

**TELEKOMMUNIKATSIYA TARMOG‘I MARSHRUTLASH MASALASINI GRAFLAR  
ORQALI IFODALASH VA YECHISH**

**Iskandarov Behzod Qurol o‘g‘li**

*“Ma‘mun Universiteti” NTM*

*“Buxgalteriya hisobi va umumkasbiy fanlar”*

*kafedrasi o‘qituvchisi*

*E-mail: behzodiskandarov07@gmail.com*

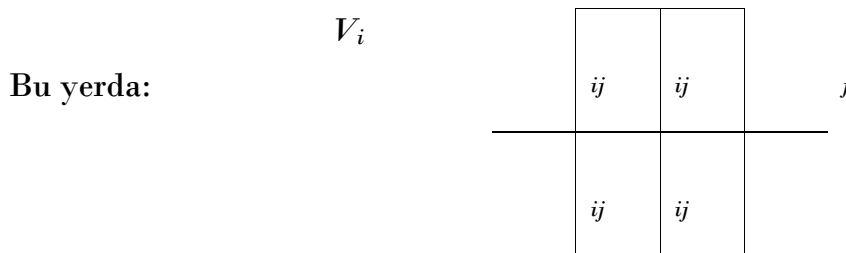
**Annotatsiya.** *Ma‘lumki, marshrutizatorlarda marshrut jadvali tuzib olinadi va topilgan mashrut bo‘ylab axborot oqimi jo‘natiladi. Marshrutlash algoritmlari va modellarini yaratish talab qiladi. Telekommunikatsiya tarmog‘i strukturasi graflar orqali ifodalash va berilgan masalani yechish mumkin. Tarmoq tugunlari soni va bu grafdagi tugunlar sonini, tugunlar orasidagi bog‘lanish esa graf yoylarini ifodalaydi. Telekommunikatsiya tarmoqlarida axborotlarni jo‘natishda 4 ta parametрни (tarmoq kengligi, kechikish, ishonchlilik, yuklama) hisobga olib, Deykstra algoritmini qo‘llaymiz. Bu maqolada marshrutlash masalalarini graflar orqali ifodalab, statik holatlarda marshrutlardan optimal foydalanish masalasini yechishning effektiv modeli taklif qilinadi.*

**Kalit so‘zlar:** *Marshrutlash, graf, marshrut jadvali, marshrutizator, tarmoq kengligi, kechikish, ishonchlilik, yuklama, deykstra algoritmi, iteratsiya, optimal yo‘nalish, effektiv model.*

Telekommunikatsiya tarmog‘i yaqin o‘tmishda ko‘proq ovozi trafikni transportlashtirishda qo‘llangan bo‘lsa, hozirda uzatiladigan trafikning sezilarli qismini ma‘lumotlar tashkil etmoqda. Tarmoqlarining ishochlili va turg‘un ishlashi texnik imkoniyatlar bilan emas, balki optimal marshrutlardan foydalanish orqali baholanadi. Marshrutlash jarayoni shunisi bilan murakkabki xar doim ham eng yaqin yo‘l yaxshi bo‘lavermaydi. Odatda eng yaxshi yo‘l tanlashda muhim bo‘lgan parametr bu shu yo‘l orqali axborotning uzatilish vaqti hisoblanadi. Bu esa o‘z o‘rnida vaqt o‘zgarishi natijasida o‘zgaradigan aloqa kanalining o‘tkazuvchanlik qobiliyatiga va trafik intensivligiga bog‘liq. Eng yaxshi yo‘l tanlash yana bir parametрни, axborotni ishonchli uzatishga qarab ham amalga oshirilishi mumkin. Demak, axborotlarni bir qancha parametrlarni inobatga olgan holda marshrutlash mumkin.

Telekommunikatsiya tarmoqlarida axborotlarni jo‘natishda 4 ta parametрни (tarmoq kengligi, kechikish, ishonchlilik, yuklama) hisobga olib, Deykstra algoritmini qo‘llaymiz.

Quyidagi belgilashlarni kiritamiz



$B_{ij \rightarrow i}$  va  $j$  uchlar orasidagi masofa

$D_{ij \rightarrow i}$  va  $j$  uchlar orasidagi kechikish

$L_{ij \rightarrow i}$  va  $j$  uchlar orasidagi paketlar yuklanishi

$R_{ij \rightarrow i}$  va  $j$  uchlar orasidagi ishonchlilik

Dastlab to'rtta parametрни bir parametrga o'tiramiz!

