621.39
J96

N.M. J O'RAYEV

TELEKOMMUNIKATSIYA TARMOQLARIGA TEXNIK XIZMAT KO'RSATISH

5350100-
"Telekommunikatsiya
texnologiyalari"

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI

MUHAMMAD AL – XORAZMIY NOMIDAGI TOSHKENT
AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI

N.M. JO‘RAYEV

TELEKOMMUNIKATSIYA TARMOQLARIGA TEXNIK XIZMAT KO‘RSATISH

(Darslik)

5350100-“Telekommunikatsiya texnologiyalari”

TOSHKENT - 2020

UO'K: 621.39(075)
KBK: 32.88
J 96
N.M. Jo'rayev. Telekommunikatsiya tarmoqlariga texnik xizmat ko'rsatish. (Darslik). –T.: «Aloqachi», 2020. – 416 b.

ISBN 978–9943–6394-4-7

Ushbu darslik 5350100-Telekommunikatsiya texnologiyalari ta'lim yo'nalishida tahsil olayotgan bakalavriat talabalariga "Telekommunikatsiya tarmoqlari", "Optik aloqa tizimlari", "Keng polosali tarmoqlari" va "Telekommunikatsiya tarmoqlarini boshqarish asoslari" fanlarini o'zlashtirish uchun mo'ljallangan.

Darslik kirish qismi va 4 ta asosiy boblardan iborat bo'lib, unda quyidagi mavzular bo'yicha muxim nazariy ma'lumotlar berilgan. Tolali optik aloqa tizimlari va tarmoqlariga texnik xizmat ko'rsatish; Tolali optik aloqa tizimlarining tuzilishi, ish prinsipi , optik kanallarini zichlashtirish usullari; Keng polosali abonent kirish tarmoqlarga texnik xizmat ko'rsatish; Raqamli abonent kirish tarmoqlari; Simsiz keng polasali kirish tarmoqlari va ularni kurish usullari; Ethernet texnoloiyasi asoslari; Kanallari to'lqin uzunligi bo'yicha zichlovchi WDM texnologiyasiga asoslangan transport tarmoqlari; keng polosali tarmoqlarda qo'llaniluvchi protokollar; Multimediali aloqa tarmoqlariga texnik xizmat ko'rsatish; Multimediali aloqa tarmog'ida qo'llaniladigan texnologiyalar; Multimediali signalizatsiya va sinxronizatsiya tizimlari; Konvergent aloqa tarmoqlari; Telekommunikatsiya tizimlari va tarmoqlarini loyihalashtirish mavzulari keng yoritilgan.

"Telekommunikatsiya tarmoqlariga texnik xizmat ko'rsatish" nomli o'quv adabiyotidan, "Telekommunikatsiya texnologiyalari" yo'nalishida ta'lim olayotgan talabalar va Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va Telekommunikatsiya sohasida ilmiy faoliyat olib borayotgan mutaxassislar foydalanishlari mumkin.

UO'K: 621.39(075)
KBK: 32.88

Taqrizchilar:

S.M. Otajonov – FarDU "Fizika" kafedrasi professori, f-m.f.d.
M. Djalilov – TATU Farg'ona filiali KT kafedrasi dotsenti, t.f.n.

ISBN 978–9943–6394-4-7

MUHAMMAD AL- ... NOMIDAGI
TOSHK... ...ERSITETI
TEXNOLOGIYA...
399031
AXBOROT-RESURS MARKAZI

© «Aloqachi» nashriyoti, 2020.

KIRISH

“Iqtisodiyotimiz barqarorligi, har bir sohaning sifati va samaradorligi, aholiga qulayliklar yaratish axborot texnologiyalari bilan bog‘liq. Shunung uchun bu sohaga yanada keng imkoniyat, zarur infratuzulma yaratish, mutahasislarni har tomonlama rag‘batlantirish, qobilyatli yoshlarni tarbiyalash kerak.”

Sh. Mirziyoyev.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” PF-4947-sonli Farmoni tasdiqlandi. Harakatlar strategiyasining maqsadi olib borilayotgan islohotlar samaradorligini tubdan oshirishdan, davlat va jamiyatning har tomonlama va jadal rivojlanishini ta’minlash uchun shart-sharoitlar yaratishdan, mamlakatni modernizatsiyalash va hayotning barcha sohalarini erkinlashtirishdan iboratdir. Ayni vaqtda mamlakatimiz bosib o‘tgan taraqqiyot yo‘lining chuqur tahlili, bugungi kunda jahon bozori kon’yunkturasi keskin o‘zgarib, globallashuv sharoitida raqobat tobora kuchayib borayotgani davlatimizni yanada barqaror va jadal sur’atlar bilan rivojlantirish uchun mutlaqo yangicha yondashuv hamda tamoyillarni ishlab chiqish va ro‘yobga chiqarishni taqazo etmoqda [1].

Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari sohasini rivojlanishida tolali optik aloqa tizimlari, keng polosali tarmoqlar va multimediali aloqa tarmoqlari muhim o‘rin tutadi, ayniqsa shahar bilan qishloq o‘rtasidagi tafovutni kamaytirish, ya’ni, qishloq aholisiga ham shaharlardagidan qolishmaydigan darajada zamon talabiga mos telekommunikatsiya va internet hizmatlarini ko‘rsatishda optik kabellar hamda keng polosali tarmoqlardan foydalanish zaruriyati sezilmoqda. Shuning uchun Respublikamizda ushbu soha rivojiga jiddiy e’tibor qaratilib, qator xukumat qarorlari qabul qilindi. Jumladan, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining «O‘zbekiston Respublikasining Milliy axborot-kommunikatsiya tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida» 2013 yil 27 iyundagi PQ-1989-sonli qarori bilan “Respublika milliy axborot-kommunikatsiya tizimlarini 2013-2020 yilllar mobaynida rivojlantirish kompleks dasturi” tasdiqlandi. Ushbu qaror bilan O‘zbekiston Respublikasida 2013-2020 yillar mobaynida

telekommunikatsiya texnologiyalari, tarmoqlari va infrastrukturasini rivojlantirish dasturi hamda «Elektron hukumat» axborot tizimi komplekslari va ma’lumotlar bazasini yaratish bo‘yicha tadbirlar va loyihalar ro‘yxati tasdiqlangan. Bundan tashqari, ushbu qaror bilan O‘zbekiston Respublikasi Milliy axborot-kommunikatsiya tizimlarini 2013-2020 yillar mobaynida rivojlantirish kompleks dasturini amalga oshirishni muvofiqlashtiruvchi Respublika komissiyasi tashkil etildi.

O‘zbekiston Respublikasida 2013-2020 yillar mobaynida telekommunikatsiya texnologiyalari, tarmoqlari va infrastrukturasini rivojlantirish dasturida keng polosali optik tarmoqlarni kengaytirish, optik tolali aloqa liniyalarini qurish, BRAS qurilmalarini o‘rnatib, keng polosali tarmoq imkoniyatlarini kengaytirish, «UZMOBILE» mobil tarmog‘ini hududlarda rivojlantirish – 1-bosqich yuqori tezlikdagi internet xizmatlarini ko‘rsatish (EVDO texnologiyasi), «UZMOBILE» mobil tarmog‘ini hududlarda rivojlantirish – 2-bosqich yuqori tezlikdagi internet xizmatlarini ko‘rsatish (LTE texnologiyasi), 3G, 4G, LTE va boshqa mobil aloqa operatorlarini hisobga olgan holda mobil aloqa tarmoqlarini rivojlantirish, NGN texnologiyasi bo‘yicha kommunikatsiya qurilmalarini kengaytirish, kommutatsiya markazlarini modernizatsiyalash, paketli kommutatsiya xalqaro markazlarini kengaytirish, O‘zbekiston Respublikasi magistral tarmoqlarining o‘tkazuvchanlik qobiliyatini kengaytirish, ma’lumotlarni uzatish multiservis tarmoqlarini qurish, magistral optik tolali aloqa liniyalarini qurish, korporativ sektorga multimediali xizmatlarni ko‘rsatuvchi studiyalarni yaratish, axborot-ma’lumot xizmatlari markazlarini yaratish (call-center), ma’lumotlarni saqlash va qayta ishlash markazlarini yaratish «Data-sentr» (quyidagi shaharlarda: Toshkent, Qo‘qon, Buxoro), tez-tez foydalaniladigan ma’lumotlarni saqlash markazlarini yaratish (keshlash markazlari), davlat va xo‘jalik boshqaruvi, mahalliy xokimiyat organlari korporativ va lokal-hisoblash tarmoqlarini yaratish va modernizatsiya qilish kabi vazifalar rejalashtirilgan.

Bugungi kunda O‘zbekiston Respublikasi telekommunikatsiya tarmoqlarida juda katta o‘zgarishlar sodir bo‘lmoqda. So‘nggi yillar mobaynida axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining rivojlanishi natijasida, mamlakatimiz aloqa sohasi yuqori natijalarga erishilmoqda. Telekommunikatsiya tarmoqlarini modernizatsiyalash, zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash, yangi raqamli texnika vositalarini o‘rnatish, ularni optimallashtirish ishlari natijasida, jahon axborot integratsiyalashuvi jarayoniga O‘zbekistonning jadal suratda qo‘shilishi ko‘zga tashlanmoqda.

Telekommunikatsiya tarmoqlarini rivojlanishi uch omilga asosan aniqlanadi: trafikni o‘sishi, jamiyatni yangi xizmatlarga bo‘lgan talabini oshishi va texnologiyalar sohasida yutuqlarga erishish. Bu omillar mustaqil hisoblanmaydi, biroq ularning har biri elektr aloqani rivojlanish g‘oyasini aniqlaydi. Qurilmalarni yetkazib beruvchilar orasidagi raqobat va texnologik yutuqlar qurilmalarning narxini tushishiga olib keldi, bu esa o‘z navbatida trafikni o‘sishi va yangi xizmatlarni ishlab chiqarishni rag‘batlantiradi.

XX – asrning 90-yillari boshidan telekommunikatsiya raqamlashtirish yo‘nalishi bo‘yicha rivojlandi. Bu nafaqat axborotlarni uzatishda, balki taqsimlash, saqlash va qayta ishlashda ham tejamkor usullarni ta’minlovchi bosh yo‘nalishlardan biri bo‘lib qoldi. Raqamli telekommunikatsiya tarmoqlarini jadallik bilan rivojlanishini, analog uzatish tizimlari bilan solishtirganda bir qancha afzalliklari bilan farq qiladi, masalan: yuqori shovqinbardoshliligi, aloqa liniyasining uzunligiga uzatish sifatining kuchsiz bog‘lanishi, aloqa kanallarining elektrik parametrlarini mo‘tadilligi, diskret xabarlarni uzatishda o‘tkazuvchanlik qobiliyatini qo‘llashning samaradorligi va boshqalar.

Bir vaqtning o‘zida aloqa xizmatlarining soni oshishi bilan, oddiy telefon xizmatidan tortib to integral raqamli aloqa tarmoqlarini ta’minlovchi multimedia xizmatlarigacha ularning sifati o‘zgardi. Ko‘pgina mutaxassislar, telekommunikatsiya texnologiyalarining keyingi evolyutsiyasi, axborotlarni uzatish tezligini oshirish, tarmoqni intellektuallashtirish va foydalanuvchilarning mobilligini ta’minlash yo‘nalishi bo‘yicha ketadi deb ta’kidlashmoqda.

1999 yilda “Telekommunikatsiyalar to‘g‘risida”gi O‘zbekiston Respublikasi Qonuni qabul qilindi. Ushbu Qonunning asosiy maqsadi telekommunikatsiyalarni yaratish, ishlatish va rivojlantirish sohasidagi ijtimoiy munosabatlarni tartibga solishdan iborat.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti SH.Mirziyoyevning 2107 yil 7 fevral kuni “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” farmonida Respublika hududlarida 2300 km optik tolali aloqa liniyalarini qurish, kommutatsiya markazlarini IMS texnologiyasi asosida modernizatsiya qilish, mobil aloqa operatorlarining 1843 ta baza stansiyalarini o‘rnatish, 66 ta yuqori quvvatli va 328 ta kam quvvatli raqamli televidenie uzatkichlarini o‘rnatish va ishga tushirish kabi vazifalar belgilangan.

Yuqorida ko‘rsatib o‘tilgan vazifalarni bajarish uchun soha mutaxassislari hamda “Telekommunikatsiya texnologiyalari” yo‘nalishi

bo‘yicha tahsil olayotgan talabalar optik aloqa asoslari, tolali optik aloqa tizimlari, keng polosali tarmoqlar va multimediali aloqa tarmoqlari tushunchalarini mukammal bilishlari talab etiladi. Nazariy, amaliy bilim va ko‘nikmalarga ega bo‘lish uchun zamonaviy o‘quv alabiyotlarning o‘rni muxim axamiyatga ega. “Telekommunikatsiya texnologiyalari” yo‘nalishiga o`qitiladigan Telekommunikatsiya tarmoqlari, Optik aloqa tizimlari, Telekommunikatsiya tarmoqlarini boshqarish, Keng polosali tarmoqlar kabi fanidan hozirgi kunda davlat tilidagi o‘quv adabiyotlar, ayniqsa, lotin alifbosidagi adabiyotlar yetishmayotganligi kuzatilmoqda. Ushbu kamchiliklarni to‘ldirish maqsadida “Telekommunikatsiya tarmoqlariga texnik xizmat ko`rsatish va loyihalash” nomli o‘quv adabiyoti tayyorlandi.

Darslik kirish qismi va 4 ta asosiy boblardan iborat bo‘lib, unda quyidagi mavzular bo‘yicha muxim nazariy ma’lumotlar berilgan. Tolali optik aloqa tizimlari va tarmoqlariga texnik xizmat ko‘rsatish; Tolali optik aloqa tizimlarining tuzilishi, ish prinsipi , optik kanallarini zichlashtirish usullari; Keng polosali abonent kirish tarmoqlarga texnik xizmat ko`rsatish; Raqamli abonent kirish tarmoqlari; Simsiz keng polasali kirish tarmoqlari va ularni kurish usullari; Ethernet texnoloiyasi asoslari; Kanallari to‘lqin uzunligi bo‘yicha zichlovchi WDM texnologiyasiga asoslangan keng polosali transport tarmoqlari; keng polosali tarmoqlarda qo‘llaniluvchi protokollar; Multimediali aloqa tarmoqlariga texnik xizmat ko`rsatish; Multimediali aloqa tarmog‘ida qo‘llaniladigan texnologiyalar; Multimediali signalizatsiya va sinxronizatsiya tizimlari; Konvergent aloqa tarmoqlari; Telekommunikatsiya tizimlari va tarmoqlarini loyihalashtirish kabi mavzular bayon qilingan.

“Telekommunikatsiya tarmoqlariga texnik xizmat ko`rsatish” nomli o‘quv adabiyotidan, “Telekommunikatsiya texnologiyalari” yo‘nalishida ta’lim olayotgan talabalar va Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va Telekommunikatsiya sohasida ilmiy faoliyat olib borayotgan mutaxassislar uchun mo`ljallangan.

Bundan tashqari “Telekommunikatsiya texnologiyalari” bakalavriatura yo‘nalishida o`qitiladigan, “Telekommunikatsiya tarmoqlarini boshqarish asoslari”, “Keyingi avlod kanvergent tarmoqlari” va “Aloqa tizimlarini modellashtirish va simulyatsiyalash” kabi fanlarini o‘zlashtirishda ham foydalanish mumkin.

I – BOB. TOLALI OPTIK ALOQA TIZIMLARI VA TARMOQLARIGA TEXNIK XIZMAT KO‘RSATISH.

1.1. Optik aloqa tizimlari

Optik aloqa (OA) bu axborot yorug‘lik nuri ko‘rinishida optik tola bo‘ylab yoki ochiq fazo atmosferada uzatiladigan aloqadir.

Optik to‘lqin va signallar yordamida axborotlarni ma’lum masofalarga uzatishga mo‘ljallangan, boshqacha qilib aytganda, optik signallarni shakllantirishni, qayta ishlashni, uzatishni ta’minlovchi optik qurilmalar va optik uzatish liniyasi yig‘indisiga optik aloqa tizimi (OAT) deb ataladi.

Axborot tolali optik uzatish muxiti orqali uzatilsa, tolali optik aloqa (TOA) tizimi, ochiq atmosferada uzatilsa, ochiq optik aloqa (OOA) tizimi deyiladi.

Istalgan aloqa tizimining asosiy vazifasi axborotlarni bir punktdan boshqasiga uzatish hisoblanadi. Odatda axborotlarni uzatish mos keluvchi axborot signallari bilan modulyasiyalangan elektromagnit tebranishlar yordamida amalga oshiriladi. So‘ng modulyasiyalangan signal uzatish muhitida tarqaladi va qabul qiluvchi qurilmaga tushadi. Qabul qilgichda signal demodulyasiyalanadi va axborotlar ajratib olinadi. Aloqa tizimlari ko‘pincha elektromagnit tebranishlar, tashuvchi chastota signallari egallagan diapazon bilan tasniflanadi (1.1-rasm).

Spektral diapazonga mos xolda radiodiapazon, o‘ta yuqori chastota, millimetrli va optik diapazon tizimlari farqlanadi.

