

# Despre Soluționarea Problemei de Optimizare Privind Calculul Rețelei de Telecomunicații Multimedia

Ana NISTIRIUC, Victor ABABII, Dinu ȚURCANU, Andrei CHIHAI, Pavel V. NISTIRIUC,  
Nicolae BEJAN, Ion NISTIRIUC

Universitatea Tehnică a Moldovei  
*andrei.chihai@fimet.utm.md*  
*pavel.nistiriuc@fet.utm.md*

**Abstract** — Crearea rețelelor de telecomunicații multimedia presupune integrarea a diferitor tipuri de servicii într-o singură rețea, ce condiționează necesitatea de a utiliza noi abordări în calculul rețelelor privind asigurarea calității de servire QoS (Quality of Service) prescrise pentru fiecare serviciu. În prezent lucrarea este propusă metoda pentru soluționarea problemei de optimizare a calculului rețelelor de telecomunicații multimedia de cost minim, luând în considerare restricțiile pentru fiecare tip de sarcină din rețea.

**Cuvinte cheie** – rețele de telecomunicații multimedia, QoS, timpul mediu de întârziere a pachetelor, probabilitatea livrării pachetelor la timp, MPLS.

## I. INTRODUCERE

Crearea rețelelor de telecomunicații multimedia este una din direcțiile promițătoare pentru elaborarea rețelelor de telecomunicații în bandă largă cu o gamă complexă de servicii [1 - 4], după cum ar fi accesul la Internet, telefonie video, video la cerere, învățământul la distanță, teleinformații, plata serviciilor comunale, alarma de securitate, etc., este posibilă datorită utilizării tehnologiei MPLS (Multiprotocol Label Switching).

Reieșind din principiul lor de organizare, în rețelele de telecomunicații multimedia se prelucrează sarcina de diferite tipuri: sarcina sensibilă la pierderile de informație (transmisii de date) și sarcina sensibilă la valorile critice de întârziere a pachetelor (voce și video). Prin urmare la proiectarea rețelelor de telecomunicații multimedia este necesar să se țină seama de cerințele impuse rețelei pentru toate tipurile de sarcină.

## II. PARTEA DE BAZĂ

Astfel la proiectarea rețelelor de telecomunicații multimedia de cost minim este necesar de a soluționa problema de optimizare ținând seama de restricțiile pentru fiecare tip de sarcină în rețea, adică timpul mediu de întârziere a pachetelor  $T$  și probabilitatea pierderii informației, care în anumite condiții [5], poate fi asociată cu probabilitatea livrării pachetelor la timp  $Q$  destinatarului.

Prin urmare, proiectarea rețelelor de telecomunicații multimedia necesită studierea și soluționarea problemelor cu mai multe criterii de optimizare, în care cerințele sunt impuse nu unui singur, ci mai multor criterii de eficiență a echipamentului de rețea ( $T$  și  $Q$ ).

În prezenta lucrare este formulată și soluționată problema de optimizare privind determinarea valorilor raționale pentru capacitatea de transfer a canalelor rețelelor de telecomunicații multimedia în baza tehnologiei MPLS, ținând seama de restricțiile impuse.

Fiecare intrare a nodului rețelei MPLS recepționează un flux de sarcină care se caracterizează prin parametrii săi.

Prin canalul de comunicații  $j$  vom înțelege intrarea  $j$  a nodului de comunicații în cauză.

Probabilitatea livrării la timp a mesajului în canalul de comunicații  $j$  se determină conform formulei:

$$Q_j(\mu_j) = (\mu_{ej} - \lambda_j) / (\mu_{ej} - \lambda_j + \gamma_{ej}). \quad (1)$$

Timpul mediu de livrare a mesajului în canalul de comunicații  $j$  se determină conform expresiei:

$$T_j(\mu_j) = [\mu_{ej} T_{rj} (1 - C_d) + 1] / (\mu_{ej} - \lambda_j). \quad (2)$$

Toate caracteristicile se referă la canalul de comunicații  $j$  (intrarea  $j$  a nodului rețelei MPLS) și mijloace:

$\lambda_j$  – este intensitatea fluxului de pachete MPLS;

$\mu_j$  – intensitatea de servire a pachetelor MPLS;

$\mu_{ej} = \mu_j C_{dj}$  – capacitatea de transfer echivalentă a canalului de comunicații;

$C_{dj} = T_{oj} / (T_{oj} + T_{rj})$  – coeficientul de disponibilitate;

$T_{oj}$  – timpul mediu între deranjamente sau durata de funcționare fără deranjamente;

$T_{rj}$ - timpul mediu de restabilire a comunicațiilor sau timpul mediu de staționare a comunicațiilor;

$\gamma_j$ - intensitatea de îmbătrânire a informației;

$\gamma_{ej} = \gamma_j + \mu_{ej}f_j$  - intensitatea echivalentă de îmbătrânire a informației;

$f_j = (1 - C_{dj})/[C_{dj} + 1/(\gamma_j - \gamma_j C_{dj})]$ - coeficientul de nefiabilitate a canalului de comunicații.

În continuare vor fi analizate o serie de probleme.

