

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI ALOQA, AXBOROTLASHTIRISH VA
TELEKOMMUNIKASIYA TEXNOLOGIYALARI DAVLAT QO'MITASI
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
SAMARQAND FILIALI

Axborot va pedagogik texnologiyalar fakulteti
“Informatika va axborot texnologiyalari” kafedrası

Qo`l yozma huquqida

UDK 524.19

NURIYEV SIROJIDDIN ABDURAHMONOVICH

Neyron to'rlarida obyektlararo ma'lumotlar almashinuvining optimal
marshrutini aniqlash algoritmi va dasturiy modulini yaratish

Mutaxassislik: 5A330201 – Kompyuter tizimlari va ularning dasturiy
ta'minoti (tarmoqlar bo'yicha)

magistr akademik darajasini olish uchun yozilgan

D I S S E R T A T S I Y A

Ilmiy rahbar: _____

dots. Maxmudov Z.

Samarqand - 2013

Kirish	3
I – bob. Sun’iy neyron to’rlari	9
1.1 Sun’iy neyron to’ri xususiyatlari	9
1.2 Sun’iy neyron to’rining tuzilishi	12
1.3 Sun’iy neyron to’rini o’rgatish.....	17
1.4 Tiniqmas to’plamlar tuzilishi va xususiyatlari.....	20
I-bob bo’yicha xulosa	24
II – bob. Optimal marshrutni aniqlash alrogitmlari	25
2.1 Tarmoqlarda ma’lumotlarni marshrutlash	25
2.2 Tarmoqlarni optimal loyihalashda L ta eng yaxshi yo’lni topish.....	36
2.3 Optimal marshrutni aniqlash tizimining modeli.....	42
2.4 OMATga neyron tarmoqlar va tiniqmas to’plamlardan foydalanib ishlash ta’sirlari.	51
II-bob bo’yicha xulosa	53
III – bob. Dasturiy ta’minot va undan foydalanish tartibi	54
3.1 Dasturiy ta’minotning modullari	54
3.2 Dasturiy ta’minotning tasnifi	55
3.3 Dasturiy ta’minotdan foydalanish tartibi	58
3.4 Kompyuter bilan ishlashda hayotiy faoliyat xavfsizligi qoidalari va talablari.....	61
III-bob bo’yicha xulosa.....	63
Xulosa	64
Foydalanilgan adabiyotlar ro’yhati	65
Ilova	68

Kirish

Dissertatsiya mavzusining asoslanishi va uning dolzarbligi. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2012 yil 21 martdagi «Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini yanada joriy etish va rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida» PQ-1730 sonli qarori Respublikamizda axborot-kommunikatsiya texnologiyalari taraqqiyotida yana bir muhim bosqich bo'lib qoladi. Prezidentimiz I.Karimov XXI asrni ma'naviy-ma'rifat asri, ilm-fan madaniyat va axborotlar asri deb ta'riflar ekan, bu bilan hozirgi davrning muhim belgisi va xususiyatini ham belgilab berganini payqab olish qiyin emas.[1-4]

Kompyuter tarmoqlarini takomillashtirish ular topologiyasining qiyinlashuviga olib keladi. Bu holat kompyuter tarmoqlaridagi marshrutizatsiyalashni tashkillashtirishning ya'ni yo'nalishlarini ishlab chiqish zaruriyatini keltirib chiqaradi.

Marshrutlashtirish muammosining murakkabligi uning ko'pfaktorlarga bog'liqligidir. Hamma faktorlarni hisobga olish marshrutizatsiyalash masalasini tarmoq resurslarini optimal taqsimlash masalasining yechimini topishga olib keladi. Hozirgi vaqtda mavjud analitik usullar yordamida mashg'ulotlarni tanlash usullari hamma vaqt ham samarali yechimlarni bermaydi. Shuning uchun ham marshrutizatsiyalash masalasini yechishda muvafaqqiyatli yo'nalishlardan biri neyron tarmoqlar va tiniqmas to'plamlardan foydalanishdir.

Marshrutizatsiyalash masalasini yechishda neyron tarmoq va tiniqmas to'plamni birgalikda ishlatish quyidagi imkoniyatlarni beradi:

- baholash kriteriyasi taqqoslashni tiniqmas formallashtirish mumkinligi;
- kiritilayotgan ma'lumotlar va chiqariladigan natijalarni sifatli baholashni amalga oshirish ma'lumotlar ishonchlilik darajasi ustida amallar bajarish va bu amallarni ma'lumotlar oqimini taqsimlashda ishlatishga imkoniyat berish;
- berilgan aniqlikda taqqoslash tahlillarini o'tkazishga imkoniyat yaratish.

Berilgan tizimlarni tez modellashtirish marshrutni aniqlash jarayonini avtomatlashtirishga ruxsat berish. Ushbu ishning dolzarbligi murakkab kompyuter

tarmoqlarida marshrutlarni izlashning samarali usullari mavjud emasligi va tarmoq kanallari holatini tezkor modellashtirish vositalarini yaratish zaruriyati bilan bog'liq.

Tadqiqot obyekti va predmetining belgilanishi. Tadqiqot obyekti va predmeti sifatida marshrutizator, kanallarning o'tkazish qobiliyati, vaqt o'tishi bilan o'zgarib turuvchi trafiklar intensivligi, bufer interfeysining yuklanishi kabilar qaraladi.

Tadqiqot maqsadi va vazifalari. Optimal marshrutni aniqlash tizimlarini murakkab kompyuter tarmoqlarida ma'lumotlar paketini uzatishning optimal marshrutlarini tiniqmas to'plam, neyron tarmoqlar va standart marshrutizatorlardan birgalikda foydalanib taqdiq qilish va ishlab chiqish.

Tadqiqot vazifalari quyidagilardan tashkil topgan:

- kompyuter tarmoqlarida paketlar o'tishi tezligini oshirish masalasini yechish uchun mavjud marshrutlash algoritmlarini tahlil qilish;

- ma'lumotlarni intellektual tahlil metodiga asoslangan hozirgi zamon yondashuvini ishlab chiqish;

- kompyuter tarmoqlari uchun tiniqmas to'plam (TT), neyron tarmoqlar (NT), standartlashgan marshrutizatorlardan birgalikda foydalanib optimal marshrutlarni aniqlash tizimini yaratish;

- turli xil topologiyali tarmoqlarda marshrutni modellashtirish usullarini tadqiq qilish va yaratish;

- optimal marshrutlarni aniqlash tizimlari (OMAT) dan foydalanishning samarador sohalarini asoslash.

Tadqiqotning asosiy masalalari va farazlari. Dissertatsiya himoyasiga qo'yilgan asosiy masalalar quyidagilardan iborat:

- ko'p segmentli kompyuter tarmoqlarida ma'lumotlar uzatish jarayonlari tezligini ta'minlayadigan optimal marshrutlarni aniqlash tizimi yaratish;

- taklif qilingan kompyuter tarmoqlaridagi marshrutlash usuli lokal yuklamali sharoitlardan murakkab konfiguratsiyali tarmoqlar uchun paketlarni yetkazishning samaradorligini ta'minlash;

- neyron tarmoqlar va tiniqmas to'plam asosida ishlab chiqilgan usullar turli xil sinfdagi kompyuter tarmoqlarini tadqiq qilishga imkon yaratish.

Mavzu bo'yicha qisqacha adabiyotlar tahlili. Opimal marshrutni aniqlash algoritmlarining ba'zi birlarini keltiramiz.

Tarmoqlarda qisqa yo'lni topish. Buning uchun ushbu yo'nalishi aniqlangan yoylari va vazni berilgan grafni qarab chiqamiz $G = \langle V, E \rangle$. Har bir yoyga $|u, v|$ E mos holda vazn $a(u, v)$ deb ataluvchi son qo'yilgan. Bizni fiksirlangan s, t, V uchlar orasidagi eng qisqa yo'lni topish masalasi qiziqtiradi. Bunday qisqa yo'lni biz $d(s, t)$ bilan belgilaymiz va uni s dan t gacha masofa deb ataymiz(bu kabi aniqlangan masofa manfiy ham bo'lishi mumkin). Agar s dan t gacha hech qanday yo'l bo'lmasa, u holda $d(s, t) = T$ deb qaraymiz. Agar har bir tarmoqdagi kontur musbat uzunlikka ega bo'lsa, u holda eng qisqa yo'l har doim oddiy bo'ladi, ya'ni $v_1, \dots, v_p$ ketma – ketlikdan iborat bo'ladi. [9-12]

L ta eng yaxshi yo'lni tanlash moduli. Bu modulda yaratilgan dinamik strukturaga yangi qiymatlarni yozish va mashrutlarni eng yaxshilarini tanlash vazifalari ishlab chiqilgan. Mashrutlarni topish jarayonida Dekstra algoritimini ishlash g'oyasidan foydalanildi. Dekstra algoritmi faqat bitta minimum yo'lni topishga yo'naltirilgan. Algoritmi minimum yo'l bilan birgalikda minimumga yaqin bo'lgan yo'llarni ham topishga moslashtirildi. [21]

Optimal marshrutni aniqlash tizimi. OMATni modellashtirish uchun boshlang'ich ma'lumotlar oddiy marshrutizatorli modeldan olindi, shuning uchunki olingan natijalarni taqqoslash oson bajariladi. Kirish va chiqish o'zgaruvchilarini lingvistik baholash uchun quyidagi termin- to'plamlaridan foydalanildi:

X1-eng ko'p K o'tishlar soni;

KS – K o'tishlarning o'rtacha miqdori;

MK- o'tishlarning minimal miqdori;

X2-tarmoqlar bo'yicha maksimal T ma'lumotlarning o'tish tezligi ;

TS – tarmoqlar bo'yicha ma'lumotlarning o'rtacha o'tish tezligi;

MT – ma'lumotlarning eng kam o'tish tezligi;

Y – G paketning eng ko'p vaqtda o'tishi;

Gs – paketning o'rtacha vaqtda o'tishi;

MG – paketning minimal vaqtda o'tishi.

Tanlash qoidolari noaniq munosabatlar bilan berilgan. Ana shu tasdiqqa asosan loyihalashning asosiy bosqichlarida qo'llaniladigan qoidalarni ishlab chiqamiz:

- agar $X1=K$ va $X2=MT$ bo'lsa, unda $Y=G$;
- agar $X1=KS$ va $X2=T$ bo'lsa, unda $Y=GS$;
- agar $X1=KS$ va $X2=TS$ bo'lsa, unda $Y=GS$;
- agar $X1=MK$ va $X2=T$ bo'lsa, unda $Y=MG$.

Tiniqmas to'plam asosida ishlab chiqilgan bu sxema apparaturani ma'lumotlar uzatishda aniq sharoitga moslashtiradi. Bu moslashtirishlarda trafik hajmlari aniqlanadi, hajmlar noaniq qiymatlarda aniqlanadi va shuning asosida har xil kirish ma'lumotlari qo'llaniladi, ularning sifat xarakteristikalarini ustida amallar bajariladi, taqqoslashlar baholanadi.[19-20]

Tadqiqotda qo'llanilgan uslublarning qisqacha tavsifi. Ishda quyidagi usullardan foydalanildi. Graflar nazariyasi, aniqmas tizimlar nazariyasi, immutatsion modellash usullari, matematik statistika usullari, sun'iy neyron tarmoqlar nazariyasi, algoritmlar evolyutsiyasi. Ishdagi tadqiqot natijasida yaratilgan ma'lumotlarni qayta ishlash algoritmlari Matlab, Statistika, Opnet paketlaridan va muallif tomonidan yaratilgan dasturiy ta'minotlardan foydalanib ishlab chiqildi.

Tadqiqot natijalarining nazariy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining nazariy ahamiyati quyidagilardan iborat:

- hozirgi zamon marshrutlash usullari tahlil qilingan;
- OMATga neyron tarmoqlar va tiniqmas to'plamlardan foydalanib ishlash ta'sirlari berilgan va bu tizimning kompyuter tarmoqlaridagi qo'llanish soxalari asoslangan.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati quyidagilarni tashkil qiladi:

- mavjud marshrutlashtirish usullarini tadqiq qilish asosida OMAT ning asosiy komponentalarini o'zida mujassam etgan model ishlab chiqildi;
- algoritmlar tuzish va ularni dastur ko'rinishida amalga oshirildi.
- olingan natijalar tahlil qilindi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi. Taklif etilayotgan optimal marshrutlarni aniqlash tizimi, boshqa tizimlardan farqli ravishda marshrutizatorlar aniqlash chiqarish va taniqlash to'plamning quyi tizimlarini birgalikda to'latib, kompyuter tarmoqlarida paketlar uzayishining vaqt kriteriyasi bo'yicha optimalligini ta'minlaydi.

Aniqlash miqdorlar ko'rinishidagi trafiklarning, ya'ni ko'rinishi taklif qilingan va trafik hamda tarmoq hisoblash yuklamasining tasvirdagi ma'lumotlari bilan amallar bajarishga imkon yaratadigan formallashtirilgan tarmoq modeli ishlab chiqildi.

Kompyuter tarmoqlarida marshrutlash jarayonini tadqiq qilish usuli taklif etildi. Bu usul modellashtirish vositasi sifatida neyron tarmoqlar va taniqlash to'plamlarning birgalikda ishlatilishi bilan farq qiladi.

Dissertatsiya tarkibining qisqacha tavsifi. Magistrlik dissertatsiyasi matnining hajmi 86 betdan iborat bo'lib, uning strukturasi kirish, 3ta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilova tashkil qiladi.

I – bob sun'iy neyron to'rlar va taniqlash to'plamlarga bag'ishlangan bo'lib, unda asosiy tushunchalar va ta'riflar, sun'iy neyron to'rlarining turlari va taniqlash to'plamlarga asoslangan ba'zi usullar va algoritmlar keltirilgan hamda tahlil etilgan.

II – bobda tarmoqda optimal marshrutni aniqlash algoritmlari hamda neyron to'rlar hamda taniqlash to'plamlarda optimal marshrutni aniqlash tizimi moduli keltirilgan.

III – bob dasturiy ta'minotning modullari, tasnifi va foydalanuvchi uchun undan foydalanish tartibi hamda kompyuter bilan ishlashda hayotiy faoliyat xavfsizligi qoidalar va talablariga bag'ishlangan.

Xulosa qismida magistrlik dissertasiyasida olingan asosiy natijalar va xulosalar keltirilgan.

Adabiyotlar ro'yxati qismida magistrlik dissertasiyasini bajarishda foydalanilgan asosiy adabiyotlar ro'yxati keltirilgan.

Ilovada dastur oynalarni hosil qilish va dasurning kodlari keltirilgan.

Maqolalar ro'yxati

Magistrlik dissertasiyaning asosiy natijalari 2 ta ilmiy maqolada nashr etilgan[19-20].

№	Mualliflar	Ilmiy ishning nomi	Betlar soni	Nashriyot nomi, № , yili va beti
1	Nuriyev S. A.	Kompyuter tarmoqlarida integrallashgan marshrutlashtirish tizimlari tadqiqi	4	Axborot kommunikasiya texnologiyalarining hozirgi zamon rivojlanish bosqichida mutaxassisning kasbiy komponentligini mukamallashtirish ilmiy amaliy konferensiya materiallari. Samarand-2013. 154-157 b.
	Nuriyev S.A.	Ko'p oqimli masalalarni parallel hisoblashda parallellashtirishni avtomatlashtiruvchi dasturiy vositalar	2	Axborot texnologiyalari va telekommunikasiya muammolari respublika ilmiy-texnik konferensiyasi. Toshkent -2013. 93-94 b.

I – bob. Sun'iy neyron to'rlari

1.1 Sun'iy neyron to'ri xususiyatlari

Sun'iy neyron to'rlari biologiyadan yuzaga kelgan, chunki ularni tashkil qiluvchi elementlarning funksional imkoniyati biologik neyronlar bajaruvchi aksariyat sodda vazifalariga o'xshashdir. Bu elementlar miya anatomiyasiga mos keluvchi (yoki mos kelmaydigan) usullar bilan birlashib tuzilmalar tashkil qiladi. Bunday yuzaki o'xshashlikka qaramasdan, sun'iy neyron to'rlari hayratlanarli darajada miyaga xos xususiyatlarni namoyon qilmoqda. Masalan, ular tajriba asosida o'rganadi, oldingi holatlarni yangi holat uchun umumlashtiradi va ortiqcha berilganlarni o'z ichiga olgan ma'lumotlardan kerakli xususiyatlarni (qonuniyatlarni) ajratib oladi[5].

Ikkinchi tomondan, har qanday optimistik ruhdagi mutaxassis ham yaqin kelajakda sun'iy neyron to'ri inson miyasi funksiyalarini to'liq ma'noda takrorlay oladi deb ayta olmaydi. Eng murakkab neyron to'rlari tomonidan namoyon qilinayotgan haqiqiy «tafakkur» yomg'ir chuvalchangining ongi darajasidadir va bu boradagi tashabbuslar hozirgi zamon realligi bilan chegirilishi kerak. Shu bilan birgalikda, bugungi kundagi cheklanishlar qanday bo'lishidan qat'iy nazar, sun'iy neyron to'rlar ishlashidagi hayratlanarli darajada inson miyasi bilan o'xshashliklarni inkor qilmagan holda, inson tafakkuriga chuqurroq kirib borish jarayoni muvofaqqiyatli rivojlanmoqda deb aytish mumkin.

O'rganish. Sun'iy neyron to'rlari tashqi muhitga bog'liq ravishda o'zgarishi mumkin. Bu holat, boshqalarga nisbatan, neyron to'rlariga bo'lgan qiziqishlarning asosiy sababchisidir. Kiruvchi signallar (ayrim hollarda talab qilingan chiquvchilar qiymatlar bilan) qabul qilgandan keyin neyron to'ri talab qilingan aks ta'sirni ta'minlash uchun o'zini moslashtiradi. Lekin neyron to'ri nimaga o'rganishi mumkin va o'rganish qanday olib borilishi kerakligi muammosi sun'iy neyron to'rlari bo'yicha tadqiqotlar ichida eng dolzarbdir[16].

Umumlashtirish. o'rgangan neyron to'rlari kiruvchi signallardagi katta bo'lmagan o'zgarishlariga nisbatan u darajada ta'sirlanmasligi mumkin. Bu shovqin va xiralashish (buzilish) orqasidan obrazni ko'ra olishning ichki qobiliyati

real dunyodagi obrazlarni anglash uchun juda muhimdir. Bu kompyuterga xos qat'iy aniqlikni talab qilishni cheklab o'tish imkoniyatini beradi va biz yashayotgan, takomillashmagan dunyo bilan ishlovchi tizimga yo'l ochadi. Shuni qayd qilish kerakki, sun'iy neyron to'ri umumlashtirishni kompyuter programmalari ko'rinishida yozilgan «inson tafakkuri» yordamida emas, balki o'z tuzilishidan (strukturasidan) kelib chiqqan holda avtomatik ravishda amalga oshiradi.

Abstraktlash. Ayrim sun'iy neyron to'rlari kiruvchi berilganlardan mohiyatni ajratib olish qobiliyatiga ega. Masalan, Agar to'r «A» harfining buzilgan ko'rinishlari ketma-ketligida o'rgatilsa, u mukammal shakldagi harfni hosil qilishi mumkin. qaysidir ma'noda neyron to'ri o'zi oldin «ko'rmagan» obrazlarni hosil qilishga o'rganishi mumkin[6].

Qo'llanishi. Sun'iy neyron to'rlari hisob ishlari bilan bog'liq masalalarda masalan, oylik maoshni hisoblashda qo'llash uchun yaramaydi. Lekin shunday masalalarni ko'rsatib o'tish mumkinki, ularda sun'iy neyron to'rlari muvafaqqiyatli qo'llanilmoqda va mutaxassislar uchun qiziqarli sohalardan biri bo'lib qolmoqda.

Obrazlarni sinflarga ajratish. Masalan, alomatlar vektori orqali berilgan kiruvchi obrazni (masalan, ovoz signali yoki qo'lyozmalarni belgisini) oldindan berilgan bir yoki bir nechta sinflarga tegishligini ko'rsatishdan iborat. Bu toifa masalalarga harflarni anglash, nutqni anglash, elektrodiagramma signallarini sinflarga ajratish, qon kataklarini sinflarga ajratish masalalarini misol keltirish mumkin[5].

Klasterlash va kategoriyalash. Klasterlash masalalarini yechishda obrazlarni sinflarga taalluqliligini beruvchi o'rgatuvchi tanlov bo'lmaydi. Bu hol obrazlarni «o'qituvchisiz» sinflarga ajratish nomi bilan ham ma'lum. Klasterlash algoritmi obrazlar o'xshashligiga asoslanadi va bir-biriga yaqin obrazlarni bir sinfga joylashtiradi. Klasterlashni bilimlarni ajratib olishda, berilganlarni zichlashtirishda va berilganlar xususiyatlarini tadqiq qilishda qo'llanilgan hollari mavjud.

Funksiyalar aproksimasiyasi. Faraz qilaylik, $\{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\}$ ko'rinishidagi o'rgatuvchi tanlov (kirish-chiqish berilganlar juftliklari) orqali «shovqin» bilan buzilgan noma'lum $F(x)$ funksiya ifodalangan bo'lsin. Aproksimasiya masalasi noma'lum $F(x)$ funksiya bahosini topishdan iborat. Funksiya aproksimasiyasi ko'p sondagi model qurishning injenerlik va ilmiy masalalarida qo'llaniladi.

Bashorat prognoz. Aytaylik n ta $t_1, t_2, \dots, t_n$ vaqt momentlari ketmaligida $\{y(t_1), y(t_2), \dots, y(t_n)\}$ diskret hisoblar berilgan bo'lsin. Masala mohiyati kelajakdagi qandaydir t_{n+1} vaqt momentidagi $y(t_{n+1})$ qiymatni oldindan aytib berishdir. Bashorat prognoz biznesda, fan va texnikada katta ahamiyatga ega. Fond birjasida qimmatli qog'oz bahosini bashorat qilish va ob-havoni oldindan aytish bu sohaga xos masalalar hisoblanadi[14].

Optimallashtirish. Matematikadagi, statistikadagi, texnika, fan, meditsina va iqtisoddagi aksariyat muammolar optimallashtirish masalalaridir. Optimallashtirish algoritmining masalasi shunday yechimlar topishki, ular cheklanishlar sistemasini qanoatlantirgan holda maqsad funksiyani maksimallashtiradi yoki minimallashtiradi. Kommivoyajer masalasi (sayohatchini ma'lum bir shartlar ostida n ta shaharga borish masalasi) optimallashtirish masalalarining klassik namunasi.

Mazmun bo'yicha adreslanuvchi xotira. Fon Neyman hisoblash modelidagi kompyuterlarda (hozirgi an'anaviy kompyuterlar) xotiraga murojaat faqat adres orqali amalga oshiriladi. Bu jarayon adreslanuvchi xotiradagi qiymatga bog'liq emas. Agar adresni aniqlashda xatolikka yo'l qo'yilgan bo'lsa, xotiradan umuman boshqa ma'lumot olinadi. Assosiativ xotira yoki mazmun bo'yicha adreslanuvchi xotira, faqat ko'rsatilgan mazmun bo'yicha murojaatga yo'l qo'yadi. Xotiradagi ma'lumot qisman kiruvchi berilganlar yoki qisman mazmun buzilgan murojaat bo'yicha olinishi mumkin. Assosiativ xotira multmediyali informasion berilgan bazasini yaratishda qo'llash juda ham samaralidir[6].

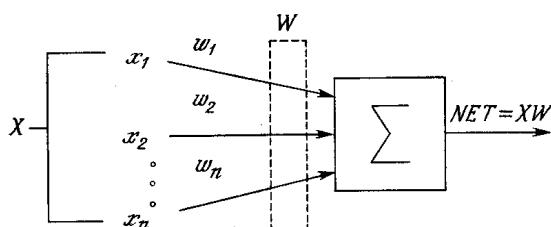
Boshqaruv. quyidagi $\{u(t), y(t)\}$ juftliklar orqali berilgan dinamik sistemani ko'raylik. Bu yerda $u(t)$ - kiruvchi boshqaruv ta'siri, $y(t)$ - t vaqtdagi sistemaning

chiqishi. Etalon modeli boshqaruv sistemalarida boshqaruv maqsadi – shunday $u(t)$ kiruvchi ta'sirni hisoblab topishki, uning ta'sirida sistema etalon tomonidan talab qilingan trayektoriya bo'yicha harakatlansin. Bunday masalalarga misol sifatida dvigatelni optimal boshqarish masalasini ko'rsatish mumkin[15].