Xosil bo'lgan har bir oraliqdagi  $m_{ij}$  lar uchun Deykstra algoritmini qo'llaymiz!

**Dastlabki qadam.** Manbaga (1 belgili uchga)  $\varepsilon_1=0$  qiymatni mos qoyib, bu uchun dastlab  $R=\emptyset$  deb qabul qilingan  $R$  to'plamga kiritamiz:  $R=\{1\}$ ,  $\bar{R}=V/R$  deb olamiz.

**Umumiy qadam.** Boshlang'ich uchi  $R$  to'plamga, oxirgi uchi esa  $\bar{R}$  to'plamga tegishli bo'lgan barcha yoylar to'plami  $(R, \bar{R})$  bo'lsin. Har bir  $(i, j) \in (R, \bar{R})$  yoy uchun  $h_{ij}=\varepsilon_i + C_{ij}$  miqdorni aniqlaymiz.

Bu yerda  $\varepsilon_i$  deb  $i \in R$  uchga mos qo'yilgan qiymat (grafning bir belgili uchidan chiqib  $i$  belgili uchigacha tarmoq kengligiga teskari kattalik birligi) belgilangan.

$$\varepsilon_i = \min_{(i,j) \in (R, \bar{R})} h_{ij} \text{ qiymatni aniqlaymiz.}$$

$(R, \bar{R})$  to'plamning oxirgi tenglikda minimum qiymat beruvchi barcha elementlarini, yani  $(i, j)$  yoylarni ajratamiz. Ajratilgan yoylarning har biridagi  $i \in \bar{R}$  belgili uchga  $\varepsilon_j$  qiymat mos qoyilgan barcha  $j$  uchlarni  $\bar{R}$  to'plamdan chiqarib  $R$  to'plamga kiritamiz.

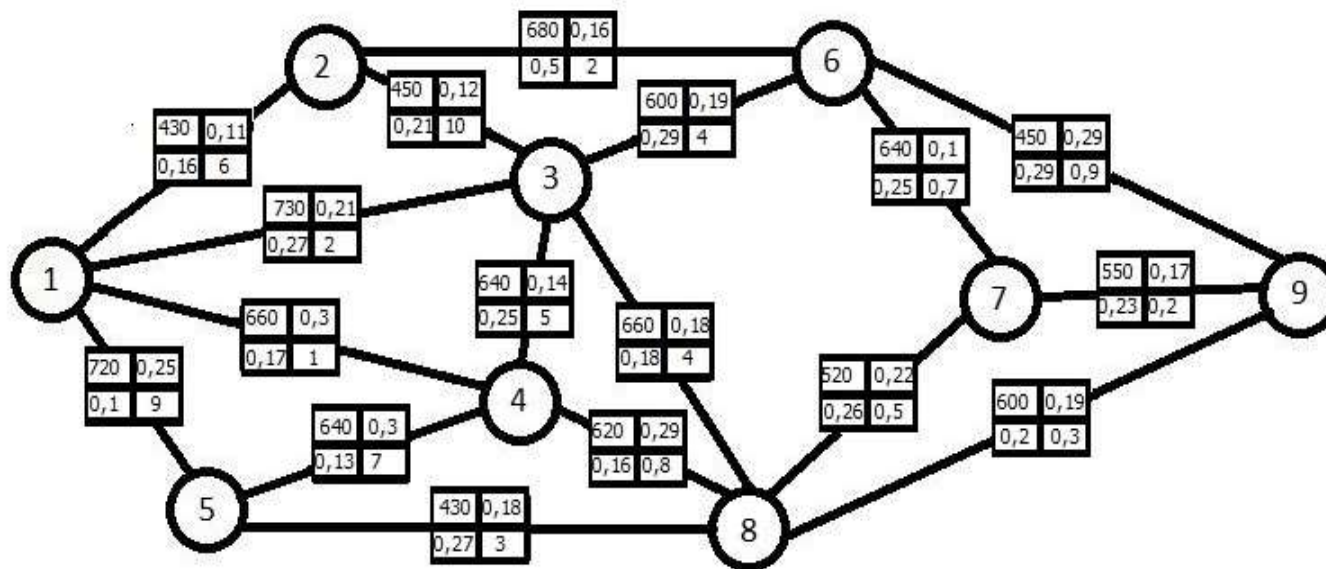
Har gal tanlangan  $\min h_{ij}$  dagi  $(i, j)$  yoylarni ajratib boramiz.