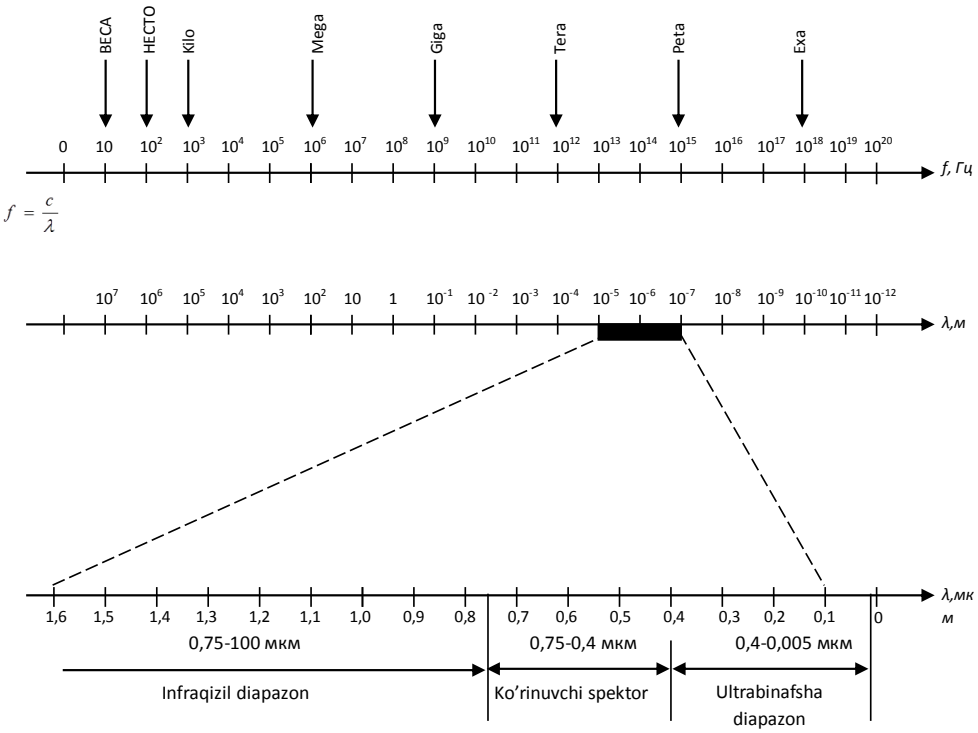
Optik aloqa tizimlarida tashuvchi chastota tebranishlari spektrning optik diapazonini egallaydi. Optik diapazon 5 TGs (100 mm) dan boshlanib, unga infraqizil, ko‘rinuvchi va ultrabinafsha diapazonlar kiradi.

Infraqizil diapazon $3*10^{12}$ dan $4*10^{14}$ Gs doirasida joylashib, 100-0,75 mkm to‘lqin uzunligiga mos keladi.

Ko‘rinuvchi spektr $4*10^{14}$ dan $0,75*10^{15}$ Gs (0,75-0,4 mkm) sohani egallaydi. Demak inson ko‘zi 0,4-0,75 mkm spektrdagi nurlarga sezgir. Quyosh spektri 0,3 dan 1,5 mkm diapazonda joylashadi.

Tashuvchi chastotaning oshishi aloqa tizimining o‘tkazish polosasini oshiradi.

OOA tizimlarida nurlanish manbalari elektromagnit to‘lqinlarni ochiq fazoga nurlantiradi, bunda nurlanishni tarqalish yo‘nalishi faqatgina antennaning yo‘nalish diagrammasi bilan aniqlanadi. OOA tizimlarining uzatuvchi muhiti o‘z navbatida uch turga bo‘linadi: atmosfera, kosmik va suv osti aloqa muhitlari.



1.1- rasm. Elektromagnit to‘lqinlar spektri

Atmosfera OOA tizimlarida to‘lqinlarni tarqalish xarakteristikasi etarli darajada ob-havo sharoitlariga bog‘liq. Atmosfera va suv osti uzatish muhitlarining fizik bir turda emasligi va ularning tarkibidagi begona zarrachalarni uzatilayotgan nurlanish to‘lqini bilan o‘zaro ta’sirda bo‘lishidan elektromagnit to‘lqinlar buziladi. Zarracha o‘lchamlarining to‘lqin uzunligi bilan taqqoslanadigan darajada yoki katta bo‘lishi buzilishlarni oshiradi. Shu sababli atmosfera buzilishlari optik diapazonda turli xarakterga ega. Shu tarzda uzatish muhitlarini taxlil qilish, aloqa tizimlarini loyixalashtirishda yuzaga keladigan eng muhim masala xisoblanadi. To‘lqinlarni tarqalish yo‘nalishiga tushib qoladigan

zarrachalar asosan optik nurlanishni yutadi va sochadi. Bu omillarni ta’sir darajasi muhit turiga (suv osti, toza havo, turbulent atmosfera va boshqalar) bog‘liq. Bu tizimlarda buzilishlarni kamaytirish va talab etiladigan ishonchlilikni ta’minlash uchun retranslyasiya uchastkasi uzunligini kamaytirish kerak bo‘ladi.

Kosmik OOA tizimlarida uzatish muhiti bu atmosferadan xoli bo‘lgan ochiq fazodir. Kosmik muhitda atmosfera muhitlariga xos bo‘lgan buzilishlar xosil bo‘lmaydi, ular barqaror bo‘lib, aloqaning yuqori ishonchliligini ta’minlaydi. Kosmik muhitlarda asosiy yo‘qotishlar bu tarqalishda xosil bo‘ladigan yo‘qotishlar xisoblanadi. Bu yo‘qotishlar signal L masofaga tarqalganda nurlanish maydoni quvvatining yo‘qotish koeffitsienti bilan baholanadi va quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$Z_p = \frac{1}{4\pi L^2}. \qquad (1.1)$$

Kosmik aloqa tizimlarini loyixalashtirishda asosiy masala bu uzatish va qabul qilish antennalarining o‘lchamlarini mos ravishda to‘g‘ri tanlash orqali yo‘qotishlarni bartaraf etish xisoblanadi.

OA tizimining asosiy yo‘nalishi TOA tizimi hisoblanadi. Chunki xozirgi vaqtda yuqori darajadagi uzatish xarakteristikalariga ega bo‘lgan yorug‘lik uzatgichlar ishlab chiqilgan. Ammo axborotlarni ochiq fazoda, atmosferada uzatishga asoslangan OOA tizimlari ham, radioaloqa uchun ajratilgan chastotalarni to‘ldiruvchi vosita sifatida qiziqishlarni namoyon etadi.

TOA tizimlarida elektromagnit nurlanishlarni tarqalish yo‘lini tashkil etish uchun maxsus optik yorug‘lik uzatgichlar-optik tolalar qo‘llaniladi.

TOA tarmog‘i bu tugunlar orasi optik aloqa liniyalari orqali bog‘langan aloqa tarmog‘idir.

Optik diapazonda axborotlarni uzatuvchi chastota polosasi radiodiapazonga qaraganda 10^5 marta katta. Bu optik aloqa tizimining eng muhim afzalligi bo‘lib, katta hajmdagi axborotlarni qisqa vaqt ichida uzatish imkonini beradi. Bundan tashqari uzatgichning xamma quvvatini foydali elektromagnit nurlanishlarni uzatishga qaratish imkoniyati tashuvchi chastota o‘sishi bilan ortadi. Shuningdek, yuqori tashuvchi chastotani qo‘llash foydali signalning katta zichligiga olib keladi, o‘z

navbatida aloqa tizimining samaradorligi oshadi. Bu ikki xususiyat mutaxassislarning optik aloqa tizimlariga qiziqishlarini aniqlaydi.

Axborotni TOA liniyalari orqali uzatish mis kabellar va boshqa uzatish muhitlariga qaraganda bir qancha afzalliklarga ega. Shu afzalliklari tufayli TOA tizimidan nafaqat telefon aloqasini tashkil etishda, balki televidenieda, ovoz eshittirishlarini uzatishda, hisoblash texnikasida, transport vositalarida va boshqa sohalarda keng foydalanilmoqda.

Tolali optik aloqaning afzalliklari quyida keltirilgan.

O‘tkazish oralig‘ining kengligi. Bu tashuvchi chastotasining juda yuqoriligi 10^{14} – 10^{15} Gs bilan tushuntiriladi. Bitta optik tola bo‘ylab sekundiga bir necha terabit axborotlar oqimini uzatish imkoniyati mavjud. O‘tkazish oralig‘ining kengligi tolali optik aloqaning mis va boshqa axborot uzatish muhitlaridan ustun turuvchi eng muhim afzalligidir.

Optik tolada yorug‘lik signallarining kam so‘nishi. Xozirgi kunda ko‘plab kompaniyalar tomonidan ishlab chiqarilayotgan optik tolalar 1 kanal kilometr hisobida 1,55 mkm to‘lqin uzunligida 0,2-0,3 dB/km so‘nishga ega. So‘nish va dispersiya qiymatlarining kichikligi optik signallarni TOA liniyalari bo‘ylab retranslyasiyasiz 100 km va undan uzoq masofalarga uzatish imkonini beradi.

Shovqin sathini kichikligi optik tolaning o‘tkazish qobiliyatini oshiradi.

Shovqindan yuqori darajada himoyalanganligi. Optik tola dielektrik materiallar – kvars, ko‘p tarkibli shisha, polimerlardan tayyorlanganligi uchun u elektromagnit nurlanishni induksiyalash xususiyatiga ega atrofidagi mis kabelli tizim va elektr qurilmalarning (elektr uzatish liniyalari, elektrodvigatelli uskuna va boshqalar) tashqi elektromagnit shovqinlariga ta’sirchan emas. Shuningdek ko‘p tolali optik kabellarda ko‘p juftli mis kabellarga xos elektromagnit nurlanishlarning o‘zaro ta’siri kabi muammolar yuzaga kelmaydi [1].

Bu afzalligi tufayli optik kabellardan ishlab chiqarish korxonalarida, boshqaruv markazlarida, samolyot va kema kabi transport vositalarida foydalangan ma’quldirChunki shu kabi kichik joylarda ham energetik qurilmalar, ham avtomatika va teleboshqaruv tizimlari, ham ko‘p sonli abonent qurilmalaridan iborat tarmoqlangan aloqa tarmoqlari joylashgan bo‘ladi [2]. Bunday xolatda elektromagnit va o‘zaro shovqinlar yuzaga

keladi. Optik kabellarning esa bunday shovqinlarga ta’sirchan emasligini aytib o‘tdik.

Engilligi, xajmi va o‘lchamlarining kichikligi. Optik kabellar mis kabellar bilan solishtirilganda ancha engil va xajmi kichik. Masalan, 900 juftli 7,5 sm diametrli mis telefon kabeli 0,1sm diametrli bitta optik tola bilan almashtirilishi mumkin. Agar optik tola bir necha himoya qobiqlaridan iborat va bron po‘lat lenta bilan qoplangan bo‘lsa, bunday tola diametri 1,5 sm ga teng bo‘ladi, bu esa ko‘rilayotgan mis kabel diametridan bir necha marta kichik.

Optik tolaning bu afzalligi optik kabelli liniya traktlarini qurishda ancha engilliklar yaratadi. Engilligi va o‘lchamining kichikligi tufayli optik tolaning samolyot, vertolyot va boshqa transport vositalarida ishlatilishi tolali optik aloqaning juda muhim yutug‘idir. Masalan, axborotlarni yig‘ish va boshqarish vazifalarini bajarish uchun maxsus jihozlangan samolyotlarda bog‘lovchi kabellar og‘irligini 1 tonnadan oshiqqa kamaytiradi [2].

Aloqaning maxfiyligi. Tolali optik kabellar radio to‘lqin diapazonida umuman nur uzatmasligi sababli, undan uzatilayotgan axborotni uzatib-qabul qilishni buzmasdan ruxsatsiz tashqi ulanishlarda eshitish juda qiyin. Optik aloqa liniyasining monitoring tizimi (uzluksiz nazorat) tolaning yuqori sezgirlik xususiyatini qo‘llab, darxol ruhsatsiz tashqaridan eshitilayotgan aloqa kanalini o‘chirishi va xavf (trevoga) signalini uzatishi mumkin.

Tarqaluvchi optik signallarning interferensiya effektini qo‘llovchi tizimlar tebranishlarga, bosimni ozgina og‘ishlariga sezuvchanligi juda yuqori. Xukumat, bank va ma’lumotlar himoyasiga yuqori talablar qo‘yiladigan boshqa maxsus xizmatlarning aloqa liniyalarini tashkil etishda bunday tizimlar ayniqsa zarurdir [1].

Yong‘indan himoyalanganligi. Optik tolada uchqun hosil bo‘lmasligi kimyoviy, neftni qayta ishlovchi korxonalarda, portlash va yong‘in xavfi mavjud bo‘lgan binolarda xavfsizlikni oshiradi.

Iqtisodiy jihatdan samaradorligi. Optik tola kvarsdan ishlab chiqariladi. Uning asosini tabiatda keng tarqalgan kremniy ikki oksidi SiO_2 tashkil etadi. Demak tolali optik kabellarni ishlab chiqarish uchun noyob rangli metal sarflanmaydi. Mis va qo‘rg‘oshinning dunyoviy zahiralari

chegaralangan xozirgi vaqtda noyob bo‘lmagan maxsulotga o‘tish kabelli aloqa texnikasining kelgusi rivojlanishi uchun muhim omil hisoblanadi. Natijada optik kabellarning narxi mis kabellarga nisbatan arzonlashadi.

Tolali optik kabellar signallarni uzoq masofalarga retranslyasiyasiz uzatish imkonini beradi. Uzoq masofali TOA liniyalarida optik kabellarning qo‘llanilishi retranslyatorlar sonini qisqarishiga olib keladi. Buning natijasida ham sarf harajatlar kamayadi.

Foydalanish muddatining uzoqligi. Tola vaqt o‘tgan sari eskiradi, ya’ni yotkazilgan kabellarda so‘nish asta sekin oshib boradi. Biroq, optik tola ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalarining mukammallashuvi bu jarayonni sekinlashtiradi va foydalanish muddatini uzaytiradi. Tolali optik kabellardan foydalanish muddati taxminan 25 yilni tashkil etadi.

Masofaviy elektr ta’minotga ega ekanligi. Ba’zi xollarda tarmoq tugunlarining masofaviy elektr ta’minoti talab etiladi. Buni optik tola orqali amalga oshirib bo‘lmaydi. Bu xolda optik tola bilan birgalikda mis o‘tkazish elementi bilan jihozlangan aralash kabellardan foydalanish mumkin. Bunday kabellar ko‘pgina mamlakatlarda keng qo‘llaniladi [1].

Xozirgi kunda turli vazifali va tuzilishli optik tola va kabellar ishlab chiqarilmoqda. Keng polosali uzoq aloqa tizimlari, jumladan, magistral aloqa uchun toladan faqatgina asosiy to‘lqin tarqaladigan bir moddali kabellarning yangi turlari ishlab chiqarilmoqda. Magistral aloqa liniyalarida signal uzatishda tolaning so‘nish va dispersiya parametrlariga ham yuqori talablar qo‘yiladi. Bundan tashqari optik nurlanish qutblanishini saqlanishini ta’minlovchi tolalar ham ishlab chiqarilmoqda.

Magistral aloqada qo‘llaniladigan bunday kabellarni ishlab chiqish murakkab va qimmat. Bunday kabellar qo‘llanilganda lazer nurlanish manbalaridan foydalaniladi. Lazer manbalariga ham nurlanish spektrining tozaligiga, nurlanish xarakteristikalarining barqarorligiga yuqori talablar qo‘yiladi.

Tezligi 100 Mbit/s gacha bo‘lgan va aloqa masofasi chegaralangan (tahminan 10 km gacha) tizimlarda nisbatan arzon va oxirgi qurilmalar bilan oson moslashadigan ko‘p modali kabellardan foydalangan ma’qul. Bunda nurlanish manbai sifatida ko‘p modalarni nurlantiruvchi oddiy turdagi yarim o‘tkazgich yorug‘lik diodlarini ishlatish mumkin.

YAngi turdagi optik tolalarning (siljigan dispersiyasi nolga teng bo‘lmagan), keng polosali kvant optik kuchaytirgichlarning yaratilishi to‘liq optik tizim va optik traktlarni qurish imkoniyatini yaratmoqda. Bunday texnologiyalardan 100 va 1000 Gbit/s o‘tkazish oraliqli tizimlarni yaratishda foydalaniladi.

TOA ko‘plab bir qancha afzalliklarga ega bo‘lishiga qaramay kamchiliklarga ham ega. Bu TOA qurilmalarining qimmatligi va ba’zi optik texnologiyalarning mukammal darajaga etmaganligi bilan tushuntiriladi. Bunga bog‘liq holda quyidagi kamchiliklarni aytish mumkin:

- **element bazasining qimmatligi**. Optik uzatgich va qabul qilgichlarning narxi qimmat. Ayniqsa lazer nurlanish manbalarining narxi qimmat va xizmat qilish muddati chegaralangan. Shuningdek, passiv optik qurilmalarni (multipleksor, kommutator, attenyuator va boshqalar) ishlab chiqarish ham katta sarf-harajatlarga olib keladi;
- **tolali optik aloqa liniyalarini montaj qilish va xizmat ko‘rsatishning murakkabligi**. Elektrik kabelli tizimlarga nisbatan optik kabelli tizimlarni qurish, undan texnik foydalanish, o‘lchov va montaj ishlari murakkab bo‘lib, juda yuqori malakani talab etadi;
- **tashqari tolani maxsus himoyalash zaruriyati**. Mikroyoriqlarda signallarni yo‘qolmasligi uchun tolani ortiqcha yuklash va bukilishlardan himoyalash kerak. Maxsus himoyalashni tashkil etish, ishonchlilikni oshirish maqsadida optik tolani ishlab chiqarish jarayonida tola epoksiakrilad asosidagi maxsus lak bilan qoplanadi. Bundan kabel maxsus po‘lat tross va shisha plastik sterjenlar hisobiga yanada mustahkamlanishi mumkin [1].

Bularning barchasi tolali optik kabel narxini oshiradi. Bu kamchiliklar TOA texnologiyasining kelgusi rivojlanishida qisman yoki to‘lik bartaraf etiladi.

