified and, therefore, it would be possible to construct, in the optimal way, the mechanism of adaptive redistribution of telecommunication resources between client applications. The improvement of the mathematical model of the transport network of the cellular operator is presented.

В роботі досліджено показники якості надання послуг в транспортній мережі та виявлено оптимальні залежності між параметрами вузлів та каналів і, отже, дозволить оптимальним чином побудувати механізм адаптивного перерозподілу телекомунікаційних ресурсів між клієнтськими додатками. Приведено удосконалення математичної моделі транспортної мережі стільникового оператора.

Підтримка заданих у Service level agreement (SLA) показників якості надання послуг забезпечується шляхом адаптивного перерозподілу у реальному часі ресурсів телекомунікаційної мережі (ТКМ), зокрема швидкості передавання диференційованих потоків та виділених для них каналних смуг [1]. В нашому випадку під управлінням параметрами будемо мати на увазі управління транспортною мережею. Адаптивне керування параметрами каналу потребує однозначного визначення залежності між швидкістю передачі даних і показниками завадостійкості каналу. Бажано, щоб механізм перерозподілу мав змогу оптимальним чином налаштовувати параметри обладнання на підтримку диференційованого обслуговування відповідно до прийнятого критерію оптимальності. Тому виникла потреба у використанні аналітичних математичних моделей (ММ) каналів передавання даних (КПД), що адекватно відображають реально існуючі функціональні взаємозв'язки між параметрами таких каналів. Параметрична оптимізація цих моделей виявить оптимальні залежності між параметрами вузлів та каналів і, отже, дозволить оптимальним чином побудувати механізм адаптивного перерозподілу телекомунікаційних ресурсів між клієнтськими додатками (інформаційними потоками).

Проведемо удосконалення математичної моделі транспортної мережі стільникового оператора. Фізична мережа представлена неорієнтованим графом (V, P) , а логічна мережа представлена іншим неорієнтованим графом (V, L) , де V -обсяг трафіку, P та L вартість шляхів у відповідних архітектурах (рис. 1[1]).

Обидва шари мають однаковий набір вузлів. Посилання логічного шару є потенційно допустимими логічними посиланнями, тоді як посилання фізичного шару визначені. На обох графах ребра є простими, оскільки в цій моделі мультиграфів не дозволяється. Для кожної різної пари вузлів $p, q \in V$ відомий обсяг трафіку d_{pq} для передачі по унікальному шляху (тунелю), цей трафік

слідуює по всій конфігурації логічного рівня. Ці шляхи є унікальними на кожному етапі, але у випадку недоступності певного шляху вони можуть змінюватися, передаючи дані по альтернативному маршруту. Для простоти моделі припускаємо, що обсяг трафіку симетричний (наприклад, $d_{pq} = d_{qp}$).