Uchlarga qiymat mos qoyish jarayonini oxirgi ( $K$  belgili) uchga qiymat mos qoyilmaguncha davom ettiramiz. Grafning bir belgili uchidan (manbadan) chiqib uning ixtiyoriy  $K$  uchigacha (oxirgi uchigacha) eng qisqa vaqt birligi  $\varepsilon_K$  bo'ladi.

**Oxirgi qadam.** Grafning oxirgi uchidan boshlab ajratilgan yoylar yo'nalishiga qarama qarshi yo'nalishda uning bir belgili uchiga kelguncha xarakatlanib natijada grafdagi bir belgili uchdan ixtiyoriy  $K$  uchigacha eng qisqa tarmoq kengligiga teskari kattalik birligiga ega yo'llarni topamiz.

Quyidagi masalani yechib ko'ramiz.





Bu grafdagi har bir  $i, j$  uchlari orasidagi to'rtta parametrlarni yagona parametrik metrika:  $m_{ij}$  larga o'tkazamiz!

$$m_{ij} = \left[ k_1 * B + \frac{k_2 * B}{256 - L} + k_3 * D \right] * (k_5 / (R + k_4)) \quad \text{va} \quad m_{i,j}' = \frac{1}{m_{ij}} * 1000$$

formulalar yordamida hisoblaymiz:

$$m_{1,2} = \left[ 1 * 430 + \frac{1 * 430}{256 - 0,11} + 1 * 6 \right] * \left( \frac{1}{0,16 + 1} \right) = \frac{1}{377} * 1000 = 265$$

$$m_{1,3} = \left[ 1 * 730 + \frac{1 * 730}{256 - 0,21} + 1 * 2 \right] * \left( \frac{1}{0,27 + 1} \right) = \frac{1}{579} * 1000 = 173$$

$$m_{1,4} = \left[ 1 * 660 + \frac{1 * 660}{256 - 0,3} + 1 * 1 \right] * \left( \frac{1}{0,17 + 1} \right) = \frac{1}{567} * 1000 = 176$$

$$m_{1,5} = \left[ 1 * 720 + \frac{1 * 720}{256 - 0,25} + 1 * 9 \right] * \left( \frac{1}{0,1 + 1} \right) = \frac{1}{665} * 1000 = 150$$

$$m_{2,3} = \left[ 1 * 450 + \frac{1 * 450}{256 - 0,12} + 1 * 10 \right] * \left( \frac{1}{0,21 + 1} \right) = \frac{1}{382} * 1000 = 262$$

$$m_{2,6} = \left[ 1 * 680 + \frac{1 * 680}{256 - 0,16} + 1 * 2 \right] * \left( \frac{1}{0,15 + 1} \right) = \frac{1}{595} * 1000 = 168$$

$$m_{3,6} = \left[ 1 * 600 + \frac{1 * 600}{256 - 0,19} + 1 * 4 \right] * \left( \frac{1}{0,29 + 1} \right) = \frac{1}{470} * 1000 = 213$$

$$m_{3,4} = \left[ 1 * 640 + \frac{1 * 640}{256 - 0,14} + 1 * 5 \right] * \left( \frac{1}{0,25 + 1} \right) = \frac{1}{518} * 1000 = 193$$

$$m_{3,8} = \left[ 1 * 660 + \frac{1 * 660}{256 - 0.18} + 1 * 0.4 \right] * \left( \frac{1}{0.29 + 1} \right) = \frac{1}{562} * 1000 = 178$$

$$m_{4,5} = \left[ 1 * 640 + \frac{1 * 640}{256 - 0.22} + 1 * 7 \right] * \left( \frac{1}{0.13 + 1} \right) = \frac{1}{575} * 1000 = 174$$

$$m_{4,8} = \left[ 1 * 620 + \frac{1 * 620}{256 - 0.29} + 1 * 0.8 \right] * \left( \frac{1}{0.16 + 1} \right) = \frac{1}{537} * 1000 = 186$$

$$m_{5,8} = \left[ 1 * 430 + \frac{1 * 430}{256 - 0.18} + 1 * 3 \right] * \left( \frac{1}{0.27 + 1} \right) = \frac{1}{342} * 1000 = 292$$

