

## XIZMAT SIFATI TALABLARI ASOSIDA TELEKOMMUNIKATSIYA TARMOQLARINI OPTIMALLASHTIRISH

**Sharifova Shahlo Faxriddin qizi**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

E-mail: [sharifovashah@gmail.com](mailto:sharifovashah@gmail.com)

**Yo'ldoshev Avazxo'ja Ma'ruf o'g'li**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

E-mail: [avaz1919191@gmail.com](mailto:avaz1919191@gmail.com)

### ANNOTATSIYA

*Telekommunikatsiya tarmoqlarida topologiyaning optimal tanlovi keltirilgan. Xizmat sifatini ta'minlaydigan axborot oqimlarining marshrutlash modellari keltirilgan. Ikki mezon - xizmat narxi va sifati bo'yicha axborot oqimlarini yo'naltirish uchun telekommunikatsiya tarmog'i topologiyasining optimal loyihalash modellari taklif etiladi.*

***Kalit so'zlar:** xizmat ko'rsatish sifati, kompyuter tarmog'ining hayotiyligi, optimal marshrutlash, telekommunikatsiya tarmoqlari.*

## OPTIMIZATION OF TELECOMMUNICATION NETWORKS BASED ON SERVICE QUALITY REQUIREMENTS

### ABSTRACT

*The optimal selection of topology in telecommunication networks is presented. Routing models of information flows are presented that ensure the quality of Service. Two criteria - optimal design models of telecommunication network topology are proposed to direct information flows in terms of cost and quality of Service.*

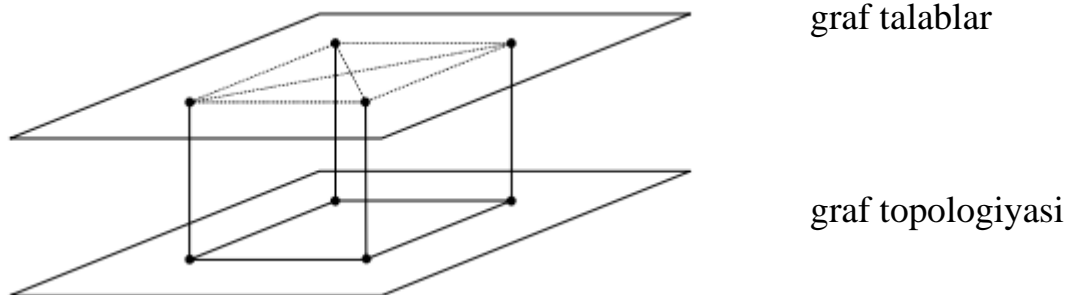
**Key words:** *quality of Service, viability of a computer network, optimal routing, telecommunication networks.*

Telekommunikatsiya tarmog‘i elementlarining ishlashida berilgan xatolarga bardoshlik darajasiga erishilganda, ko‘rsatilayotgan xizmatlarning kafolatlangan sifatini ta‘minlashning asosiy muammolaridan biri QoS talablarini qondiradigan yo‘nalishlarni aniqlashdir [1-7]. Biroq, tanlangan eng qisqa yo‘l har doim ham maqbul emas. Amalda, telekommunikatsiya yo‘lining uzunligi emas, balki axborot oqimi birligini uzatishning minimal qiymati bilan kanallarning ma‘lum o‘tkazish qobiliyatini ta‘minlaydigan yo‘lni tanlash juda muhimdir. Shu bilan birga, telekommunikatsiya tarmoqlarining QoS talablari belgilangan o‘tkazish qobiliyatini va axborot uzatishning minimal narxini ta‘minlash talablariga qo‘shiladi. Bunday sharoitda manba va oxirgi tugun o‘rtasida optimal yo‘lni topish muammosi, unda ma‘lum bir xizmat ko‘rsatish sifati ta‘minlanadi va shu bilan birga oqim birligini uzatish narxi minimal bo‘ladi, mutaxassislar yetarlicha to‘liq o‘rganilmagan.