Problema 1. Obiectivul de optimizare a calculului canalelor rețelelor de comunicații multimedia de cost minim, care satisface cerințelor pentru ambele tipuri de sarcină se formulează în modul următor:

$$S \rightarrow \min, Q \geq Q_{pres}, T \geq T_{pres}, \text{ unde}$$

$S$  este costul sistemului;

$Q$  - probabilitatea medie de livrare la timp a pachetelor MPLS;

$T$  - valoarea medie a expectativei matematice a timpului de întârziere a pachetelor MPLS;

$Q_{pres}, T_{pres}$  - valorile precise ale lui  $Q$  și  $T$ ,

iar  $Q_{pres} \in (Q_{min}, Q_{max}), T_{pres} \in (T_{min}, T_{max})$ .

Limetele gamelor indicate se calculează conform caracteristicilor canalelor de comunicații. Este important de menționat, că din cauza fiabilității non-absolute a canalelor  $Q_{max} < 1$ , iar  $T_{min} > 0$ . Spațiul valorilor și soluțiilor admisibile pentru cazul analizat este reprezentat în fig. 1.

Fundamental este următorul fapt demonstrat în prezenta lucrare și anume, pentru fiecare valoare  $T_{pres}$  algoritmic sunt determinate două valori  $Q_1$  și  $Q_2$ , că în cazul  $Q_{pres} < Q_1$  problema 1 se transformă într-o problemă mai simplă, după cum este problema 2.

Problema 2.  $S \rightarrow \min, T \leq T_{pres}$ .

Pentru  $Q_{pres} > Q_2$  problema 2 devine echivalentă cu problema 3.

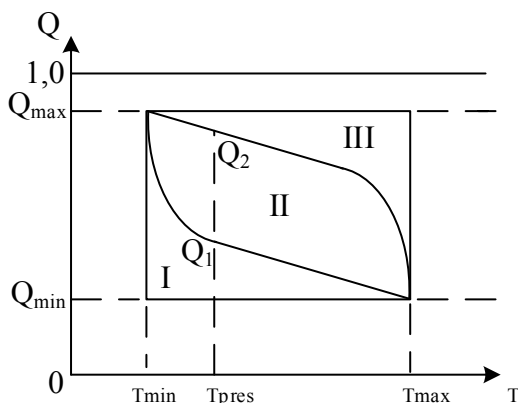


Fig. 1. Spațiul valorilor admisibile și soluțiilor problemei analizate.

Problema 3.  $S \rightarrow \min, Q \geq Q_{pres}$ .

Dacă  $Q_{pres} \in (Q_1, Q_2)$ , atunci este necesar să soluționăm problema 1 cu prevederea a două restricții sub formă de egalități, ce alcătuiesc conținutul problemei 4.

Problema 4.  $S \rightarrow \min, Q = Q_{pres}, T = T_{pres}$ .

Algoritmii de soluționare a problemelor 2 și 3 se elaborează cu ajutorul teoremelor Kuhn și Tucker [6]. Problema 4 se soluționează prin metoda posibilelor direcții.

Calculul valorilor raționale pentru capacitatea de transfer a canalelor rețelelor de comunicații multimedia în baza tehnologiei MPLS efectuate cu utilizarea prezentei metode demonstrează comoditatea ei și este simplă pentru soluționarea problemelor de optimizare similar celor două criterii de optimizare.

### III. CONCLUZII

Abordarea descrisă poate fi utilizată și pentru alte tipuri de restricții în problema inițială, de exemplu, dacă în locul lui  $Q$  se utilizează probabilitatea pierderilor pachetelor informaționale. Este important doar, că restricțiile trebuie să fie nu mai mult de două. În acest caz se păstrează ideea de bază a abordării și anume, că spațiul de date încadrată în frontierele  $T_{min}, T_{max}, Q_{min}, Q_{max}$  este divizată în trei subspații I, II, III (fig.1), în primele două din care algoritmii de soluționare sunt cu mult mai simple decât în problema inițială.

Urmează de remarcat, că metoda propusă este potrivită pentru soluționarea oricăror probleme de optimizare cu doi parametri, însă principalul, metoda propusă reprezintă un aparat matematic comod pentru distribuirea optimă a resurselor hardware în rețelele de comunicații cu debite eterogene de sarcină după cum sunt rețelele de telecomunicații multimedia.

### REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

[1] Todd Lammle, *CCNA Routing and switching Complete Review Guide. Second Edition.* Hoboken, United States, Sybex, 2017.

[2] Albert-László Barabási, Márton Pósfai, *Network Science.* New York, United States, Cambridge University Press, 2016.

[3] Alexandru Gavrilă, *Integrarea sistemelor informatice de gestiune pe internet.* București, Editura ASE, 2015.

[4] Барабаш П. А., Воробьев С. П., Махровский О. В., Шибанов В. С.. *Мультисервисные сети кабельного телевидения.* – Санкт-Петербург: Наука, 2000.

[5] Гурин Л. С., Дымарский Я. С., Меркулов А. Д.. *Задачи и методы оптимального распределения ресурсов.* – Москва: Советское радио, 1968.

[6] Kuhn H. W., Tucker A. W.. *Nonlinear programming //Proc. Of the second Berkeley symposium on Math. Stat. And Probab.* – 1951.