1.2. Tolali optik aloqa tizimlarining tuzilishi, ish prinsipi

OA tizimlarida axborotlarni yorug‘lik yoki optik signallar ko‘rinishida uzatish va qayta ishlash amalga oshiriladi. OA tizimlari uchun yorug‘lik nurlanishi va to‘lqin uzunligi turini tanlash uzatilayotgan axborot xarakteriga, shuningdek nurlanish hosil qilish imkoniyalariga, undan signal shakllanishiga, yorug‘lik to‘lqinini uzatish va qayta ishlashga va nihoyat, axborotga ega signalni qabul qilishga bog‘liq.

Sxema OA tizimining turlari TOA va OOA tizimlariga xos standart qurilmalardan (elementlardan) tashkil topgan.

OAtizimining umumlashgan tuzilish sxemasi tarkibiga quyidagi texnik vositalar kiradi:

1) Uzatish traktining kanal hosil qiluvchi uskuna (KHQU), u standart o‘tkazish polosali yoki uzatish tezlikli aniq tipli kanal yoki tipli guruhli traktlar sonini shakllanishini ta’minlaydi;

2) Traktning muvofiqlashtiruvchi qurilmasi (MvQ), u KHQU chiqishidagi ko‘p kanalli signal parametrlarini optik uzatgich parametrlari bilan muvofiqlashtirishuchun zarur;

3) Optik uzatgich (OUz), elektr signalini optik signalga aylantirishni ta’minlaydi;

OA tizimining umumlashgan tuzilish sxemasi 1.2 – rasmda keltirilgan.

OUz tarkibiga quyidagilar kiradi:

1. Optik nurlanish manbayi (ONM), u optik tashuvchiga ega bo‘lib, optik tashuvchining bir yoki bir necha parametrlari MvQ dan tushgan ko‘p kanalli elektr signali bilan modulyasiyalanadi;

2. Moslashtiruvchi qurilma (MQ), u optik nurlanishni optik uzatish muhitiga minimal mumkin bo‘lgan yo‘qotishlar bilan kiritish vazifasini bajaradi;

3. Optik nurlanish manbai va moslashtiruvchi qurilma uzatuvchi optik modul (UzOM) deb ataladigan bitta blokka kiradi;

4. Optik uzatish muhiti (OUM), optik nurlanishni uzatish vazifasini bajaradi; OOA tizimida bu atmosfera, kosmik va suv osti aloqa muhitlari bo‘lishi mumkin, TOA tizimida esa optik toladir;

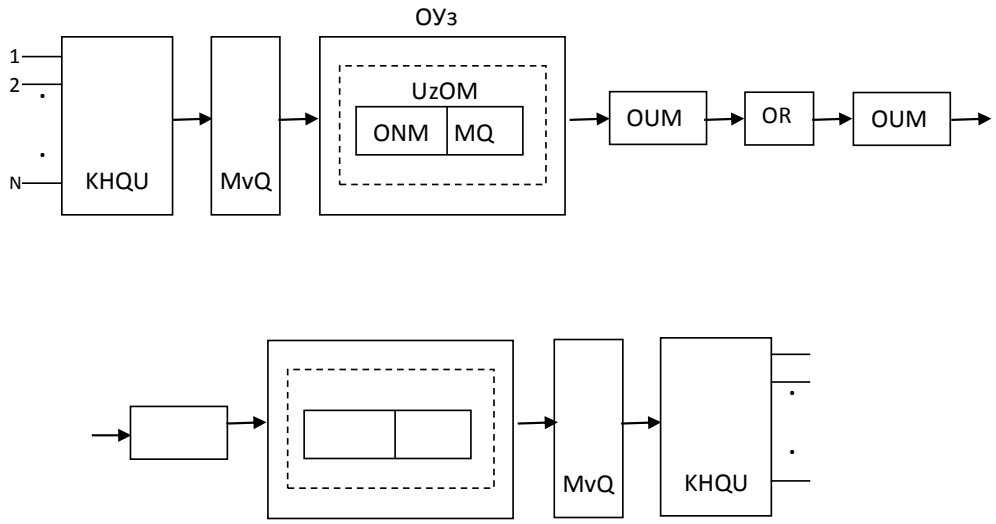
5. Optik retranslyator (OR), signalning optik uzatish muhiti bo‘ylab tarqalgandagi so‘nishini kompensatsiya qiladi va turli buzilishlarni korreksiyalaydi; optik retranslyatorlar xizmat ko‘rsatadigan va xizmat ko‘rsatmaydigan bo‘lishi mumkin, ular retranslyasiya uchastkalari deb ataladigan ma’lum masofalar oralig‘ida o‘rnatiladi; optik retraslyatorlarda optik signalni elektr signalga aylantirish yo‘li bilan elektr signalni qayta ishlash (kuchaytirish, korreksiyalash, regeneratsiyalash va b.q.) amalga

oshiriladi, so‘ng bu regeneratsiyalangan elektr signal qaytadan optik signalga aylantiriladi; optik retranslyatorlarda shuningdek optik signallar ham qayta ishlanadi, ya’ni optik kvant kuchaytirgichlar yordamida kuchaytiriladi;

6. Optik qabul qilgich (OQq), optik nurlanishni qabul qilish va elektr signalga aylantirishni ta’minlaydi, optik qabul qilgich moslashtiruvchi qurilma (MQ) va optik nurlanish qabul qilgichi (ONQq) dan iborat; moslashtiruvchi qurilma optik nurlanishni uzatuvchi muhitdan minimal yo‘qotishlar bilan qabul qilish uchun kerak; moslashtiruvchi qurilma va optik nurlanish qabul qilgichi qabul qiluvchi optik modul (QqOM) ni tashkil etadi;

7.Qabul qilish qurilmasining muvofiqlashtiruvchikurilmasi (MvQ), u QqOM chiqishida signalni KHQUga mos keluvchi ko‘p kanalli signalga aylantiradi;

8.Qabul qilish traktining kanal hosil qiluvchi uskunasi (KHQU), teskari aylantirish, ko‘p kanalli signalni alohida tipli kanal va trakt signallariga ajratishni amalga oshiradi.



1.2 – rasm. OA tizimining umumlashgan tuzilish sxemasi.

a) OUz – OA tizimi uzatish traktining tuzilish sxemasi;

b) OQq – OA tizimi qabul qilish traktining tuzilish sxemasi.

OA tizimida optik tashuvchini ko‘p kanalli elektr signal bilan modulyasiyalash uchun chastota modulyasiyasi (CHM), faza modulyasiyasi (FM), amplituda modulyasiyasi (AM), qutblangan modulyasiya (QM), intensivlik bo‘yicha modulyasiyalash va modulyasiyaning boshqa turlarini qo‘llash mumkin. Optik nurlanishning intensivlik bo‘yicha modulyasiyalash turi ko‘proq qo‘llaniladi. Bunga sabab, modulyasiyaning bu turi keng chastota diapazonida oddiy texnik qurilmalar yarim o‘tkazgich nurlanish manbalari (yorug‘lik diodi, lazer diodlar) uchun bajariladi. Yarim o‘tkazgich manbaning nurlanish intensivligini boshqarish uchun modulyasiyalaydigan elektr signal bilan mos holda injeksiya tokini o‘zgartirish etarlidir. Bu tok kuchaytirgich ko‘rinishidagi elektron sxema yordamida oson amalga oshiriladi. Optik nurlanishning intensivlik bo‘yicha modulyasiyasi teskari jarayon optik signalni elektr signaliga aylanish masalasini engillashtiradi. Darxaqiqat, fotoqabul qilgich tarkibiga kiruvchi fotodetektor kvadratik asbob hisoblanib, uning chiqishidagi tok optik maydon amplitudasining kvadratiga proporsional.

Intensivlik bo‘yicha modulyasiyalangan optik signalni bevosita fotodetektorga berib, osongina uni boshlang‘ich signal ko‘rinishini saqlagan elektr signaliga aylantirish mumkin. Optik signallarni qabul qilishning bu usuli to‘g‘ridan-to‘g‘ri fotodetektorlash usuli deyiladi.

OOA tizimining uzatuvchi muhitlari yuqorida aytib o‘tilgandek atmosfera, kosmik va suv osti aloqa muhitlari bo‘lishi mumkin.

Kosmik aloqa tizimlarini loyihalashtirishda asosiy masala bu uzatish va qabul qilish antennalarining o‘lchamlarini mos ravishda to‘g‘ri tanlash orqali yo‘qotishlarni bartaraf etish hisoblanadi.

OOA tizimlarining uzatish va qabul qilish antennalarini aniq yo‘naltirishga qaratilgan yuqori talablar, optik nurlanish manbalarining foydali ish koeffitsientining kichikligi, qabul qilishda shovqin sathining yuqoriligi, atmosfera xarakteristikalarining aloqa sifatiga ta’siri kabi bir qator kamchiliklari sababli ular telekommunikatsiya tarmoqlari va umumiy foydalanish tizimlarida qo‘llanilmayapti.

1.3. Tolali optik aloqa tizimining tuzilishi

TOA tizimining tuzilish sxemasi (1.3–rasm) ham OA tizimiga xos standart qurilmalardan iborat. Faqatgina optik signallarni tarqalishini ta’minlash uchun uzatish muhiti sifatida optik kabel tolasi ishlatiladi.

TOA tizimining tuzilish sxemasi tarkibiga quyidagilar kiradi:

KHQU – kanal hosil qiluvchi uskuna;

MvQ – muvofiqlashtiruvchi qurilma;

OUz – optik uzatgich;

ONM - optik nurlanish manbai;

MQ – moslashtiruvchi qurilma;

UzOM – uzatuvchi optik modul;

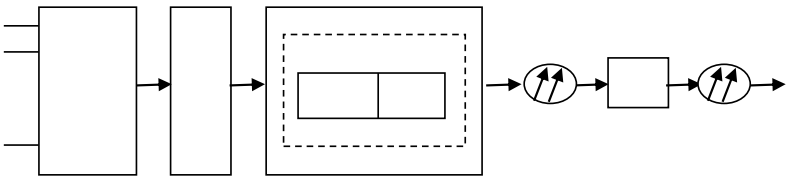
OT – optik tola;

OR – optik retranslyator;

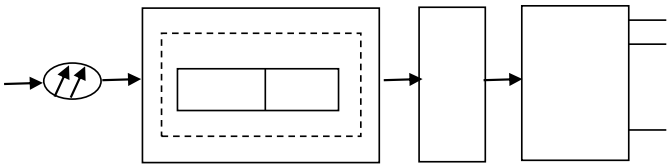
OQq – optik qabul qilgich;

QqOM – qabul qiluvchi optik modul;

ONQq – optik nurlanish qabul qilgich.



a)TOA tizimi uzatish traktining tuzilish sxemasi



b) TOA tizimi qabul qilish traktining tuzilish sxemasi

1.3–rasm. TOA tizimining tuzilish sxemasi

Hozirgi kunda OA ning oxirgi qurilmalari sifatida raqamli uzatish tizimlari (RUT) dan foydalanilmoqda Chunki RUT analog uzatish tizimlariga qaraganda quyidagi afzalliklarga ega: shovqin bardoshliligi yuqori, signalni uzatish sifati liniya trakti uzunligiga kam bog‘liq, texnik iqtisodiy ko‘rsatkichlari yuqori va boshqalar. Kanallari chastota bo‘yicha bo‘lingan analog uzatish tizimlarining bir qancha kamchiliklari tufayli, ularning OA da qo‘llanilishi chegaralangan.

Nazorat savollari

1. Optik aloqa va uzatish tizimi deb nimaga aytiladi?
2. Optik signallarning qanday xususiyatlarini bilasiz?
3. Optik aloqani qo‘llanish sohalarini tushuntiring.
4. OA tizimlari elektrik tizimlardan qanday xususiyatlari bilan farqlanadi?
5. OA tizimlarining tuzilish prinsipini tushuntiring.
6. TOA tizimlari qanday tuzilgan?
7. Optik tarmoqlarda qanday optik uzatish tizimlaridan foydalaniladi?

1.4. Optik aloqa tizimlarining tasnifi

Qo‘llaniladigan modulyasiya turiga ko‘ra tolali optik aloqa (TOA) tizimlari analog va raqamliga bo‘linadi. Analog TOA tizimlarida modulyasiyaning analog usullari: intensivlik bo‘yicha modulyasiyalash, amplituda, chastota va faza modulyasiyasi turlari ko‘llaniladi. Optik nurlanish manbalarining yuqori nochiziqliligi va analog uzatish uchun talab etiladigan shovqin bardoshlilikni ta’minlash texnik murakkabligi sababli analog TOA tizimlaridan foydalanish chegaralangan. Shunga qaramay bir qator soxalarda qo‘llaniladi (optik kabelli televidenie, telemetriya, operativ va xizmat aloqa tizimlarida). Raqamli TOA tizimlarida modulyasiyalashning diskret usullaridan foydalaniladi. Bunda signal tashuvchining biron-bir parametri diskret o‘zgaradi, yani boshlang‘ich parametrning qiymatlar sohasi kvantlash sathlariga bo‘linadi, xar bir kvantlash sathiga mos ravishda aniq diskret signal qo‘yiladi.

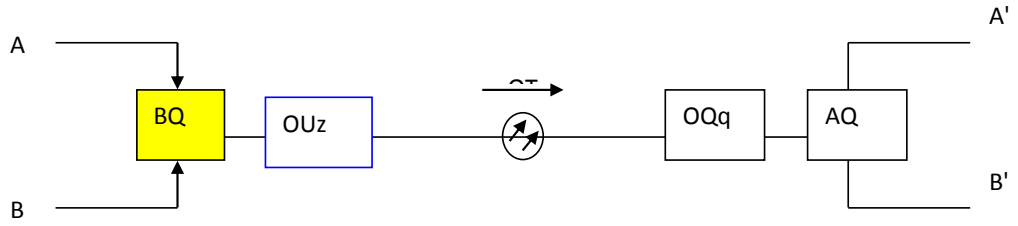
Signallarni uzatish masofasi va vazifasi ko‘ra TOA tizimlari magistral, mintaqaviy, maxalliy-shahar va qishloq aloqa tizimlariga bo‘linadi. Magistral TOA tizimlari signallarni 1000 km ga, zona TOA

tizimlari signallarning 600 km ga uzatish, shahar TOA tizimlari shahar telefon tarmog‘ining bog‘lovchi liniyalarini zichlashtirish uchun xizmat qiladi.

1.5. Tolali optik aloqa tizimlarining optik kanallarini zichlashtirish usullari

TOAT liniyalarini quyidagi zichlashtirish usullari mavjud: vaqt, chastota va to‘lqin uzunligi bo‘yicha.

Vaqt bo‘yicha zichlashtirish. Bu usulda bir necha informatsion oqimlarni bitta oqimga birlashtirish nazarda tutiladi. Birlashtirish elektrik signallar va optik signallar darajasida amalga oshirilishi mumkin. Elektrik signallar darajasida vaqt bo‘yicha zichlashtirilgan TOAT liniya traktining tuzilish sxemasi 2.1-rasmda ko‘rsatilgan .

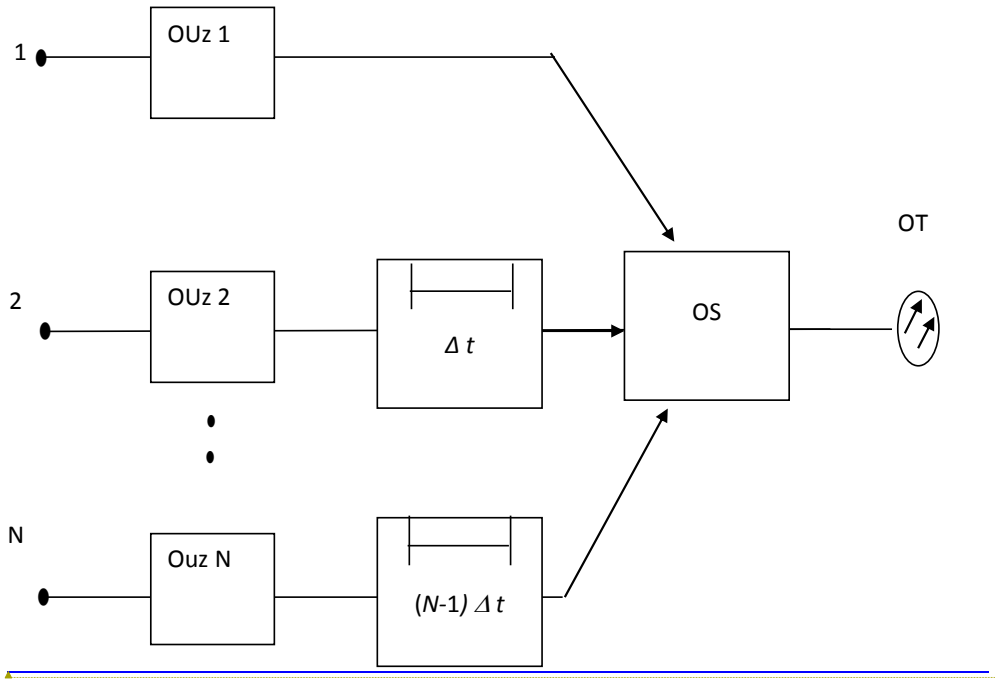


2.1-rasm. Elektrik signallar darajasida vaqt bo‘yichazichlashtirilgan

TOA tizimining liniya trakti.

A va V kirishdan tushayotgan elektrik signallarning ikki qism impulslari (N manba bo‘lishi mumkin) birlashtiruvchi qurilma (BQ) yordamida vaqt bo‘yicha aniq ketma-ketlikka ega guruhli signalga birlashtiriladi. Guruhli signal optik uzatgich OUzda optik tashuvchini modulyasiyalaydi. Optik nurlanish OT bo‘ylab tarqaladi va optik qabul qilgich OQq da qaytadan elektr signaliga o‘zgartiriladi. So‘ng bu signal ajratuvchi qurilma (AQ) yordamida A^1 va V^1 chiqishlariga beriladigan impulslarga ajratiladi.