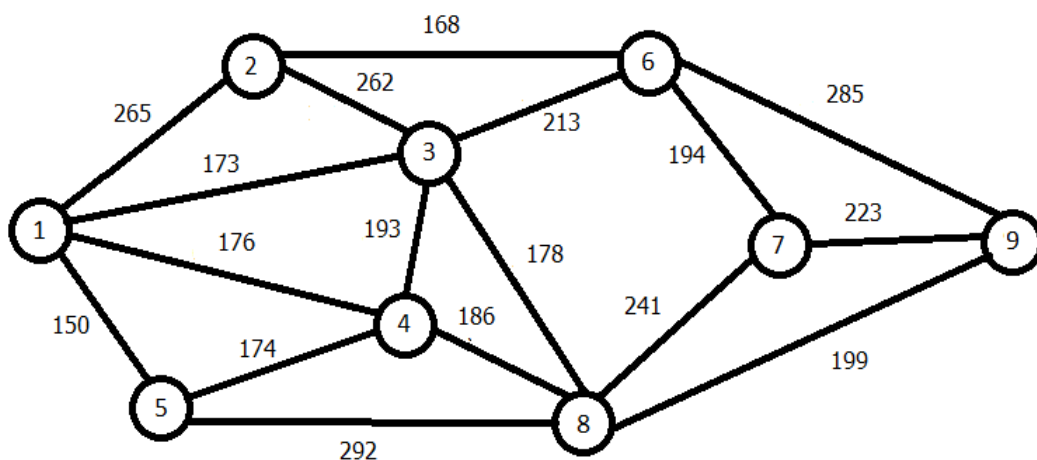
$$m_{6,7} = \left[ 1 * 640 + \frac{1 * 640}{256 - 0.1} + 1 * 0.7 \right] * \left( \frac{1}{0.25 + 1} \right) = \frac{1}{515} * 1000 = 194$$

$$m_{6,9} = \left[ 1 * 450 + \frac{1 * 450}{256 - 0.29} + 1 * 0.9 \right] * \left( \frac{1}{0.29 + 1} \right) = \frac{1}{351} * 1000 = 285$$

$$m_{7,8} = \left[ 1 * 520 + \frac{1 * 520}{256 - 0.22} + 1 * 0.5 \right] * \left( \frac{1}{0.26 + 1} \right) = \frac{1}{415} * 1000 = 241$$

$$m_{7,9} = \left[ 1 * 550 + \frac{1 * 550}{256 - 0.17} + 1 * 0.2 \right] * \left( \frac{1}{0.23 + 1} \right) = \frac{1}{449} * 1000 = 223$$

$$m_{8,9} = \left[ 1 * 600 + \frac{1 * 600}{256 - 0.19} + 1 * 0.3 \right] * \left( \frac{1}{0.2 + 1} \right) = \frac{1}{502} * 1000 = 199$$