Ma‘lumotlar tarmoqlari uchun ko‘plab mumkin bo‘lgan texnologiyalar ham berilgan. Cheklangan resurslar sharoitida quyidagilarni bajarish kerak. Topologiyani tanlash tarmoqlarning ma‘lum bir sinfida amalga oshirilishi kerak: yulduz shaklidagi, daraxtga o‘xshash, ierarxik, ya‘ni tuzilish turini tuzatish zarur. Keyinchalik, ushbu muammoni hal qilish uchun bitta matematik modeldan foydalanish mumkinligi ko‘rsatilgan. Telekommunikatsiya tarmoqlarini loyihalashda asosiy talab quyidagicha: tarmoq ishonchli bo‘lishi, arzon narxga ega bo‘lishi, ishlashi oson bo‘lishi, so‘nggi tugunlar orasidagi prognoz oqimlarini (talablarini) qondirishi, taqdim etilayotgan xizmatlarning belgilangan sifatini ta‘minlashi kerak (xizmat sifati – QoS).

Loyihalashtirilgan telekommunikatsiya tarmog‘ining barcha tugunlari to‘plami bo‘lsin, ya‘ni  $v$  to‘plami mantiqiy telekommunikatsiya tarmog‘ining tugunlaridan iborat (stantsiyalar, marshrutizatorlar, kalitlar, ko‘priklar, xost tizimlari, tashqi tarmoqlar, sun‘iy yo‘ldosh aloqa vositalari va boshqalar) [8].

$H=(V, D)$  [8] talablar grafigi berilgan bo'lib,  $s$  va  $t$  oralig'ida ma'lumotlarni uzatish talabi mavjud bo'lganda chekka  $(s, t) \in D$  ni o'z ichiga oladi.  $H$  grafigining har bir talabi  $(s,t) \in D$  uchun musbat son  $d(s, t) \in \mathbb{Z}^+$  berilgan, u harakat funksiyasi deb ataladi va  $s$  va  $t$  tugunlari orasidagi ma'lumotlarning o'rtacha umumiy miqdori axborot oqimlarining o'sishi prognozi asosida sifatida statistik tarzda aniqlanadi. [8]. Tarmoq topologiyasini loyihalash muammosida talablar grafigi bo'yicha  $H$  topologiya grafigini aniqlash kerak:  $G=(V, E)$  (1-rasm.). Ikkala grafikdagi tepaliklar -to'plamlari bir-biriga to'g'ri keladi deb taxmin qilishimiz mumkin.  $G$  grafigining tepalari telekommunikatsiya korporativ tarmog'ining tugunlariga to'g'ri keladi va qirralarning potentsial ishlatilishi mumkin bo'lgan ko'plab aloqa kanallari mavjud (hozirda mavjud yoki yotqizilishi mumkin); masalan, optik tolalar, mis chiziqlar, radio to'lqin liniyalari, sun'iy yo'ldosh kanallari va boshqalar.



**Shakl. 1. Muammoni bayon qilish**

$e \in E$  kanalining  $y(e)$  o'tkazish qobiliyati liniyalarning mumkin bo'lgan jismoniy o'tkazuvchanligini (tarmoq tugunlari orasidagi nuqtadan nuqtaga ulanishlarni amalga oshirish uchun ajratilgan va kommutatsiya qilingan aloqa liniyalaridan foydalanganda) va ulanish tezligini anglatadi. Axborot tarmoqlarida har bir aloqa kanali ma'lumot uzatishda yo'naltirilgan: bitta tugun ma'lumotni uzatadi, ikkinchisi esa qabul qiladi.  $i$  va  $j$  o'rtasidagi aloqa liniyasining o'rnatilishi  $i$  va  $j$  orasidagi vaqt birligiga ma'lum miqdordagi ma'lumotni va agar ulanish sinxron bo'lsa,  $j$  va  $i$  o'rtasidagi bir xil miqdordagi ma'lumotni va agar ulanish asenkron bo'lsa, ma'lumotlarning umumiy miqdorini o'tkazishga imkon beradi.