Optik va raqamli oqimlarni birlashtirish sxemasi 2.2–rasmda ko‘rsatilgan.



2.2-rasm. Optik signallar darajasida vaqt bo‘yicha zichlashtirilgan TOA tizimining liniya trakti.

N manbadan elektrik raqamli oqimlar N optik uzatgich OUzga tushadi. OUz da elektr signallar optik signallarga o‘zgartiriladi. Optik signallarni birlashtirishdan oldin ularni Δt;2Δt;3Δt;...(N -1) Δt ga kechikishi ro‘y beradi. Bunday kechikishdan keyin optik siljitgich (OS) chiqishida optik impulslar ketma-ketligiga ega bo‘lamiz. Qabyl qilishda bunga teskari jarayon amalga oshiriladi.

Vaqt bo‘yicha zichlashtirishda qisqa (10^{-9}S va undan kichik) yorug‘lik impulslarini uzatish talab etiladi. Lekin subnanosekundli impulslarni uzatish TOAT uzatib qabul qiluvchi apparaturalarining optoelektron qurilmalarining oxirgi imkoniyatiga yaqin bo‘lgan tezkorligiga juda yuqori talablar qo‘yadi. Bundan tashqari optik tolaning dispersiya xususiyatlari tufayli uzatish tezligi, o‘tkazish oralig‘i ham chegaralangan. Vaqt bo‘yicha zichlashtirishning asosiy afzalligi bu OT o‘tkazish qobiliyatidan samarali foydalanish koeffitsientining ortishi va to‘liq optik aloqa tarmoqlarini yaratish imkoniyatining mavjudligi hisoblanadi.

Chastota bo‘yicha zichlashtirish. Chastota bo‘yicha zichlashtiriladigan TOA liniyalarida turli axborot manbalarining

Отформатировано: Шрифт: (по умолчанию) Times New Roman, 16 пт

Отформатировано: Шрифт: 16 пт

boshlang‘ich signallariga aniq chastota oraliqlari ajratiladi. Bu holda guruhli liniya signallarini xosil qilish uchun yaqin joylashgan stabil optik tashuvchilar talab qilinadi. Biroq, ayniqsa yuqori tezlikli modulyasiyalashda yarim o‘tkazgich lazerlarning nurlanish liniyalarining nostabilligi qo‘shni kanallarning ishchi to‘lqin uzunliklari orasida spektr bo‘yicha oraliqlarini informatsion signal oraliqlaridan bir necha marta oshib ketishiga olib keladi. Shuning uchun TOA tizimida spektral yaqin joylashgan kanallarni xosil qilish uchun turli manbalarning turli tashuvchilaridan emas, balki optik tashuvchilarni surish yordamida bitta manbaning turli tashuvchilaridan foydalaniladi.

Guruxli signallarni shakllanish sxemasi 2.3-rasmda tasvirlangan.

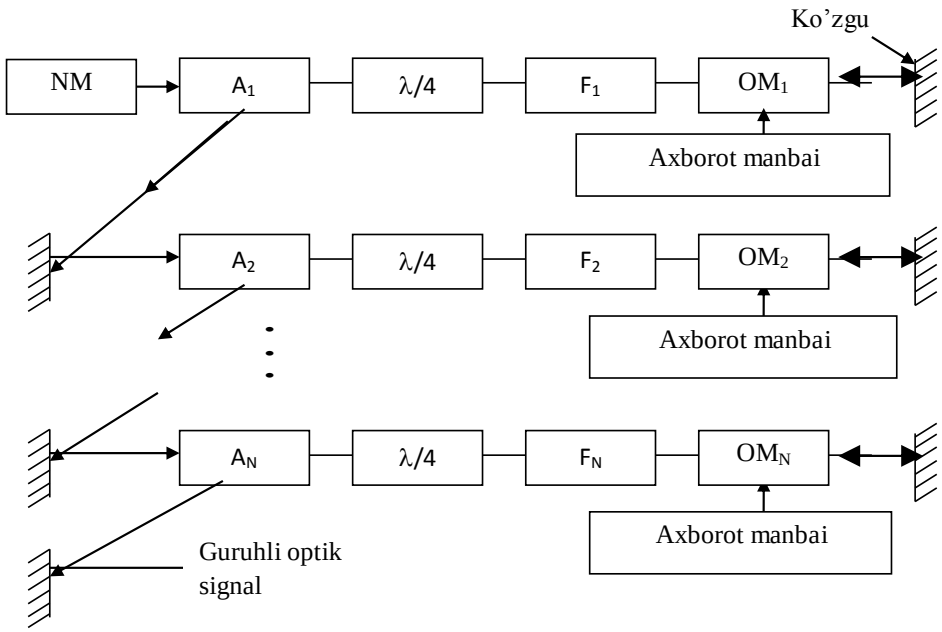
Qator f_1, f_2,..., f_n tashuvchilardan iborat optik nurlanishlar lazer nurlanish manbai (NM) chiqishidan analizator A_1 ga tushadi. So‘ng chorak to‘lqinli λ/4 prizmadan o‘tib birinchi kanalning F_1 filtriga uzatiladi.

Bu filtr birinchi kanalning f_1 optik tashuvchisini OM_1 optik modulyatoriga o‘tkazadi va bu yerda u axborot manbaidan berilgan signal bilan modulyasiyalanadi.

f_1, f_2,..., f_n (f_1, dan tashhari) chastotali optik nurlanish filtrdan aks etib, u ham A_1 analizatorga qaytadi. Yo‘li bo‘ylab u ikkinchi marta chorak to‘lqinli λ/4 prizmadan o‘tib, A_2 analizatorga tushadi. OM_1 optik modulyatorda informatsion signal bilan modulyasiyalangan birinchi kanalning optik tashuvchisi ko‘zgudan aks etib, A_1 analizatorga qaytadi.

Ikki martalab chorak to‘lqinli λ/4 prizmadan o‘tgan optik signalning qutblanish yuzasi boshlang‘ich tebranishning qutblanish yuzasiga nisbatan π/2 ga buriladi.

Natijada yorug‘lik to‘plami prizmada bir tomonga yo‘naladi va undan chiqadi. So‘ng umumiy signal A_2 analizatorga tushadi va jarayon qaytariladi, faqatgina farqi bunda f_2 chastotali optik nurlanish modulyasiyalanadi. Shu tarzda optik liniya traktida uzatiladigan optik guruhli signal shakllanadi.

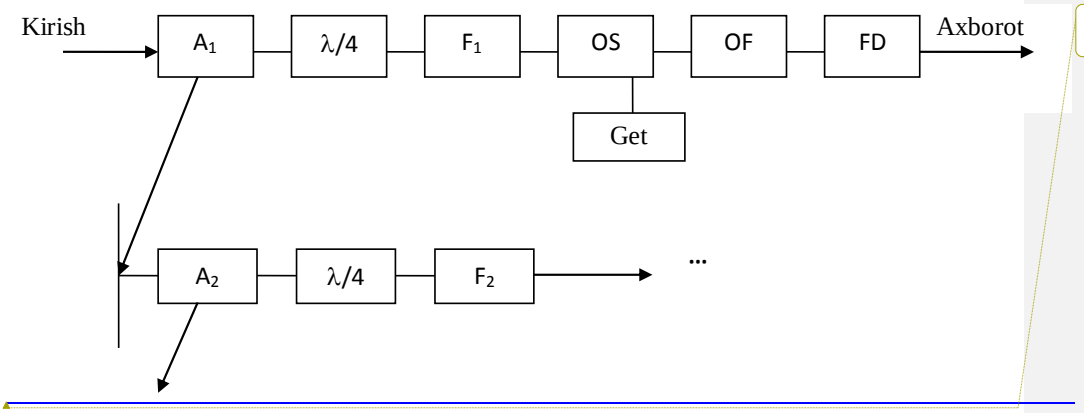


2.3-rasm Chastota bo‘yicha (geterodinli) zichlashtirishda guruhli optik signallarning shakllanish sxemasi

Qator modulyasiyalangan optik tashuvchilardan iborat qabul qilinadigan optik guruhli signal, A_1 analizatorga kelib tushadi, so‘ng esa chorak to‘lqinli λ/4 prizma va birinchi kanalning F_1 filtri orqali o‘tgach optik siljitgichga (OS) beriladi (2.4-rasm), F_1 filtri f_1 chastotali optik signallarni o‘tkazadi, boshqa chastotali signallar aks etib, A_2 ga kelib tushadi. f_1 chastotali modulyasiyalangan optik tashuvchi OS da ko‘payadi, so‘ngf_{or} oraliq chastota OF oraliq filtri yordamida ajratib olinadi va FD fotodetektorga beriladi. FD chiqishida elektr axborot signali shakllanadi. Shu tarzda boshqa signallarni qabul qilish amalga oshiriladi.

CHastota bo‘yicha zichlashtirish usulining afzalligi shundaki, signallarni bunday qabul qilish hisobiga regeneratsiyalash uchastkasi uzunligi 200 km gacha uzayadi va optik tolaning o‘tkazish qobiliyatidan samarali foydalanish koeffitsienti ortadi.

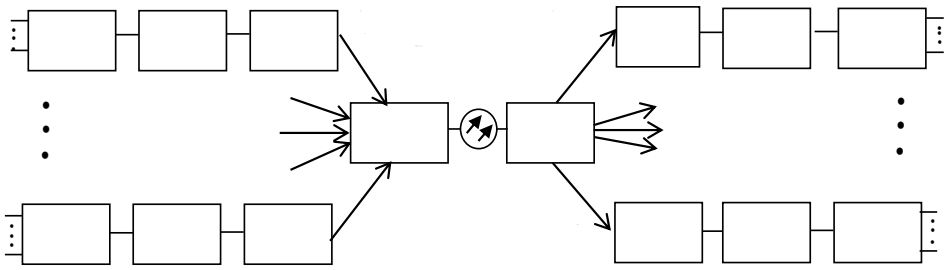
Bu usulning kamchiligi shundaki, bunda qutblanishi saqlanadigan optik uzatish va qabul qilish traktlari, shuningdek, bir qator qo‘shimcha qurilmalar, chastota surgichlar, optik ventillar, qutblanish nazoratgichlari, optik kuchaytirgichlar va boshqa qurilmalar talab etiladi. Bu TOATni murakkablashtiradi va narxini oshiradi.



Отформатировано: Шрифт: (по умолчанию) Times New Roman, 16 пт

2.4-rasm Chastota bo‘yicha (geterodenli) zichlashtirishda guruhli optik signallarni qabul qilish sxemasi

To‘lqin uzunligi bo‘yicha zichlashtirish. Optik tolaning o‘tkazish qobiliyatidan samarali foydalanish koeffitsientini oshirishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri to‘lqin uzunligi bo‘yicha zichlashtirishdir. To‘lqin uzunligi bo‘yicha zichlashtirish usuli 2.5-rasmda tasvirlangan.



2.5-rasm. To‘lqin uzunligi bo‘yicha zichlashtirish usuli

Bunda liniya kabelidagi bir optik tola orqali ko‘plab axborotlarni uzatish xisobiga sezilarli darajada iqtisodiy samaradorlikka erishiladi. Bundan tashqari, bu usul qo‘shimcha qurilish ishlarisiz tarmoq rivojlanishini ta’minlash, shuningdek, tarmoqlangan daraxtsimon va xalqali tarmoqlarni tuzish imkonini beradi. Bunda har xil tezlikli, raqamli va analog turli modulyasiyali (telefon, televidenie, telemetriya,boshqarish signallari) signallarni uzatish imkoniyati kengayadi. Bu esa iqtisodni tejovchi ko‘p funksiyali aloqa tizimlarini tashkil etishni ta’minlaydi.

Optik tolaning spektral o‘tkazish oralig‘idan bir muncha to‘liq foydalanish bu usulning eng muhim afzalliklaridan biri hisoblanadi. Xozirgi kunda 0,8....1,8 mkm diapazon oralig‘i o‘rganilgan. Agarda

spektral kanalning kengligi 10 nm ni tashkil etsa, u holda belgilangan diapazonda 100 tagacha spektral kanallarni joylashtirish mumkin.

To‘lqin uzunligi bo‘yicha zichlashtirilgan TOA tizimlarida so‘nish va dispersiya qiymatlari kichik bir modali optik tolalardan, quvvati yuqori lazer nurlanish manbalaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Foydalaniladigan bir modali optik tola 1,5...1,6 mkm to‘lqin uzunligida ishlashi va kvars shishasidan tayyorlangan bo‘lishi kerak.

To‘lqin uzunligi bo‘yicha zichlashtirilgan TOATda uzatishda optik kanallarni birlashtirish uchun optik multipleksor va qabul qilishda optik kanallarni ajratish uchun optik demultipleksor ishlatilinadi. Optik multipleksor va demultipleksorlar spektral sezgir bo‘lib, selektiv hisoblanadi, ya’ni ularning xarakteristikalari optik to‘lqin uzunligiga bog‘liq.

Nazorat savollari

1. OA tizimlari qanday tasniflanadi?
2. TOAT liniyalarini qanday asosiy zichlashtirish usullarni bilasiz?
3. TOAT liniyalarini vaqt bo‘yicha zichlashtirish usulini tushuntiring.
4. TOAT liniyalarini chastota bo‘yicha zichlashtirish usulini tushuntiring.
5. To‘lqin uzunligi bo‘yicha zichlashtirish usulini tushuntiring.
6. TOAT liniyalarini zichlashtirish usullaridan qaysi biri maksimal axborot sig‘imiga ega?

1.6. Optik tola bo‘ylab signallarni tarqalish xususiyatlari

Tolali optik aloqa tizimida optik tebranishlarning tarqalishini chegaralovchi va yorug‘lik energiyasi oqimini berilgan yo‘nalishda yo‘naltiruvchi, uzatish va qabul qilish traktlarini bog‘lab turuvchi muhit optik tola deyiladi.

Optik tolalar o‘zak va qobiqdan iborat bo‘ladi. Ular qiymat bo‘yicha bir-biriga yaqin turli sindirish ko‘rsatkichlariga ega. O‘zak uzatuvchi muhit, qobiq esa o‘zi va o‘zak orasida chegara hosil qiluvchi sifatida ishlatiladi. Bu chegara yorug‘likni yo‘naltiruvchi fizik kanalni shakllantirib, u orqali uzatilgan signalning tashuvchisi yorug‘lik nuri

tarqaladi. Yorug‘lik nurining faqatgina o‘zak bo‘ylab tarqalishini ta’minlash uchun $n_1 > n_2$,shart bajarilishi kerak. Mos ravishda bu yerda:

n_1 - o‘zakning sindirish ko‘rsatkichi,

n_2, - qobiqlarning sindirish ko‘rsatkichlari.

Sindirish ko‘rsatkichi n, yorug‘likning vakumdagi tezligini (s) materialdagi yorug‘lik tezligiga (s_m) nisbati orqali ifodalanadi: $n = s / s_m$.

Turli moddalardan yorug‘lik turli tezliklarda tarqaladi. OT uchun asosiy material juda toza va tiniq *kvars shishasi, kremniy ikki oksidi (SiO_2)* hisoblanadi.

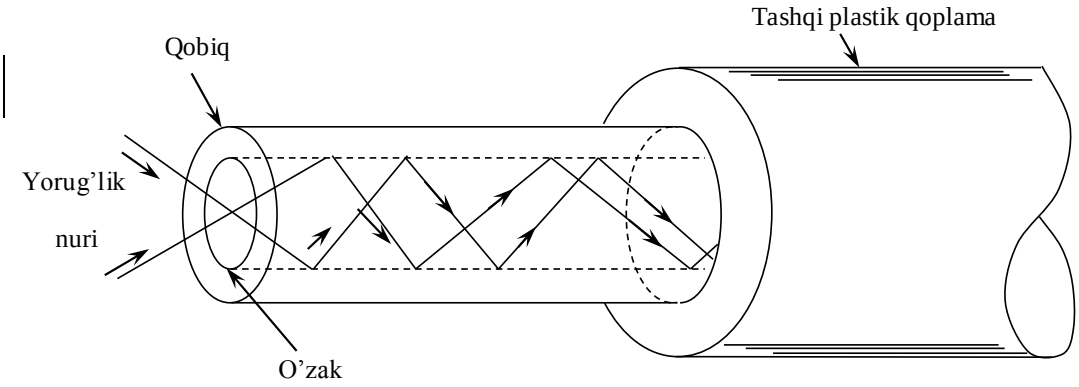
Agar dengiz suvi shunchalik tiniq bo‘lganda, u xolda Tinch okeanida joylashgan 33,177 futli Mariana cho‘kmasining eng chuqur joyini ko‘rish mumkin bo‘lardi [2].

3.1-jadval

Turli materiallarning sindirish ko‘rsatkichlari

Materiallar nomi	**Sindirish ko‘rsatkichlari, n**	**YOrug‘likning turli materiallardagi tezligi, s_m km/sek.**
Vakuum	1,0	300 000
Xavo	1,0003(1)	300 000
Suv	1,33	225 000
Kvars	1,46	205 000
SHisha	1,5	200 000
Olmos	2,5	120 000

O‘zak va qobiqning kerakli sindirish ko‘rsatkichlarini olish uchun kvars shishasiga qo‘shimchalar qo‘shiladi. Masalan: germaniy va fosfor sindirish ko‘rsatkichini oshiradi, bor va ftor esa aksincha uni kamaytiradi.