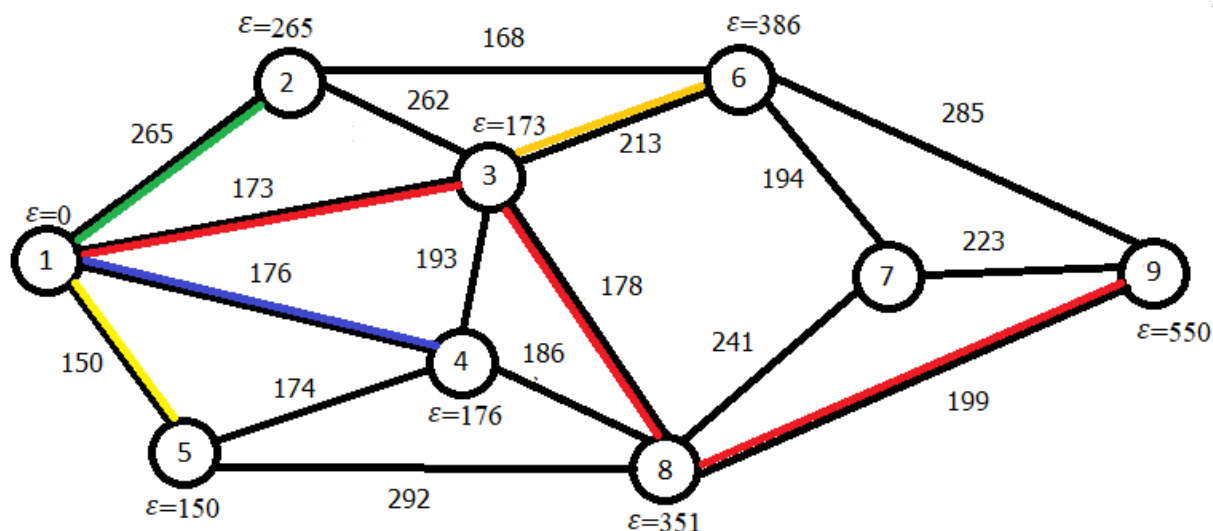
$$h_{ij} = \varepsilon_i + C_{ij}$$



1-iteratsiya		3-iteratsiya	
$\bar{R}\{1\}$	$R\{2,3,4,5,6,7,8,9\}$	$\bar{R}\{1,3,5\}$	$R\{2,4,6,7,8,9\}$
(1,2); (1,3); (1,4); (1,5)		(1,2); (1,4); (3,2); (3,4); (3,6); (3,8); (5,4); (5,8)	
$h_{1,2}=0+265=$		$h_{1,2}=0+265=265$	
265			
$h_{1,3}=0+173=$		$h_{1,4}=0+176=176$	
173			
	$\min$		
	$h_{ij}=150=h_{1,5}$		
$h_{1,4}=0+176=$		$h_{3,2}=173+262=4$	
176		35	
$h_{1,5}=0+150=$		$h_{3,4}=173+193=3$	
150		66	
			$\min$
			$h_{ij}=h_{1,4}=176$
		$h_{3,6}=173+213=3$	
		86	
2-iteratsiya			
$\bar{R}\{1,5\}$	$R\{2,3,4,6,7,8,9\}$	$h_{3,8}=173+178=3$	
(1,3); (1,4); (5,4); (5,8)		51	
$h_{1,2}=0+265=$		$h_{5,4}=324$	
10		$h_{5,8}=442$	
$h_{1,3}=0+173=$			
173			
		4-iteratsiya	
$h_{1,4}=0+176=$	$h_{\min}=h_{1,3}=1$	$\bar{R}\{1,3,4,5\}$	$R\{3,6,7,8,9\}$
176	73		
$h_{5,4}=150+17$		(1,2); (3,6); (3,8); (4,8); (5,8)	
4=324			
$h_{5,8}=150+29$		$h_{1,2}=265$	
2=442			
$h_{3,6}=386$		$h_{3,6}=386$	
	$\min$		$\min$

$h_{3,8}=351$	$h_{ij}=h_{1,2}=265$	$h_{8,7}=351+241=3$	$h_{ij}=h_{3,6}=386$
		95	
$h_{4,8}=176+18$		$h_{8,9}=351+199=5$	
6=262		50	
$h_{5,8}=442$			
		7-iteratsiya	
		$\bar{R}\{1,2,3,4,5,6,8\}$	$R\{7,9\}$
5-iteratsiya			
$\bar{R}\{1,2,3,4,5\}$	$R\{3,6,7,9\}$	$(6,7); (6,9); (8,7); (8,9)$	
$(2,6); (3,6); (3,8); (4,8); (5,8);$		$h_{6,7}=386+194=5$	
		80	
$h_{2,6}=265+16$		$h_{6,9}=386+285=6$	min
8=433		71	$h_{ij}=h_{8,9}=550$
$h_{3,6}=386$	min	$h_{8,7}=592$	
	$h_{ij}=h_{3,8}=351$	$h_{8,9}=550$	
$h_{3,8}=351$			
$h_{4,8}=362$			
6-iteratsiya			
$\bar{R}\{1,2,3,4,5,8$	$R\{6,7,9\}$		
}			
$(2,6); (3,6); (8,9)$			
$h_{2,6}=433$			