Shakllangan muammoning ikkita holati mavjud: telekommunikatsiya tarmog'ining topologiyasi va texnologiyasini loyihalash va topologiyani

modernizatsiya qilish va mavjud tarmoq texnologiyasini tanlash. Aytish joizki, quyida ko'rsatilgandek, ikkala holatda ham keng tarqalgan matematik modellar mavjud. Buning uchun grafikning har bir qirrasini deb taxmin qilish mumkin. G topologiyasiga dastlab dastlabki o'tkazuvchanlik berilgan  $C_0(e) \in \mathbb{Z}_+$ ,  $e \in E$ . E chekka bilan bog'langan tepaliklar orasidagi aloqa kanallarining hozirgi holatini aks ettiradi. Agar bugungi kunda bunday aloqa kanallari bo'lmasa, biz  $C_0(e)=0$  deb hisoblaymiz.

Har bir kanal  $(s, t) \in E$  barcha  $1 \leq i \leq m$  [8, 9] uchun  $w_i(s, t) \geq 0$  qo'shimchali QoS-kanal tarozilarining  $m$  komponentlari bilan mos keladigan og'irlik vektori orqali aniqlansin. Qo'shimcha QoS parametrlari uchun  $h$  tugunlaridan (kanallaridan) tashkil topgan  $P = n_1 \rightarrow n_2 \rightarrow \dots \rightarrow n_{h+1}$  yo'lining og'irligi vektorga teng-uni tashkil etuvchi kanallarining og'irliklari yig'indisi, bu erda  $n$ -hop uzunligi,  $h$ -yo'ldagi xoplar soni:

$$\vec{w}(P) = \sum_{j=1}^h \vec{w}(n_j, n_{j+1}). \quad (1)$$

Bundan tashqari, [1] QoS mezonlariga javob beradigan ba'zi bir manbadan so'nggi tugungacha bo'lgan bir nechta eng qisqa yo'llarni tanlash amalga oshiriladi va keyin bitta mezon – xarajat bo'yicha optimallashtirish amalga oshiriladi. Ushbu tadqiqot va [1] da keltirilgan natijalar o'rtasidagi farq shundaki, yo'l tanlashni optimallashtirish bir vaqtning o'zida ikkita mezon bo'yicha amalga oshiriladi – xarajat va belgilangan xizmat ko'rsatish sifatini ta'minlash nazarda tutiladi.

Telekommunikatsiya tarmog'ining topologiyasi va texnologiyalarini tanlash vazifalari yoylarning o'tkazish qobiliyatining quyidagi xususiyatlariga ko'ra tasniflanishi mumkin:

- o'tkazish qobiliyatiga cheklovlarsiz (standart aloqa liniyalarining o'tkazish qobiliyati yetarli bo'ladi deb taxmin qilinadi);
- uzluksiz tarmoqli kengligi, ya'ni  $[x_{\min}, C_{\max}]$  oralig'idan qiymatlarni oladi;
- diskret tarmoqli kengligi, ya'ni  $C_0, C_1, \dots, C_k$  to'plamlaridan birini oladi;
- ko'p tarmoqli kengligi, ya'ni  $\{C_0, c_0, k_2C_0, k_3C_0, \dots\}$

Zamonaviy texnologiyalarda uzluksiz o'tkazuvchanlik amalda kamdan-kam uchraydi. Ko'pincha aloqa kanallari diskret yoki ko'p tarmoqli kengliklariga ega [8]. Ko'p texnologiyalar berilgan  $T = \{\tau_1, \dots, \tau_n\}$  (kommutatsiya qilingan chiziq, ajratilgan chiziq, optik tolali liniya, umumiy tarmoqqa ulanish). Har bir texnologiya  $\tau \in T$  ga mos keladi asosiy tarmoqli kengligi esa  $C_t$  ga teng.