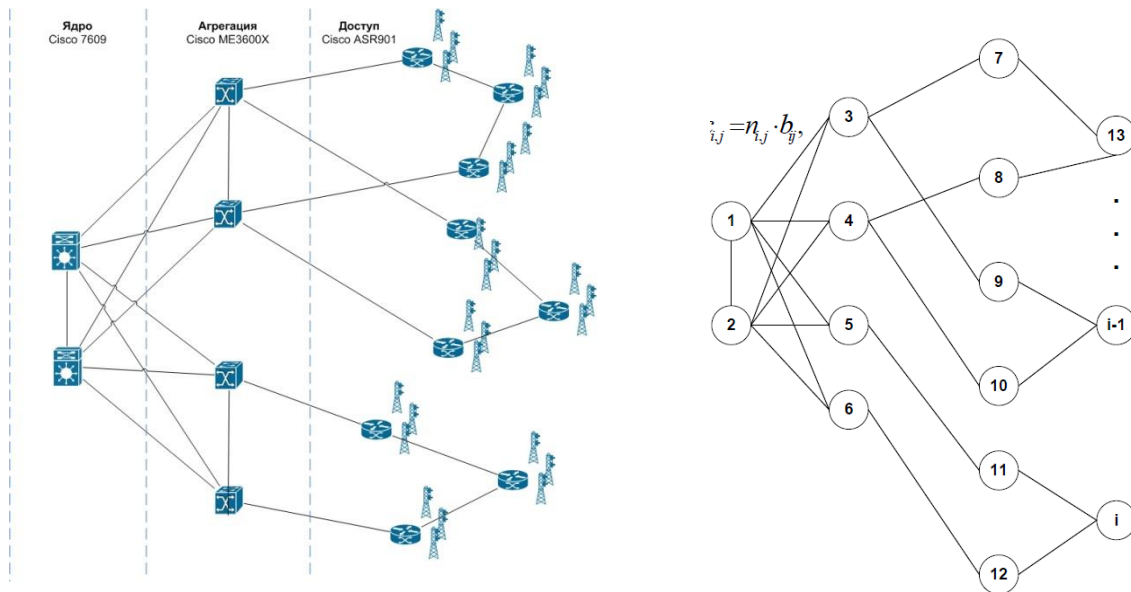


Рис. 1. Фізична та логічна архітектури транспортної мережі стільникового оператора.

Стільникова мережа складається з двох основних сегментів, одним із яких є транспортна мережа. В архітектурі такої мережі, яка представлена комірчастою топологією, матриця пропускних здатностей кожного каналу зв'язку описується нижче наведеним чином:

$$C = \begin{pmatrix} c_{1,1} & c_{1,2} & \dots & c_{1,j} \\ c_{2,1} & c_{2,2} & \dots & c_{2,j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{i,1} & c_{i,2} & \dots & c_{i,j} \end{pmatrix}$$

При чому пропускна здатність кожного об'єднаного каналу:

$$c_{i,j} = n_{i,j} \cdot b_{ij},$$

І вартість відповідно:

$$pr_{i,j} = \begin{cases} n_{i,j} \cdot p_{i,j} \cdot t_{i,j} \\ n_{i,j} \cdot pr_1 \end{cases}$$

де b_{ij} - бітрейт, що може бути забезпечений в (ij) -му оптичному волокні; $n_{i,j}$ - кількість оптичних волокон; $p_{i,j}$ - вартість оренди 1-го оптичного волокна в

місяць; $pr_{i,j}$ - вартість купівлі оптичного волокна; $t_{i,j}$ - час оренди (i,j) волокна (місяців).

Загальна необхідна пропускна здатність в мережі – сумарний трафік, що генерується абонентами R_{gen} разом із закладеним резервом R_{res} :

$$R = R_{gen} + R_{res}.$$

$R_{i,j} = R_{gen_{i,j}} + R_{res_{i,j}}$, - трафік, що генерується між парою вузлів.

Тоді має виконуватись умова:

$$R \leq C_{sum},$$

В кожній гілці має виконуватись умова:

$$R_{i,j} \leq c_{i,j},$$

Для прогнозування кількості трафіку необхідно використовувати кореляційно-регресійний аналіз попередніх часових інтервалів. Таким чином, буде можливим визначати необхідний запас.

Також для аналізу необхідного запасу R_{res} необхідно проводити статистичний аналіз кількості трафіку, що генерується в мережі в залежності від часу доби.

Тоді сумарна пропускна здатність має бути якомога меншою, при цьому забезпечуючи необхідний запас (резерв):

$$C_{sum} = \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} c_{i,j} \rightarrow \min;$$

Останній вираз надає змогу оцінити цільову функцію, а отже і здійснити постановку задачі параметричної оптимізації.

Література

1. Л.О. Харлай, Р.С. Одарченко. Удосконалення архітектури транспортної мережі стільникового оператора. XVIII міжнародна науково-технічна конференція Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018
2. К.К. Васильев, М.Н. Служивый. Математическое моделирование систем связи: учебное пособие для вузов. Ульяновск: УлГТУ, 2007. 210 с.
3. В.В. Величко, Е.А. Субботин, В.П. Шувалов, А.Ф. Ярославцев. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие в 3 томах. Т. 3. Мультисервисные сети. М.: Горячая линия-Телеком, 2005. 592 с.