1.2 Sun'iy neyron to'rining tuzilishi

Sun'iy neyron. Sun'iy neyron birinchi yaqinlashishda biologik neyron xossalarini imitatsiya qiladi. Har bir sun'iy neyronga boshqa neyronlar chiqishi bo'lgan qandaydir signallar to'plami kiradi. Har bir kiruvchi signal sinaptik kuchga mos vaznga ko'paytiriladi va ularning yig'indisi neyronning aktivlik darajasini aniqlaydi. Bu g'oyani amalga oshiruvchi model 1.1-rasmda keltirilgan. Garchi sun'iy neyron to'rlari turli-tuman, lekin ularning barchasining asosida ushbu konfiguratsiya yotadi. Bu yerda $x_1, x_2, \dots, x_n$ bilan belgilangan kiruvchi signallar sun'iy neyronlarga kiradi. Bu kiruvchi signallar majmuasi X vektori bilan belgilanadi va ular biologik neyron sinapsisiga keluvchi signallarga mos keladi. Har bir signal o'ziga mos keluvchi $w_1, w_2, \dots, w_n$ vaznlarga ko'paytiriladi va Σ bilan belgilangan yig'uvchi blokka kelib tushadi. Har bir vazn bitta biologik sinapsis «kuchiga» mos keladi. (Vaznlar to'plami W vektori orqali belgilanadi). Biologik element tanasiga mos keluvchi yig'uvchi blok, mos vaznlariga ko'paytirilgan kiruvchi qiymatlarni algebraik tarzda yig'adi va neyron chiqishini shakllantiradi. Bu miqdor NET bilan belgilanadi. Yuqoridagi fikrlar vektor ko'rinishda quyidagicha ko'rinishda bo'ladi[5-6]:

$$NET = XW.$$



1.1-rasm. Sun'iy neyron

Aktivlash funksiyalari. Keyingi qadamda NET signali, odatda F aktivlash funksiyasi orqali hisoblanib, neyronning OUT chiqish signalini hosil qiladi. Aktivlash funksiyasi oddiy chiziqli funksiya bo'lishi mumkin.

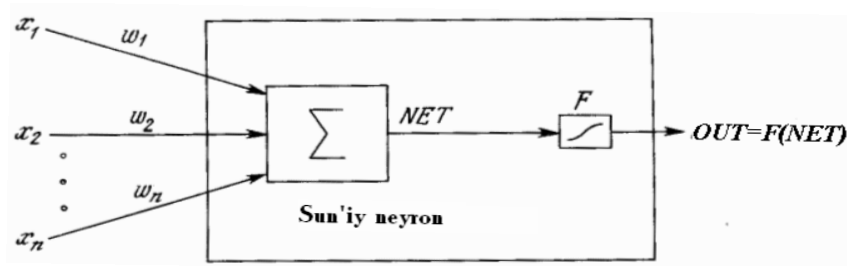
$$OUT = K(NET),$$

bu yerda K – quyidagicha aniqlangan chegar funksiyasi doimiysi

$$OUT \geq 1, \text{ Agar } NET \geq T,$$

$$OUT = 0 \text{ boshqa holatlar uchun,}$$

bu yerda T – qandaydir chegaraviy doimiy qiymat. Aktivlash funksiyasi biologik neyron chiziqsiz o'tkazuvchanlik xususiyatini yanada to'liq ifodalovchi funksiya bo'lishi va neyron to'ri uchun keng imkoniyatlar berishi mumkin.



1.2-rasm. Aktivlash funksiyali sun'iy neyron

1.2-rasmdagi F bilan belgilangan blok NET signallarini qabul qiladi va OUT signalini chiqaradi. Agar F blok NET kattaligining o'zgarish diapazonini siqsa, ya'ni NET kattalikning har qanday qiymatida OUT qandaydir chekli oraliqqa tegishli bo'lsa, u holda F «siquvchi» funksiya deb nomlanadi. Ko'p hollarda «siquvchi» funksiya sifatida 1.3-rasmda ko'rsatilgan logistik yoki «sigmoidal» (S-shakldagi) funksiya ishlatiladi. Bu funksiya matematik ko'rinishi:

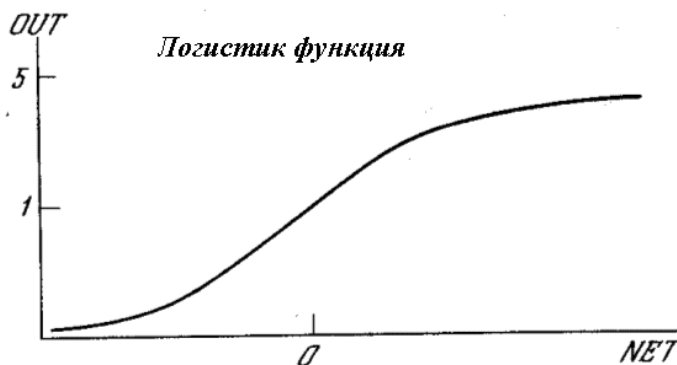
$F(x)$ q $1/(1 + e^{-x})$. Shunday qilib,

$$OUT = \frac{1}{1 + e^{-NET}}.$$

Elektron sistemalar bilan o'xshashlik nuqtai-nazaridan aktivlash funksiyasini sun'iy neyronning chiziqsiz kuchaytirgich xossasi deb qarash mumkin. Kuchaytirgich koeffisiyenti OUT kattaligi ortirmasini, uni keltirib chiqargan NET kattaligining nisbatan katta bo'lmagan orttirmasiga nisbati sifatida hisoblanadi. Katta kuchaytirish koeffisientli logistik funksiyaning markazidagi sohalarda kichik signallarni qayta-ishlash muammosi yechilsa, musbat va manfiy chekkadagi sohalardagi pasayadigan kuchaytirgichlar esa juda katta ta'sirlarni qayta-ishlashga mos keladi. Shunday qilib, neyron kiruvchi signalning keng diapazonida katta

kuchaytirgich bilan amal qiladi, ya'ni past signallar kuchaytiriladi va aksincha, katta signallar pasaytiriladi[13].

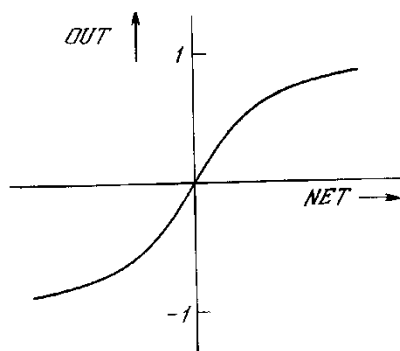
$$OUT = \frac{1}{1 + e^{-NET}} = F(NET)$$



1.3-rasm. Sigmoidal logistik funksiya

Boshqa keng qo'llaniladigan aktivlash funksiyalardan biri giperbolik tangens. Shakli bo'yicha u logistik funksiyaga o'xshash va biologlar tomonidan nerv katagi aktivlashuvining matematik modeli sifatida ishlatiladi. Sun'iy neyron to'ring aktivlash funksiyasi ko'rinishida u quyidagicha yoziladi:

$$OUT = th(x).$$

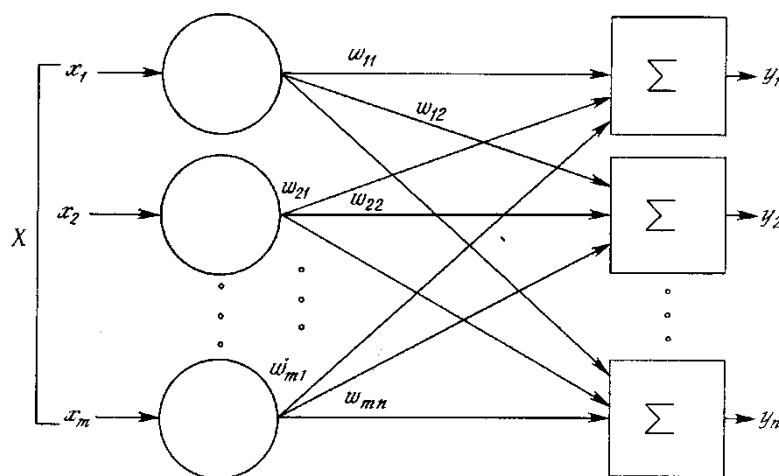


1.4-rasm. Giperbolik tangens funksiyasi

Giberbolik tangens funksiyasi logistik funksiyalardek S shaklidagi funksiyadir, lekin u koordinata boshiga nisbatan simmetrik va NET q 0 nuqtada OUT chiquvchi signal qiymati nolga teng (1.4-rasm). Logistik funksiyadan farqli ravishda giperbolik tangens turli ishoradagi qiymatlarni qabul qiladi va bu hol bir qator to'rlar uchun qo'l keladi. Sodda sun'iy neyron modeli biologik neyronning ayrim xossalarini inkor qiladi. Masalan, u sistema dinamikasiga ta'sir qiluvchi vaqt bo'yicha to'xtashlarni inobatga olmaydi. Kiruvchi signallar darhol chiquvchi

signallarni yuzaga keltiradi. Va, juda muhim bo'lgan chastotli modulyasiya funksiyasi ta'siri yoki biologik neyronning sinxronlashtiruvchi funksiyasi hisobga olinmaydi, garchi bu xossalarni bir qator tadqiqotchilar hal qiluvchi deb hisoblashadi. Bu cheklanishlarga qaramasdan, bunday neyronlardan hosil bo'lgan neyronlar biologik sistemani eslatuvchi ko'p xossalarni namoyon qiladi[14].

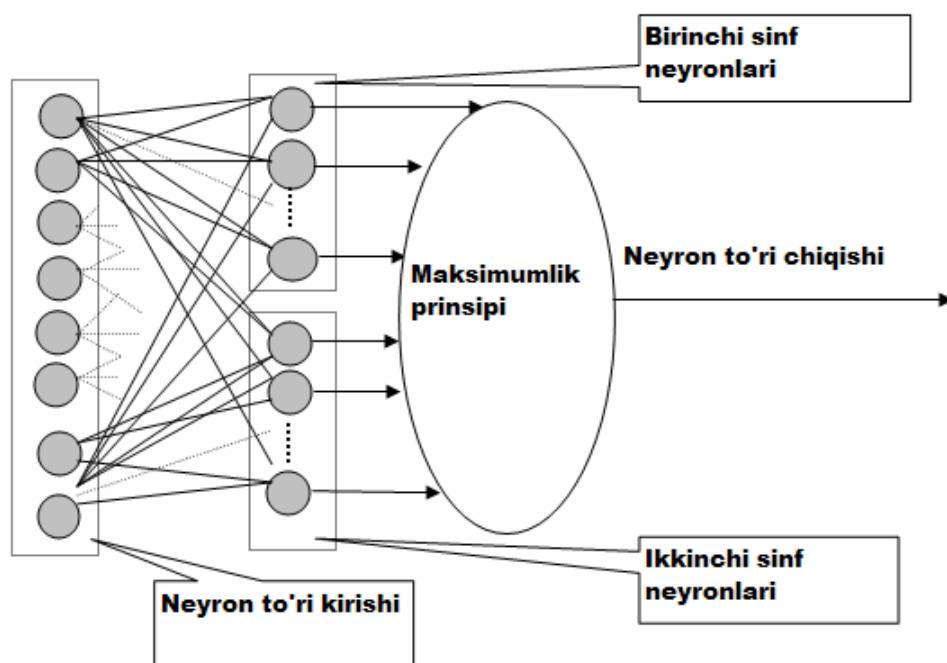
Bir qatlamli neyron to'rlari. Garchi bitta neyron oddiy anglash procedurasini ham amalga oshira olmaydi, lekin bir qancha neyronlarni neyron to'riga birlashtirishda neyron hisoblarning kuchi yuzaga keladi. Neyron guruhi qatlam hosil qiluvchi sodda neyron to'ri 1.5-rasmda ko'rsatilgan. Izohlab o'tish kerakki, chap tomondagi qirra-aylanalar faqat kiruvchi signallarni taqsimlash uchun xizmat qiladi. Ular birorta hisoblash amallarini bajarmaydi va shu sababli qatlam hisoblanmaydi. Hisoblash amallarini bajaruvchi neyronlar to'rtburchaklar bilan belgilangan. X kiruvchi to'plamdagi har bir element alohida vazn bilan har bir neyron bilan bog'langan. o'z navbatida har bir neyron kiruvchi qiymatlar «sozlangan» yig'indisini chiqaradi[18].



1.5-rasm. Bir qatlamli neyron to'ri

Vaznlarni W matrisa elementlari sifatida qarash o'ng'aydir. Matrisa m satr va n ustunga ega bo'lib, m –kirishlar soni, n -neyronlar soni. Masalan, w_{ij} – bu uchinchi kirishni ikkinchi neyron bilan bog'lovchi vazndir. Shunday qilib, komponentalari neyronlarning OUT bo'lgan chiquvchi N vektorni hisoblashni matrisali ko'paytma $N = XW$ sifatida keltirish mumkin, N va X –satr-vektorlar.

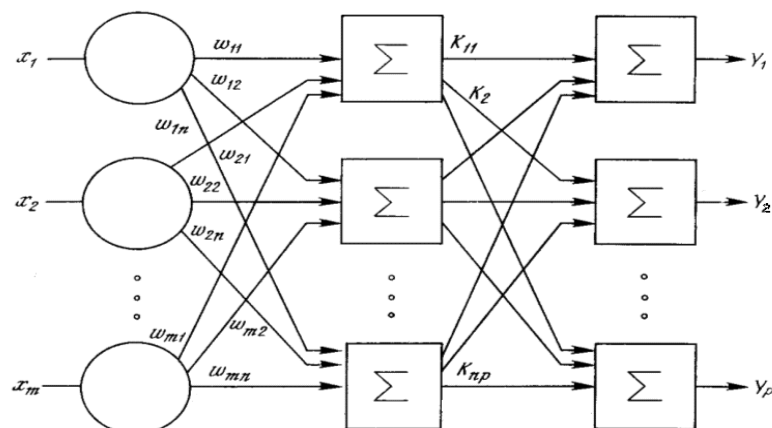
Bir qatlamli neyron to'rlari masala yechimi sifatida «g'olib barchasiga ega» prinsipi keng qo'llaniladi. Bu prinsip mohiyati quyidagicha: kiruvchi X uchun birinchi qatlamdagi qaysi neyron maksimum (minimum) qiymat qabul qilsa, o'sha neyron qayta-ishlanayotgan obyektни o'ziga «tortgan» hisoblanadi. Mazkur neyronning barcha xossalari ayni shu obyektga ham tegishli bo'ladi, masalan qatlam neyronlari sinflar vakillari sifatida qaralsa, o'ziga tortgan neyron (obyekt) qaysi sinfga tegishli bo'lsa, noma'lum (yangi) obyekt ham shu sinfga tegishli bo'ladi va hokazo. Maksimumlik prinsipi bo'yicha amal qiladigan bir qatlamli sun'iy neyron to'ri 1.6-rasmda keltirilgan[5].



1.6-rasm. Maksimumlik prinsipida amal qiluvchi bir qatlamli sun'iy neyron to'ri.

Hajm jihatdan katta va murakkab neyron to'rlari, odatda, mos ravishda katta hisoblash imkoniyatlariga ega. Garchi neyronning juda ko'p tuzilishlari yaratilgan bo'lsa ham ko'p qatlamli neyron to'rlari miyaning ayrim qatlamli bo'laklarini nusxasidir. Bunday to'rlar bir qatlamli neyronlarga nisbatan o'rganish sig'imi kengroq hisoblanadi va hozirda ko'p qatlamli to'rlarni o'rgatish algoritmlarining bir qancha turlari yaratilgan. Shu o'rinda, qayd etib o'tish zarurki, hozirda soha

olimlari tomonidan bir va ko'p qatlamli neyron to'rlarining o'zaro ekvivalentligi matematik tarzda isbot qilingan[6].



1.7-rasm. Ikki qatlamli neyron to'ri

Ko'p qatlamli neyron to'rlari qatlamlar kaskadi bilan hosil bo'lishi mumkin. Bir qatlam chiqishi keyingi qatlam uchun kirish bo'ladi. Bunday neyron to'ri 1.7-rasmda keltirilgan[16].

Teskari bog'lanishli to'rlar. Yuqorida ko'rilgan to'rlarda teskari bog'lanishlar yo'q edi, ya'ni qandaydir qatlamning chiqishidan chiqib, xuddi shu qatlam yoki oldingi qatlamlar kirishiga boruvchi bog'lanishlar yo'q edi. Bunday to'rlar to'g'ri tarqaluvchi to'rlar sinfini tashkil qiladi va ular katta qiziqish uyg'otadi va juda keng ravishda qo'llaniladi. Chiqishlarida kirishlariga bog'lanish bo'lgan to'rlar teskari bog'lanishli to'rlar deyiladi. Teskari bog'lanishlari bo'lmagan to'rlarda xotira yo'q, ularning chiqishi faqat ayni paytga kirishlar va vaznlar bilan aniqlanadi. Ayrim ko'rinishdagi teskari bog'lanishli neyron to'rlarida chiqish qiymatlari kirishga qaytariladi, oqibatda chiqish ayni paytdagi kirish va oldingi chiqish bilan aniqlanadi. Shu sababli teskari bog'lanishli to'rlar inson miyasining qisqa muddatli xotirasi xossalarga o'xshash xossalarga ega bo'ladi. To'ri chiqishlari qisman oldingi kirishlarga bog'liq bo'ladi[13].

1.3 Sun'iy neyron to'rini o'rgatish

Sun'iy neyron to'rlarini o'rgatish. Sun'iy neyron to'rlarining o'rganish qobiliyati uning barcha xossalari ichida eng katta qiziqish uyg'otadigan tomonlaridir. Ularni o'rgatish shu darajada insonni o'rganish jarayoniga o'xshab

ketadiki, hattoki bu jarayonni tub mohiyatiga yetgandek. Lekin neyron to'rlarining o'rganishi cheklangan va juda ko'p murakkab masalalarni hal qilishga to'g'ri keladi.

O'rgatish maqsadi. To'rnin o'rgatishdan maqsad - qandaydir kiruvchi berilganlar to'plami uchun kutilgan (yoki hech bo'lmaganda mos keluvchi) chiquvchi natijalar to'plamini berishdir. Har bir kiruvchi (chiquvchi) qiymatlar to'plami vektor deb qaraladi. O'rgatish kiruvchi vektorlarni ketma-ket ravishda taqdim qilish va vaznlarni oldindan aniqlangan qoida asosida moslashtirish orqali amalga oshiriladi. O'rgatish jarayonida vaznlar shunday holatga keladiki, natijada har bir kiruvchi vektor chiquvchi vektorni hosil qiladi[14].

O'qituvchi bilan o'rgatish. O'rgatish algoritmlari o'qituvchi bilan yoki o'qituvchisiz o'rgatishlarga bo'linadi. O'qituvchi bilan o'rgatishda har bir kiruvchi vektor uchun kutilgan chiquvchi natija o'zida aks ettirgan maqsad vektor mavjudligini taqozo etadi. Ular birgalikda o'rgatuvchi juftliklar deyiladi. Odatda, to'r ma'lum bir sondagi o'rgatuvchi juftliklar orqali o'rgatiladi. To'rga kiruvchi vektor taqdim etiladi va chiquvchi vektor hisoblanadi, chiquvchi vektor va maqsad vektor o'rtasidagi farq (xato) mavjud bo'lsa, xatoni minimallashtiruvchi algoritm bo'yicha vaznlar o'zgartiriladi. Bu jarayon o'rgatuvchi juftliklar to'plamining barcha elementlari uchun amalga oshiriladi. O'rgatish barcha o'rgatish juftliklari uchun xatoni yetarli darajada kichik bo'lganda to'xtatiladi va to'r o'rgangan hisoblanadi[17].

O'qituvchisiz o'rgatish. Ko'p sondagi amaliy natijalarga qaramasdan o'qituvchi bilan o'rgatish o'zining biologik haqqoniy emasligi uchun tanqid qilinadi. Chunki, inson miyasidagi o'rganish mexanizmi olingan natija bilan kutilgan natijalarni solishtirib, teskari bog'lanish orqali sozlash amalini bajaradi deb faraz qilish juda qiyin. Agar shunday bo'lgan taqdirda, kutilgan natija qayerdan paydo bo'ladi? O'qituvchisiz o'rgatish tabiiy o'rganishga o'xshashdir. Koxonen va boshqa olimlar tomonidan rivojlantirilgan o'qituvchisiz o'rgatish maqsad vektorni talab qilmaydi. O'rgatuvchi to'plam faqat kiruvchi vektorlardan iborat. O'rgatuvchi algoritm to'r vaznlarini shunday sozlaydiki, natijada kelishgan

chiquvchi vektorlar hosil bo'ladi, ya'ni yetarlicha bir-biriga yaqin kiruvchi vektorlar taqdim etilganda bir xil chiquvchi vektorlar hosil bo'ladi. O'rgatish jarayoni, o'rgatuvchi to'plamning statistik xossalarini ajratadi va o'xshash vektorlarni bir sinfga yig'adi. To'rga bu sinf vektorlarini taqdim qilganda aniq bir chiqish vektori hosil bo'ladi, lekin o'rgatish tugamaguncha, bu sinf qanday chiqish vektorini hosil qilishini oldindan aytib bo'lmaydi. Demak, chiquvchi vektorlar o'rganish jarayonidan kelib chiqqan holda qandaydir tushunarli shaklga akslanishi kerak. Bu narsa murakkab muammo emas. Odatda to'rning kirish va chiqishi o'rtasidagi bog'lanishga izoh berish qiyin emas[15].

O'rgatish algoritmi. 1957 yili Rozenblatt tomonidan tadqiqotchilarda katta qiziqish uyg'otgan model yaratildi. Boshlang'ich ko'rinishida ma'lum bir cheklanishlar bo'lishiga qaramasdan u keyingi ancha murakkab o'qituvchili algoritmlar uchun asos bo'ldi. Bu o'rgatish algoritmi perseptron deb nomlanuvchi sun'iy neyron to'rni (1.5-rasm) o'rgatish uchun yaratilgan.

Kiruvchi vektori qiymatlarining uzluksiz diapazoni bilan maqsad vektori ikkilik kattaliklar (0 yoki 1) berilgan. O'rgangandan keyin to'rga uzluksiz qiymatlar beriladi, chiqishda esa binar komponentali vektor hosil bo'ladi.

O'rgatish quyidagicha olib boriladi:

To'rning barcha vaznlariga tasodifiy kichik qiymatlar beriladi[16].

To'r kirishiga o'rgatuvchi X vektori beriladi va quyidagi standart ifodadan foydalangan holda NET signali hisoblanadi.

$$NET_j = \sum_i x_i w_{ij}$$

NET signali uchun aktivlash funksiyasi qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$OUT_j = 1$, Agar $NET_j \geq \theta_j$ chegaradan katta bo'lsa,

$OUT_j = 0$, aks holda.

Bu yerda θ_j - j neyroniga mos keluvchi chegara (oddiy holda barcha neyronlar bir xil chegaraga ega bo'ladi).

Har bir neyron uchun talab qilingan chiqish targetj bilan hosil bo'lgan chiqishi o'rtasidagi xato hisoblanadi:

$$\text{error}_j = \text{target}_j - \text{OUT}_j.$$

Har bir vazn quyidagicha o'zgartiriladi:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \alpha x_i \text{error}_j,$$

bu yerda α - o'rganish qadami.

Xato yetarlicha kichik bo'lguncha 2 – 5 qadamlar takrorlanadi.

1.4 Tiniqmas to'plamlar tuzilishi va xususiyatlari

Vaqtning haqiqiy masshtabida masalalarni yechishning xususiyatlari shuni ko'rsatadiki, hisoblash imkoniyatlarining yetishmovchiligi masalaning sharoitlari tog'risidagi axborotning yetishmasligiga ekvivalent bo'lishiga olib keladi.

Universal to'plam bittadan ortiq nuqtaga ega bo'lgandagina noaniqlik o'rinlidir. Agar to'plamning ushbu elementlari uchun mos ehtimollar yoki boshqa ehtimolli tavsiflar berilgan bo'lsa, u holda ehtimolli noaniqlik o'rinlidir. Agar to'plamning faqatgina chegeraviy elementlari ma'lum bo'lsa - interval noaniqlik o'rinlidir. Va nihoyat. to'plamning har bir elementi uchun tegishlilik darajasi berilgan bo'lsa - tiniqmaslik ko'rinishidagi noaniqlik o'rinlidir[7].

Noaniqlik darajasi (to'la aniqlik, ehtimolli, lingvistik, interval, to'la noaniqlik), noaniqlik xususiyati (parametrik, tarkibiy, vaziyatli) va boshqaruv paytida olingan axborotni ishlatishga (bartaraf etiladigan va etilmaydigan) ko'ra noaniqlikni sinflarga ajratish mumkin.

Tiniqmas to'plam tushunchasi - matematik modellarni qurish uchun tiniqmas ma'lumotni matematik jihatdan bayon etishga harakat qilingan urinishlardir. Ushbu tushunchaning zaminida berilgan to'plamni tashkil qilgan bir xil xususiyatli elementlar shu xususiyatga har xil darajada ega bo'lishi, demak berilgan to'plamga har xil darajada tegishli bo'lishi mumkinligi to'g'risidagi tasavvur yotadi. Bunday yondashuvga asosan "qandaydir element berilgan to'plamga tegishli" ko'rinishidagi mulohazalar ma'noga ega bo'lmay qoladi, chunki aniq bir element berilgan to'plamni qanday darajada yoki "qanchalik kuchli" qoniqtirishini ko'rsatish zarur[8].