3.1-rasm. Optik tolaning tuzilishi

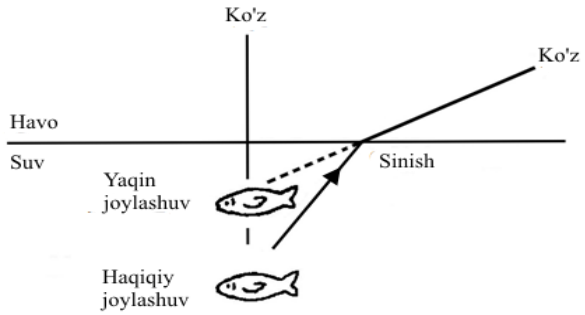
Tolaning qo‘shimcha qobiqlari himoya qobig‘i xisoblanadi. 3.1-rasmda tashqi plastik qoplama ko‘rsatilgan [14]. Tashqi plastik qoplama optik tolaning xususiyatlariga ta’sir etuvchi mexanik va atrof muhit ta’sirlaridan uni himoya qiladi.

Yorug‘likning sinish jarayoni.

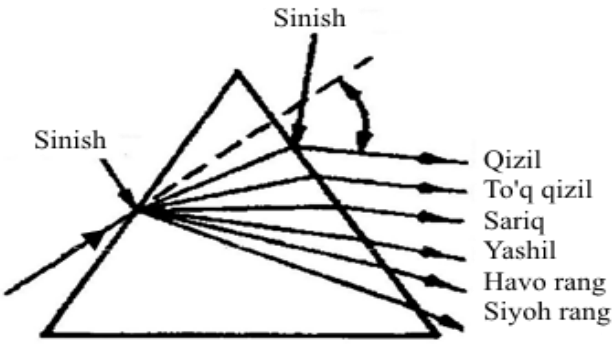
Optika qonuniyatlari yorug‘lik nurining to‘g‘ri chiziqli tarqalishiga, tola muhiti bilan o‘zaro ta’sirlashuviga va izotroplik xususiyatiga – muhitda barcha yo‘nalishlarda yorug‘likning bir xil tarqalishiga (shisha bir turdagi va izotropli muhit hisoblanadi) asoslangan. Bu qonuniyatlarga **yorug‘likning qaytish/sinish qonunlari** va ularga asoslangan hodisalar ta’lluqli.

Yorug‘lik bir materialdan boshqasiga o‘tganda uning tarqalish tezligi o‘zgaradi, ya’ni to‘lqin nazariyasi nuqtaidan bu xarakat yo‘nalishining o‘zgarishiga olib keladi. Bu hodisa - yorug‘likning to‘g‘ri yo‘nalishdan og‘ishi **sinish** deb ataladi.

Sinish hodisasini misollarda ko‘rib chiqamiz. Sinish hodisasiga baliq ovlashda ham duch kelinadi. Suv ostidagi baliqni ko‘rganimizda, uning xaqiqiy joylashuvini emas, balki unga yaqin joylashuvini ko‘ramiz (3.2-rasm). Agar baliqqa pastga vertikal qarasak, yorug‘likning sinishi ro‘y bermaydi va baliqning asl joylashgan joyini ko‘ramiz. Agar unga burchak ostidan qarasak, sinish hisobiga asl joylashgan joyini ko‘rmaymiz, bunda baliq nazarimizdagi ko‘rinishdan chuqurroqda joylashgan bo‘ladi [2].



3.2-rasm. Yorug‘likning sinishi.



3.3-rasm. Prizmada yorug‘likning sinishi.

Prizmaga oq yorug‘lik tushirilganda, prizma bu yorug‘likni sindiradi va kamalakning turli ranglariga ajraladi. Qizil rang eng kuchli og‘adi va kichik tarqalish tezligiga ega. Sinish prizma kirishida bo‘lganidek, chiqishida ham xosil bo‘ladi [2]. Optik toladan signallarning uzatilishida ham yuqorida ko‘rib chiqilgan sinish hodisasi ro‘y beradi. Bu quyida batafsil tushintirilgan.

To‘liq ichki qaytish.

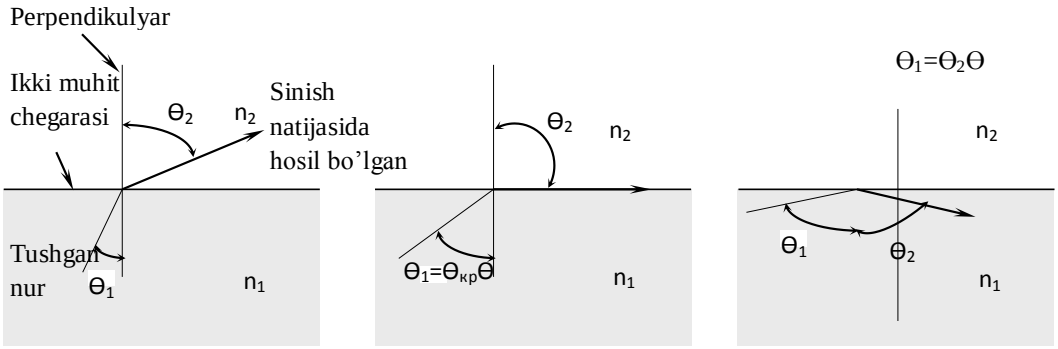
Yorug‘lik nur sindirish ko‘rsatkichi katta muhitdan sindirish ko‘rsatkichi kichik muhitga o‘tganda, ikki muhit chegarasida nur 3.4-rasmda tasvirlangandek perpendikulyardan og‘adi. Tushish burchagi Θ_1 kichik bo‘lganda (3.4,a-rasm) singan nur to‘liq qobiqqa o‘tib ketadi. Tushish burchagini oshirgan sari sinish burchagi Θ_2 90^0 ga intiladi. Sinish burchagi $\Theta_2 = 90^0$ ga teng bo‘lgan xoldagi tushish burchagi – kritik burchak Θ_{kr} deyiladi. Yorug‘lik nuri kritik burchak Θ_{kr} ostida tushganda singan nur ikki muhit chegarasi bo‘ylab tarqaladi (3.4,b-rasm). Yorug‘lik nuri kritik burchakdan katta burchak ostida tushganda, nur ikkinchi muhitga o‘tmasdan, ikki muhit chegarasidan to‘liq qaytadi (3.4,v-rasm). Bunda tushish burchagi sinish burchagiga teng $\Theta_1 = \Theta_2$ bo‘ladi. Snellius qonuni bo‘yicha tushgan va qaytgan nurlar o‘rtasidagi munosabat:

$$n_1 \sin \Theta_1 = n_2 \sin \Theta_2.$$

$\Theta_2 = 90^0$ da kritik tushish burchagi quyidagiga teng:

$$\Theta_{kr} = \text{arc sin}\,(n_2 / n_1) \qquad (3.1)$$

Θ_{kr} dan katta burchak ostida tushgan nurlar to‘liq qaytadi.



а) б) в)

3.4-rasm. Bir necha tushish burchaklari uchun nurning tarqalish yo‘li, $n_1 > n_2$, bu yerda n_1 va n_2 ikki turli muhitlarning sindirish ko‘rsatkichlari.

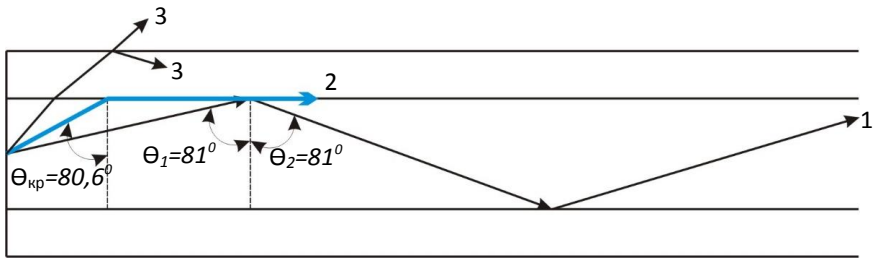
Bu jarayon, ya’ni yorug‘lik energiyasining turli sindirish ko‘rsatkichli ikki muhit chegarasidan to‘liq qaytishi **to‘liq ichki qaytish** (TIQ) hodisasi deyiladi. TIQ hodisasi yorug‘lik uzatgich bo‘ylab optik signallarni tarqalishining fizik asosi hisoblanadi. Uni amalga oshirish uchun optik tola

o‘zagining sindirish ko‘rsatkichi n_1 qobiqning sindirish ko‘rsatkichi n_2 dan katta bo‘lishi kerak.

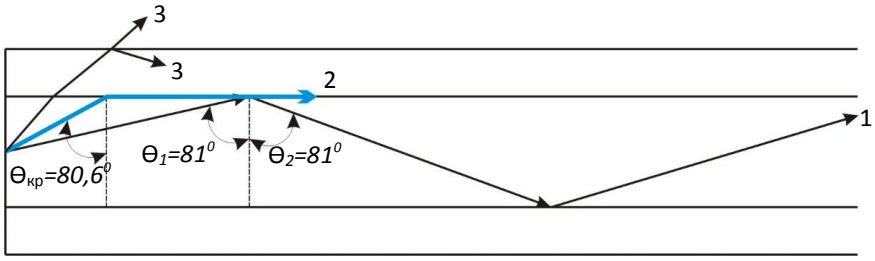
O‘zak va qobiq tayyorlanadigan materiallarning sindirish ko‘rsatkichlari nisbatini optimal tanlash orqali yorug‘lik nurining o‘zak ichida to‘liq ichki qaytishi ro‘y beradi va nurni faqatgina optik tola o‘zagi bo‘ylab zigzagsimon tarqalishi ta’minlanadi.

Masalan, optik tola uchun xos bo‘lgan n_1=1,48, n_2=1,46 bo‘lsa, u holda (3.1) qo‘llab, kritik tushish burchagini aniqlash mumkin:

$$\Theta_{kr} = \text{arc sin } (1{,}46/\ 1{,}48) = \text{arc sin } (0{,}9864) = 80{,}6^0.$$



SHunday sindirish ko‘rsatkichlari nisbatiga ega, kritik tushish burchagi $\Theta_{kr}=80{,}6^0$ ga teng, tushish burchagi Θ_2 esa $\Theta_{kr}=80{,}6^0$ dan katta, masalan $\Theta_2=81^0$ bo‘lganda nur ikkinchi muhitga o‘tmay, boshlang‘ich muhitda to‘liq ichki qaytadi. Optik tola bo‘ylab signallarning tarqalishi ana shu prinsipga asoslangan. Ana shunday sindirish ko‘rsatkichlari, kritik chastota va tushish burchagi qiymatlariga ega optik tola orqali optik signallarning tarqalishi 3.5-rasmda ko‘rsatilgan.



3.5-rasm. Optik tolada to‘liq ichki qaytish jarayoni.

3.5-rasmda kritik burchakdan katta burchak ostida $\Theta > \Theta_{kr}$ o‘zak-qobiq chegarasiga tushgan nurlar (nur 1) chegarada to‘liq ichki qaytadi. Tushish va sinish burchaklari teng $\Theta_1 = \Theta_2$ bo‘lgani uchun, nur 1 takroriy qaytishlarga uchrab, o‘zak muhiti bo‘ylab zigzaksimon tarqaladi.

Ideal xolda yorug‘likning sochilishi va nolinchi dispersiya bo‘lmaganda nur 1 o‘zak bo‘ylab istalgan masofaga tarqalishi mumkin [1].

Nur 1 yo‘naluvchi nur (moda) deyiladi.

Nur 2 Θ_{kr} burchak ostida tushib, sinadi va o‘zak-qobiq chegarasi bo‘ylab tarqaladi.

$\Theta<\Theta_{kr}$ ostida tushgan nur 3 sinadi va qobiq chegarasiga tushib, qobiq bo‘ylab tarqalishida so‘nadi yoki qobiqdan tashqariga chiqib ketadi. Ular nurlanuvchi nurlar deyiladi.

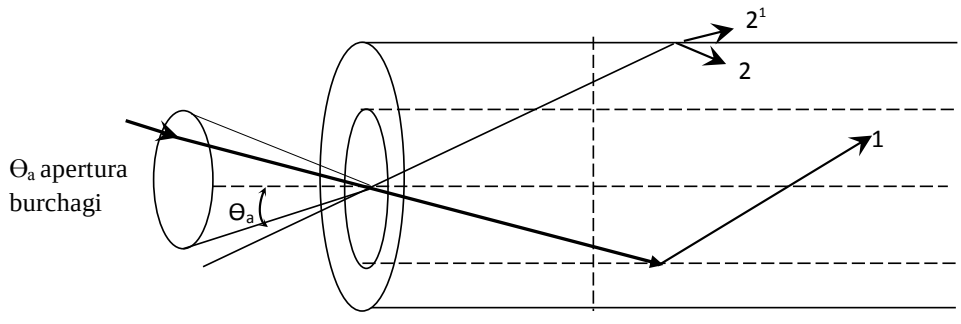
Burchak aperturasi.

Optik tolaga bir emas, bir necha yorug‘lik nurlarining yig‘masi kirish konusini hosil qilib tushadi va faqat kritik burchakdan katta burchak ostida tushgan nurlargina OT o‘zagi bo‘ylab tarqaladi. Nurlarni tola o‘zagiga maksimal tushish konusining yarim burchagiapretura burchagi - θ_a, kirish konusi $2\theta_a$ esa sonli apretura deyiladi (3.6-rasm). Sonli apertura NA bilan belgilanadi (inglizchadan Numerical Aperture) va o‘zak, qobiq sindirish ko‘rsatkichlari orqali quyidagi munosabatdan aniqlanadi:

$$NA_0 = \sin\theta_a = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)} = n_1\sqrt{2\Delta_n}$$

yoki (3.2)

$$NA_1 = k\sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$$



3.6-rasm. Optik tolaning apretura burchagi.

(3.2) da adabiyotlarda uchrashi mumkin bo‘lgan, sonli aperturani hisoblashning ikki formulasi berilgan. Ular sonli aperturaga yaqin qiymatlarini beradi. Birinchi formula nazariy, ikkinchisi esa amaliy hisoblashlar uchun ishlatiladi. Bu yerda o‘lchash usullariga bog‘liq holda k=0,98 yoki k=0,94 (EIA-455-29 yoki EIA-455-44 standartlari bo‘yicha mos ravishda). Yuqoridagi 2.9-rasm uchun berilgan n_1=1,48, n_2=1,46 qiymatlar uchun, (2.3) formula bo‘yicha sonli apretura qiymatlari: 0,242487 (nazariy) va 0,237637 (k=0,98) va 0,227938 (k=0,94) (amaliy) [1].

Sindirish ko‘rsatkichlarining nisbiy farqi Δ_n quyidagiga teng:

$$\Delta_n = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1} \approx \frac{n_1 - n_2}{n_1}.$$

$\theta \le \theta_a$ burchak ostida, ya’ni apretura burchagi doirasida tushgan nurlar (3.6-rasmdagi nur 1 mos keladi) to‘liq ichki qaytib, optik tola o‘zagi bo‘ylab uzatiladi. $\theta > \theta_a$ apertura burchagi doirasidan katta burchak ostida tushgan nurlar sinib, o‘zakdan qobiqqa o‘tadi. Bu nurlar qobiq bo‘ylab tarqalib, asta sekin so‘na boshlaydi yoki qobiqdan chiqib ketadi (3.6-rasmdagi mos ravishda nur 2 va 2^1).

Apertura doirasiga mos keluvchi nurlar yo‘naluvchi (nur 1), aperturadan tashqaridagi nurlar nurlanuvchi (nur 2 va 2^1) nurlar deyiladi. Aperturadan tashqaridagi qobiq bo‘ylab tarqaladigan nurlar qobiq bo‘ylab uzatiluvchi nurlar deyiladi [1].

Eng ko‘p tarqalgan optik tolalarning parametrlarini tipik qiymatlari 3.2-jadvalda keltirilgan [15].

3.2-jadval

OT turi (kvars shishasi)	**O‘zak diametri, mkm**	**NA**	**Tola o‘zagiga maksimal tushish burchagi, grad.**	Δ_n
Ko‘p modali OT	50 – 200	0,25 – 0,5	20 – 30	0,005 – 0,02

Bir modali OT	5 – 12	0,12 – 0,25	5 - 8	0,002 – 0,01

NA optik tolaning muhim xususiyati hisoblanib, yorug‘lik nuri tolaga qanday kiritilishi va tarqalishini ko‘rsatadi.

NA qiymati katta bo‘lgan OT yorug‘likni yaxshi qabul qiladi, NA kichik qiymatli optik tolalarga faqatgina tor yo‘naltirilgan yorug‘lik to‘plamini kiritish mumkin.

YUqori o‘tkazish polosali OT kichik NA qiymatiga ega. Shu tarzda, ularda modalar soni kam, dispersiya kichik va ishchi o‘tkazish polosasi keng bo‘ladi.

NA katta qiymatga ega optik tolalarda mumkin bo‘lgan yorug‘lik yo‘nalishlari, ya’ni modalar sonining ko‘pligi natijasida modalararo dispersiya yuqori bo‘ladi [2].