Biz  $P(u; s, t)$  orqali  $s$  dan  $t$  gacha bo'lgan barcha yo'llarning to'plamini belgilaymiz ( $u$  tarmoqning operatsion holatini ko'rsatadi,  $u=0$  da barcha tugunlar va qirralar ishlaydi)  $G=(V, E)$  ustunida. Muayyan yo'l  $P$  ning  $P(0; s, t)$ ,  $e$  (yoki  $u$  tepalik) qirrasini o'z ichiga olgan, biz belgilaymiz  $P \in P(0; s, t)$ :  $e \in P$ ,  $u \in P$ .  $f(0; s, t; P)$  bo'lsin – ( $s, t$ ) tipidagi oqim miqdori) yo'l bo'ylab  $P \in P(0; s, t)$ . [7] ga o'xshashlik bilan biz oqim birligini yo'l bo'ylab uzatish qiymati tushunchasini kiritamiz  $P \in P(0; s, t)$  talab uchun ( $s, t$ ) kabi

$$K(s, t; P) = \sum_{e \in P} K(s, t; e), \quad (2)$$

bu yerda  $K(s, t; e)$  – ma'lumot birligining  $e$  yoyi orqali uzatish qiymati.

Ishda [8] optimal telekommunikatsiya tarmog'ini loyihalash vazifasi quyidagi model shaklida taqdim etiladi:

$$\sum_{(s, t) \in D} \sum_{P \in P(0, s, t)} K(s, t; e) f(0; s, t; P) \rightarrow \min. \quad (3)$$

(3) ifodada optimallashtirish qiymat mezoniga muvofiq amalga oshiriladi. Qos ta'minotini hisobga olgan holda xarajatlar mezonlari bo'yicha optimallashtirish muammosini yozamiz. Biz yo'l uzunligini tavsiflovchi va  $m$   $L_i$  cheklovlariga bog'liq bo'lgan  $F_i(s, t)$  funksiyasini kiritamiz, bu erda  $L_i$  belgilangan xizmat sifatini ta'minlaydigan cheklovlarga ega: tarmoqli kengligi, oxirgi tugunlarning javob vaqti, javob vaqtining o'zgarishi, yo'qolgan paketlar soni. Bunday holda,  $m=4$ . Shuni ta'kidlash kerakki, xizmat ko'rsatish sifatining belgilangan darajasini ta'minlaydigan cheklovlar ro'yxati kengaytirilishi va to'ldirilishi mumkin.

Shunday qilib,  $F_i(s, t) = w_i(s, t) / L_i$ , hammasi uchun  $1 \leq i \leq m$  i-butun son. (4) [8] ga o'xshash  $F_i(s, t)$  dan foydalanib, diskret tarmoqli kengligi uchun qiymat mezonlari va

qos bo'yicha maqbul topologiyani tanlash vazifasi quyidagi butun sonli chiziqli dasturlash muammosi sifatida ifodalanishi mumkin:

$$\sum_{(s,t) \in D} \sum_{P \in P(0,s,t); e \in E} K(s,t;e) f(0;s,t;P) F_i(s,t) \rightarrow \min, \quad (5)$$

hammasi uchun  $1 \leq i \leq m$  i-butun son;

$$y(e) = \sum_{\tau=0}^{T(e)} C_{\tau}(e) x_{\tau}(e), \quad \forall e \in E,$$

$$1 = x_0(e) \geq x_1(e) \geq \dots \geq x_{\tau}(e) \geq 0, \quad x_{\tau}(e) \in \{0,1\}, \quad \tau = \overline{1, T(e)}, \quad \forall e \in E,$$