U tashuvchi- bu baholanayotgan kvazistatistika doirasidagi kuzatishlarning barcha natijalari tegishli bo'lgan universal to'plamdir. Masalan. agar biz paxtaning

hosildorligini kuzatayotgan bo'lsak, u holda tashuvchi - o'lchov birligi sentner bo'lgan bir gektardan olinadigan paxta miqdori qo'yilgan haqiqiy o'qdan ajratilgan kesmadir.

U universal top'lamdagi $\tilde{A}$ tiniqmas to'plam (*fuzzy set*) deb $(\mu_{\tilde{A}}, u)$ juftliklar majmuiga aytiladi, bunda $\mu_{\tilde{A}}$ - elementning $\tilde{A}$ tiniqmas to'plamga tegishlilik darajasidir. Tegishlilik darajasi – $[0, 1]$ oraliqdagi son. Tegishlilik darajasi qanchalik yuqori bo'lsa, universal to'plamning elementi tiniqmas to'plamning xossalariga shunchalik ko'proq darajada tegishli bo'ladi[7].

A tiniqmas to'plam - tashuvchining har bir qiymatiga ushbu qiymatning A to'plamga tegishlilik darajasi mos qo'yilgan tashuvchining qiymatlar to'plamidir. Masalan: lotin alifbosidagi X, Y, Z harflar, albatta, $Alphabet = \{A, B, C, X, Y, Z\}$ to'plamiga tegishli va shu nuqtai nazardan Alphabet - ravshan. Lekin "Paxtaning muqobil hosildorligi" to'plamini tahlil qiladigan bo'lsak, u holda 50 s/ga hosildorlik berilgan tiniqmas to'plamga ma'lum μ darajada tegishli bo'lib, uni tegishlilik funksiyasi deb ataydilar.

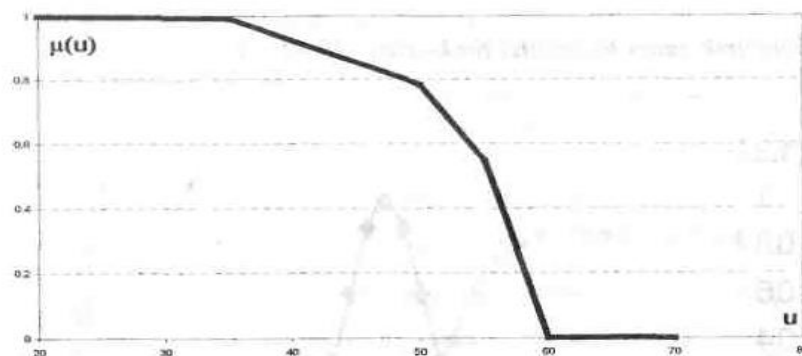
Tegishlilik funksiyasi (membership function) - bu universal to'plamdagi ixtiyoriy elementning tiniqmas to'plamga tegishlilik darajasini hisoblashga imkon beruvchi funksiyadir.

Agar universal to'plam $U = \{u_1, u_2, \dots, u_k\}$ chekli sondagi elementlardan iborat bo'lsa, u holda $\tilde{A}$ tiniqmas to'plam $\tilde{A} = \sum_{j=1}^k \mu_{\tilde{A}}(u_j)/u_j$ ko'rinishida yoziladi. Uzluksiz U to'plam holida $\tilde{A} = \int_{[u,w]} \mu_{\tilde{A}}(u)/u$ belgilashdan foydalanishga kelishilgan[8].

Masalan. "paxtaning o'rtacha hosildorligi" tushunchasini tiniqmas to'plam ko'rinishida quyidagicha tasvirlash mumkin:

$$\tilde{A} = \frac{0}{21} + \frac{0.1}{22} + \frac{0.3}{23} + \frac{0.8}{24} + \frac{1}{25} + \frac{1}{26} + \frac{0.5}{27} + \frac{0}{28}$$

1.8-rasmda “Paxtaning hosildorligi” tiniqmas to’planning bir qator mutaxassislar o’rtasida so’rov o’tkazish orqali hosil qilingan tegishlilik funksiyasi keltirilgan.



1.8-rasm. Tegishlilik funksiyasining ko’rinishi.

20 dan 35 gacha bo’lgan hosildorlik mutaxassislar tomonidan so’zsiz muqobil. 60 va undan yuqoriroq - so’zsiz nomuqobil deb baholandi. 35 dan 60 gacha bo’lgan oraliqda mutaxassislar o’zlarining sinflashtirishlarida noqat’iy xulosalarni ko’rsatdilar va bu noqat’iylikning tuzilishi tegishlilik funksiyasining grafigida namoyon bo’ldi[8].

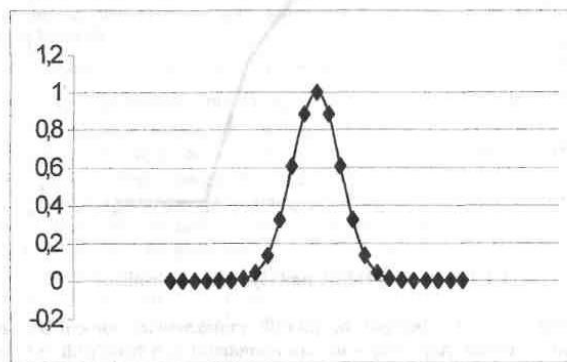
Tegishlilik funksiyasini (F-funksiyalarni) qurish masalasi tiniqmas to’plamlar nazariyasidagi asosiy masalalardan biri bo’lib, bu muammo nafaqat tiniqmas to’plamlar uchungina muhim hisoblanadi.

Tegishlilik funksiyasining aniq ko’rinishi mavjud noaniqlikning haqiqiy holatlarini hisobga olgan holda ushbu funksiyalarning xossalariga oid qo’shimcha farazlar (birinchi tartibli hosilaning simmetriklik, monotonlik, uzluksizlik xossalari) asosida aniqlanadi.

Ko’pgina amaliy holatlarda tegishlilik funksiyasi unga oid qisman axborotdan, aytaylik uning chekli $x_1, x_2, \dots, x_n$ tayanch nuqtalar to’plamida qabul qilinadigan qiymatlardan kelib chiqqan holda baholanishi kerak.

Bunday holatda u “sharhlovchi misol” yordamida qisman aniqlangan deyiladi. 1.9-1.10-rasmlarda tiniqmas to’plamlar nazariyasida qo’llaniluvchi tegishlilik funksiyasining asosiy ko’rinishlari keltirilgan.

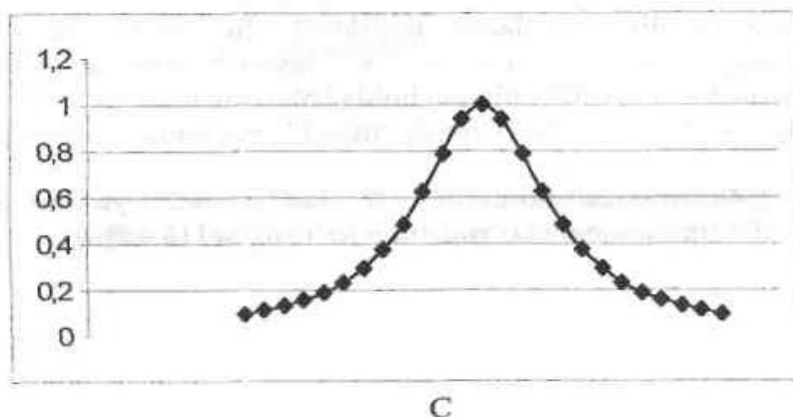
Simmetrik gauss tegishlilik funksiyasi: $\mu(x) = e^{-\frac{(x-b)^2}{2c^2}}$



1.9-rasm. Simmetrik gauss tegishlilik funksiyasi

Qo'ng'iroq ko'rinishidagi umumlashgan tegishlilik funksiyasi:

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}}$$



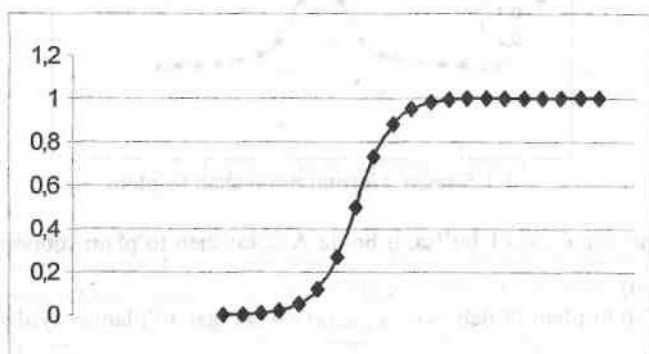
1.10-rasm. Qo'ng'iroq ko'rinishidagi umumlashgan tegishlilik funksiyasi.

Sigmasimon tegishlilik funksiyasi: $\mu(x) = \frac{1}{1+e^{-a(x-c)}}$

Tiniqmas to'plamning tashuvchisi $\mu(x) > 0$ bo'lgan x elementlardan iboratdir:

$$\sup pA = \{x \in X, \mu(x) > 0\}.$$

$\mu(x) = \frac{1}{2}$ bo'lgan $x \in X$ element A tiniqmas to'plamning o'tish nuqtasi deyiladi.



1.11-rasm. Sigmasimon tegishlilik funksiyasi.

To'plam tashuvchisi, o'tish nuqtasi va singleton.

Tashuvchisi X dan olingan $\mu(x) = 1.0$ bitta nuqta bo'lgan tiniqmas to'plam singleton deyiladi.

Tiniqmas to'plamning balandligi, normal tiniqmas to'plam.

A tiniqmas to'plamning balandligi deb tegishlilik funksiyasining eng yuqori chegarasiga aytiladi:

$$hgt(A) = \sup_{x \in X} \mu(x).$$

Agar $\exists x \in X, \mu_A(x) = 1$ bo'lsa A tiniqmas to'plam normal hisoblanadi. A normal tiniqmas to'plamning balandligi birga teng[7].

I-bob bo'yicha xulosa

I bobda asosan ilmiy tadqiqot ish uchun kerakli bo'lgan sun'iy neyron to'rlar hamda tiniqmas to'plamlar to'g'risida umumiy tushunchalar keltirilgan.

II – bob. Optimal marshrutni aniqlash alrogitmlari

2.1 Tarmoqlarda ma'lumotlarni marshrutlash

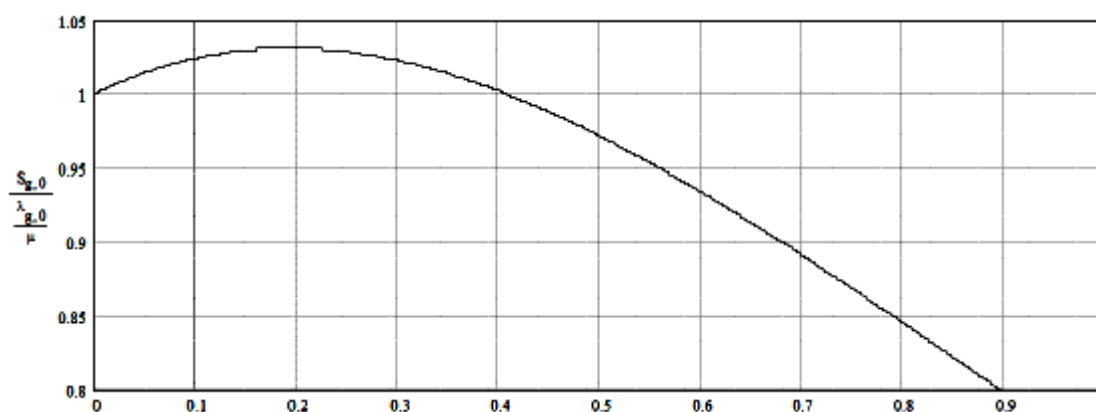
Tarmoqdagi marshrutlashtirish masalasini bir nechta bosqichlarga ajratishimiz mumkin:

1. ma'lumotlarni marshrutlar bo'yicha uzatish uchun talablarni aniqlash. Bu holatda me'zon sifatida kanalning o'tkazish qobiliyati hisobga olinadi, ma'lumotlarni uzatishda ushlanib qoluvchi qiymat yoki bu ushlanib qoluvchining bir jinsli emasligi(djitter), tanlangan marshrutning ishonchliligi va boshqalar;

2. ma'lumotlarni uzatuvchi va uni qabul qiluvchi manbasidan, shartlarni qanoatlantiruvchi yoki bunday marshrutning yo'qligini aniqlovchi bitta yoki bir nechta marshrutlarni topish;

3. berilgan me'zon bo'yicha optimal hisoblangan marshrutlar to'plamidan birini tanlash.

Birinchi bosqich odatda uzatiladigan trafik qanday turga taaluqli bo'lgan axborot asosidagi yuqori darajadagi protokollar bilan amalga oshiriladi[9].



2.1-rasm. Aloqa kanallarini tushayotgan nagruzkalar o'tkazuvchanlik qobiliyatini meyorlashtirilgan intensivlik koeffitsiyentlari munosabatlarining bog'liqligi.

Marshrutlashtirish algoritmining masalasiga ikkinchi va uchinchi bosqich masalalari kiradi. Hozirgi vaqtda tarmoqlarda marshrutlarni izlaydigan bir nechta algoritmlari mavjud. Bu barcha algoritmlar faol, faol bo'lmagan, gibrid, iyerarxik va geografiklarga bo'linadi. Yuqoridagi ko'pgina ma'lumotlarni uzatish algoritmlari ma'lumotlarni uzatishdagi marshrutlarni izlash kanallarga uzatiladigan

trafiklar turi haqida hech qanday talablarsiz amalga oshiriladi. Bundan tashqari, barcha mavjud marshrutlashtirish algoritmlari tarmoqda bir turdagi kommutasiyadan foydalanadi (paket yoki kanal) va samarasiz bo'ladi yoki ma'lumotlarni uzatishda marshrutlashtirish masalasi uchun har xil turdagi sxemalilarni qo'llash mumkin bo'lmay qoladi. Xozirda keng tarqalgan protokollarni 3 xil turi mavjud: faol, faol bo'lmagan va gibril. Faol protokollar (jadvallarni qo'llovchi marshrutlash protokollari nomi bilan ham ayatiladi) manbatugun tomonidan bevosita marshrutlarni izlash uchun qo'llaniladi. Bunday protokollarga DSDV va WRPlar kiradi. Faol bo'lmagan protokollarga yoki marshrutlarni so'rov orqali amalga oshiruvchi protokollar tugun xotirasida marshrutlashtirish jadvalini saqlamaydi. Buning o'rniga ular har bir no'ma'lum oluvchi uchun marshrutlarni izlovchi paketlarni jo'natadi va javob olgach ulanish va uzatish jarayonini boshlaydi[10].

ZRP va HSLS gibril protokollar, aralash yondashuvni amalga oshiradi, agar aniq tugunlar to'plamigacha "yaqin zonalar" marshrutlash uchun faol bo'lmagan protokollardan foydalanilsa, "uzoq zonalar" tuguni uchun esa – faol bo'lmagan protokollardan foydalaniladi (masalan, ZRP uchun bu protokollar IARP va IERP). Har qaysi yondashuvning o'z yutuq va kamchiliklari bo'ladi. Masalan, aktiv protokollar marshrutlashning eng yuqori tezligini ta'minlaydi, lekin bu vaqtda ko'plab xizmat paketlarini saralaydi. Aktiv bo'lmagan protokollar, tarmoqning o'tkazish qobiliyatiga kam ta'siri bo'lsa ham, marshrut haqidagi ma'lumotni ko'proq ushlab turish bilan tavsiya etadi. Gibril protokollar, faol va faol bo'lmagan protokollarga qaraganda samaraliroq hisoblanadi. Lekin oldin aytib o'tganimizdek, hozirgi vaqtda tarmoqlarda aralash turlar bilan resurslarni kommutasiyalovchi protokollar mavjud emas, shuning uchun bu turdagi masalalarni hal etuvchi, yangi turdagi protokollarni ishlab chiqish talab etiladi[11].

Marshrutlashtirish algoritmlari masalalariga jo'natuvchidan qabul qiluvchigacha barcha mumkin bo'lgan asiklik yo'llarni izlash (simsiz tarmoqlarda ulanish ishonchliligi, simli tarmoqlarga nisbatan ko'p marta kamroq bo'ladi va agar uzilish sodir bo'lganda zahiradagi marshrutlar ulanishni tezlikda amalga

oshiradi) va ulardan birini tanlash berilgan mezonlar bo'yicha samaraliroq hisoblanadi. "Yaqin zona" dan marshrutlarni qidirish uchun uning modifikasiyalashgan to'liqlik algoritmlaridan foydalaniladi, bu algoritim barcha manba-tugundan iste'molchi tugunigacha bo'lgan asiklik marshrutlarni izlash uchun va bundan tashqari kanallarni bandligining minimallik prinsipi foydalaniladi. Bu usul quyidagicha agarda ikkita bog'liq marshrutlardan birining uzunligi kichik bo'lsa, u holda u samaraliroq hisoblanadi[12]. Bu cheklash quyidagicha asoslanadi:

1. marshrut uzunligining kichikligi ma'lumotlarni uzatishda kamroq kutib qolishini ta'minlaydi;

2. marshrutlar ta'riflanishi bo'yicha bog'liq hisoblanadi, bundan kelib chiqadiki, har doim ham bitta marshrutning bir juft tugun uchun unga mos bo'lgan ular orasida hech bo'lmaganda birinchi marshrut tarkibiga kirmaydigan, kamida bitta tugun joylashadigan, tugunlar to'plami orasidan bir juft tugunlar topiladi.

Bundan kelib chiqadiki, juft tugunlar to'g'ridan to'g'ri ko'rinish zonasida joylashgan bo'ladi, u holda ular trafikning n ta kanalini uzatish uchun n ta mantiqiy kanalni band qilishi talab etiladi. Ular orasida bitta yoki bir nechta oraliq tugunlarni joylashuvi, ularni $2n$ ta mantiqiy kanallarini band etishi talab etiladi. Endi marshrutlashtirish algoritmini ko'rib chiqamiz. U quyidagilardan iborat:

- manba – tuguni nolli masofani qabul qiladi, yani to'liqlik indeksi nolga teng;
- manba – tugun o'zining qo'shnilariga to'liqlik tarqatadi va ularning masofasi nisbatan 1 ga uzayadi (ulargacha bo'lgan masofa 1 birlikka)[9].

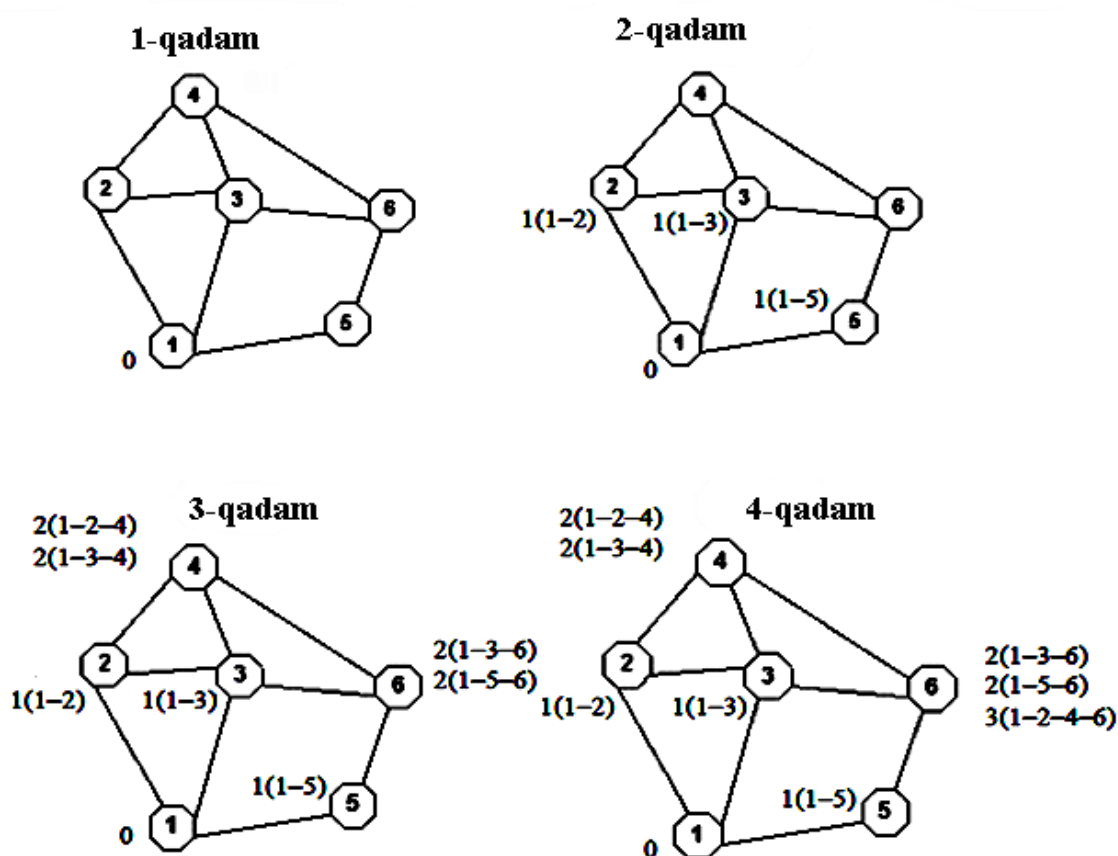
Manba-tugun o'zida marshrutlar ro'yxatiga ega bo'ladi, har bir marshrutga o'zining antiqa nomini beradi va bu nomlar o'z masofasi va manba-tugundan qo'shni mos tugun bilan assosiyalanadi. Indeks to'liqlikni 1 ga ko'payadi. Agar manba tugunining qo'shnilari orasida iste'molchi – tuguni mavjud bo'lsa, u holda marshrutlashtirish algoritmining ishi tugallanadi (bundan kelib chiqadiki, iste'molchi tuguniga olib boruvchi boshqa ixtiyoriy yo'l, topilgan yo'ldan samarasiz hisoblanadi). Agar manba tugunining qo'shnilari orasida iste'molchi – tuguni mavjud bo'lmasa, u holda to'liqlik uzunligigacha teng bo'lgan marshrut

uzunligi, to'liqinni o'zining qo'shnilari orasiga tarqatishga harakat qilinadi. Agar to'liqin tarqatayotgan tugunning qo'shnisi, shu vaqtgacha biror bir marshrutga qo'shilgan bo'lmasa(ya'ni unga hech qanday indeks o'zlashtirilmagan) va u berilgan o'tkazish qobiliyatini ta'minlash bo'yicha shartlarni qanoatlantirsa, u holda unga to'liqin indeksiga teng bo'lgan $+1$ indeksi ta'minlanadi. To'liqin tarqatayotgan tugun qo'shilgan marshrut uzunligi 1 ga ko'payadi va bu marshrut uzunligi belgilangan tugun tomonidan saqlab qolinadi. Agar to'liqin tarqatayotgan tugun qo'shnisi indeksga ega bo'lsa, u holda qo'shni tugun kiradigan marshrutlari bog'liq emasligi va to'liqin tarqatuvchi tugun marshrutlari tekshiriladi. Agar marshrutlar bog'liq bo'lmasa, u holda qo'shni – tugun qo'shimcha ravishda to'liqin indeksi $+1$ ga teng bo'lgan indeks bilan belgilanadi. To'liqin tarqatuvchi qo'shilgan tugunning uzunligi 1 ga oshiriladi va bu marshrut nomeri tugun tomonidan saqlab qo'yiladi. Agar qo'shni-tugun iste'molchi –tugun bo'lsa, u holda olingan marshrut oxirgi marshrut sifatida belgilanadi. Shundan so'ng, to'liqin uzunligiga teng bo'lgan hamma tugunlar indekslari bilan to'liqlarni tarqatadi, to'liqin uzunligi 1 ga oshadi va hammasi 4 dan qayta boshlanadi. Marshrutlashtirish algoritmining ishi uchta mumkin bo'lgan usullar bilan tamomlanadi:

- iste'molchi – uzel qo'shni bo'lsa;
- to'liqin indeksi keyingi marta oshirilishidan so'ng boshqa bunday indeks yo'qligi;
- manba – tugun maksimal to'liqin indeksini ma'lum qiymat bilan chegaralasa va shundan so'ng qidiruv to'xtatiladi[10].

Algoritm ishini misol orqali keltiramiz. Izlash algoritmi o'z ishini tugatgach, ma'lum optimallik mezoni bo'yicha, biror optimal marshrutni tanlashni marshrutlovchi protokol amalga oshirishi kerak. Me'zonlarni olish uzatilayotgan ma'lumotlar turiga va tarmoq resurslarini boshqarish siyosatiga bog'liq bo'ladi. Potokli tarfik uchun (kanallarni kommutasiyada foydalaniladigan) manbadan iste'molchigacha bo'lgan hamma marshrutlarda oraliq qo'shilishlarni yetarlicha sondagi mumkin bo'lgan ajratilgan kanallar uchun qo'shimcha tekshirish o'tkazish zarur. Marshrut uzunligi bir martalik o'tishdan katta bo'lsa, ma'lumotlarni

retranslyasiya qilish kerak bo'ladi. Bunda kanallardan takroriy foydalanish amalga oshirilishi mumkin. Kanal resurslaridan takror foydalanish mumkin bo'lgan uzatishlar sonini aniqlaymiz. Tahlil qilish sodda bo'lishi uchun qatorga tortilgan har bir tugun ikkita qo'shniga ega bo'lgan tarmoqni qaraymiz. Tarmoqning hamma tugunlarini 1 dan N gacha nomerlaymiz. Qandaydir m nomerli tugundan k nomerli tugungacha ma'lumotlarni uzatish marshrutini qaraymiz va $(k-m) \gg 1$ deb olamiz[11].