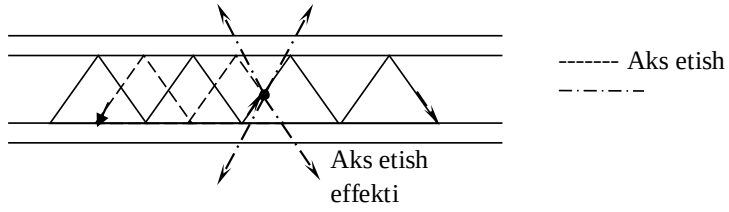
Tolaning xususiy yo‘qotishlari

Xususiy yo‘qotishlarga yutilish va sochilishdan hosil bo‘ladigan yo‘qotishlar kiradi. Yutilishdan hosil bo‘ladigan yo‘qotishlar ichki va tashqi bo‘ladi. Ichki yutilish yo‘qotishlarini toza kremniy materiali xosil qilishi mumkin. Xar bir material molekulyar tuzilishiga ko‘ra ma’lum to‘lqin uzunliklarida signallarni yutishi mumkin. Masalan, SiO_2 ni ultra binafsha diapazonda $\lambda<0,4$ mkm to‘lqin uzunligida elektron rezonanslari mavjud. Shuningdek, infraqizil diapazonda $\lambda>7$ mkm to‘lqin uzunligida tebranuvchi rezonanslari mavjud. Demak bu rezonanslar ko‘rinadigan chastota diapazonida yutish polosasi ko‘rinishida bo‘ladi. Ikkinchi va uchinchi oynalarda yutilishning bu turi 0,03 dB/km dan ko‘p bo‘lmagan yo‘qotishlarga olib keladi. Tashqi yutilish yo‘qotishlari yorug‘likni tola qo‘shimchalarida yutilishidan xosil bo‘ladi. Zamonaviy ishlab chiqarish texnologiyalari bu yo‘qotishlar ta’sirini juda kichik darajaga kamaytirgan. Bu yo‘qotishlar temir, mis , nikel, magniy, xrom qo‘shimchalarini tolaga qo‘shish natijasida xosil bo‘ladi. Zamonaviy ishlab chiqarish jarayonida bu metallarni tarkibi bir milliard qismgacha kamaytirilgan. Shuning uchun ular umumiy tashqi yutish yo‘qotishlarining juda kichik qismini tashkil etadi. Bulardan farqli ravishda gidroksil ion (ON) lar qoldig‘ini mavjudligi, ya’ni ishlab chiqarish jarayonida tolada suv qoldiqlarini qolishi tashqi yutish yo‘qotishlarini sezilarli darajada oshiradi. Optik tola tarkibida ON ionlari birni yuz milliondan kam qismini tashkil etish kerak.

Zamonaviy optik tolalarda mikro qo‘shimchalar miqdori juda kichikligi uchun tashqi yutilish shovqinlari minimal bo‘lib, ularni xisobga olmasa xam bo‘ladi. Lekin ON konsentratsiyasi birdan million qismni tashkil etganda, 1390 nm to‘lqin uzunligida yo‘qotishlar 50 dB bo‘lishi mumkin.

Nurni sochilishidan xosil bo‘ladigan yo‘qotishlar ichki yo‘qotishlar xisoblanib, optik tola o‘zagining defektlari: xavo puffakchalari, yoriqlar, tolani bir turda emasligi, ya’ni qo‘shimchalar qo‘shilishidan shisha zichligini tasodifiy o‘zgarishi tufayli yuzaga keladi. Bu omillar yorug‘lik oqimi yo‘nalishini o‘zgartirib, og‘ishiga olib keladi, natijada sinish burchagi oshib, yorug‘lik nuri qobiqdan tashqariga sochilib ketadi. Bundan tashkari optik tolani bir turda emasligi, ya’ni qo‘shimchalar mavjudligi yorug‘lik oqimini ma’lum qismini teskari tomonga aks etishiga - teskari sochilishga olib keladi (3.7 - rasm) [7].

1550 nm to‘lqin uzunligida Releevsk sochilishlari umumiy yo‘qotishlarning asosiysi hisoblanadi. Releevsk sochilishi to‘lqin uzunligiga teskari proporsional bo‘lib, to‘lqin uzunligi oshishi bilan yo‘qotishlar kamayadi.



3.7– rasm. Optik tolada yorug’likning sochilishi va aks etishi.

Tolali optik kabelning ishonchliligi.

Optik tolalarning mexanik tafsilot lariga asosiy parametrlardan hisoblanadi va u orqali optik-tolali aloqa liniyalarini qurish va montaj jarayonida kabellarni yotqizish, ularni montaj, ta’mirlash va ularga texnik xizmat ko‘rsatish kabi jarayonlarning effektivligini aniqlab beradi. Bu tafsilot lar optik kabellarni va o‘z navbatida aloqa liniyalarini ko‘p yillar davomida ekspluatatsion ishonchlilik kabi muammolarni echish uchun lozim bo‘ladi.

Potensial jihatdan qaraydigan bo‘lsak optik tola juda ham yuqori mustaxkamlikka ega. Bizga ma’lumki defektsiz bo‘lgan optik tolaning

mustaxkamligi xuddi shunday yuzaga ega bo‘lgan po‘lat simdan yuqori. Ammo amaliyotda ega aloqa liniyalarda qo‘llanuvchi optik tolalarga bir muncha miqdorda bo‘lgan ikkala hisobiga uzilishlar hosil bo‘lib turadi. Shishadagi mikro yorilishlar va defektlar optik tolaning mustaxkamligini bir necha o‘nlab marotaba mustaxkamligini kamaytiradi, chunki tollarning cho‘zilishi, namgarchilik va yuqori harorat mikro yorilishlarni normal sharoitida tezda oshib ketishga olib keladi va bir necha yil yoki bir necha oy ichida uzilishlar soni oshib ketishga olib keladi.

Shunday qilib, optik tolaning uzoq vaqt mobaynida mexanik asosiy faktor bo‘lib, u o‘z navbatida ekspluatatsiya jarayonida optik tolaning mexanik mustaxkamligini ta’minlab beradi. Optik tolani uzoq vaqt mobaynida ushlab turish statistik charchash parametri n orqali aniqlanib u o‘z navbatida o‘lchov birligi so‘z bo‘lgan parametrdir. Bu parametr yorilishlarni o‘sish sonini tolani cho‘zilishini o‘zaro bog‘laydi. n-qiymati qanchalik katta bo‘lsa, optik tolaning mustaxkamligi shunchalik yuqori bo‘ladi. n-parametrining qiymati eksperiment natijasida aniqlanadi va har doim optik tolaning pasportida ko‘rsatilishi kerak. standart tolalar uchun n-qiymati 20 bo‘lsa, maxsus mustaxkamlikka ega bo‘lgan tolalar uchun n=25 qadar etib boradi.

Tolaning boshlang‘ich inert mustaxkamligi optik tolaning ekspluatatsion mustaxkamligini baholashda ikkinchi faktor bo‘lib hisoblanadi. Bu parametr butun uzunlikdagi tolada ko‘plab ravishdagi defektlar o‘lchovi orqali aniqlanadi. Bunday eng bo‘sh bo‘lgan zvenoni aniqlash uchun tola tayyorlash protsessida yuklama ostida qayta o‘raladi (proof-test) qurilish uzunligidagi tolani qayta o‘ralishda lozim bo‘ladigan tortish kuchi tayinlab qo‘yiladi. Qayta o‘ralishdagi tortilish kuchi GPa o‘lchov birligiga yoki tolani uzayishi % orqali ko‘rsatiladi.

Uzunligi 100 km bo‘lgan liniyani 25 yil mobaynida buzilish ehtimolligi 0.001 juda ham kichik qiymatdagi liniyani avariyasiz xizmat ko‘rsatish muddatini garantiyalash uchun tortib qayta o‘rashni ekspluatatsiyaga bo‘lgan nisbati qayta o‘rash zaxirasi deb ataladi va uning qiymati 3-4 bo‘ladi. bunday holda optik tolani yuklama ostida qayta o‘ralish jarayoni tolani mustaxkamligini o‘zgarishi va o‘z navbatida yomonlashuvini taqsimlanishi e’tiborga olish kerak.

Ishlab chiqarish amaliyotida ko‘pchilik tolalar uchun qayta o‘ralish holatidagi tortilish kuch qiymati 0.7 GPa bo‘lsa, suv osti kabellari uchun

qo‘llanuvchi tolalar uchun esa tortilish kuchi 1.4 GPa bo‘ladi. odatda bu qiymatlar tola uchun berilgan pasportda ko‘rsatiladi.

Ekspluatatsion jarayonida tolani cho‘zilishi uchun faktor bo‘lib hisoblanadi va u orqali ekspluatatsion mexanik ishonchlilik aniqlanadi. kabel ichidagi optik tolaning kuchlanganlik holati o‘z navbatida mexanik ishonchliligini kamayishiga olib keladi va turli sabablar hisobiga bo‘ladi, bular: optik kabel tayyorlash texnologiyasi buzilish, ya’ni lozim bo‘lgan tola uzunligini to‘g‘ri tanlamaslik yoki kabel tayyorlovchi uskunani ishlashidagi turli to‘xtashlar, kabel yotqizilish texnologiyasini buzilishi, er ko‘chishlari kabi seysmik o‘zgarishlar, ekspluatatsiya jarayonida osilgan kabellarni muzlashi va x.k.

Yuqorida keltirilgan ma’lumotdan shuni xulosa qilish mumkinki, kabel ichida va yotqizilgan liniyalarda optik tolalarni cho‘zilishi nazorati asosiy parametr bo‘lib hisoblanadi. Kabel ichidagi tolalarni cho‘zilish bo‘yicha xozirgi zamon diagnostikasi uchun tolalar ichida yorug‘lik nurini spektrlarni brillyuen sochilishini analiziga asoslangandir. Bunday usul yordamida tolalarni cho‘zilishini baholashda liniyalarni mustaxkam bo‘lmagan uchastkalari aniqlandi va u yordamida ekspluatatsiya jarayonida tolalarni mexanik mustaxkamligi baholanadi.

Liniyadagi optik tolalarni cho‘zilish chegaralarini baholashda 100 kmm liniya 25 yil mobaynida uzilish extimolligi 0.001 bo‘lgan qiymat uchun liniyaning ekspluatatsion mustaxkamligini kafolatlash uchun uning nisbiy cho‘zilishi yoki ruxsat etiladigan cho‘zilish qiymati 0.2...0.25% dan oshmasligi kerak. bu qiymat tolani ruxsat etiladigan cho‘zilish kritariya bo‘lib, u brillyuen reflektometri yordamida aloqa liniyalarining mustaxkam bo‘lmagan uchastkalarini o‘lchov natijasida aniqlash imkonini beradi.

Tola ustidagi muxofazalovchi qoplamini tozalash kuchi ham tolaning mexanik tafsilot lariga taaluqli bo‘lib, aloqa liniyalarida qo‘llanuvchi optik tolani aloqa liniyalarini qurilishi, ta’mirlab qayta tiklash ishlari hamda aloqa liniyalariga texnik xizmat ko‘rsatish jarayonida bunday ishlarni bajarishni bir muncha engilroq va effektiv bo‘lishini ko‘rsatuvchi bo‘lib hisoblanadi. Yuqorida qayd etilgan ishlarni bajarishda optik tolalarni oson ravishda ochib tashlash, optik tolalarni payvandlab ulashda hamda ulanuvchi tolalarni tekis ravishda kesish ishlaridan tashkil topadi. Optik tolani muxofazalovchi qoplamini tozalash kuch qiymati

optik tolalarning pasportida ko‘rsatiladi. Bunday kuch qiymati quruq va namgarchilik atmosferasi ostida bo‘lgan tolalar uchun bir xil qiymatga ega.

Nazorat savollari

1. Optik tolaning optik aloqa tizimidagi o‘rniga tafsiv bering.
2. Optik tola qanday tuzilgan?
3. Optik tola qanday materiallardan tayyorlanadi?
4. Tolali optik aloqa tizimida qo‘llaniladigan optik tolalarning qanday turlari mavjud? Ularga tafsiv bering.
5. Tolali optik aloqa tizimlarida optik tolalarning qanday standart-laridan keng foydalaniladi? Ularga tafsiv bering.
6. Qaysi holatda yorug‘lik nuri faqatgina o‘zak bo‘ylab tarqaladi?
7. Ikki muhit chegarasidagi tekislikka tushgan yorug‘lik nurining tushish va sinish burchaklari orasidagi bog‘lanishni ifodalovchi Snellius qonuni qanday munosabat bilan aniqlanadi?
8. Optik tolaning muhim parametrlaridan biri - sindirish ko‘rsatkichining nisbiy farqi qanday munosabat bilan aniqlanadi?
9. Yorug‘lik nurining to‘liq ichki qaytish burchagi uchun miqdoriy munosabatni yozing va uni tafsivlang.
10. Sonli apertura va burchak aperturasi tushunchalarini ta’riflang.
11. Ko‘p modali va bir modali tolalarni farqi nimada?
12. Ko‘p modali tolalarning qanday turlarini bilasiz?
13. Dispersiya bo‘yicha bir modali optik tolalar standart bo‘yicha qanday turlarga bo‘linadi va ularni qo‘llanish sohalarini tushuntiring.
14. Dispersiyasi siljigan tolalar qanday hosil qilinadi?
15. Tolali optik kabellar vazifasi, tuzilishi, tayyorlangan materialiga bog‘liq ravishda qanday turlarga bo‘linadi?
16. Optik tolaning so‘nish bo‘yicha baxolanishi nimaga bog‘liq?
17. Toladagi yo‘qotishlar qanday omillar tufayli yuzaga keladi?
18. Optik tolaning xususiy yo‘qotishlari qanday xosil bo‘ladi?
19. Optik tolaning kabel yo‘qotishlari qanday xosil bo‘ladi?
20. Optik signalni uzatish sifatiga qanday omillar ta’sir qiladi?
21. Optik tolaning dispersiya bo‘yicha baxolanishi nimaga bog‘liq?
22. Dispersiya tushunchasini ta’riflang.
23. Dispersiyani qanday turlarini bilasiz? Ularni ta’riflang.
24. Modalararo dispersiyani ta’riflang.
25. Xromatik dispersiyani ta’riflang.
26. Qutblangan moda dispersiyasini ta’riflang.

27. Dispersiyani kamaytirish maqsadida qaysi usullardan foydalaniladi?

1.7. Optik nurlanish manbalariga qo‘yiladigan talablar

OA tizimlari nurlanish manbalariga qo‘yiladigan umumiy talablar quyidagilar:

- nurlanish manbasining to‘lqin uzunligi optik tolalarning yo‘qotishlarining minimum spektral taqsimlanishlaridan biriga to‘g‘ri kelishi kerak;

- manba tuzilishi chiqishda bir muncha yuqori quvvatli optik signallarni nurlanishini va uni optik tolaga samarali kirishini ta’minlashi kerak;

- manba yuqori ishonchlikka ega bo‘lishi va ko‘p muddatga xizmat qilishi kerak;

- o‘lchamlari, og‘irligi va sarf qiladigan quvvati minimal bo‘lishi kerak;

- texnologiyalarning oddiyligi arzon narxlarni va yuqori ishlab chiqaruvchanlikni ta’minlashi kerak.

Muayyan tizim xususiyatlari nurlanish manbalari tavsiflariga bir qator o‘ziga xos talablar qo‘yadi. Bu talablar bir modali optik toladan foydalanish bilan axborotlarni uzoqmasofalarga uzatadigan yuqori tezlikli tizimlarda juda qat’iy hisoblanadi. Birinchi navbatda gap nurlanishning spektral tavsiflari xaqida ketadi. Bir modali optik tolada dispersiya tufayli nurlanish impulslarining kengayishi nurlanishni spektr kengligiga va signalllarni uzatish tezligiga proporsionaldir.

Kogerent usulli zamonaviy OA tizimlarida nafaqat qisqa spektrli, balki λ_0 to‘lqin uzunligi uzoqmuddatga barqaror bo‘lgan manbalar zarur. Agarda qo‘shni kanallar o‘rtasidagi spektr oralig‘i katta bo‘lmasa, λ_0 to‘lqin uzunligining yuqori barqarorligi spektr bo‘yicha ajratilgan tizimlarda ham zarur.

Tabiiyki, yuqori tezlikli tizimlarda nurlanish manbalarining dinamik tavsiflariga ham muhim talablar qo‘yiladi. Boshqa parametrlarini (moda tarkibi, yo‘nalish diagrammasi va boshqalar) jiddiy o‘zgarishisiz nurlanish fazasi, chastotasi yoki jadalligining to‘g‘ridan-to‘g‘ri

modulyasiyalanishiga imkon beruvchi optik nurlanish manbalaridan foydalanish juda qulay.

Nisbatan past tezlikda signallarni yaqin masofalarga uzatuvchi tizimlarda: shahar, zona, binolar ichida va boshqa OA tizimlarda qo‘llaniladigan nurlanish manbalarining tavsiflariga nisbatan pastroq talablar qo‘yiladi. Bu tizimlarda pog‘onali sindirish ko‘rsatkichli optik tolalardan foydalaniladi. O‘tkazishni chastota polosasi optik tolalarning modalararo dispersiyasi orqali aniqlanadi. Shuning uchun yuqorida aytib o‘tilgan OA tizimlarida kogerent manbalardan foydalanish o‘z ma’nosini yo‘qotadi.

OA tizimlari uchun optik nurlanish manbalarining uch sinfi ma’lum: yarim o‘tkazgichli, tolali va xajmli mikrooptik manbalar (mikrolazerlar). Ularning hammasi u yoki bu darajada yuqorida ko‘rsatilgan talablarga javob beradi, lekin faqat yarim o‘tkazgichli manbalar, ya’ni yorug‘lik diodlari va lazerlardan keng foydalaniladi. Yarim o‘tkazgich nurlanish manbalarining jadal rivojlanishi birinchi navbatda yuqori samaradorlik bilan elektr toki energiyasini bevosita optik nurlanishga aylantirishi, yuqori tezlikda tok bilan kuch berilishidan nurlanish parametrlarini to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘zgartirish imkoniyatini mavjudligi, og‘irlik va o‘lchamlarini kichikligi kabi OA tizimlari uchun muhim bo‘lgan ijobiy xususiyatlarning birikuviga bog‘liq.

Yorug‘lik diodlarining turlari, xarakteristika va parametrlari

Yorug‘lik diodini tayyorlashdayorug‘likni oson nurlantiradigan,*GaAs, GaAlAs, InGaAsP, GaP, SiC*kabi to‘g‘ri zonali yarim o‘tkazgich materiallardan foydalaniladi.Agar 3-4 turdagi elementlardan foydalanilsa, komponentlarning o‘zaro nisbatiga mos holda taqiqlangan zona $E_q$energiyasi o‘zgaradi. Bu bilan turli to‘lqin uzunliklarini nurlantiruvchi manbalarni yaratishga imkon tug‘iladi. Komponentlarning o‘zaro nisbatini o‘zgarishidan sindirish koeffitsienti ham o‘zgaradi.