Topologiya grafigining har bir chekkasi  $e \in E$  allaqachon boshlang'ich sig'im deb ataladigan  $C_0(e)$  taxmin qilinadi. Dastlab  $C_0(e)$  tarmoqli kengligi o'rnatilgan deb faraz qilinganligi sababli,  $x_0(e)=1$  qabul qilinadi. Kenar uchun  $C_{\tau}(e)$ ,  $0 \leq \tau \leq t(e)$  sig'imlarni tanlash  $x_0(e)=x_1(e)=\dots x_{\tau+1}(e)=x_{\tau}(e)=0$  ga ekvivalent. Aloqa kanallarining bir nechta o'tkazish qobiliyati uchun narx mezonlari va QoS bo'yicha optimal tarmoq topologiyasini tanlash vazifasi xuddi shunday quyidagi chiziqli dasturlash muammosi sifatida ifodalanishi mumkin:

$$\sum_{(s,t) \in D} \sum_{P \in P(0,s,t); e \in E} K(s,t;e) f(0;s,t;P) F_i(s,t) \rightarrow \min$$

Hammasi uchun  $1 \leq i \leq m$  i-butun son

$$y(e) = C_0(e) + \sum_{\tau \in T(e)} C_{\tau}(e) x_{\tau}(e)$$

$0 \leq x_{\tau}(e) \leq u_{\tau}(e)$ ,  $x_{\tau}(e)$  - hammasi uchun butun  $e \in E$  va hammasi uchun  $x_{\tau} \in T(e)$

Agar turli xil strategiyalardan (masalan, qayta yo'naltirish, xilma-xillik yoki ortiqcha) foydalanishda ma'lum bir omon qolish darajasi ta'minlanadigan qo'shimcha shartlarni shakllantirish zarur bo'lsa, yuqoridagi modellarga [1] berilgan tegishli cheklovlarni qo'shish kerak.

**Xulosa.** Axborot oqimlarini yo'naltirish uchun telekommunikatsiya tarmoqlari topologiyasini tanlashni optimallashtirish, funksionallikni ta'minlash talablarini, axborot uzatishning minimal narxini va belgilangan xizmat sifatini hisobga olgan holda taqdim etiladi. Ishlab chiqilgan modellar ma'lum bo'lganlardan farq qiladi (masalan, [1] da keltirilgan), uzatilayotgan ma'lumotlarning minimal birligi qiymati nuqtai

nazaridan maqbul yo'lni tanlashda, shuningdek, belgilangan xizmat ko'rsatish sifatini ta'minlash talabi hisobga olinadi (5), (5').

Vazifalar va modellar ko'rinishidagi natijalar birgalikda tarmoqlar va tizimlarni modellashtirish va optimallashtirish nazariyasini yanada rivojlantirish, telekommunikatsiya tarmoqlarining maqbul tuzilishini rivojlantirish uchun nazariy asosni tashkil etadi.

Kompyuter tarmoqlarida kerakli xizmat sifatini ta'minlash quyidagilar bo'lishi mumkin bo'lgan tugunlar orasidagi tegishli yo'lni tanlash orqali erishildi. Bundan tashqari, yo'lning o'zi uzunlik jihatidan eng qisqa bo'lishi shart emas. Xizmat ko'rsatishning zarur sifatini ta'minlash, ya'ni (1) shartni bajarish, axborot birligini uzatishning minimal qiymati (3) bilan ta'minlash muhimroqdir.

#### ***FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI: (REFERENCES)***

1. Листонад Н.И. // Информатика. №4 (12). С. 39–50.
2. Копачев А.Г. // Информатизация образования. №4. С. 59–70.
3. Матрук А.А. // Информатизация образования. №3. С. 81–83.
4. Stoica H.Lira // In proc. of NOSSDAV'98. P. 167–203.
5. Floyd S. // IEEE ACM transactions on networking. Vol. 3, №4. P. 365–386.
6. Floyd S. // IEEE ACM transactions on networking. Vol. 1, №4. P. 397–413.
7. Mieghem P. // Computer Networks. №3–4. P. 407–423.
8. Листонад Н.И. Моделирование и оптимизация глобальных сетей. Минск.