2.2-rasm. (1) manba – tugundan (6) iste'molchi – tugungacha marshrutlarni izlash misoli.

Qandaydir tugun marshrutga qarashli bo'lsin. i tugun R_i kanalni qabul qilish uchun foydalanadi, kanalni o'zatish uchun esa T_i . $(i+1)$ tugun R_i va T_i kanallardan o'zatish uchun foydalana olmaydi, shuning uchun bu holatda u o'zining qabul qiluvchisiga va i qabul qiluvchiga halaqit qiladi. Shuning uchun $i+1$ tugun qabul qilish uchun $R_{i+1} = T_i$ kanaldan, o'zatish uchun esa $T_{i+1} \neq T_i \neq R_i$ kanaldan foydalanadi. Mos holda, $(i+2)$ – tugun R_{i+1} va T_{i+1} kanallardan ma'lumotlarni uzatish uchun foydalanish mumkin emas, bu holda bu o'zining qabul qiluvchisi va

(i+1) tugun qabul qiluvchisiga halaqit qiladi. Ya'ni, $T_i+2 \neq T_i+1 \neq R_i+1$, bunda oldin ko'rsatganimizdek, $R_i+1 = T_i$, bundan kelib chiqadiki, $T_i+2 \neq T_i+1 \neq T_i$. (i+3) nomerli tugun uchun ham xuddi shunday $T_i+3 \neq T_i+2 \neq R_i+2$ shart bajariladi va bundan $T_i+3 \neq T_i+2 \neq T_i+1$ kelib chiqadi, lekin (i+3) tugun T_i kanaldan foydalanish mumkin. Shunday qilib, agar bitta tugun boshqa tugundan 3 oraliqdan kam bo'lmagan marshrut uzoqligida bo'lsa, resurslardan takroriy foydalanish mumkin[12].

Bu ma'lumotlar asosida so'ralayotgan hajmdagi trafikni uzatishda qo'llanilishi mumkin bo'lgan, berilgan marshrut uchun kelishuvchilik shartini shakllantirish mumkin. Har bir ma'lumotlarni uzatish yo'nalishida ketma – ket joylashgan to'rtta marshrut tuguni uchun bajariladi:

$$\begin{cases} |T_i \cap R_{i+1}| \geq N \\ |T_{i+1} \cap R_{i+2}| \geq N \\ |T_{i+2} \cap R_{i+3}| \geq N \\ |[T_i \cap R_{i+1}] \cup [T_{i+1} \cap R_{i+2}] \cup [T_{i+2} \cap R_{i+3}] \geq 3 \cdot N \end{cases}$$

[0, marshrut uzunligi 3, N – berilgan marshrutning o'tkazish qobiliyatini ta'minlash uchun talab etilgan ajratilgan kanallar soni.

Bundan kelib chiqadiki, uzunligi 3 oraliqdan kam bo'lgan, kiritilmagan tugunlardan iborat to'plam shartiga qo'shish kerak va oxirgi shartdagi ko'paytuvchiga nisbatan proporsional ravishda qiymatini kamaytirish kerak.

Tarmoqlarda qisqa yo'lni topish. Buning uchun ushbu yo'nalishi aniqlangan yoylari va vaznni berilgan grafni qarab chiqamiz $G = \langle V, E \rangle$. Har bir yoyga $|u, v|$ E mos holda vazn $a(u, v)$ deb ataluvchi son qo'yilgan.

Bizni fiksirlangan s, t, V uchlar orasidagi eng qisqa yo'lni topish masalasi qiziqtiradi. Bunday qisqa yo'lni biz $d(s, t)$ bilan belgilaymiz va uni s dan t gacha masofa deb ataymiz(bu kabi aniqlangan masofa manfiy ham bo'lishi mumkin). Agar s dan t gacha hech qanday yo'l bo'lmasa, u holda $d(s, t) = T$ deb qaraymiz.

Agar har bir tarmoqdagi kontur musbat uzunlikka ega bo'lsa, uholda eng qisqa yo'l har doim oddiy bo'ladi, ya'ni $v_1, \dots, v_p$ ketma – ketlikdan iborat bo'ladi[11].

Boshqa tomondan tarmoqda manfiy yo'llar mavjud bo'lsa, bir nechta uchlar noaniq bo'lib qoladi. Shuning uchun bu konturlarni aylanib o'tib tarmoqdagi eng qisqa yo'lni ko'rsatishimiz mumkin. Bu holatda eng qisqa yo'lni topish murakkab bo'lib qoladi va u gamilton yo'lini hosil qiladi.

Tarmoq grafigi va uni tuzish qoidalari. Operasiyalar kompleksi biror maqsadga erishish uchun zarur bo'lgan shunday operasiyalar majmuidan iboratki, ularning har birining davomiyligi (deterministik yoki ehtimoli) bizga ma'lum va bir-biri bilan tartib munosabatida bog'langan. Operasiyalar kompleksi tarmoq (to'r) grafigi (tarmoq modeli) bilan beriladiki, bunday model elementar operasiyalarning (ishlarning) o'zaro mantiqiy bog'lanishi, bajarilish ketma-ketligi va uch parametrlarini o'z ichiga olgan bo'ladi. Quyida biz qaraydigan tarmoq grafiklari matematik nuqtai nazardan yoylari va uch (tugun)lariga qandaydir sonli qiymatlar mos qo'yilgan kontursiz orgraflardan iborat. TRBda tarmoq grafiklarini yasashning quyidagi keng tarqalgan usullari ishlatiladi:

1. «yoy - operasiya» usuli. Bunday grafiklarda voqealar deb ataluvchi uchlar bir yoki bir necha operasiyaning boshlanish yoki tamom bo'lish uch momentlariga, yoylar esa operasiyalarga mos keladi;

2. «uch - operasiya» usuli. Bunda esa operasiyalar to'rning uchlari bilan ifodalanib, yoylar alohida operasiyalarning bajarilish tartibini, o'zaro bog'lanishini ko'rsatadi[10].

To'r-grafikda yoylar operasiyalarni ifodalasa, tarmoq uchlari esa voqealar deb ataladilar va ular alohida operasiyalar (ishlarning) bajarilish natijasini belgilaydilar. Tarmoq modelini tuzishda har bir operasiya uchun undan oldin keladigan operasiyani bilish zarur. Shunday qilib to'r-grafik operasiyalar to'plamidagi mavjud tartib munosabatni ifoda etadi. Unda konturning mavjud emasligi birorta ham operasiyaning o'zidan keyin kela olmasligini bildiradi[11].

To'r-grafikda voqealarni uch turga ajratadilar: boshlang'ich, tugallovchi va oraliq. Boshlang'ich voqea – bu operasiyalar kompleksini bajarishning boshlanish

voqeasidir. Tugallovchi voqea pirovard maqsadga erishishga, ya'ni butun operatsiyalar kompleksining to'la tugallanganligiga mos keladi.

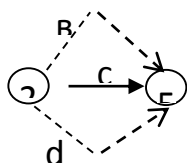
Oraliq voqealar esa oraliq operatsiyalarning boshlanish yoki tugashini ifoda etadi. Bir necha tugallovchi voqeali to'r-grafiklar ko'p maqsadli to'r-grafiklar deb yuritiladi. Voqealar to'rda doirachalar yoki boshqa geometrik figuralar shaklida belgilanadi. Voqeaning sodir bo'lish momenti deb shu voqeaga (tarmoq uchiga) kiruvchi hamma operatsiyalar bajarilishi tugallangan moment olinadi. Voqea sodir bo'lmasdan bevosita undan keyingi operatsiyalarning birortasi ham boshlanishi mumkin emas[12].

Operatsiyalarni uch xilga bo'ladilar:

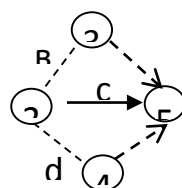
1. haqiqiy operatsiya ($\rightarrow$) – vaqt va resurslar sarfini taqozo qiladigan jarayon;
2. kutish operatsiyasi ($-\cdot-\cdot-\rightarrow$) – faqat vaqt sarfini taqozo qiluvchi jarayon;
3. soxta operatsiya ($-\rightarrow$) ($-$ yoki mantiqiy bog'lanish) - ba'zi operatsiyalarning bajarilishidagi texnologik yoki resurs bog'liqligini bildiradi.

To'r – grafiklarni yasashda quyidagi muayyan qoidalarga rioya qilinadi:

- to'rda boshlang'ich voqeadan boshqa birorta ham yoy kirmaydigan voqea bo'lmasligi kerak;
- tugallovchi voqeadan boshqa birorta ham yoy chiqmaydigan voqea bo'lmasligi kerak;
- to'rda kontur bo'lmasligi kerak;
- to'r – grafikda voqealarning har qanday juftini tutashtiruvchi yo'ylar soni bittadan ortiq emas (2.3-rasm). Agar bir vaqtda (parallel) bajariladigan umumiy boshlanish va tugash voqeali uchta b, c, d operatsiyalar berilgan bo'lsa, u holda har xil operatsiyalarni bir xilda belgilash tufayli chalkashlik kelib chiqadi. Bu holda qo'shimcha voqealar kiritish va ularni keyingi soxta operatsiyalar bilan tutashtirish kerak.(2.4-rasm.);

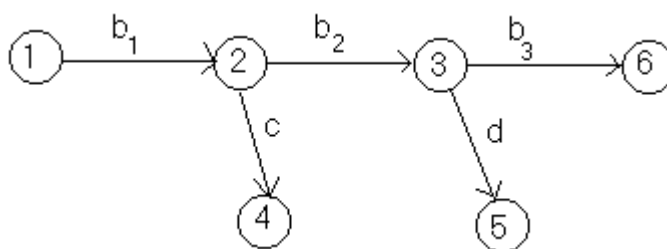


2.3-rasm.

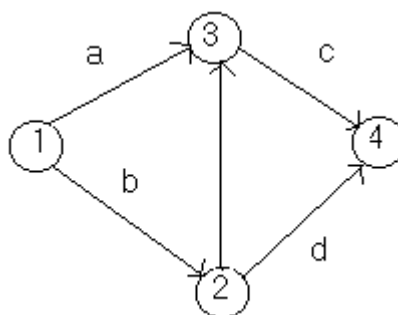


2.4-rasm.

- agar qandaydir operasiyalar o'zlaridan bevosita oldin keluvchi operatsiya to'la tugamasdan boshlanishi mumkin bo'lsa, uni muayyan voqealar bilan tugallanuvchi, ketma-ket bajariladigan qator operatsiyalardek tasvirlash maqsadga muvofiq bo'ladi. Masalan, agar s va d operatsiyalar b operatsiya to'la tugallanmasdan boshlanishi mumkin bo'lsa, u vaqtda b operatsiyani b_1, b_2 va b_3 elementar operatsiyalarga bo'laklash va hamma operatsiyalarning bajarilishini 2.3-rasmda tasvirlangandek ifodalash mumkin[11].



2.5-rasm.



2.6-rasm.

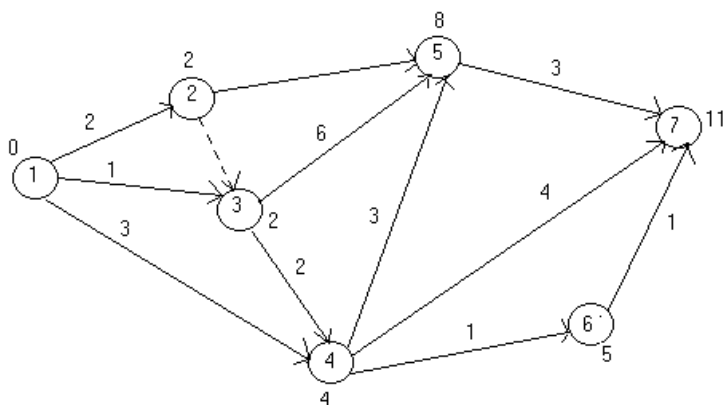
Operatsiyalarni bajarishdagi texnologik va ashyoviy bog'liqlikni ifodalash uchun soxta operatsiyalar qo'llaniladi. Faraz qilaylikki, s operatsiya a va b operatsiyalari tugallangach, d operatsiyasi esa faqat b operatsiyasi tugallangach bajarilishi mumkin bo'lsin. Bu bog'liqlik 2.6-rasmda tasvirlangan.

To'r-grafikni yasash bajarilishi kerak bo'lgan operatsiyalar (ishlar) ro'yxatini tuzishdan boshlanadi. Operatsiyalar ro'yxati puxta qilib tuziladi va konkret sharoitdan kelib chiqqan holda muayyan darajada detallashtiriladi. Ro'yxatga kiritilgan operatsiyalar davom etish (bajarilish) vaqti bilan xarakterlanadi. Bunday vaqt baholari deterministik deb ataladi. Agarda vaqt baholarining normativ qiymatlari yo'q bo'lsa, unda ehtimoliy baholar topiladi. Operatsiyalar ro'yxati tuzilgach to'rni yasash prosedurasiga kirishiladi[10].

Tarmoq grafigi vaqt parametrlari. Tarmoq modeli yordamida tasvirlangan operatsiyalar kompleksining bajarilishini boshqara olish uchun tarmoq elementlarining miqdor parametrlari ma'lum bo'lishi kerak. Bunday parametrlarga: operatsiyalar kompleksining to'liq bajarilish vaqti, har bir operatsiyaning bajarilish vaqti, har bir voqeaning sodir bo'lish vaqti va operatsiyalarning vaqt rezervlari kiradi. Tarmoq grafigi uchun kritik yo'l tushunchasi ham muhim parametr hisoblanadi. Tarmoq grafigida to'la, voqeadan oldin keluvchi, voqeadan keyin keluvchi yo'llar mavjud. Agar yo'lning boshlang'ich uchi boshlang'ich voqea va oxirgi uchi tugallovchi voqea bilan ustma ust tushsa, bunday yo'l to'la deyiladi[9].

Voqeadan oldin keluvchi yo'l deb boshlang'ich voqeadan shu voqeagacha bo'lgan yo'lga aytiladi. Voqeadan keyin keluvchi yo'l deb shu voqeadan tugallovchi voqeagacha bo'lgan yo'lga aytiladi. Vaqt bo'yicha eng uzun to'la yo'lga kritik yo'l deyiladi. Tarmoqda kritik yo'l bir nechta bo'lishi mumkin. Grafikda kritik yo'l qalin chiziq bilan belgilanadi. Kritik yo'lga ta'luqli bo'lgan operatsiya va voqealar kritik operatsiya va kritik voqealar deb ataladi. Kritik yo'lga ta'luqli operatsiyalarning jami bajarilish vaqti kritik vaqt deyiladi va t_{kp} deb belgilanadi.

Kritik vaqtni hisoblash yordamida operatsiyalar kompleksining to'liq bajarilish vaqtini aniqlash mumkin. Odatda tarmoq grafigi tuzilganda har bir operatsiyaning bajarilishi uchun sarflanadigan vaqt, ya'ni operatsiyaning davomiyligi ko'rsatilgan bo'ladi. (i)-voqeadan (j)-voqeaga olib keluvchi P_{ij} operatsiyaning davomiyligini t_{ij} deb belgilaymiz[10].



2.7-rasm.

(i)-voqeaning kutilayotgan sodir bo'lish vaqt momentini esa t_i deb belgilaymiz. $t_1=0$ deb olinadi. $t_2, t_3, \dots$ vaqt momentlarining hisoblanishini quyida misolda (2.7-rasm) tushuntiramiz. (2) voqeaga faqat R_{12} operatsiya olib keladi va bu operatsiyaning bajarilish vaqti $t_{12}=2$ bo'lgani uchun (2) voqeaning sodir bo'lish vaqti $t_2=t_1+t_{12}=0+2=2$ bo'ladi. (3) voqeaga ikki xil yo'l bilan: R_{13} operatsiya yoki R_{12}, R_{23} operatsiyalar orqali kelish mumkin. Bunda $t_{13}=1, t_{23}=0$, chunki R_{23} - soxta operatsiya. 1-yo'l uzunligi $t_1+t_{13}=1$ birlik vaqtga teng, 2-yo'l uzunligi $t_2+t_{23}=2+0=2$ birlik vaqtga teng. (3) voqea ungacha bo'lgan operatsiyalar barchasi bajarilmasdan oldin boshlana olmasligini e'tiborga olsak,

$$t_3 = \max\{t_1 + t_{13}, t_2 + t_{23}\} = \max\{0 + 1; 2 + 0\} = 2.$$

(4)-voqeaga (1) dan va (3) dan chiquvchi 2 ta yoy kiradi. Shuning uchun (4) voqeaning kutilayotgan sodir bo'lish vaqti

$$t_4 = \max\{t_1 + t_{14}, t_3 + t_{34}\} = \max\{0 + 3; 2 + 2\} = 4.$$

Xuddi shunga o'xshash t_5, t_6, t_7 vaqtlar topiladi. Bu topilgan t_i vaqtlarni har bir (i) voqeani ifodalovchi doiracha yoniga yozib qo'yamiz[11].

Qaralayotgan misoldagi tugallovchi (7) – voqeaning kutilayotgan vaqti $t_7=11$ bo'lib, u kritik vaqtga teng, ya'ni $t_{kr}=11$. Bu - operatsiyalar kompleksining to'liq bajarilish vaqtidir. Tugallovchi voqeadan boshlang'ich voqeaga qadamma-qadam qaytib, kritik yo'lni hosil qilamiz va uni qalin chiziq bilan chizamiz.

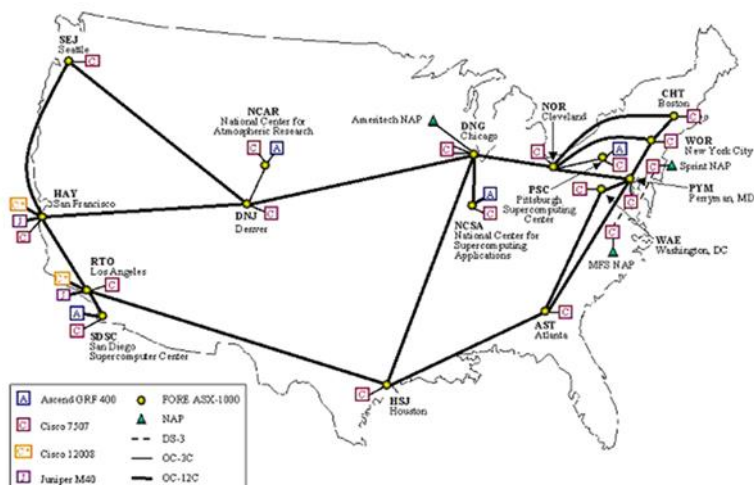
2.7-rasmda berilgan tarmoqda kritik yo'l (1), (2), (3), (5), (7) voqealar ketma-ketligini ifodalovchi (1,2), (2,3), (3,5), (5,7) yoylar yoki $R_{12}, R_{23}, R_{35}, R_{37}$ operatsiyalar ketma-ketligi bilan ifodalanadi. Bu operatsiyalar (voqealar) kritik operatsiyalar (voqealar) dir. Kritik operatsiyalar uchun shu narsa xarakterliki, ularning bajarilishini boshlash vaqtini kechiktirish operatsiyalar kompleksining umumiy bajarilish muddatini kechiktirishga olib keladi. Shuning uchun har bir P_{ij} kritik operatsiya (i) voqeaning t_i kutilayotgan vaqti yetib kelishi bilan birinchi navbatda bajarilishi kerak bo'lgan operatsiyadir. Masalan, keltirilgan misoldagi R_{35} kritik operatsiya (3)-voqeaning $t_3 = 2$ vaqtida birinchi bo'lib bajarishga kirishiladigan operatsiyadir. Agar uni $t=1$ aqt birligiga kechiktirib bajarishga kirishilsa, operatsiyalar kompleksining to'la bajarilish vaqti ham $t = 1$ vaqtga

kechikishi aniq bo'ladi. Kritik bo'lmagan operatsiyalarning bajarilishida vaqt bo'yicha kechikishlar bo'lishi mumkin. Bunday kechikishlar ma'lum intervalda bo'lganda operatsiyalar kompleksining to'liq bajarilish muddatiga ta'sir qilmaydi. Operatsiya va voqealarning vaqt bo'yicha rezervi, uni hisoblash hamda shu asosda kritik yo'lni aniqlash usuli keyingi ma'ruzada beriladi[12].

2.2 Tarmoqlarni optimal loyihalashda L ta eng yaxshi yo'lni topish

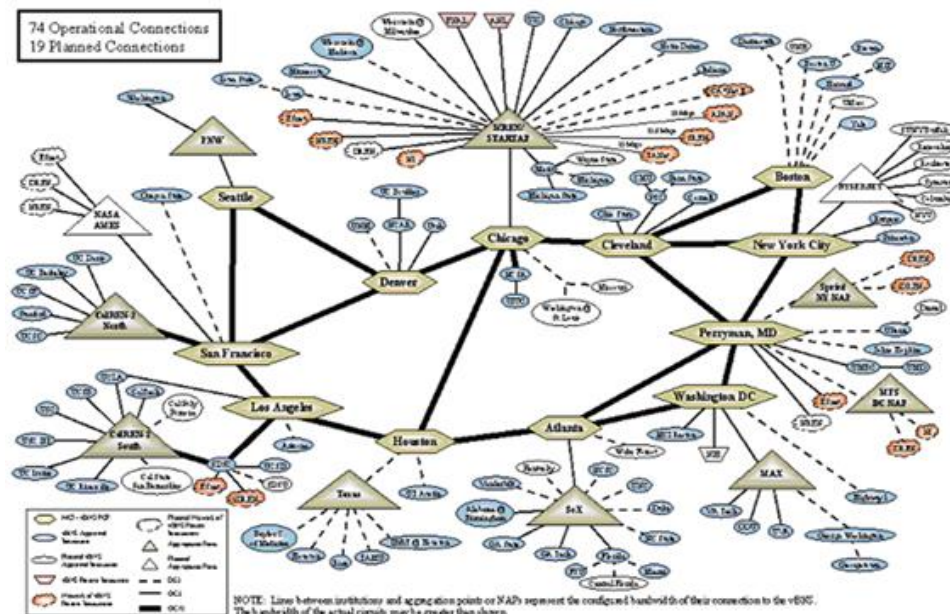
Telekommunikasiya tarmoqlaridagi har bir stansiyaning graf strukturasi bitta tugun bilan belgilasak tarmoqda nechta stansiya bo'lsa grafda ham shuncha tugun hosil bo'ladi. Stansiyalar bir biri bilan bog'langan va bu grafda tugunlarni bir biri bilan bog'lanishini ifodalaydi. Bog'lanish koeffisienti bir nechta parametrlar bilan belgilanadi (sig'im, tezlik, narx va o'tkazuvchanlik). Tarmoqda bitta stansiyadan qo'shni stansiya ma'lumot uzatilayotgan vaqtda uning yuklanish koeffisienti va yuklanish vaqtlari beriladi va bu harakat davomida o'zgarib turishi mumkin.

Asosiy maqsad bitta tugundan boshqasiga boradigan eng qisqa va ma'lumotni o'tkazish uchun kam vaqt sarflaydigan L ta zaxira yo'llarni topish masalasi qo'yilgan. Graf ko'rinishida berilgan masalani quyidagi bosqichlar orqali amalga oshiriladi. Tarmoqlarni loyihalash muammolari ichida qisqa yo'l topish masalasi eng muhimi hisoblanadi. Telekommunikasiya tarmoqlarini stansiyalari orasidagi bog'lanishni quyidagi rasm orqali tassavvur qilish mumkin[21].



2.8 – rasm(Telekommunikasiya tarmoqlarini bog'lanish strukturasi)

Telekommunikasiya tarmoqlarini mantiqiy strukturasi quyidagicha tasavvur qilish mumkin. Berilgan strukturada juda katta tezlikka ega bo'lgan kanallar keltirilgan. Aslida mantiqan yaqinroqdan ko'rishni tasavvur qiladigan bo'lsak unda strukturani quyidagicha tasavvur qilish mumkin.