$$M_{550}^1 = (1, 3, 8, 9) = 550$$

Telekommunikatsiya tarmoqlari marshrutizatorlari axborotning optimal yoʻnalishini aniqlashi asosiy masalalar hisoblanadi. Qisqa vaqt mobaynida tanlangan marshrut axborotning uzatilish tezligiga katta taʼsir koʻrsatadi va samarador hisoblanadi. Maqolada, axborot marshrutini belgilash va uzatish jarayoniga taʼsir qiluvchi bir necha parametrlarni hisobga olgan holda marshrutlash jarayonining graflar yordamida yechilishi aks ettirilgan.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. J.P. Jue, V.M. Vokkarane, “Optical Burst Switched Networks”, Springer Science + Business Media, Inc., Boston, 2005;
2. M. Düser and P. Bayvel, “Analysis of Wavelength-Routed Optical Burst-Switched Network Performance”, *Fiber and Integrated Optics* Volume 21, Issue 6, pp. 471-477, 2002;
3. V.M. Vokkarane and J.P. Jue, “Prioritized Routing and Burst Segmentation for QoS in Optical Burst-Switched Networks”, in *Proc.IEEE/OSA Optical Fiber Communication Conference*, pp. 221-222, 2002;
4. А. В. Голышко, Н. А. Лескова, Оптическая коммутация блоков // Сети системы связи. —№ 8. — 2001;
5. Т.З. Нижадзе, “Разработка и исследование модели алгоритма динамической маршрутизации для сетей GMPLS”, Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Вологда, 2008.
6. Recommendations ITU-T, E.600 (03/93). Terms and definitions of Traffic Engineering;
7. Recommendations ITU-T, M.2100 (07/05). Performance Limits for bringing – into-service and maintenance of International PDH Path, section and transmission systems;

8. Абдуллаев Д.А. // Вероятностная модель системы передачи данных, доклады АН РУз, Ташкент, 2007 №2 стр.42-45;
9. Абдуллаев Д.А., Импликативный подход к проблемам вычисления условной вероятности и расчета вероятности ошибок в цифровых/многоузловых трактах передачи данных // М.: Электросвязь, 2011, №6, с. 51-56;
10. Олифер В., Олифер Н. Искусство оптимизации трафика. "Журнал сетевых решений LAN". 2001. №12;
11. Заславский К.Е., Фокин В.Г. Проектирование оптической транспортной сети. Н,-1999;
12. Рябанин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. С-Пб.: Политехника, 2000. -248с;
13. Надежность и живучесть систем связи/Под ред. Б.Я. Дудника. –М.: Радио и связь. 1984. -216 с;
14. Шелухин О.И., Тенякшев А.В., Осин А.В. Фрактальные процессы в телекоммуникациях. –М.: Радиотехника, 2003. -480с;
15. Филин Б.П. Методы оценки структурной надежности сетей связи. М.: Радио и связь, 1988. -220с;
16. Исаев Р.И. Статистический анализ надежности и живучести кабельных систем передачи // Aloqa dunyosi. 2006. -№1. –с. 30-34;
17. Исаев Р.И. Анализ методов повышения устойчивости функционирования волоконно-оптических систем передачи // Aloqadunyosi. -2007. -№1. 2007. –С.14-25;
18. Исаев Р.И., Мукимов Ж.Д. Методы защиты информации в каналах телекоммуникационных систем передачи // Aloqa dunyosi. –Ташкент, 2007. -№3. –С. 45-52;
19. Исаев Р.И. Цой Е.В. О надежности волоконно-оптических кабелей связи // Aloqa dunyosi. 2008. -№5-6. –С. 9-19;
20. Исаев Р.И., Расулов О., Мукимов Ж.Д. Анализ технологий и протоколов идентификации и аутентификации пользователей в системах защиты информационных систем от несанкционированного доступа // Aloqadunyosi. –Ташкент, 2008. №5-6. –С. 20-29;
21. Исаев Р.И. Проблема обеспечения устойчивости функционирования систем телекоммуникации. Седьмая Международная Азиатская школа – семинар «Проблемы оптимизации сложных систем», Республика Узбекистан, -Ташкент, 17-27 октября 2011;