*U*ch elementli kimyoviy birikmalar quyidagicha tasvirlanishi mumkin:

$Al_xGa_{1-x}As$, $0 \le x \le 1$,

bu yerda x – komponent qism (molyar massa).

p-n o‘tishli turli materiallardan tuzilgan bunday yarim o‘tkazgichlar **geterotuzilish yoki geteroo‘tish** deyiladi.

YoD larning parametrlari:

- nurlanishning to‘lqin uzunligi λ,

- nurlanish spektrining kengligi $\Delta\lambda$,

- nurlanish quvvati R_{nur},

- noasosiy zaryad tashuvchilarning yashash vaqti τ va

- nurlanish quvvatining yo‘nalganlik diagrammasi Θ.

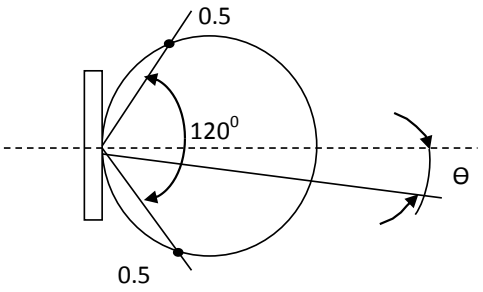
YoD yo‘nalganlik diagrammasi kengligi yuza tekisligida 120^0 ni tashkil etadi (4.1-rasm).

Optik tolaga kiritish mumkin bo‘lgan maksimal quvvat R_s, sonli aperturadan aniqlanadi va quyidagi formuladan xisoblanadi:

$$R_s = P_o (NA)^2. \qquad (4.3)$$

R_o - manba uchun to‘liq nurlanish quvvati.

YoDdan optik tolaga kiritiladigan quvvat, uning sonli aperturasi kvadratiga proporsional. NA qiymati 0,15...0,24 oraliqda tanlanadi. Agar NA=0,2 ga teng bo‘lsa, unda tolaga kiritish samaradorligi 4% dan oshmaydi, bu quvvatni 14 dBga yo‘qotilishiga mos keladi.



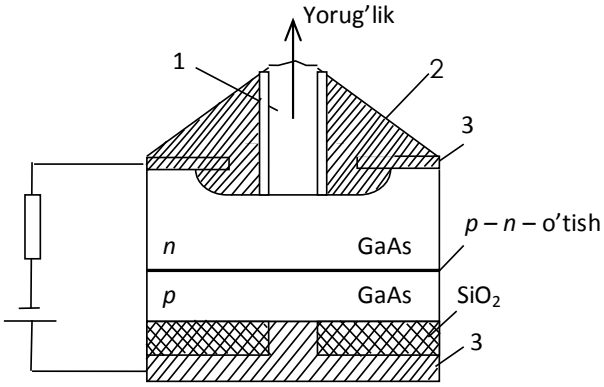
4.1-rasm. Yorug‘lik diodining yo‘nalganlik diagrammasi.

Shu tariqa YoD dan foydalanish nurlanishni tolaga samarali kiritish muammosini yuzaga keltiradi. Bu muammo nurlanishni tolaga kiritishni yuqori koeffitsientini ta’minlovchi maxsus yorug‘lik diodlarini qayta

ishlash, shuningdek mikrolinzalarni qo‘llash yordamida hal qilinadi. YoD ni asosiy ikki turi mavjud:

1. Sirtdan nurlantiruvchi YoD,

2. Yonidan nurlantiruvchi YoD.



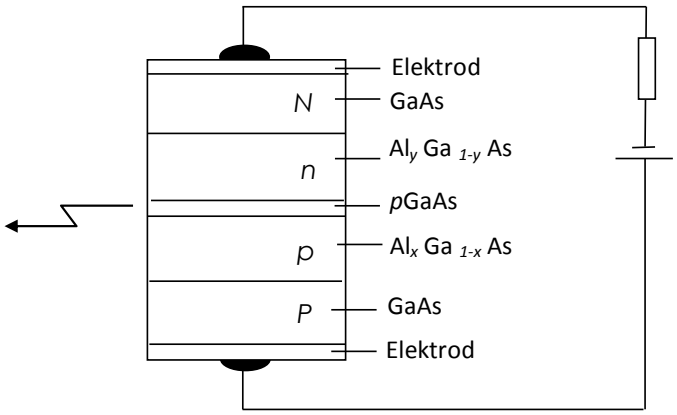
4.2-rasm. Sirtdan nurlantiruvchi YoD tuzilishi: 1-optik tola; 2-yopishtiruvchi tarkib; 3-elektrod.

OA tizimlarida qo‘llaniladigan GaAs asosidagi sirtdan nurlantiruvchi YoDining odatiy tuzilishi ko‘rsatilgan 4.4-rasmda ko‘rsatilgan.

Optik tola bilan fizik moslashuv va yorug‘likni kuchli yutilishini oldini olish uchun GaAs li soxaga chuqurcha o‘yiladi. Nurlanuvchi sirt yuzasi nisbatan kichik o‘lchamli (d ≈50 mkm) bo‘lib, optik tola diametriga mos ravishda tanlanadi. Nurni optik tolaga kiritishdagi yo‘qotishlar moslashtiruvchi qurilma qo‘llanilmagan xolda tolani NA sonli aperturasiga bog‘liq bo‘ladi va 14...20 dB ni tashkil etadi. Moslashtiruvchi qurilmalarni qo‘llash bu yo‘qotishlarni kamaytirishga imkon beradi.

YOnidan nurlantiruvchi YoD tuzilishi 4.3-rasmda ko‘rsatilgan. Yonidan nurlantiruvchi (yonidan nurlantiruvchi) YoDlarda ikkitalik geterotuzilish ishlatiladi.

4.4 a va b rasmlarda mos ravishda bir tomonlama chegarali geterotuzilish BGT va ikki tomonlama chegarali geterotuzilish IGT ko‘rsatilgan. BGTli YoDlarda to‘g‘ri siljitish ta’sirida elektronlar r-n o‘tish orqali injeksiyalanadi, so‘ng r(GaAs) - p($Al_xGa_{1-x}As$) o‘tishni potensial bareri bilan tutib qolinadi.



4.3-rasm. Yonidan nurlantiruvchi YoDning tuzilishi.

Nurlanish rekombinatsiyasi ko‘pincha d qalinlikli aktiv soxada ro‘y beradi.

IGT ancha yuqori xususiyatlarga ega. Bunday tuzilishda aktiv nurlanish rekombinatsiyasi (4.4-rasm) o‘ng va chapdagi potensial barerlar evaziga r-sohada (GaAs) kuzatiladi va nurlanishni amalda d soha doirasida yuzaga kelishiga yordam beradi.

Yonidan nurlantiruvchi BGT va IGTlarni ishlatish nurlanishni yuzada tarqalishini kamaytiradi. Normal p-n o‘tishda taxminan 30^0 gacha kamaytiradi.

Sirtdan nurlantiruvchi YoDlarga nisbatan yonidan nurlantiruvchi YoDlarni nurlanish quvvati 2-5 marta kichik bo‘ladi. Biroq, yonidan nurlantiruvchi YoDda yo‘nalganlik diagrammasining torligi evaziga nurni optik tolaga kiritishda yo‘qotishlar kam bo‘ladi va NA ga bog‘liq ravishda 10...16 dB ni tashkil etadi.

YoDlarda nurlanish quvvati 0,01...0,1 mVt ga teng.

Yorug‘lik diodi quyidagi asosiyxarakteristikalarbilan tafsivlanadi:

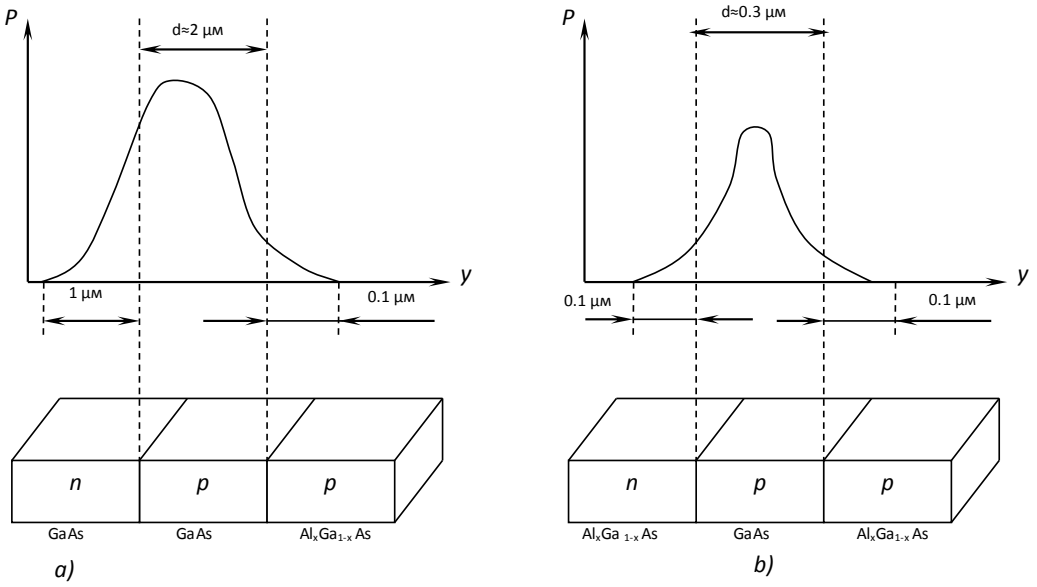
- volt – amper xarakteristikasi;

- vatt – amper xarakteristikasi;

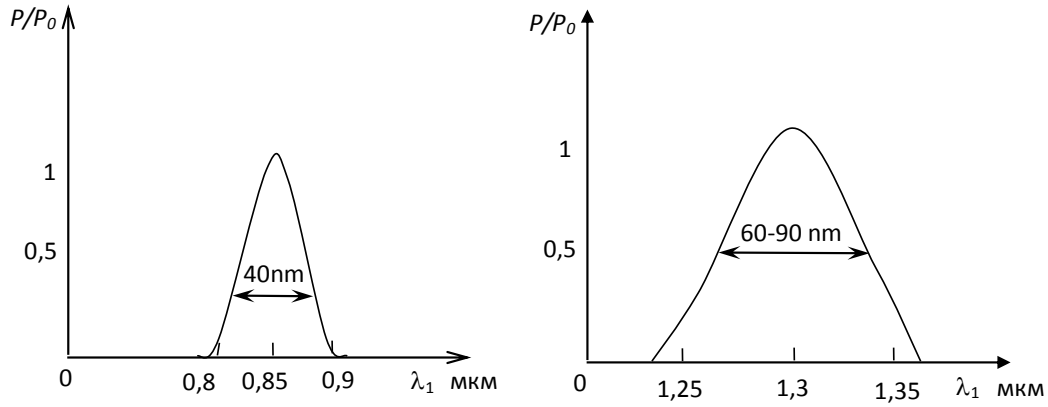
- spektral xarakteristikasi.

4.5-rasmda YoDning nurlanishining spektral xarakteristikasi berilgan. Sirtdan nurlantiruvchi YoDda λ=0,85 mkm da nurlanish spektri kengligi

$\Delta\lambda$=40 nm ga, nurlantiruvchi kesimli YoDda λ=1,3 mkm da nurlanish spektri kengligi $\Delta\lambda$=90 nm ga teng.



4.4-rasm. Bir (*a*) va ikki tomonlama (*b*) chegarali geterotuzilishlar



4.5-rasm. Sirtdan nurlantiruvchi va yonidan nurlantiruvchi YoDning nurlanish spektrlari.

YoDning eng muhim parametrlari bu uning ishonchliligi va xizmat qilish muddatlaridir. Yorug‘lik diodlaridan uzoq vaqt foydalanish natijasida nurlanish quvvati kamayadi. Xarorat 10-20^0 S ga oshsa, xizmat

muddati ikki barobar qisqaradi. Aloqa tizimlarida foydalanish uchun xizmat muddati er aloqa liniyalari uchun 10^5 soatni va suv osti aloqa liniyalari uchun 10^6 soatni tashkil etishi kerak.

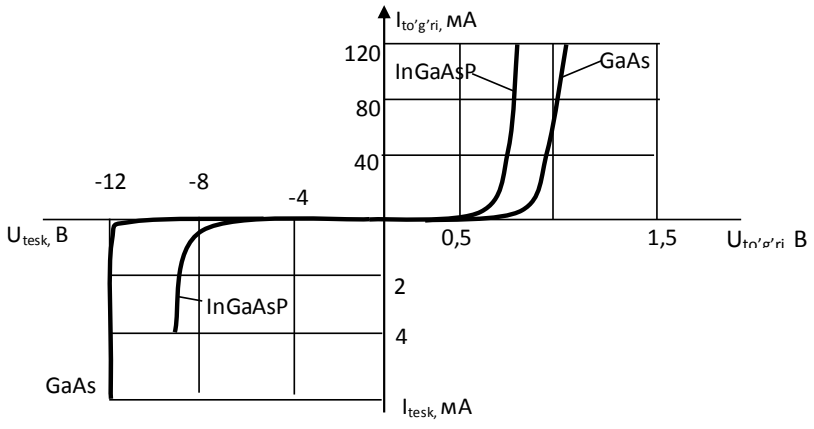
YoD lar uchta tiniqlik oynalari 850, 1310 va 1550 nm da ishlatish uchun ishlab chiqariladi. Lekin, ular ko‘proq 850 va 1310 nm da qo‘llaniladi. YoDlarni ishlab chiqarish lazer diodlariga qaraganda arzon.

YoD larning asosiy parametrlari:

Parametrlari	**Birligi**	**850 nm**	**1310 nm**	**1310 nm**	**1550nm**
Nurlanish spektrining kengligi	nm	40	50	40	60
CHiqishdagi quvvat	mkVt	50	60	20	40
Optik tola o‘zagining	mkm	50	50	9	9
Sonli apertura	b/r	0,2	0,2	0,16	0,16

Tuzilishininig taqqosiy soddaligi, yuqori ishonchliligi va nurlanish tavsiflarining temperaturaga kuchsiz bog‘liqligi, nurlanish spektrining kengligi (60 nm gacha), nurlantiruvchi chastota oralig‘ining torligi (100-200 MGs) va tezkor emasligi sababli YoD lar asosan past tezlikli tizimlarda axborotlarni yaqin masofaga uzatishda qo‘llaniladi.

YoD ning volt – amper xarakteristikasi

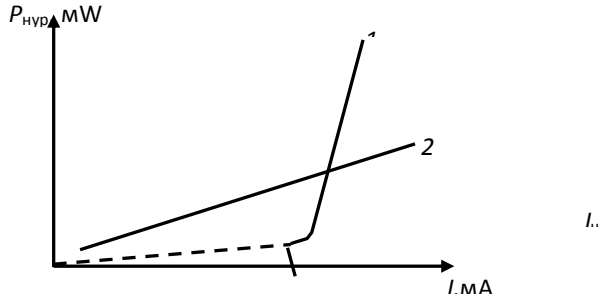


4.6-rasm. Yorug‘lik diodining volt – amper xarakteristikasi

Lazer diodi, uning xarakteristika va parametrlari.

Lazer diodlar (LD) odatda uzoq masofali va yuqori tezlikli (155 Mbit/s dan yuqori) optik tizimlarida qo‘llaniladi.

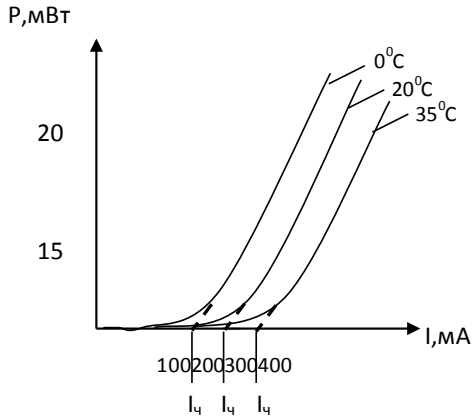
Lazer diodlarning tavsiflari. LD lar nurlanish quvvati va uni tashqi injeksiya tokiga bog‘liqligi, nurlanishni yo‘nalganlik diagrammasi Ѳ va nurlanish spektri, xizmat muddati bilan tavsiflanadi. LD YoDga qaraganda tashqi injeksiya tokini katta qiymatlarida ishlaydi. Tashqi injeksiya toki I_u oshib, chegaraviy I_{ch} qiymatga etgach, generatsiya, qachonki tuzilishdagi yo‘qotishlar kuchayishlarga teng bo‘lganda yoki lazer effekti yuzaga keladi, ya’ni indutsiyalangan (majburiy) nurlanish hosil bo‘ladi. Nurlanish quvvatini tashqi injeksiya tokiga bog‘liqligini LDni vatt-amper xarakteristikasidan ko‘rish mumkin. 4.7-rasmda LD va YoDlarni vatt-amper xarakteristikalari ko‘rsatilgan. Kichik tok qiymatlarida LDda kuchsiz spontan nurlanish yuzaga keladi, u samarasiz yorug‘lik diodi sifatida ishlaydi. Yuqorida aytib o‘tilgandek, tok qiymati chegaraviy tok I_{ch} qiymatidan oshganda nurlanish quvvati R_{nur} keskin oshib, kogerent majburiy nurlanish hosil bo‘ladi. LDning nurlanish quvvati 1-100 mVtni tashkil etadi [11].



4.7-rasm. Vatt-amper xarakteristikalar: *1* - lazer diodi uchun; *2* - yorug‘lik diodi uchun.

Lazer chegaralangan pik quvvatli nurlanish manbai hisoblanadi. Bu damlash tokining katta qiymatlarida quvvatning kamayib borishi bilan bog‘liq.