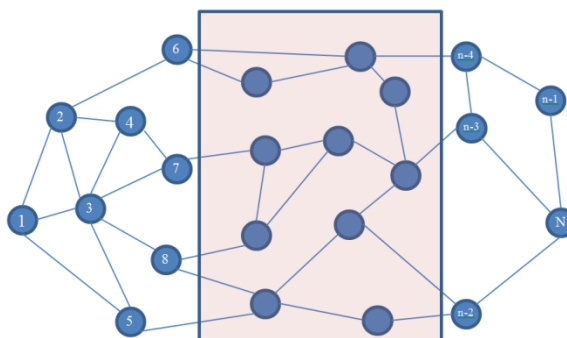


2.9– rasm(Telekommunikasiya tarmoqlarini bog'lanish mantiqiy strukturasi)

Mantiqiy strukturadan ko'rinib turibdiki struktura graf bog'lanishni ifodalayapti. Demak sturkturani graf orqali ifodalab qaralayotgan masalani yechish mumkin. Tarmoqda stansiyalarni soni N ta va bu grafdagi tugunlar sonini ifodalaydi. Tarmaq stansiyalari orasidagi bog'lanish esa graf tugunlari orasidagi bog'lanishni ifodalaydi va biz uni M soni bilan belgilaymiz. Grafni $G = (v, A)$ ko'rinishida ifodalash mumkin.

Bunda v – uchlar, A – berilgan grafdagi uchlar to'plami.

$$A = \{1, 2, 3 \dots N\}$$



2.10 – rasm(Graf bog'lanish strukturasi)

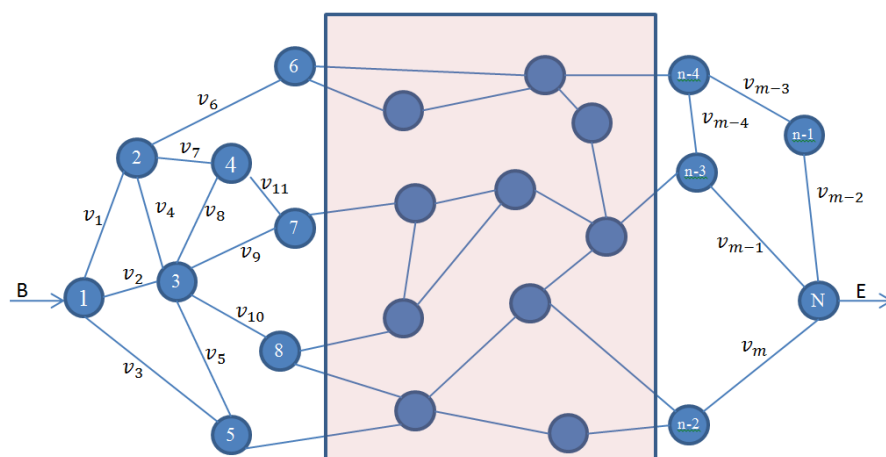
Kirish ma'lumotlari. Graf $G=(v,A)$ berilgan bo'lsin. Berilgan grafni ikki xil usul bilan ifodalash mumkin. N – grafdagi tugunlar soni, M – grafdagi bog'lanishlar soni.

Birinchi usul:

$$C = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & \vdots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & \vdots & C_{2n} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} & \vdots & C_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{n1} & C_{n2} & C_{n3} & \vdots & C_{nn} \end{bmatrix}$$

Bunda graf strukturani aks etirish uchun C matrisa kiritilgan. Matrisada bog'lanish bor elementlarga bog'lanish koeffitsienti kiritiladi va qolgan elementlar 0 bilan to'ldiriladi. Demak i -qator j -ustun i -tugun bilan j -tugunni bog'lanishini bildiradi. C matrisa N^2 hajmni egallaydi. Bilamizki telekommunikasiya tarmoqlari stansiyalari orasidagi bog'lanishlar soni uncha ko'p bo'lmaydi. Shuni e'tiborga olib C matrisani quyidagicha ifodallasak bo'ladi[21].

Ikkinchi usul. Bu usul qo'shnilik matrisasi deyiladi. U ikkita matrisa C_{index} , C_{value} va bitta vektor bilan ifodalaniladi.



Indexlash matrisasi:

$$C_{index} = \begin{bmatrix} [1] & [& 2 & 3 & 5 &] \\ [2] & [& 1 & 3 & 4 & 6 &] \\ [3] & [& 1 & 2 & 4 & 5 & 7 & 8 &] \\ [4] & [& 2 & 3 & 7 &] \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ [n] & [& n-3 & n-2 & n-1 &] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 = 3 \\ x_2 = 4 \\ x_3 = 6 \\ x_4 = 3 \\ \dots \\ x_n = 3 \end{bmatrix}$$

Qiymatlar matrisasi:

$$Cvalue = \begin{bmatrix} [1] & [& v_1 & v_2 & v_3 & & & &] \\ [2] & [& v_1 & v_4 & v_7 & v_6 & & &] \\ [3] & [& v_2 & v_4 & v_8 & v_5 & v_9 & v_{10} &] \\ [4] & [& v_7 & v_8 & v_{11} & & & &] \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ [n] & [& v_{m-1} & v_m & v_{m-2} & & & &] \end{bmatrix}$$

Bunda $Cvalue_{i,Cindex_{ij}}$ i – tugunning j – qo'shnisi ifodalaydi. $\overline{i = 1, n}, j = 1, x_i$.

Ko'rinib turibdiki matrisalar kvadrat shakilda berilmagan. Har bir matrisani har bir qatori har xil uzunlikda bo'ladi. Cindex matrisani 1 – qatori x_1 dan, 2 – qatori x_2 dan, 3 – qatori x_3 dan va n – qatori x_n ta elementdan tashkil topgan. Bundan Cindex matrisasining xotira xajmi

$$Cindex\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)$$

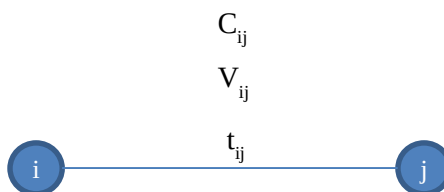
teng ekanligi kelib chiqadi. x vektorimiz grafdagi bog'lamlardan kelib chiqqan.

Cindex va Cvalue matrisalarning xotira xajmini tengligini inobatga olib qo'shnilik matrisasining xotira xajmini to'liq xisoblashimiz mumkin

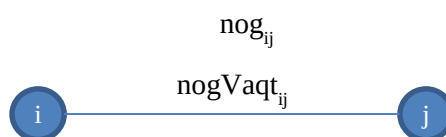
$$Cindex\left(\sum_{i=1}^n x_i\right) + Cvalue\left(\sum_{i=1}^n x_i\right) + x(n) \ll C(n^2)$$

Bundan kelib chiqyaaptiki ikkinchi qo'shnilik matrisasi orqali ma'lumotlarni ifodalash xotira xajmini tejashga yordam beradi.

Berilganda tugunlar orasidagi bog'lanish koeffisientlar C – kanalning sig'imi, V – kanalning ma'lumot almashish tezligi, t - C sig'imli ma'lumotni V tezlik bilan o'tkazish vaqti. i – tugun bilan j – tugun orasidagi bog'lanishni quyidagicha tasvirlash mumkin.



Tarmoqning biror tugunlari ixtiyoriy vaqtda foydalanilishi mumkin. Natijada shu tugunlar orasida yuklanish hosil bo'ladi. Ya'ni tarmoqning yuklanishli qismi foydalanilayotgan bo'ladi. Bunday jarayon ixtiyoriy vaqtlarda tarmoqning ixtiyoriy qismida sodir bo'lishi mumkin va vaqt o'tishi bilan o'zgarib turadi. Eng yaxshi mashrutlarni aniqlashda bu jarayonni ham hisobga olish muhim hisoblanadi. Qaralayotgan vaqt momentidagi yuklanishlar sonini $no g_M$ bilan belgilab olamiz. Yuklanish koeffisientini $no g$ matrisasi orqali ifodalaymiz. $no g$ matrisasiga mos bo'lgan $no g_{Vaqt}$ nagruzkalarning vaqtini keltirib o'tamiz[21].



Bundan ko'rinib turibdiki i – tugun bilan j - tugun orasidagi yuklanish va yuklanishning davomiylik vaqti.

Hozirda tarmoqlarni optimal mashrutini topishda ishlatiladigan ko'p algoritmlar bor. Ular odatda bir parametrga bog'liq ravishda ishlashga asoslangan. Bilamizki tarmoqda optimal mashrutini aniqlashda bir nechta parametrlarga e'tibor berilsa axborotlarni optimal uzatishni ta'minlash mumkin. Tarmoqda yuklanishlar ancha kamayadi va tarmoqning zaxira yo'llaridan ham foydalanishga imkon beriladi. Tarmoqda mashrutni optimal topishda tarmoqni parametrlariga bog'liq ravishda L ta eng yaxshi yo'lni topish tarmoq harajatlarini kamaytiradi. Biz tarmoq parametrlari haqida gapirdik. Keling muammoni yechishda ishlatiladigan parametrlarni ko'rib chiqamiz. N tarmoq stansiyalarining soni. M starnsiyalar orasidagi bog'lanishlar soni. Bizga eng yaxshi mashrutni aniqlashda kerak bo'ladigan K ta zaxira yo'llarining soni berilgan. M ta bog'lanishga mos ravishda v_1, v_2, C, V, t o'zgaruvchilari beriladi. v_1 va v_2 mos ravishda tugunlar. C – v_1 tugun bilan v_2 tugun orasidagi sig'im koeffisienti. V – v_1 tugun bilan v_2 tugun orasidagi tezlik va t mos ravishda shu kanaldan o'tish vaqti. Ular orasidagi bog'lanishni qarshilik koeffisienti qilib kiritib olamiz.

$$K_{ij} = \left\lfloor \frac{t_{ij}}{c_{ij}V_{ij}} 100\% \right\rfloor \in (v_i, v_j)$$

Agar K_{ij} koeffitsient qanchalik kichik bo'lsa v_i va v_j tugunlar orasidagi o'tish shunchalik yaxshi bo'ladi.

Kirish parametrlaridan yana biri $noGM$. Bu parametr qaralayotgan vaqtdagi tarmoqda yuklanishli ishlayotgan bog'lamlarning soni. Unda ham v_i va v_j bog'lanishga mos bo'lgan noG_{ij} va $noGVaqt_{ij}$ keltiriladi. Matrisalarning elementlari o'zgarib turishi mumkin. noG_{ij} – i – stansiya bilan j – stansiya orasidagi yuklanish koeffitsienti va $noGVaqt_{ij}$ esa shu stansiyalar orasidagi yuklanish davomiyligi vaqti.

Algoritmnining asosiy qismi modulli ko'rinishda berilgan. U bir nechta bo'limlarni o'z ichiga oladi. Algoritmida keltirilgan modullarni qisqacha quyidagicha ifodalash mumkin.

Boshlang'ich parametrlarni kiritish moduli – bu modulda algoritmgga kiritiladigan o'zgaruvchilar ifodalaniladi. Biz masalani graf struktura orqali ifodaladik. Ma'lumotlarni akslantirishda qo'shnilik matrisasidan foydalandik.

Xotirani taqsimlash moduli – bu modulda o'zgaruvchilarga boshlang'ich qiymatlar berildi va o'zgaruvchilarni dinamik strukturali saqlash uchun yangi xotiradan foydalanish ishlab chiqildi.

L ta eng yaxshi yo'lni tanlash moduli – bu modulda yaratilgan dinamik strukturaga yangi qiymatlarni yozish va mashrutlarni eng yaxshilarini tanlash vazifalari ishlab chiqilgan. Mashrutlarni topish jarayonida Dekstra algoritmini ishlash g'oyasidan foydalanildi. Dekstra algoritmi faqat bitta minimum yo'lni topishga yo'naltirilgan. Biz algoritmni minimum yo'l bilan birgalikda minimumga yaqin bo'lgan yo'llarni ham topishga moslashtirdik[21].

Natijalar (Har bir yo'lning qarshilik kof., mashrut yasovchi tugunlar, mashrutning yuklanish kof. va vaqti) moduli – qarshilik koeffitsienti eng kichik bo'lgan yo'lni topishda ishlatiladi. Qarshilik koeffitsienti eng kichik bo'lgan yo'l eng yaxshi hisoblanadi. Topilgan L ta yo'lni ro'yhatini ko'rish mumkin va u

nechta tugunlardan o'tib oxirgi tugunga kelganini ko'rish mumkin. qarshilik koeffitsienti kichik bo'lgan yo'llarni yuklanishni va yuklanish vaqtlarini ham tekshirib ko'rish kerak. Bu topilgan yo'lni yaroqli yoki yaroqsiz ekanligini tanlashda ishlatiladi.

2.3 Optimal marshrutni aniqlash tizimining modeli.

Mavjud marshrutlashtirish usullarini tadqiq qilish asosida OMAT ning asosiy komponentalarini o'zida mujassam etgan model ishlab chiqildi:

$M1 = \langle T_s, Q, P_t, Z \rangle$ - marshrutlashtirishning standart modeli.

bu yerda, T_s – tarmoq topologiyasi;

Q – tarmoqning o'tkazish imkoniyati;

P_t – marshrut metrikasi;

Z – tarmoqning berilgan komponentalari;

$M2 = \langle T_s, Q, P_t, T_{OMAT}, P_{OMAT}, Z_{OMAT} \rangle$ - OMATda yaratilgan model. Ikkinchi modelda OMATni xarakterlovchi umumiy o'zgaruvchilar qo'shilgan:

T_{OMAT} - OMAT yordamida hosil qilingan tarmoq topologiyasi;

P_{OMAT} - OMAT yordamida hosil qilingan marshrut metrikasi;

Z_{OMAT} - OMAT ning yangi berilgan komponentalari.

Ikkinchi modelda trafik hajmini Z_{OMAT} ga kiruvchi komponentalar sifatida aniqlash mumkin va noaniq munosabatlar ko'rinishida tasvirlash mumkin. Bunda quyidagi qoidaga rioya qilinadi " Agar $x \in \tilde{A}$ bo'lsa, unda $\tilde{B} \tilde{R}$ munosabatning noaniqligidir." Bu noaniqlik $I_x \times I_y$ - kiritiladigan (chiqiriladigan) o'zgaruvchilarning universal to'plamlaridan tashkil topgan Dekart ko'paytmasi.

$$\mu_{\tilde{R}}(x, y) = \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)), (x, y) \in I_x \times I_y \quad (1)$$

Bu yerda $\mu_{\tilde{R}}$ - x elementlarning $\tilde{R}$ ning y quyi to'plamiga tegishli ekanligini bildiruvchi funksiya.

Bunday xolda barcha kiruvchi va chiquvchi terminlar to'plami uchta to'plamdan $\max(M), \text{average}(C), \min(P)$ iborat bo'ladi.

Unda qoidalari quyidagi ko'rinishlarda bo'ladi:

Agar $X1=M$ va $X2=M$ bo'lsa, unda $Y=M$;

Agar $X1=C$ va $X2=C$ bo'lsa, unda $Y=C$;

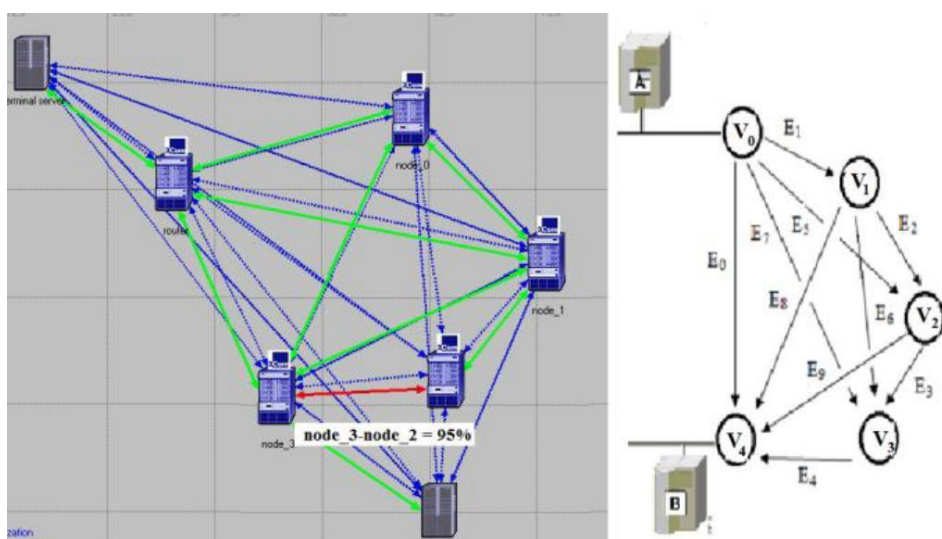
Agar $X1=P$ va $X2=P$ bo'lsa, unda $Y=P$;

Ushbu ishda ikkinchi modelning tahlili keltirilgan.

Shuni ham ta'kidlash kerakki, model murakkab kompleksdan iborat bo'lib, uning aniq analitik tavsifi mavjud emas. Taklif etilayotgan tizimning ishchanlik qobiliyatini tekshirish va samaradorligini tasdiqlash uchun turli xil kompyuter tarmoqlaridan e'tiborli tanlashlar amalga oshirilib, modellashtirilish amalga oshirildi[19].

Yaratilayotgan OMATning tahlili tanilgan marshrutlashtirish usullari bilan solishtirishlar asosida olib borildi. Buning uchun, marshrutlashtirish jarayonini tahlil qilish uchun, ma'lumotlar paketi Fast Ethernet protokolidan foydalanuvchi tarkibli hisoblash tarmog'i modelidan foydalanildi.

Har xil bandliklardagi tarmoq ishlarini tahlil qilish natijasida shunday xulosaga keldikki, uzatiladigan ma'lumotlar hajmining ortishi bilan tarmoq sohalaridagi bandliklar bir tekis bo'lmaydi. Shunday kritik sohalar paydo bo'ladiki, boshqa yo'llarning kam band bo'lishi mavjudligiga qaramay, ularning bandligi 95% ga yetadi. (2.11-rasm)



2.11-rasm. Tarmoq modeli.

Modellarning o'xshashligini tasdiqlash uchun standart marshrutizatorlarda ishlatiladigan marshrutlarni aniqlaydigan Deykstra algoritmidan foydalanildi.

Marshrutizator paketlarni marshrutlash jadvalidagi ma'lumotlarga asoslanib jo'natadi va paketlarning taqsimlanishi bir turdagi graflar asosida yuz beradi[20]. (13-rasm). Bunday holda P marshrut graf $G = \{V, E, C\}$ ko'rinishida bo'lib, qandaydir (V, W) yo'l sifatida aniqlanadi, aniqlash formulasi quyidagicha (2):

$$v = V_0 \xrightarrow{E_1} V_1 \xrightarrow{E_2} \dots \xrightarrow{E_4} V_4 = W$$

$$\dots$$

$$v = V_0 \xrightarrow{E_1} V_1 \xrightarrow{E_2} V_2 \xrightarrow{E_3} V_4 = W_6 \quad (2)$$

P marshrut uzunligi (3) formula bilan $C(P)$ sifatida aniqlanadi:

$$C(P) = C(E_1) + C(E_2) + \dots + C(E_4)$$

$$\dots$$

$$C_6(P) = C(E_1) + C(E_2) + \dots + C(E_4) \quad (3)$$

Paketlarning tarmoqlardan o'tishi har bir marshrut uchun aniqlanadi (4):

$$C = d + \frac{S_p}{b_l} + a \cdot \frac{S_{Q(l)}}{b_l} \quad (4)$$

Bu yerda $d=0.055c$ – uzatishlarning aloqa liniyalarida kechikib qolishi;

b_l - ma'lumotlarni uzatish tezligi;

$S_p=6104$ bit – o'tishdagi ma'lumotlar paketi o'lchami;

$S_{Q(l)}=320$ bit – marshrutizatoridagi navbat uzunligi;

$a=1, \dots, 4$ – o'tishlar soni.

100 Mbit/s tezlikdagi hisoblash tarmoqlariga xos ma'lumotlardan foydalanildi. Hisoblash natijalari 1 – jadvalda ko'rsatilgan.

Yo'l	w	w	w	w	w4	w5	w6
		1	2	3			
Trafik(Mbit)	45	78	56	59	64	71	52
Vaqt(mks)	490	187	284	329	214	193	356

Jadval-1. Tarmoqlar bo'yicha paketlar o'tishining yo'li va vaqti.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, quyidagi parametrlarni hisobga oluvchi paketlarning marshrutlashtirish tizimi kerak: xabarlar OMATiyozi, aniq kanallardan foydalanish mumkinligi; yuklashlarni tarmoqlar bo'yicha taqsimlash, paketning o'tish vaqti.

Ishlab chiqarishda OMATning qo'yilgan masalani yechish uchun eng qulay usul ekanligi ko'rsatilgan. Bunday tizimdan foydalanish maqsadi – bu tezlikni optimallashtirish, paketlar yo'qolishini kamaytirish, tarmoqdagi kutishlarni kamaytirish va yuklanishlarning turli-tuman sinflarda bo'lishligini ta'minlash, hamda kutilmagan holatlarda ma'lumotlar oqimini tezkor taqsimlash[19].

Ko'rsatib o'tilgan xolatlarni modellashtirish uchun tarmoq xarakteristikalarini tavsiflashni noaniq parametrlar yordamida aniqlash zarur, noaniq to'plamlar tizimini loyihalash kerak.

OMATni modellashtirish uchun boshlang'ich ma'lumotlar oddiy marshrutizatorli modeldan olindi, shuning uchun olingan natijalarni taqqoslash oson bajariladi. Kirish va chiqish o'zgaruvchilarini lingvistik baholash uchun quyidagi termin- to'plamlaridan foydalanildi:

X1-eng ko'p K o'tishlar soni; KS – K o'tishlarning o'rtacha miqdori; MK- o'tishlarning minimal miqdori; X2-tarmoqlar bo'yicha maksimal T ma'lumotlarning o'tish tezligi ; TS – tarmoqlar bo'yicha ma'lumotlarning o'rtacha o'tish tezligi; MT- ma'lumotlarning eng kam o'tish tezligi; Y-G paketning eng ko'p vaqtda o'tishi; Gs – paketning o'rtacha vaqtda o'tishi; MG-paketning minimal vaqtda o'tishi. Barcha qiymatlar 2 – jadvalda keltirilgan.

№	X1	X2	Y
1	K	MT	G
2	KS	T	GS
3	KS	TS	GS
4	MK	T	MG

2-jadval Terminlar kombinatsiyasi

Tanlash qoidolari noaniq munosabatlar bilan berilgan. Ana shu tasdiqqa asosan loyihalashning asosiy bosqichlarida qo'llaniladigan qoidalarni ishlab chiqamiz.

Agar $X_1=K$ va $X_2=MT$ bo'lsa, unda $Y=G$;

Agar $X_1=KS$ va $X_2=T$ bo'lsa, unda $Y=GS$;

Agar $X_1=KS$ va $X_2=TS$ bo'lsa, unda $Y=GS$;

Agar $X_1=MK$ va $X_2=T$ bo'lsa, unda $Y=MG$;

Tiniqmas to'plam asosida ishlab chiqilgan bu sxema apparaturani ma'lumotlar uzatishda aniq sharoitga moslashtiradi. Bu moslashtirishlarda trafik hajmlari aniqlanadi, hajmlar noaniq qiymatlarda aniqlanadi va shuning asosida har xil kirish ma'lumotlari qo'llaniladi, ularning sifat xarakteristikalari ustida amallar bajariladi, taqqoslashlar baholanadi[19].

Tiniqmas to'plam tizimi chiqishlari natijasida olingan natijalarga ko'ra neyron tarmoq (NT)larni quramiz, bu tarmoq aloqa yo'nalishlari va tugunlardan tashkil topuvchi asliga o'xshash tizim bo'ladi.

Neyron tarmoq – to'rtta qatlamdan iborat neyronlardan tashkil topadi.

1-qatlam (inputmf) radial neyron bazislari ko'rinishida va shu qatlamdagi chiqish tugunlariga taaluqli bo'lgan funksiyalarni modellashtiradi. Bu model aniq kirish qiymatlari (X_1, X_2) , termin to'plamlari $(X_1 \rightarrow K, KS, MK; X_2 \rightarrow T, TS, MT)$ larga aloqador funksiya qiymatlaridan iborat bo'ladi.

2-qatlam (rule) mantiqiy aloqalarni modellashtiradi. Bu qatlamning chiqish neyronlari bo'lib, quyidagi formulalar bilan hisoblanuvchi har bir bilimlar bazasi tizimining ishonchlilik darajasini ifoda etuvchi tushunchalardan iborat bo'ladi.

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= K(X_1) \wedge MT(X_2) \wedge G(X_3) \\ \alpha_2 &= KS(X_1) \wedge TS(X_2) \wedge MG(X_3) \\ \alpha_3 &= KS(X_1) \wedge TS(X_2) \wedge GS(X_3) \\ \alpha_4 &= MK(X_1) \wedge T(X_2) \wedge MG(X_3)\end{aligned}\quad (5)$$

Bu qatlamning barcha neyronlash, ixtiyoriy T-“I” amalining normasini modellashtirishni amalga oshiradi. Ana shu bosqichda (β_i) normallashtirilgan kuch qoidalar ham hisoblanadi:

$$\begin{aligned}\beta_1 &= \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4} \\ \beta_2 &= \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4} \\ \beta_3 &= \frac{\alpha_3}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4} \\ \beta_4 &= \frac{\alpha_4}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4} \quad (6)\end{aligned}$$

3-qatlam (outputmf). U o'zgaruvchining chiqish qiymatlarini tashkillashtiradi.

Bu qatlam neyronlari quyidagi amallarni bajaradi:

$$\begin{aligned}\beta_1 y_1 &= \beta_1 G^{-1}(\alpha_1) \\ \beta_2 y_2 &= \beta_2 MG^{-1}(\alpha_2) \\ \beta_3 y_3 &= \beta_3 GS^{-1}(\alpha_3) \\ \beta_4 y_4 &= \beta_4 G^{-1}(\alpha_4) \quad (7)\end{aligned}$$

4-qatlam (output). Ana shu birinchi qatlam tarmoq chiqishini hisoblaydi, shu orqali defazifikatsiyani bajaradi.

$$y = \beta_1 \cdot y_1 + \beta_2 \cdot y_2 + \beta_3 \cdot y_3 + \beta_4 \cdot y_4 \quad (8)$$

Testlar natijasiga ko'ra tarmoqni moslashtirish kerak, shuning natijasida yo'nalish parametrlari to'g'rilanadi.

Moslashtirish amalga oshirilganidan so'ng, tushuvchi gradientlar usuli asosida funksiya qiymatlari tarkiblarga ajratiladi, bu esa o'z navbatida tarmoqning to'g'ri ishlashga zarur bo'lgan sharoitni yaratadi.

Keltirilgan modelning dinamikasi quyidagi ko'rinishdagi hodisalar bilan xarakterlanadi: boshlang'ich holatdagi yangi paketning yangi generatsiyasi; boshlang'ich tarmoq paketini qayta ishlash va uning tarmoq bo'ylab yurishini ta'minlash; tarmoq paketi qayta ishlashni tugallash va uni boshlang'ich nuqtaga jo'natish; tarmoq paketini hosil qilish va uni OMAT yordamida qayta ishlash; OMAT yordamida paketning harakat arxitekturasini qurish.

Bu hodisalarning qayta ishlash vaqtini quyidagi formula bilan hisoblash mumkin (9).

$$T = 4 \cdot t_m + t_g + 2 \cdot t_{p_1} \quad (9)$$

bu yerda T-oddiy hodisaning qayta ishlashga ketgan yig'indi vaqti;

t_m - marshrutizatoridagi hodisaning o'rtacha qayta ishlash vaqti (26.5 mksga teng), bunda modelda 4 ta marshrutizatoridan foydalanildi; t_g -Gibrid tizimining o'rtacha sozlanish vaqti;

Bunga o'xshash qurilmalar xali ishlab chiqarishda mavjud bo'lmaganligi uchun, qayta ishlashning o'rtacha vaqtini oxirgi avlodli nominatsiyali kompyuterning ishlash tezligiga nisbatan olamiz, u 65 mks gat eng.

$t_{p_1} = 340$ mks, vaqt – paketining bir tarafga tomon yo'nalishining paket o'tishi uchun sarflangan vaqti. Bu vaqt OMAT yordamidagi hisoblashlardan olinadi. Hodisaning o'rtacha qayta ishlanish vaqti 851 mks gat eng.

Marshrutizatorlardan foydalanilganda paketning qayta ishlanish vaqti

$$T = 4 \cdot t_m + 2 \cdot t_{p_2} \quad (10)$$

t_{p_2} - Deykstra algoritmi yordamida olingan, paketni bir tomonga siljishi uchun ketgan vaqt, tizim vaqt 1086 mks. Bu hisoblashlarda taklif qilingan tizimdagi vaqt bo'yicha yutish 20 % ni tashkil etadi.

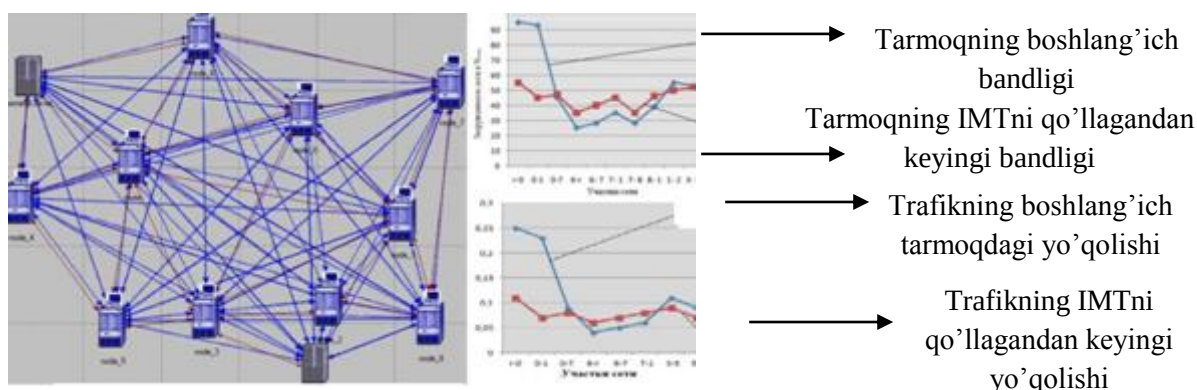
OMATdan foydalanish quyidagi imkoniyatlarni ta'minlaydi:

Marshrutlashtirish masalasi ixchamlashadi. Tarmoq konfiguratsiyasi va uning bandligini hisobga olgan holda marshrutlashni tanlash avtomatik ravishda amalga oshadi.

Har bir marshrutdagi o'tish vaqti hisobga olingan holda zaruriy marshrut strategiyasi hisoblanadi.

OMATdan foydalanish va uni ishlatish inson ishtirokini kamaytirishga olib keladi. Aniq misol uchun odatdagi ko'rinishdagi kompyuter tarmog'ining bandligi hisoblanadi va tarmoq uchun OMAT yordamida taqsimlangan ma'lumotlar oqimini modellashtirish amalga oshiriladi.

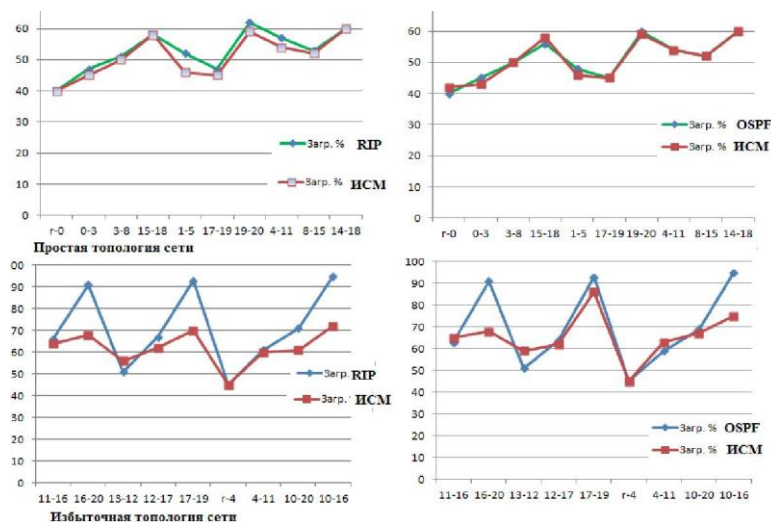
Tarmoq konfiguratsiyasini yangi tugunlar qo'shish bilan o'zgartiramiz, buning natijasida haqiqiy tarmoq muhitiga yaqinlashamiz (2.12-rasmga qarang).



2.12-rasm. O'ngda tarmoq modeli. Chapda tarmoqning bandlik grafigi va trafiklarning yo'qolishi.

Qurilgan modelni tadqiq qilish paketlar o'tishining uchinchi bosh mavzuda qilingan xulosalarini tasdiqlaydi. OMAT zaruriy marshrutlar strategiyasini hisobga olgan holda xabarlarining o'tish yo'llarini tanlashga ketadigan vaqtning kamayishiga imkon yaratadi. Bunda tizim qancha murakkab bo'lsa, OMATni qo'llash natijasida bir tekis bo'ladi va buning natijasida paketlarning yo'qotilishi kamayadi[20].

Bu bosh mavzuda OSPF va RIP qaydnomalarining ishi OMATni qo'llash bilan usiz qiyosiy tahlil qilinadi. Ikkita oddiy va ortiqcha yuklangan tarmoq topologiyasi qaraladi (2.13-rasm).



2.13-rasm. Tarmoq ishlashining qiyosiy tahlili.

Daraxt ko'rinishidagi va oddiy topologiyali tarmoqlarni modellashtirish natijalari oldindan taxmin qilinganlarni tasdiqladi, ya'ni bandligi kam bo'lgan tarmoqlarda OMAT samarasiz va standart algoritmlarga sezilarli darajada

yutqazadi, chunki kanallarning o'tkazish qobiliyati katta yuklanmalarni yo'qotishlarsiz vaqtga nisbatan uzatishga imkon beradi. Ammo murakkab konfiguratsiyali tarmoqlarda OMATlarni qo'llash o'zini oqlaydi.

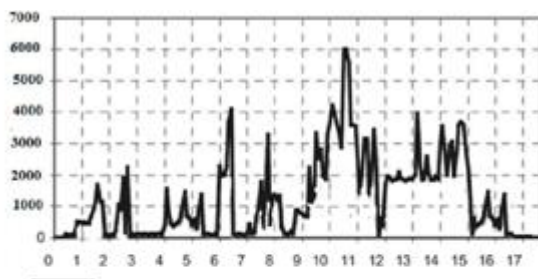
OMAT, kam yuklangan kanallarda trafiklarni tenglashtirishga intilib, aylanishli marshrutlarni ishga tushiradi, bu esa standart marshrutlashtirish usullari almashtirganda yetkazish vaqtining kamayishiga olib keladi. Bandlikning oshishi bilan tarmoqlarda aylanma yo'llardan foydalanish foydali ekanligi, qisqa yo'llarni band qilish evaziga ko'rinadi. Bandlik balanslashishi samaradorligi trafik intensivligining o'sishi bilan oshib boradi.

Kanallarning o'rtacha bandligida OMAT yetkazish vaqti RIP bilan solishtirganda 15 % kamayishiga imkon yaratadi. Bugungi kunda noaniq ma'lumotlar bilan ishlaydigan marshrutlashtirish protokollarining mavjud emasligidan, ko'rib o'tilgan sxema bo'yicha olingan hisob natijalari ma'lumotlaridan foydalanildi.

Tarmoqlar bandligi turlicha ba'zi +bir kompyuter tarmoqlarda eng ko'p bandlik 7000 Kbayt/s ,boshqa bir kompyuter tarmog'ida esa – 9000 Kbayt/s . shuni ham ta'kidlash kerakki, bu tarmoqlar “ortiqcha yuklangan daraxt topologiyasiga ega, 9000 Kbayt/s bandlikka ega kompyuter tarmog'i arxitekturasi yanada murakkab. Tarmoqlardagi marshrutlashtirish jadvallari OSPF protokoli asosida tuziladi.

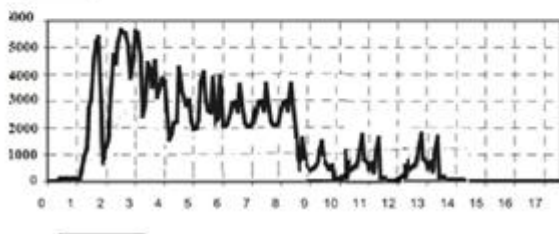
Kompyuter tarmoqlaridagi marshrutlashtirish jadvallarining o'zgartirishgacha va o'zgartirishdan keyingi trafik o'lchovlari o'tkazildi. 6-aloqa kanallari bandligining optimallashtirishgacha va undan keyingi xolatlari tasvirlangan. Optimallashtirish grafigi OMAT bilan, boshlang'ich trafik M bilan belgilangan.

OMATning optimallashtirish trafigini o'lchash shuni ko'rsatadiki, masalaning bajarilish vaqti 17 sekunddan 14 sekundgacha qisqaradi.



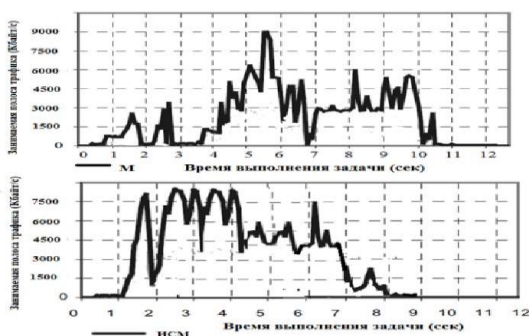
Trafikning band etgan maydoni (kбайт/с)

M. masalaning bajarilish vaqti (sekundlarda)



OMAT. Masalaning bajarilish vaqti (sekundlarda)

2.14 – rasm. Aloqa kanallari yuklanishining optimallashtirishgacha va undan keyingi holati.



2.15-rasm. Aloqa kanallari yuklanishining optimallashtirishgacha va undan keyingi holati.

Optimallashtirish grafigi OMAT bilan, boshlang'ich trafik M bilan belgilangan. OMATning optimallashtirishgan trafigini o'lchash shuni ko'rsatdiki, masalaning bajarilish vaqti 11 sekunddan 9 sekundgacha qisqardi.

Tadqiqot mobaynidagi o'tkazilgan eksperimentlar natijasi shuni tasdiqladiki, OMAT ni qo'llash natijasida tarmoqni modellashtirish masalaning bajarilish vaqtini o'rtacha 15 % kamaytirishga olib keladi. Bunga o'xshash instrumentlardan foydalanish kompyuter tarmoqlarining ekspluatatsiya sifatini sezilarli darajada oshiradi[19].

2.4 OMATga neyron tarmoqlar va tiniqmas to'plamlardan foydalanib ishlash ta'sirlari.

OMATga neyron tarmoqlar va tiniqmas to'plamlardan foydalanib ishlash ta'sirlari berilgan va bu tizimning kompyuter tarmoqlaridagi qo'llanish soxalari

asoslangan. OMAT quyi tizimlar to'plamidan iborat bo'lib analitik usulda Deykstra algoritmi, Sugeno Tagani usulini tiniqmas to'plam bilan ishlatish va to'rt qatlamdan iborat neyron tarmoqlaridan tashkil topgan.

Tiniqmas to'plamga taaluqli bo'lgan odatdagi funksiyalar ikki usulda tashkillashtiriladi: statik va eksperimental ma'lumotlar yordamida OMATlarni yaratishda funksiya sifatida taaluqlilik xossasidan foydalanish taklif etiladi. Bunda parametrlashgan funksiya shakli neyron tarmoqlarni sozlash orqali hosil qilinadi.

Parametrlarni sozlash xatolarning teskari tarqalishi algoritmi yordamida amalga oshirilishi mumkin.

Keltirilgan OMAT strukturasi marshrutizatorni shunday sozlashga imkon yaratdiki, u neyron tarmoqlar va noaniq tizimlar bilan ishlash imkoniyatiga ega bo'ladi. Keltirilgan strukturada marshrutizator quyidagicha ishlaydi: ma'lumot kommutatsiya blokida qayta ishlanganidan keyin marshrutli prosessorga kelib tushadi. So'ngra ma'lumot fizifikatsiya blokiga kelib tushadi – bu yerda aniq qiymatlar noaniq qiymatlarga aylantiriladi. Shundan so'ng noaniq qiymatlar “qabul qilingan qarorlarni baxolash tizimida” lingvistik o'zgaruvchilar yordamida tavsiflanadi. Tashkillashtirilgan ma'lumotlar neyron tarmoqqa kelib tushadi. Bu yerda “ noaniq terminlar va qoidalar majmuidan” foydalanib neyron tarmoq quriladi. Shundan so'ng noaniq qiymatlarni aniq qiymatlarga aylantirish teskari jarayoni ishga tushadi. Bu jarayon “defazifikatsiya” bloki yordamida amalga oshadi. Shundan so'ng tanlash blokidan ma'lumotlar qayta ishlanib marshrutli prosessorga uzatiladi. Bu yerda marshrutlashtirishning yangi jadvali tashkillashtiriladi. Faqat ana shundan so'ng hamma ma'lumotlar kommutatsiya blokiga kelib tushadi, bu yerda kirish va chiqish interfeyslarining ishi amalga oshiriladi[19].

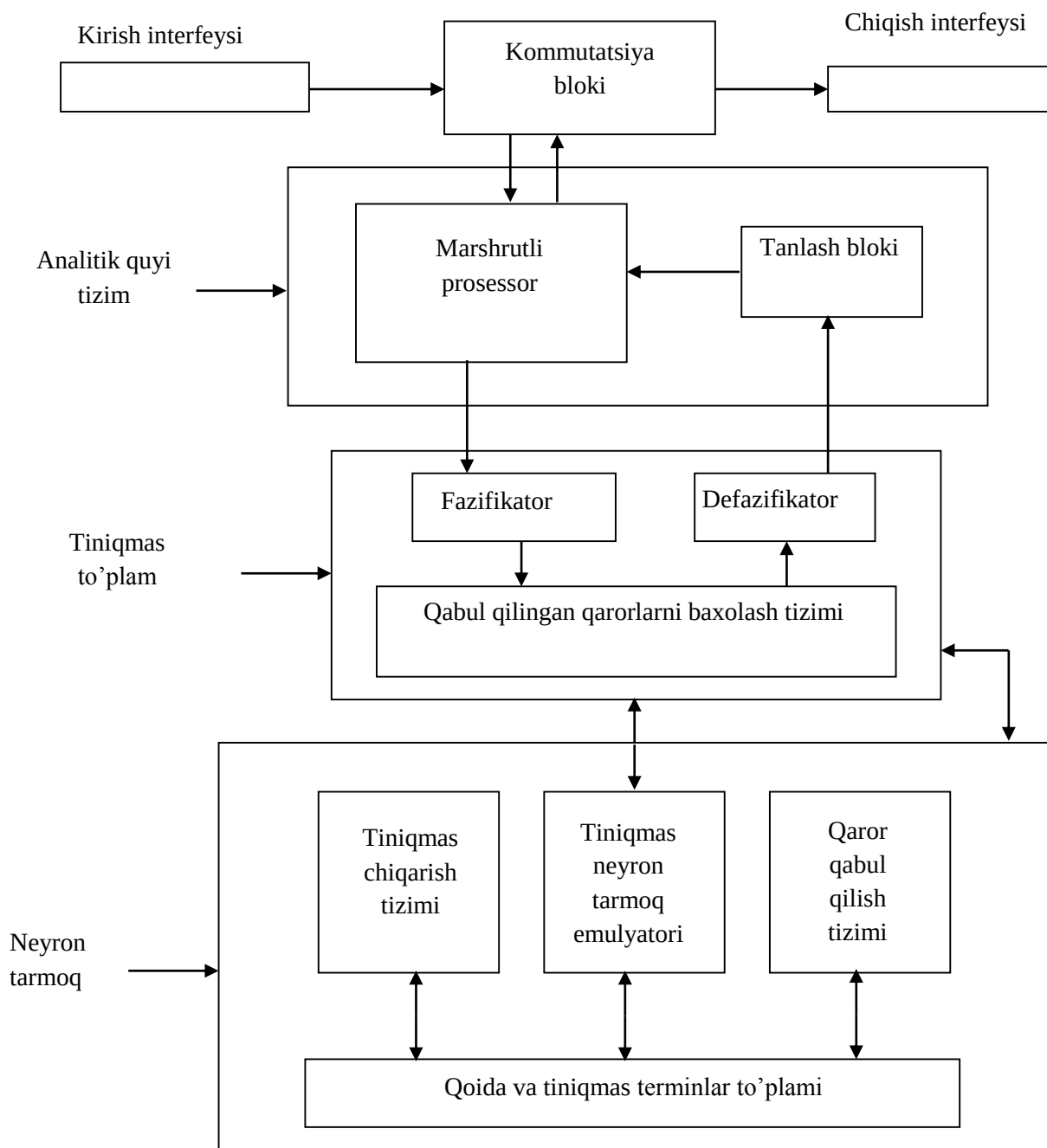
Taklif etilayotgan OMAT yordamida tarmoqlarni tashkillashtirish usuli bir qator ustunliklarga ega: ma'lumotlarni tarmoqlar bo'ylab yuborish avtomatik tartibda bajariladi, tarmoq bandligi stabillashadi, tashkillashtirish algoritmi ixchamlashadi, insonning marshrutlashtirish jadvallarini tashkillashtirishdagi ishtiroki minimumga keltiriladi.

II-bob bo'yicha xulosa

II-bob dissertasiya ishining asosiy qismi hisoblanib, optimal marshrutlarni aniqlashning turli xil algoritmlari va ularning ishlash usullari keltirib o'tilgan hamda neyron to'rlari yordamida optimal marshrutni aniqlash tizimining moduli hamda ishlash ta'sirlari keltirilgan.

III – bob. Dasturiy ta'minot va undan foydalanish tartibi

3.1 Dasturiy ta'minotning modullari



3.1-rasm. Optimal marshrutni aniqlash tizimi.

1. **Kirish interfeysi** – ma'lumotlar paketi kirish interfeysi orqali kiradi;
2. **Kommutatsiya bloki** – kirish interfeysi orqali kelgan paketlar kommutatsiya blokiga kelib tushadi va unda qayta ishlanadi;
3. **Marshrutli prosessor** - kommutatsiya blokida qayta ishlanib marshrutli prosessorga kelib tushgan paket fizifikatsiya blokiga yuboriladi;

4. Fizifikasiya bloki – paket fizifikasiya blokiga kelib tushgandan keyin u yerda aniq qiymatlar noaniq qiymatlarga aylantiriladi va qabul qilingan qarorlarni baxolash tizimiga yuboriladi;

5. Qabul qilingan qarorlarni baxolash tizimi - Ushbu tizimga kelib tushgan noaniq qiymatlar orqali lingvistik o'zgaruvchilar yordamida tavsiflanadi va neyron tarmoqqa yuboriladi;

6. Neyron tarmoq - Ushbu modulda “ noaniq terminlar va qoidalar majmuidan” foydalanib neyron tarmoq quriladi va noaniq qiymatlar aniq qiymatlarga aylantirish uchun defizifikasiya blokiga kelib tushadi;

7. Defizifikasiya bloki – Ushbu blokda noaniq qiymatlar aniq qiymatlarga aylantiriladi va shundan so'ng tanlash blokiga yuboriladi;

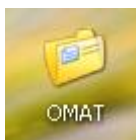
8. Tanlash bloki - Tanlash blokida paketlar qayta ishlanib marshrutli prossesorga yuboriladi;

9. Marshrutli prossesor - bu yerda marshrutlashtirishning yangi jadvali hosil qilinadi va shundan keyin kommutasiya blokiga yuboriladi;

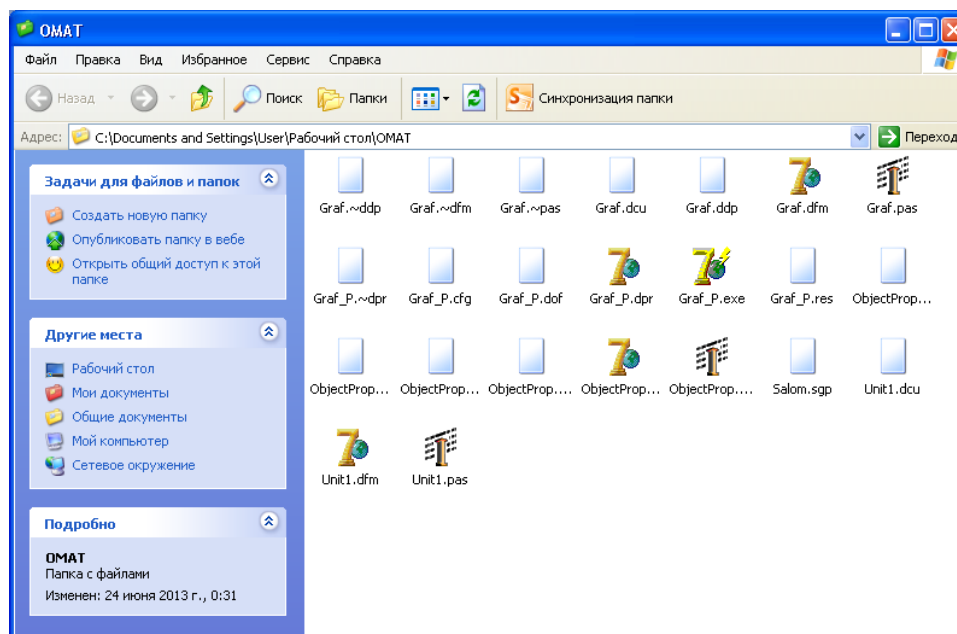
10. Chiqish interfeysi - Kommutasiya blokiga kelib tushgan qayta ishlangan paket chiqish interfeysi orqali kerakli manzilga yuboriladi.

3.2 Dasturiy ta'minotning tasnifi

Optimal marshrutni aniqlash tizimi dasturiy ta'minoti Borland Delphi 7 dasturlash muhitida yaratilgan bo'lib, obyektlar o'rtasida optimal marshrutni neyron to'rlarini qo'llagan holda aniqlab, ushbu yo'lni hamda yetib borish vaqtini aniqlab beradi. Ushbu dastur quyidagicha ishga tushiriladi:



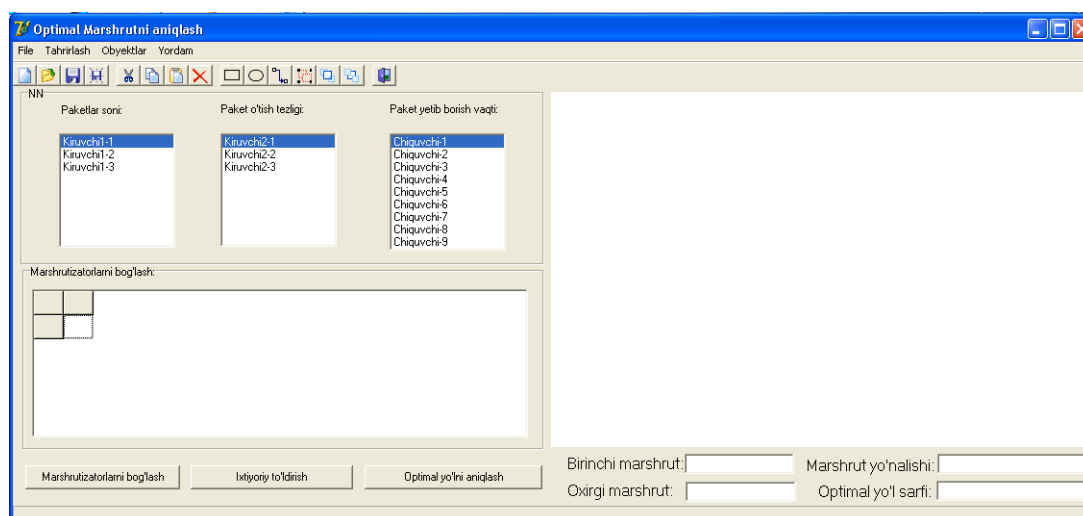
- papkasiga kirish orqali dasturga kiriladi. Ish stolida quyidagi oyna hosil bo'ladi.



3.2 – rasm.OMAT dasturi fayllari.



Graf_P.exe - tugmachasini bosish bilan dastur ishga tushiriladi va ish stolida quyidagi oyna hosil bo'ladi.



3.3 – rasm. OMAT dasturi.

Ushbu dastur 6 asosiy bo'limlardan iborat:

1. - menyu bo'limi;
2. - dasturdan foydalanish uchun kerakli bo'lgan eng asosiy tugmachalar jamlangan bo'lim;

3. **NN**

Paketlar soni:	Paket o'tish tezligi:	Paket yetib borish vaqti:
Kiruvchi1-1	Kiruvchi2-1	Chiquvchi-1
Kiruvchi1-2	Kiruvchi2-2	Chiquvchi-2
Kiruvchi1-3	Kiruvchi2-3	Chiquvchi-3
		Chiquvchi-4
		Chiquvchi-5
		Chiquvchi-6
		Chiquvchi-7
		Chiquvchi-8
		Chiquvchi-9

neyron tarmoq qurish va undan foydalanish bo'limi;

4. **Marshrutizatorlarni bog'lash:**

Marshrutizatorlarni bog'lash

Ixtiyoriy to'ldirish

Optimal yo'lni aniqlash

berilgan marshrutizatorlar o'rtasidagi bog'liqliklarni kiritadigan va ko'rsatadigan bo'lim;

5. **yetib borish vaqti:**

avchi-1
 avchi-2
 avchi-3
 avchi-4
 avchi-5
 avchi-6
 avchi-7
 avchi-8
 avchi-9

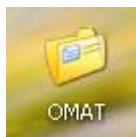
marshrutizatorlar va ularni bog'lash bo'limi;

6. **Birinchi marshrut:** **Marshrut yo'nalishi:**

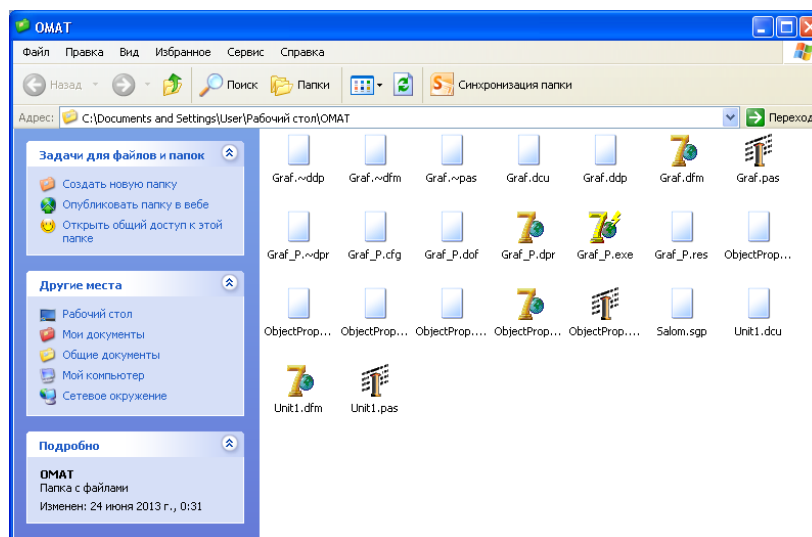
Oxirgi marshrut: **Optimal yo'l sarfi:**

optimal marshrutni aniqlab uni yo'lini va qiymatini ko'rsatish bo'limi;

3.3 Dasturiy ta'minotdan foydalanish tartibi



- papkasiga kirish orqali dasturga kiriladi. Ish stolida quyidagi oyna hosil bo'ladi.

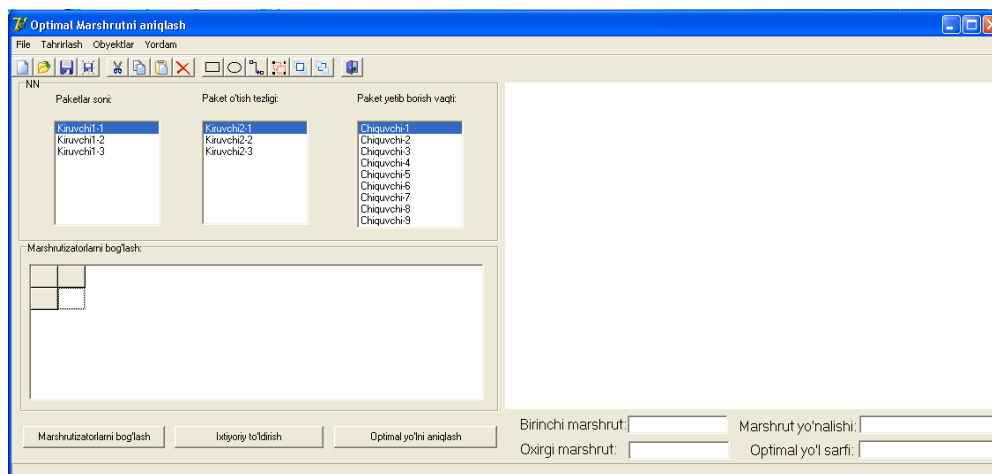


3.4 – rasm. OMAT dasturi fayllari.



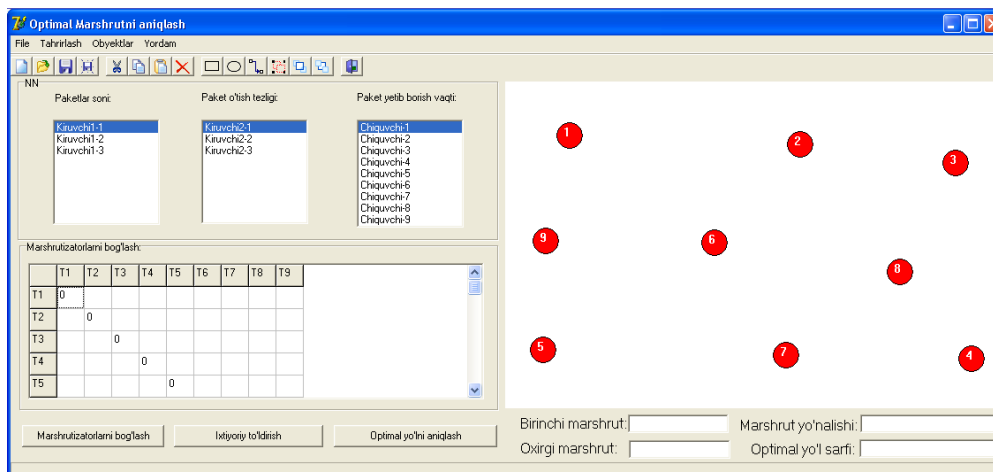
Graf_P.exe

- tugmachasini bosish bilan dastur ishga tushiriladi va ish stolida quyidagi oyna hosil bo'ladi:



3.5 – rasm. OMAT dasturining ishga tushishi.

Oynadagi  - marshrutizator tugmasini bosish orqali ekranga kerakli marshrutizator chiqarishimiz mumkin.



3.6 – rasm. OMAT dasturida marshrutizatorlar yaratish.

Marshrutizatorlarni bog'lash bo'limi orqali ushbu marshrutizatorlar bir-biri bilan bog'lanish qiymatlari kiritiladi. Bir-birga bog'langan marshrutizatorlar biridan ikkinchisiga yetkazish vaqtini klaviatura yordamida yoki ixtiyoriy kiritish mumkin.

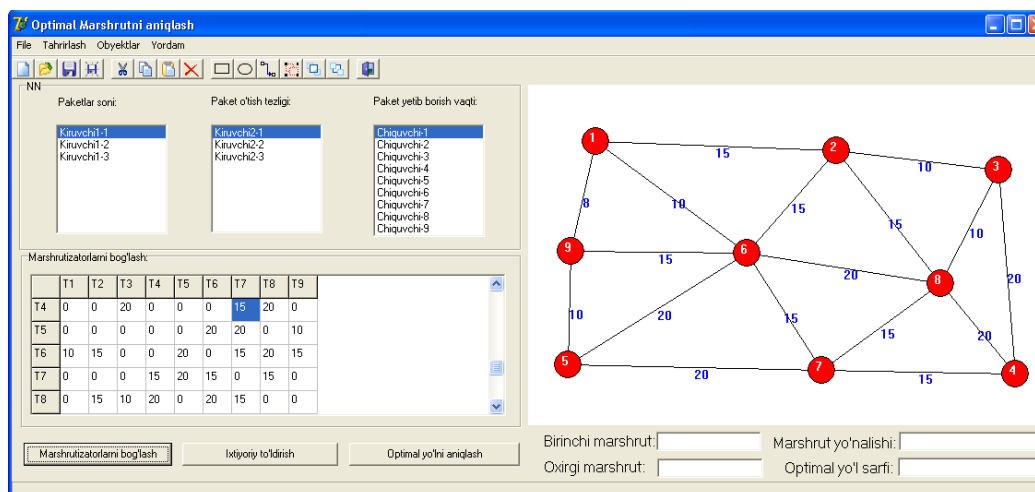
Marshrutizatorlarni bog'lash:

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
T1	0								
T2		0							
T3			0						
T4				0					
T5					0				
T6						0			
T7							0		
T8								0	
T9									0

Marshrutizatorlarni bog'lash bo'limi to'ldirilgandan keyin

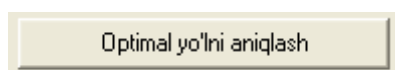
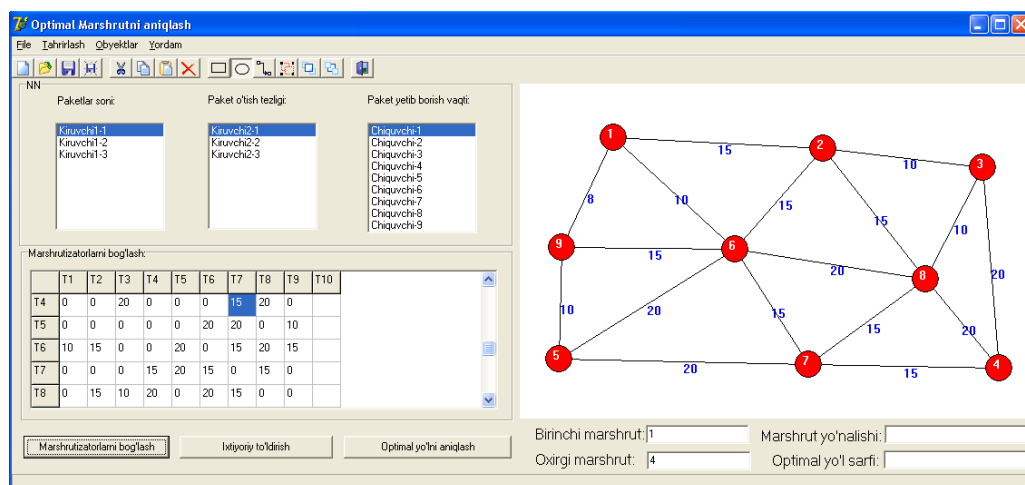


tugmasini bosish orqali quyidagi oyna hosil bo'ladi.

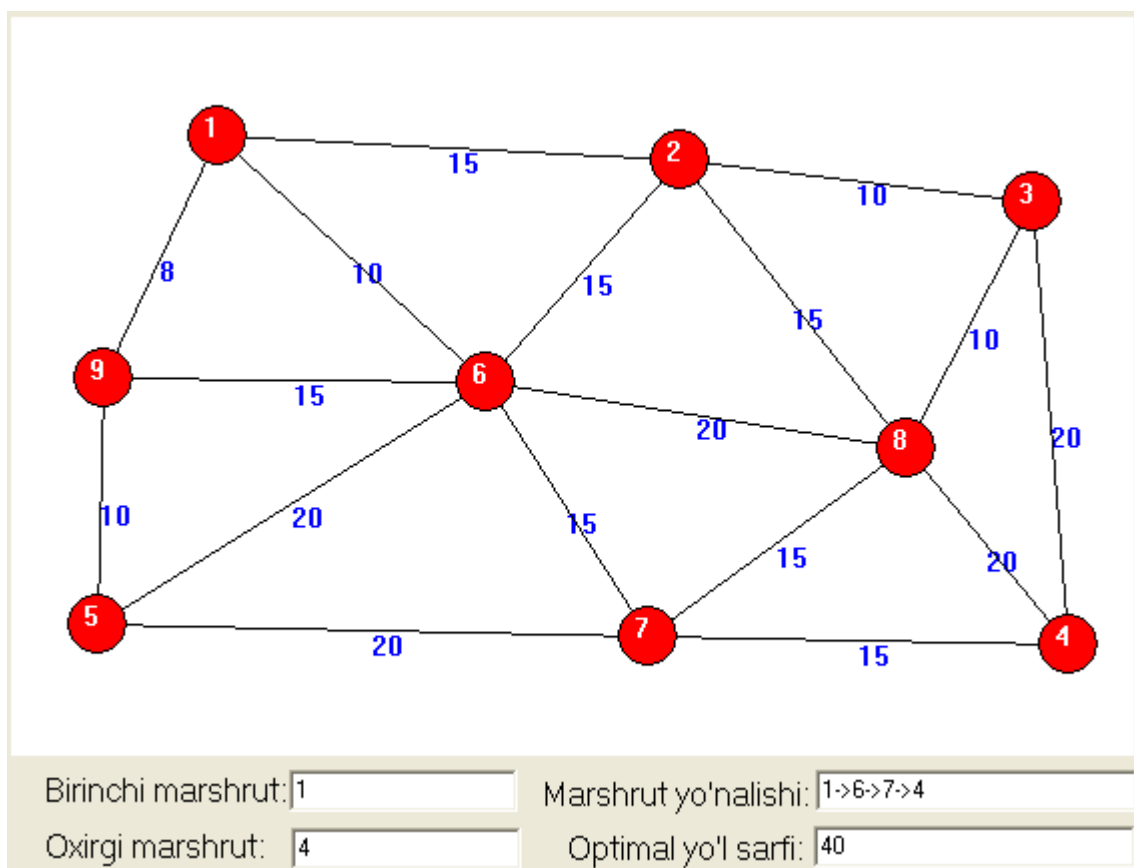


3.7 – rasm. OMAT dasturiy ta'minotida yaratilgan marshrutizatorlarni bog'lash.

Hosil bo'lgan grafning ustiga birorta marshrutizatorning ustiga ikki marta bosish orqali birinchi marshrut tanlanadi va yana birortasining ustiga ikki marta bosish yordamida oxirgi marshrut tanlanadi.



- tugmasini bosish orqali ushbu ikki marshrut o'rtasidagi bog'lanishlarning eng optimalini aniqlab beradi.



3.8 – rasm. OMATda (1) va (4) marshrut orasidagi eng kam vaqt sarflanadigan yo'l.

NN

Paketlar soni:

Paket o'tish tezligi:

Paket yetib borish vaqti:

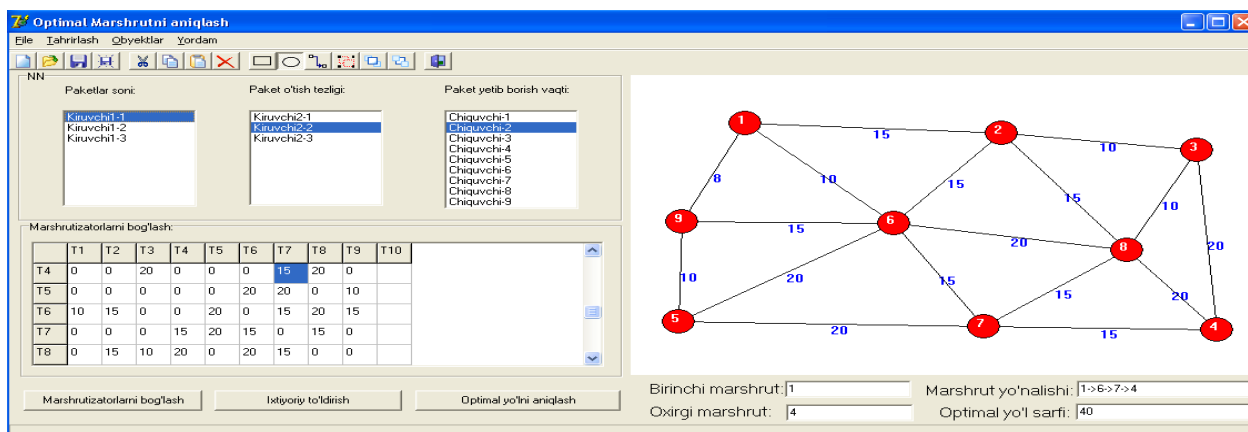
Kiruvchi1-1
Kiruvchi1-2
Kiruvchi1-3

Kiruvchi2-1
Kiruvchi2-2
Kiruvchi2-3

Chiquvchi-1
Chiquvchi-2
Chiquvchi-3
Chiquvchi-4
Chiquvchi-5
Chiquvchi-6
Chiquvchi-7
Chiquvchi-8
Chiquvchi-9

- ushbu

bo'lim orqali 4 qatlamli neyron to'rlarini o'qitilib paketlar soni, paket o'tish tezligi va ularning yetib borish vaqtini hisoblab optimal marshrutni aniqlab beradi.



3.9 – rasm. (1-4) marshrut yo'llaridan topilgan optimal (1 – 6 – 7 – 4) marshrut

3.4 Kompyuter bilan ishlashda hayotiy faoliyat xavfsizligi qoidalari va talablari.

Kompyuter bilan ishlash davomida bir qator faoliyat bilan bog'liq fiziologik jarayonlar sodir bo'ladi va inson organizmiga turli darajada ta'sir ko'rsatadi.

Bu kabi surunkali ta'sirlar va xavfli holatlar muxandis-dasturlarni ish faoliyatiga ta'sir ko'rsatib kasb kasaliklarini keltirib chiqarishi tasdiqlangan.

Kompyuter lar joylashtirilgan xonalar va dasturlovchi o'rni yong'in xavfsizligi talablari bo'yicha «D» toifaga mansub bo'lib, tez yonuvchi materiallar kam hisoblanadi.

Elektr hisoblash mashinalari va aloqa vositalari joylashtirilgan xonalarda yong'in xavfi mavjud bo'lib, bu holat katta miqdorda tez eriydigan engil materiallar. Bu xonalarda yong'in asosan yonuvchan moddalarning oksidlanishi, issiqlik ta'sirida erishi natijasida sodir bo'ladi. Mavjud xonalarda o'rnatilgan

akustik va estetik talablarga mos keluvchi eshik, pol, kabellar izolyasiyasi va boshqalar yonuvchi komponentlar toifasiga kiradi.

Yong'inga qarshi kurash bu kompleks tashkiliy va texnik tadbirlar bo'lib, xodimlarni xavfsizligini ta'minlash, yong'inni samarali o'chirish uni tez tarqalishini oldini olishdan iborat. Uchqun chiqaruvchi manbalar esa, elektron sxemalar, elektr ta'minot tarmoqlari, turli elektron uskunalarning nosozligi, qisqa tutashuv, er bilan notug'ri biriktirish, ulashdagi nosozliklar hisoblanadi.

Zamonaviy Kompyuter lar va EHMlarida elektron sxemalar va detallar zich joylashganligi va kabellar hamda ulash simlari yaqinligi sababli bu xavf ancha yuqoridir. Bulardan elektr tokini oqishi himoya qavatini erishiga olib keladi. Kompyuter larda bu kabi ortiqcha issiqlik maxsus shamolatish bloki orqali chiqarib yuboriladi. Bu blokni ishdan chiqishi esa juda xavflidir. Bunday hollarda xavfsizlik choralarini ko'rish va qo'shimcha shamollatish tizimini tashkil etish maqsadga muvofiqdir.

Ma'lumki, yong'in holatini Kompyuter choralarida qo'llanilgan qurilish materiallarining yong'inga chidamligini, umumiy mustahkamlikni ta'minlaydi. Elektron uskunalarini yuqori narxini e'tiborga olgan holda bu turdagi xonalarni 1 yoki 2 toifali yong'inga chidamlilik deb darajalash mumkin.

Yong'in xavfsizligi qoidalariga binoan EHM joylashtirilgan xonalar, ko'paytirish qiyofa ko'chirish uskunolari atrofida tutunli xabar berish moslamalari o'rnatiladi. Yong'in boshlangan holatda plastmassalarni tutashi natijasida zaharli is gazi ajralib chiqadi va ishchilarni bug'ishi mumkin. Shu sababli, belgilangan talablarga mos keladigan o'chirish usullari va nazariyasi- dan foydalanish maqsadidga muvofiqdir. Olib borilayotgan tadqiqotchilar va tahlillar asosida aynan shu holatga mos keluvchi usullar tanlanadi. Ish o'rnini samarali tashkil etishda asosiy e'tibor elektromagnit va elektrostatik maydonlar ta'sirini kamaytirishga qaratilishi darkor. Bugungi kunda ish o'rnini ergonomik talablar asosida tashkil etish, komfort ish sharoitini tashkil etish dolzarb sosial masaladir. Olingan tadqiqotlar asosida ish stolining optimal o'lchamlari, qo'lay konfiguratsiya, ish o'rnini to'g'ri tashkil etishda asosiy manbadir.

Belgilangan talablarga javob beradigan sharoit yaratish, ish sifatini va unumdorligini oshirish, dastur ishini yaxshilash, nuqsonsiz ishlashni ta'minlash imkonini beradi.

Kompyuter bilan ishlash davomida insonlarning ko'rish organlarida yuqori darajada kuchlanish holati sodir bo'ladi.

Turli o'lchamdagi va hajmdagi grafik materiallar, kichik o'lchamlar, hajmini ortishi natijasida ko'zda surunkali jiddiy kuchlanish yoki zo'riqish sodir bo'ladi. Bu kabi salbiy holatlar ko'zni ko'rish qobiliyatini pasayishiga olib keladi.

Belgilangan me'yorlarga binoan foydalanuvchi operator ko'zi bilan ekran oralig'idagi masofa 600-700 mm bo'lishi lozim, Ayrim hollarda harf va raqamlar kattaligini e'tiborga olgan holda bu masafani 500 mm bo'lishiga ruxsat beriladi.

Ko'zni zo'riqishini kamaytirish maqsadida har 1 soatda 15 minutlik tanaffus qilish tavsiya etiladi.

Bugungi kunda bir qator olimlar tomonidan Kompyuter monitorlaridan tushayotgan turli nurlarni inson organizmiga ta'siri va ma'lum ionlanish sodir bo'lishi tasdiqdangan. Lekin, bu masalada to'laqonli belgilar mavjud emas.

Elektromagnit ionlashgan nurlarning monitordan tushadigan miqdori qo'yidagi jadvalda keltirilgan.

Ma'lumki, tegishli me'yorlarga asosan ish joyida Kompyuter monitoridan ajraladigan maksimal rengen nurlarning maksimal miqdori 10 mk ber/ch va ultrabinafsha va infraqizil nurlarning bu kabi miqdori esa 10-100 mVt/m² bo'lishi aniqlangan.

III-bob bo'yicha xulosa.

III-bobda neyron to'rlarida obyektlar orasida optimal marshrutni aniqlash tizimi dasturiy ta'minotining moduli, tasnifi, undan foydalanish tartibi va hayot faoliyati xavfsizligi qoidalari va talablari bayon etilgan.

Xulosa

Magistrlik dissertatsiyasida qaralgan masalalardan quyidagi natijalar va xulosalarga kelamiz:

1. Neyron to'rlarida obyektlar o'rtasida optimal marshrutni topuvchi tizimni yaratish masalasining umumiy tushunchalari va ta'riflari, optimal marshrutni topish tizimlarning turlari hamda neyron to'rlarida optimal marshrutni aniqlash tizimini yaratishning ba'zi usullari va algoritmlari tahlili keltirildi.

2. Masalaning qo'yilishi va ishning maqsadi formallashtirilgan, optimal marshrutni aniqlashda qo'llaniladigan qoidalar hamda neyron to'rlari tushunchasi va ta'riflari bayon etildi.

3. Analitik usulda Deykstra algoritmi, Sugeno Tagani usulini tiniqmas to'plam bilan ishlatish va to'rt qatlamdan iborat neyron tarmoqlaridan tashkil topgan quyi tizimlar to'plamidan iborat ko'p segmentli kompyuter tarmoqlarida ma'lumotlar uzatish jarayonlari tezligini ta'minlayadigan optimal marshrutlarni aniqlash tizimi yaratildi.

4. Algoritmning ishlash jarayoni misolda tushuntirildi.

5. Taklif qilingan kompyuter tarmoqlaridagi marshrutlar usuli lokal yuklamali sharoitlardan murakkab konfiguratsiyali tarmoqlar uchun paketlarni yetkazishning samaradorligini ta'minlaydi.

6. Neyron tarmoqlar va noravshan to'plam asosida ishlab chiqilgan usullar turli xil sinfdagi kompyuter tarmoqlarini tadqiq qilishga imkon yaratadi.

7. Neyron to'rlarida hosil qilingan optimal marshrutni aniqlash tizimi axborot oqimi ko'p bo'lgan vaqtda hozirda optimal marshrutni aniqlashda ishlatiladigan Deykstra algoritmiga nisbatan tezroq ishlaydi.

8. Yaratilgan algoritmlarni amaliy masalalarni yechishda qo'llash uchun Delfi dasturlash tilida dasturiy vosita ishlab childi.

9. Dasturiy vosita misollarda sinovdan o'tkazildi va olingan natigalar Delfi tilida tuzilgan dasturning to'g'ri ishlashini ko'rsatdi.

10. Dasturiy vositani turli obyektlar o'rtasida ma'lumotlar almashinuvi masalalarida qo'llash mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati

1. «Axborotlashtirish to'g'risida» O'zbekiston Respublikasining qonuni. Toshkent shahri, 1993 yil, 7 may.
2. Karimov I.A. «O'zbekiston iqtisodiy islohatlarni chuqurlashtirish yo'lida». Toshkent. «O'zbekiston» – 1995y.
3. «Kompyuterlashtirishni yanada rivojlantirish va axborot – kommunikasiya texnologiyalarini joriy etish to'g'risida» O'zbekiston Respublikasi Prezidentining farmoni. 30 may 2002 yil.
4. «Kompyuterlashtirishni yanada rivojlantirish va axborot – kommunikasiya texnologiyalarini joriy etish chora – tadbirlari to'g'risida», O'zbekiston Respublikasi Vazirlar mahkamasining qarori. 6 iyun 2002 yil, 200-son.
5. Игнатов Н.А. Выбор минимальной конфигурации нейронных сетей. Вычислительные технологии.- Новосибирск, № 1, 2001, 23 - 28.
6. Игнатов Н.А. К вопросу построения эффективных нейронных сетей для данных, описываемых разнотипными атоматами. Вычислительные технологии. - Новосибирск, № 5, 2001, 34 - 38.
7. Алиев Р.А., Серковний А.Е., Мамедова Г.А. Управление производством при нечеткой исходной информации. –М: Энергеатомиздат, 1991.-240с
8. Алексеев А.В. Проблеми разработки математического обеспечения выполнения нечетких алгоритмов. – Б сб.: Модели выбора альтернатив в нечеткой среде. – Рига, 1984,с. 79-82.
9. Fratta L., Gerla M., Kleinrock L. The Flow Deviation Method: An Approach to Store-and-Forward Communication Network Design. Networks, 1973, vol. 3, no. 2, pp. 97–133.
10. Cantor D.G, Gerla M. Optimal Routing in a Packet-Switched Computer Network. IEEE Trans. Computers, 1974, vol. C-23, no. 10, pp. 1062–1068.
11. Gerla M., Kleinrock L. On the Topological Design of Distributed Computer Networks. IEEE Trans. Commun., 1977, vol. COM-25, no. 1, pp. 48–53.

12. Федотов Е.В. Определение оптимальных маршрутов в сети пакетной коммутации. В сборнике: Сетевая обработка информации. -М.: МДНТП, 1990, стр. 95–98.
13. Нейронные сети: история развития теории. Кн. 5: Учеб. пособие для вузов. / Под общей ред. А.И. Галушкина, Я.З. Сыпкина. - М.: ИПРЖР, 2001. - 840 с.
14. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика.- 2-е изд.-М.:Горячая линия-Телеком. 2002 г. 382 с.
15. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей.: Пер. С англ.-М.: Издательский дом “Вилямс”, 2001 г. 287 с.
16. Горбан А.Н., Россиев Д. А. Нейронные сети на персональном компьютере.—Новосибирск: Наука, 1996. 275 с.
17. Татузов А.Л. Нейронные сети в задачах радиолокации. Кн. 28. - М.: Радиотехника, 2009. - 432 с.
18. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. : Пер. с англ. — М. Издательский дом "Вилямс", 2006. — 1104 с.
19. Nuriyev S., Xo'jayarov I., Maxmudov Z. “Kompyuter tarmoqlarida integrallashgan marshrutlashtirish tizimlari tadqiqi va yaratilishi”. TATU Samarand filiali, Axborot kommunikasiya texnologiyalarining hozirgi zamon rivojlanish bosqichida mutaxassisning kasbiy komponentligini mukamallashtirish ilmiy-amaliy konferensiyasi,Samarqand-2013,154-b.
20. Xo'jayarov I., Nuriyev S. “Ko'p oqimli masalalarni parallel hisoblashda parallellashtirishni avtomatlashtiruvchi dasturiy vositalar”. Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, axborot texnologiyalari va telekommunikasiya muammolari, yosh olimlar, tadqiqotchilar, magistrant va talabalarining Respublika ilmiy – texnik konferensiyasi, Toshkent – 2013,93-b.
21. A. X. Nishanov, O. T. Allamov, O. X. Xo'jayev. “Telekomunitasiya tarmoqlarida marshrutizasiya masalasini yechishning qisman tanlov usuli”, TATU xabarlari 3-4,Toshent – 2012,19-24 b.

22. Aholini va hududlarni favqulodda vaziyatlardan himoyalash, o'quv qo'llanma, GSChS, Toshkent-2003.

23. A. Qudratov, T. Ganiyev va boshqalar, Hayot faoliyati havfsizligi, Aloqachi, Toshkent – 2005.

24. <http://topreferat.znaete.ru> (разработка и исследование интегрированной системы маршрутизации в компьютерных сетях)

25. <http://library.mirea.ru> (Sugeno Takagi, нечетьких логики)

26. <http://cisco.com>. (network design problems)

27. <http://intuit.ru>. (short path problem)

Ilova

unit Graf;

interface

uses

Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs, ComCtrls, ToolWin, ImgList, Menus, Grids, StdCtrls,
ExtCtrls;

type

TMainForm = class(TForm)

 ImageList: TImageList;

 ToolBar1: TToolBar;

 ToolButton1: TToolButton;

 ToolButton2: TToolButton;

 ToolButton3: TToolButton;

 OpenDialog: TOpenDialog;

 SaveDialog: TSaveDialog;

 ToolButton4: TToolButton;

 ToolButton5: TToolButton;

 ToolButton6: TToolButton;

 ToolButton7: TToolButton;

 ToolButton8: TToolButton;

 ToolButton9: TToolButton;

 ToolButton10: TToolButton;

 ToolButton11: TToolButton;

 ToolButton12: TToolButton;

 ToolButton13: TToolButton;

 ToolButton14: TToolButton;

 ToolButton15: TToolButton;

 ToolButton16: TToolButton;

 ToolButton17: TToolButton;

ToolButton18: TToolButton;
StatusBar: TStatusBar;
MainMenu: TMainMenu;
File1: TMenuItem;
Tahrirlash: TMenuItem;
Obyektlar: TMenuItem;
Yordam: TMenuItem;
Yangi: TMenuItem;
Ochish: TMenuItem;
Saqlash: TMenuItem;
QaytadanSaqlash: TMenuItem;
Chiqish: TMenuItem;
Qirqish: TMenuItem;
Nusxalash: TMenuItem;
NusxaOlish: TMenuItem;
Ochirish: TMenuItem;
Uzell: TMenuItem;
Marshrutizator: TMenuItem;
Boglash: TMenuItem;
Hammasinibelgilash: TMenuItem;
OldingaChiqarish: TMenuItem;
OrqagaOtkazish1: TMenuItem;
N1: TMenuItem;
Haqida1: TMenuItem;
GroupBox1: TGroupBox;
ListBox1: TListBox;
ListBox2: TListBox;
ListBox3: TListBox;
Label2: TLabel;
Label3: TLabel;

```
Label4: TLabel;  
GroupBox2: TGroupBox;  
sg: TStringGrid;  
Shape1: TShape;  
Image1: TImage;  
Timer1: TTimer;  
Button1: TButton;  
Button2: TButton;  
Edit1: TEdit;  
Edit2: TEdit;  
Label1: TLabel;  
Label5: TLabel;  
Edit3: TEdit;  
Label6: TLabel;  
Label7: TLabel;  
Edit4: TEdit;  
Button3: TButton;  
procedure ToolButton6Click(Sender: TObject);  
procedure ToolButton9Click(Sender: TObject);  
procedure ToolButton11Click(Sender: TObject);  
procedure ToolButton13Click(Sender: TObject);  
procedure ToolButton14Click(Sender: TObject);  
procedure ToolButton15Click(Sender: TObject);  
procedure ToolButton17Click(Sender: TObject);  
procedure YangiClick(Sender: TObject);  
procedure OchishClick(Sender: TObject);  
procedure SaqlashClick(Sender: TObject);  
procedure QaytadanSaqlashClick(Sender: TObject);  
procedure ChiqishClick(Sender: TObject);  
procedure QirqishClick(Sender: TObject);
```

```

procedure NusxalashClick(Sender: TObject);
procedure NusxaOlishClick(Sender: TObject);
procedure OchirishClick(Sender: TObject);
procedure UzellClick(Sender: TObject);
procedure MarshrutizatorClick(Sender: TObject);
procedure BoglashClick(Sender: TObject);
procedure HammasinibelgilashClick(Sender: TObject);
procedure OldingaChiqarishClick(Sender: TObject);
procedure OrqagaOtkazish1Click(Sender: TObject);
procedure ListBox1Click(Sender: TObject);
procedure ListBox2Click(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure SimpleGraphMouseUp(Sender: TObject; Button:
TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure Image1Click(Sender: TObject);
procedure Image1MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
    Y: Integer);
//Bizning proceduralar
procedure chizish;
procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
procedure Image1MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure Image1MouseUp(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure sgKeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure Button2Click(Sender: TObject);
procedure Image1DbClick(Sender: TObject);
procedure Button3Click(Sender: TObject);

```

```

    procedure ToolButton1Click(Sender: TObject);
private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;
type nuqta=record
    x,y:integer;
    yozuv:string;
    sel:boolean;
end;
const h=15;
var
    MainForm: TMainForm;
    k,kol:integer;
    xp,yp,sm,fm:integer;
    pt:array[1..100] of nuqta;
    bo,sl,akt:boolean;
    len:array[1..100,1..100] of integer;
implementation
{$R *.dfm}
resourcestring
    SSaveChanges = 'Graph has been changed, would you like to save
changes?';
    SViewOnly    = 'View Only';
    SEditing     = 'Editing';
    SLinkingNodes = 'Linking Nodes';
    SInsertingNode = 'Inserting Node';
    SModified    = 'Modified';
    SNotModified = '';

```



```

SUntitled    = 'Untitled';

procedure TmainForm.chizish;
var
  i,j,k,xx,yy:integer;
begin
  image1.Canvas.Brush.Color:=clWhite;
  image1.Canvas.Font.Color:=clBlue;
  Image1.Canvas.FillRect(Image1.Canvas.ClipRect);
  for i:=1 to kol do
    for j:=i+1 to kol do
      if len[i,j]<>0 then
        begin
          xx:=(pt[i].x+pt[j].x) div 2;
          yy:=(pt[i].y+pt[j].y) div 2;
          image1.Canvas.TextOut(xx,yy,inttostr(len[i,j]));
          image1.Canvas.MoveTo(pt[i].x,pt[i].y);
          image1.Canvas.LineTo(pt[j].x,pt[j].y);
        end;
      image1.Canvas.Font.Color:=clwhite;
      image1.canvas.brush.color:=clRed;
      for i:=1 to kol do
        begin
          image1.Canvas.Ellipse(pt[i].x-h,pt[i].y-h,pt[i].x+h,pt[i].y+h);
        end;
      end;

procedure TMainForm.ToolButton6Click(Sender: TObject);
begin
  ToolButton7.Click;

```

```
ToolButton9.Click;
```

```
end;
```

```
procedure TMainForm.ToolButton9Click(Sender: TObject);
```

```
var
```

```
  I: Integer;
```

```
begin
```

```
end;
```

```
procedure TMainForm.ToolButton11Click(Sender: TObject);
```

```
begin
```

```
  bo:=not bo;
```

```
end;
```

```
procedure TMainForm.ToolButton13Click(Sender: TObject);
```

```
var
```

```
  I: Integer;
```

```
begin
```

```
end;
```

```
procedure TMainForm.ToolButton14Click(Sender: TObject);
```

```
var
```

```
  I: Integer;
```

```
begin
```

```
end;
```

```
procedure TMainForm.ToolButton15Click(Sender: TObject);
```

```
var
```

```
  I: Integer;
```

```
begin
```

end;

procedure TMainForm.ToolButton17Click(Sender: TObject);

begin

close;

end;

procedure TMainForm.YangiClick(Sender: TObject);

begin

ToolButton1.Click;

end;

procedure TMainForm.OchishClick(Sender: TObject);

begin

ToolButton2.Click;

end;

procedure TMainForm.SaqlashClick(Sender: TObject);

begin

ToolButton3.Click;

end;

procedure TMainForm.QaytadanSaqlashClick(Sender: TObject);

begin

ToolButton4.Click;

end;

procedure TMainForm.ChiqishClick(Sender: TObject);

begin

ToolButton17.Click;

end;

procedure TMainForm.QirqishClick(Sender: TObject);

begin

ToolButton6.Click;

end;

procedure TMainForm.NusxalashClick(Sender: TObject);

begin

ToolButton7.Click;

end;

procedure TMainForm.NusxaOlishClick(Sender: TObject);

begin

ToolButton8.Click;

end;

procedure TMainForm.OchirishClick(Sender: TObject);

begin

ToolButton9.Click;

end;

procedure TMainForm.UzellClick(Sender: TObject);

begin

ToolButton18.Click;

end;

procedure TMainForm.MarshrutizatorClick(Sender: TObject);

begin

ToolButton11.Click;

end;

procedure TMainForm.BoglashClick(Sender: TObject);

begin

ToolButton12.Click;

end;

procedure TMainForm.HammasinibelgilashClick(Sender: TObject);

begin

ToolButton13.Click;

end;

procedure TMainForm.OldingaChiqarishClick(Sender: TObject);

begin

ToolButton14.Click;

end;

procedure TMainForm.OrqagaOtkazish1Click(Sender: TObject);

begin

ToolButton15.Click;

end;

procedure TMainForm.ListBox1Click(Sender: TObject);

begin

if (ListBox1.ItemIndex=0) and (ListBox2.ItemIndex=0) then

ListBox3.ItemIndex:=0 else

if (ListBox1.ItemIndex=0) and (ListBox2.ItemIndex=1) then

ListBox3.ItemIndex:=1 else

if (ListBox1.ItemIndex=0) and (ListBox2.ItemIndex=2) then

ListBox3.ItemIndex:=2 else

if (ListBox1.ItemIndex=1) and (ListBox2.ItemIndex=0) then

```

ListBox3.ItemIndex:=3 else
if (ListBox1.ItemIndex=1) and (ListBox2.ItemIndex=1) then
ListBox3.ItemIndex:=4 else
if (ListBox1.ItemIndex=1) and (ListBox2.ItemIndex=2) then
ListBox3.ItemIndex:=5 else
if (ListBox1.ItemIndex=2) and (ListBox2.ItemIndex=0) then
ListBox3.ItemIndex:=6 else
if (ListBox1.ItemIndex=2) and (ListBox2.ItemIndex=1) then
ListBox3.ItemIndex:=7 else
if (ListBox1.ItemIndex=2) and (ListBox2.ItemIndex=2) then
ListBox3.ItemIndex:=8;
end;

```

```

procedure TMainForm.ListBox2Click(Sender: TObject);
begin
if (ListBox1.ItemIndex=0) and (ListBox2.ItemIndex=0) then
ListBox3.ItemIndex:=0 else
if (ListBox1.ItemIndex=0) and (ListBox2.ItemIndex=1) then
ListBox3.ItemIndex:=1 else
if (ListBox1.ItemIndex=0) and (ListBox2.ItemIndex=2) then
ListBox3.ItemIndex:=2 else
if (ListBox1.ItemIndex=1) and (ListBox2.ItemIndex=0) then
ListBox3.ItemIndex:=3 else
if (ListBox1.ItemIndex=1) and (ListBox2.ItemIndex=1) then
ListBox3.ItemIndex:=4 else
if (ListBox1.ItemIndex=1) and (ListBox2.ItemIndex=2) then
ListBox3.ItemIndex:=5 else
if (ListBox1.ItemIndex=2) and (ListBox2.ItemIndex=0) then
ListBox3.ItemIndex:=6 else
if (ListBox1.ItemIndex=2) and (ListBox2.ItemIndex=1) then

```

```

ListBox3.ItemIndex:=7 else
if (ListBox1.ItemIndex=2) and (ListBox2.ItemIndex=2) then
ListBox3.ItemIndex:=8;
end;

```

```

procedure TMainForm.FormCreate(Sender: TObject);
var
  i,j:integer;
begin
  for i:=1 to 100 do
    for j:=1 to 100 do
      len[i,j]:=0;
      Image1.ControlStyle:=Image1.ControlStyle + [ csOpaque ];
      image1.Canvas.Font.Color:=clWhite;
      image1.Canvas.Font.Size:=h-4;
      image1.Canvas.Font.Style:=[fsbold];
      bo:=false;
      k:=0;
      kol:=0;
      sl:=false;
      akt:=false;
      sm:=0;
      fm:=0;
      ListBox1.ItemIndex:=0;
      ListBox2.ItemIndex:=0;
      ListBox3.ItemIndex:=0;
    end;
  end;
  procedure TMainForm.SimpleGraphMouseUp(Sender: TObject;
    Button: TMouseButton; Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
  begin

```

```
ShowMessage('Hello fdfsads');  
end;
```

```
procedure TMainForm.Image1Click(Sender: TObject);  
var  
  i:integer;  
begin  
  if bo then  
  begin  
    kol:=kol+1;  
    pt[kol].x:=xp;  
    pt[kol].y:=yp;  
    pt[kol].sel:=false;  
    sg.ColCount:=kol+1;  
    sg.RowCount:=kol+1;  
    for i:=1 to kol do  
    begin  
      sg.Cells[i,0]:='T'+inttostr(i);  
      sg.Cells[0,i]:='T'+inttostr(i);  
      sg.Cells[i,i]:='0';  
    end;  
  end;  
end;  
end;
```

```
procedure TMainForm.Image1MouseMove(Sender: TObject; Shift:  
TShiftState; X,  
  Y: Integer);  
var  
  i,j,k,m:integer;  
begin
```



```

xp:=x;
yp:=y;
akt:=false;
for i:=1 to kol do
if (sqrt(sqr(pt[i].x-x)+sqr(pt[i].y-y))<=h) then
begin
pt[i].sel:=true;
if sl then
begin
pt[i].x:=x;
pt[i].y:=y;
akt:=true;
end;
end
else pt[i].sel:=false;
end;

```

```

procedure TMainForm.Timer1Timer(Sender: TObject);
var
i,j,k:integer;
begin
chizish;
for i:=1 to kol do
begin
if pt[i].sel then
begin
image1.Canvas.Pen.Color:=clYellow;
image1.Canvas.Pen.Width:=3;
image1.Canvas.Ellipse(pt[i].x-h,pt[i].y-h,pt[i].x+h,pt[i].y+h);
image1.Canvas.Pen.Color:=clBlack;

```

```

    image1.Canvas.Pen.Width:=1;
end;
image1.Canvas.TextOut(pt[i].x-(h div 2),pt[i].y-h+3,inttostr(i));
end;
end;

```

```

procedure TMainForm.Image1MouseDown(Sender: TObject; Button:
TMouseButton;

```

```

    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
    sl:=true;
end;

```

```

procedure TMainForm.Image1MouseUp(Sender: TObject; Button:
TMouseButton;

```

```

    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
    sl:=false;
end;

```

```

procedure TMainForm.sgKeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);

```

```

var
    i,j:integer;
begin
    if key=chr(13) then
        for i:=1 to kol do
            for j:=i+1 to kol do
                sg.Cells[i,j]:=sg.Cells[j,i];
            end;
        end;
    end;

```

```

procedure TMainForm.Button1Click(Sender: TObject);

```

```

var
  i,j:integer;
begin
  for i:=1 to kol do
    for j:=1 to kol do
      if sg.Cells[j,i]<>" then len[i,j]:=strtoint(sg.Cells[i,j])
      else len[i,j]:=0;
      ToolButton11.Click;
    end;
  end;

procedure TMainForm.Button2Click(Sender: TObject);
var
  s:array[1..100] of integer;
  s1:array[1..100] of string;
  sg1:array[1..100,1..100] of integer;
  i,j,l:integer;
begin
  for i:=1 to kol do
    s[i]:=100000;
    s[sm]:=0;
    s1[sm]:=inttostr(sm);
    for i:=1 to kol do
      for j:=1 to kol do
        if sg.Cells[i,j]<>" then sg1[i,j]:=strtoint(sg.Cells[i,j])
        else sg1[i,j]:=0;
      for j:=1 to kol do
        if (sg1[sm,j]<>0) and (s[j]>s[sm]+sg1[sm,j]) then
          begin
            s[j]:=s[sm]+sg1[sm,j];
            s1[j]:=s1[sm]+'-'>'+inttostr(j);

```

```

end;
for l:=1 to kol do
for i:=1 to kol do
for j:=1 to kol do
if (sg1[i,j]<>0) and (s[j]>s[i]+sg1[i,j]) then
begin
s[j]:=s[i]+sg1[i,j];
s1[j]:=s1[i]+'->'+inttostr(j);
end;
Edit1.Text:=IntToStr(s[fm]);
Edit2.Text:=s1[fm];
end;

```

```

procedure TMainForm.Image1DbClick(Sender: TObject);
var
i:integer;
begin
for i:=1 to kol do
if (sqrt(sqr(pt[i].x-xp)+sqr(pt[i].y-yp))<=h) then
begin
if (sm=0) and (fm=0) then
begin
sm:=i;
Edit4.Text:=inttostr(sm);
end else
if (sm<>0) and (fm=0) then
begin
fm:=i;
Edit3.Text:=inttostr(fm);
end else

```

```

if (sm<>0) and (fm<>0) then
begin
sm:=i;
fm:=0;
Edit4.Text:=inttostr(sm);
Edit3.Text:="";
end;
end;
end;

```

```

procedure TMainForm.Button3Click(Sender: TObject);
var
i,j:integer;
begin
for i:=1 to kol do
for j:=i+1 to kol do
begin
sg.Cells[i,j]:=inttostr(random(i+j));
sg.Cells[j,i]:=sg.Cells[i,j];
end;
Button1.Click;
//bo:=False;
ToolButton11.Click;
end;

```

```

procedure TMainForm.ToolButton1Click(Sender: TObject);
var
i,j:integer;
begin
for i:=1 to 100 do

```

```

for j:=1 to 100 do
begin
len[i,j]:=0;
sg.Cells[i,j]:="";
end;
sg.ColCount:=2;
sg.RowCount:=2;
Image1.ControlStyle:=Image1.ControlStyle + [ csOpaque ];
image1.Canvas.Font.Color:=clWhite;
image1.Canvas.Font.Size:=h-4;
image1.Canvas.Font.Style:=[ fsbold];
// bo:=false;
k:=0;
kol:=0;
sl:=false;
akt:=false;
sm:=0;
fm:=0;
Edit3.Text:="";
Edit4.Text:="";
Edit1.Text:="";
Edit2.Text:="";
end;
end.

```