Atrof muhit temperaturasi o‘zgarsa, vatt – amper xarakteristikasi suriladi (4.8 – rasm).

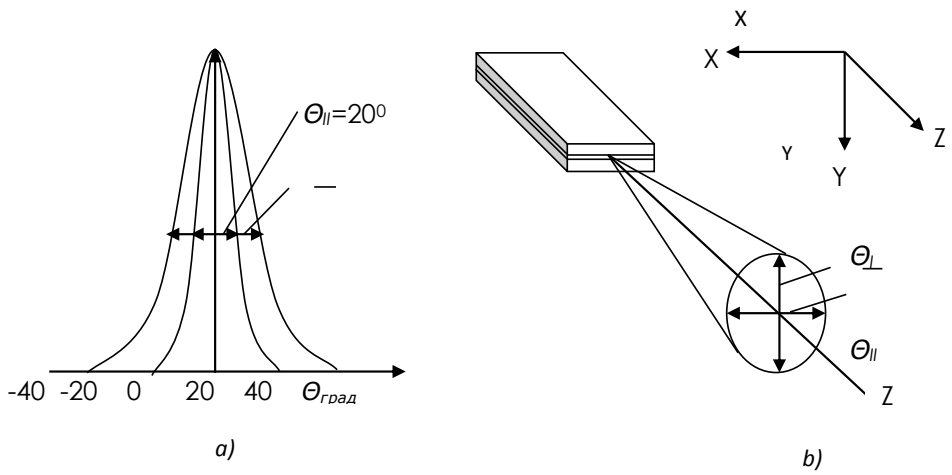


4.8-rasm. Lazer diodining vatt-amper xarakteristikasining temperaturaga bog‘liq ravishda o‘zgarishi.

Bu chegaraviy tok va chiqish quvvati qiymatlarining o‘zgarishiga olib keladi.

Bu kamchilikni bartaraf etish uchun kompensatsiyalashning elektr sxemalari, shuningdek mikrosovutgichning ishini boshqaruvchi, termokompensatsiyalash sxemalaridan foydalaniladi.

4.9 – rasmda LD optik nurlanishining yo‘nalganlik diagrammasi ko‘rsatilgan.



4.9-rasm. Optik nurning lazer dioddagi yo‘nalganlik diagrammasi:

*a)*parallel va perpendikulyar yuzalardagi nurlanish kengligi; *b)*o‘zaro perpendikulyar yo‘nalishlarda nurlanish quvvatining burchakka bog‘liqligi.

Rasmdan ko‘rinib turibdiki, lazer nurlanishining diagrammasi nosimmetrik. Quvvatning yarim sathida o‘lchanganda uning kengligi o‘tishga parallel yuzada 20^0 dan kichik va perpendikulyar yuzada 40^0 dan katta (4.9,a–rasm). 4.9,b–rasmda o‘zaro perpendikulyar yo‘nalishlarda nurlanish quvvatining burchakka bog‘liqligi ko‘rsatilgan.

Yo‘nalganlik diagrammasi ellips konus ko‘rinishiga ega. Generatsiyalanadigan nurlanishning etarli katta yoyilganligi, uni kichik sonli aperaturali optik tolaga samarali kiritishga to‘sqinlik qiladi. Buning uchun maxsus moslashtiruvchi qurilmalarni qo‘llash talab etiladi.

Magistral aloqa liniyalari kabellari bir modali tolalardan iborat bo‘lgani uchun ham LDdan foydalanish kerakChunki YODga qaraganda LDning nurlanishini yo‘nalganlik diagrammasi tor. Bu nurlanishni tolaga kiritishni osonlashtiradi [1].

Nazorat savollari.

1. Optik signallarni uzatuvchi nurlanish manbalariga qanday talablar qo‘yiladi?
2. Spontan nurlanishning xosil bo‘lishini tushuntiring.
3. Induksiyalangan (majburiy) nurlanishni xosil bo‘lish shartlarini tavsiflang.
4. Optik aloqa tizimida yorug‘lik manbalarining qanday turlaridan foydalaniladi?
5. YODning qanday turlarini bilasizlar va ularning farqi nimada?
6. YOrug‘lik diodiva uning ish prinsipini tavsiflang.
7. Sirtdan nurlantiruvchi YODning tuzilishi va xususiyatlarini tavsiflang.
8. Yonidan nurlantiruvchiYODning tuzilishi va xususiyatlarini tavsiflang.
9. Yorug‘lik diodi qanday xarakteristikalar bilan tavsiflanadi?
10. Yorug‘lik diodining volt-amper xarakteristikasini tavsiflang.
11. Yorug‘lik diodining vatt-amper xarakteristikasini tavsiflang.
12. Yorug‘lik diodining spektral xarakteristikasini tavsiflang.

13. Yorug‘lik diodining yo‘nalganlik diagrammasini tavsiflang. Yorug‘lik nurining yo‘nalganlik diagrammasini yaxshilash uchun qanday choralar ko‘riladi?

14. Yorug‘lik diodi nurlanish samaradorligini oshirish va nurlanish quvvatini kichik yuzada mujassamlashtirish uchun qanday usullardan foydalaniladi?

15. Nima sababli geterotuzilishlar qo‘llaniladi?

16. IGT – ikki tomonlama chegarali geterotuzilish qanday xususiyatlarga ega?

17. Yorug‘lik diodining degradatsiya jarayoniga tavsif bering. Bu jarayon qaysi omillar tufayli yuz beradi?

18. Yorug‘lik diodining asosiy parametrlarini sanab ko‘rsating va ularni qisqacha tavsiflang.

19. Yorug‘lik diodining afzalliklari va kamchiliklari nimada? Ularga qisqacha tavsif bering.

20. Optik signalni uzatuvchi modul (OUzM)ning vazifasi nimadan iborat?

21. Optik signalni uzatuvchi modul(OUzM)ning tuzilishi va bloklari vazifasini tushuntiring.

22. Optik signalni uzatuvchi modul(OUzM)da harorat mo‘tadilligini ta’minlash uchun qaysi bloklar qo‘llaniladi?

23. Yarim o‘tkazgichli yorug‘lik diodi va lazer diodi xarakteristika va ish prinsiplari bilan bir-biridan qanday farqlanadi?

24. Tashqi muhit haroratining o‘zgarishi lazer diodi nurlanish spektri va quvvatiga qanday ta’sir etadi ?

25. Bir modali va ko‘p modali lazer diodlarining spektral xarakteristika-larini tavsiflang. Bu xarakteristikalar yorug‘lik diodining spektral xarakteristikasidan qanday farq qiladi?

26. Bir modali lazer diodlarining qanday turlari mavjud? Ularning ish xususiyatlarini tavsiflang.

27. Optik kanallarni to‘lqin uzunligi bo‘yicha zichlashtirishda bir modali lazer diodlarining qaysi turlaridan foydalaniladi?

1.8. Optik signalni modulyasiyalash usullari

Ma’lumki, axborotlar oqimini optik tola bo‘ylab uzatish optik eltuvchi - yorug‘lik to‘lqinini axborot signaliga monand tarzda

o‘zgartirishni taqazo etadi. YOrug‘lik nurlanishning bir yoki bir necha parametrlarini elektr (tok yoki kuchlanish), tovush, mexanik yoki optik signal ta’sirida vaqt yoki fazo bo‘yicha berilgan qonuniyatga ko‘ra o‘zgartirishdan iborat, mazkur jarayonni optik **nurlanishni modulyasiyalash jarayoni** deb ataladi.

Yorug‘lik nurlanishini soddalik uchun yassi monoxramatik to‘lqin deb faraz qilinsa, uning vaqt va fazo bo‘yicha tarqalishi fizik optikadan yaxshi malum bo‘lgan quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$E(x,t)=Em\cos[2\pi(\nu t-\nu n/Sox+\varphi o)], \qquad (5.1)$$

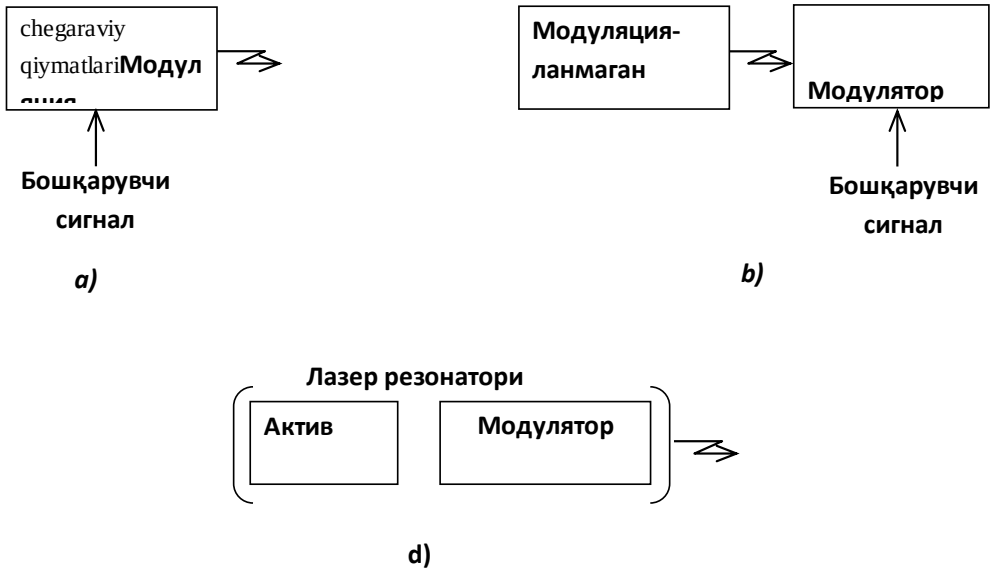
bu yyerda E - yorug‘lik to‘lqini elektr maydonining kuchlanganligi; Em - mazkur elektr maydon kuchlanganligining amplitudasi, ν - tebranishlar chastotasi, t - vaqt, n - muhitning sindirish ko‘rsatgichi, So - yorug‘likning vakuumdagi tezligi, x - nurlanishnig tarqalish yo‘nalishi bo‘yicha koordinata, φo - tebranishlarning boshlang‘ich fazasi.

Bu tenglamadan ko‘rinadiki, optik eltuvchini axborot signaliga mos ravishda modulyasiyalash jarayonini yorug‘lik to‘lqinining amplitudasi, chastotasi, fazasi va qutblanish vektorining yo‘nalishini o‘zgartirish orqali amalga oshirish mumkin. Optik signal tola bo‘ylab tarqalib, so‘ngra fotoqabulqilgichga tushadi. Zamonaviy fotoqabulqilgichlar yorug‘lik nurlanishini faqat intensivlik bo‘yicha qayd etadi. Shu sababdan intensivlik bo‘yicha modulyasiyalash jarayonidan eng keng foydalaniladi. Boshqa turdagi modulyasiyalash jarayonlaridan foydanalanilganida, dastlab u yoki bu usulda modulyasiyalangan nurlanishni intensivlik bo‘yicha modulyasiyalangan signalga o‘zgartirish talab etiladi.

Modulyasiyalangan yorug‘lik nurlanishini olishning turli xil usullari mavjud. Ulardan birinchisi **to‘g‘ri modulyasiya** usuli bo‘lib, unda yorug‘lik manbai – yorug‘lik diodi yoki lazer diodi nurlanishining modulyasiyasiga ulardan oqib o‘tadigan injeksiya tokini o‘zgartirish yo‘li bilan erishiladi (5.1,a- rasm).

Tashqi modulyasiya deb atalgan ikkinchi usulda yorug‘lik manbaidan tarqalayotgan o‘zgarmas (modulyatsiyalanmagan) yorug‘lik oqimi maxsus qurilma –modulyator yordamida modulyasiyalanadi (5.1,b-rasm). Va nihoyat, agar tegishli modulyator bo‘lsa, uni lazer rezonatoriga kiritish va shu tarzda **ichki modulyasiyani** amalga oshirish mumkin (5.1v-

rasm). Bundan ko‘rinadiki, ichki modulyasiya mohiyat e’tibori bilan to‘g‘ri modulyatsiyaning bir turi hisoblanadi.



5.1-rasm. Yorug‘lik nurlanishini to‘g‘ri (a), tashqi (b) va ichki (v) modulyatsiyalash usullari.

Optik eltuvchini to‘g‘ri modulyatsiyalash usulining ro‘yobga chiqarilishi optik aloqa tizimlarida qo‘llaniladigan yorug‘lik manbalari - yorug‘lik diodi va lazer diodining muhim xususiyatlaridan hisoblangan etarli darajadagi tezkorlik va shu munosabat bilan ularda kechadigan fizik jarayonlarni elektr signali yordamida samarali boshqarish imkoniyatining mavjudligi bilan bog‘liq. Bu hol mazkur asboblarning ish jarayonini belgilovchi noasosiy zaryad tashuvchilar yashash vaqtining kichikligi bilan tushuntiriladi Chunonchi, hisoblashlarning ko‘rsatishicha, ko‘p modali lazerlar yordamida 400 Mbit/s tezlikli impuls - kodli modulyasiyani etarli darajada osonlik bilan amalga oshirish mumkin. Bir modali lazer diodlaridan foydalanish esa, uzatish tezligini bir necha gigogerslargacha oshirish imkonini beradi. Hozirgi vaqtda 14 GGs va undan yuqori tezliklarda ishlovchi lazer diodlari mavjud.

Optik modulyasiyalashning fizik asoslari

Optik eltuvchini tashqi usul bilan, ya’ni, modulyatsiyalovchi qurilmalar yordamida modulyatsiyalash uchun elektrooptik, akustooptik,

magnitooptik hodisalar, shuningdek, turli xil fotoeffektlardan keng foydalaniladi.

Elektrooptik hodisalar moddada tashqi elektr maydoni ta’sirida optik anizotropiya (modda xususiyatlarining turli yo‘nalishlarda farqlanish xususiyati) vujudga kelishi bilan tavsiflanadi. Natijada moddaning dielektrik singdiruvchanligi, demak, sindirish ko‘rsatgichi o‘zgaradi.

Elektrooptik hodisalar odatda modda bo‘ylab tarqalayotgan yorug‘lik nurining ikkita nurga ajralishi hodisasi bilan birgalikda yuz beradi. Odatiy va noodatiy nurlar deb yuritiladigan bu nurlar turli tezlik bilan tarqaladilar va turlicha qutblangan bo‘ladilar. Agar bunday kristallarda o‘zaro perpendikulyar bo‘lgan x va y yo‘nalishlarni ajratilsa, yorug‘likning sindirish ko‘rsatgichi bu yo‘nalishlarning har birida, umuman olganda, turlicha bo‘ladi. Kristallning bu yo‘nalishlari bo‘yicha sindirish ko‘rsatgichilarini nX, nУ orqali belgilaylik. Sindirish ko‘rsatgichi har ikkala yo‘nalish bo‘yicha o‘zaro farqlanadigan bunday kristallarni ikki o‘qli kristallar deb ataladi.

x va u yo‘nalishlar bo‘yicha optik jihatdan birjinsli, ya’ni nX ≈ nУ≈ n bo‘lgan kristallarni esa, bir o‘qli kristallar deb ataladi. Bir o‘qli kristallarda odatiy yorug‘lik to‘lqini uchun sindirish ko‘rsatgichi nO ═ nX ═ nУ, nooddatiy to‘lqin uchun esa, nn ═ nz ga teng bo‘ladi.

Bu turdagi kristallarda yorug‘lik nurining z o‘qi bo‘yicha tarqalish chog‘ida uning tezligi qutblannish holatiga bog‘liq bo‘lmaydi. Agar kristalga yorug‘lik nurining tarqalish yo‘nalishiga ko‘ndalang yo‘nalishda elektr maydoni qo‘yilsa, sindirish ko‘rsatkichlari nx va ny orasidagi tenglik buziladi va kristall ikki o‘qli bo‘lib qoladi. Natijada x va y o‘qlari bo‘yicha qutblangan yorug‘lik to‘lqinlarining muhit bo‘yicha tarqalish tezligi ham bir - biridan farq qila boshlaydi.

u o‘qi bo‘ylab tarqalayotgan odatiy yorug‘lik to‘lqini uchun sindirish ko‘rsatgichi elektr maydon kuchlanganligining ortishi bilan chiziqli tarzda o‘zgaradi:

$$n0\,(E) = n0 + rpE, \qquad (5.2)$$

bu yyerda rp - Pokkels elektrooptik doimiysi; E – elektr maydon kuchlanganligi; n0 – sindirish ko‘rsatgichining maydon bo‘lmagan holda, ya’ni E=0 bo‘lgan holdagi qiymati.

Sindirish ko‘rsatgichining elektr maydon kuchlanganligiga proporsional tarzda o‘zgarishidan iborat hodisani chiziqli elektrooptik effekt yoki Pokkels effekti deb yuritiladi.

Shunday qilib, tashqi elekr maydoni ta’sirida boshlang‘ich bir o‘qli kristall ikki o‘qli kristall xususiyatlarini namoyon etadi va sindirish ko‘rsatgichining o‘zgarishi natijasida u optik jihatdan anizotrop bo‘lib qoladi. Yorug‘lik to‘lqini bunday kristall bo‘ylab muayyan masofani o‘tganida yorug‘lik to‘lqinining u va x yo‘nalishlar bo‘yichatashkil etuvchilari orasida

$$\Delta\varphi = 2\pi\ n02\ rp\ E\ L/\lambda \qquad (5.3)$$

ga teng faza farqi vijudga keladi.

Nurlanaishning kristall bo‘ylab tarqalishi jarayonida turlicha qutblangan signallar orasidagi faza farqi o‘zgaradi. Natijada kirish va chiqish signallarining qutblanishi turlicha bo‘lib qoladi.

Yorug‘lik nurining tarqalish masofasi va bunga mos ravishda hosil bo‘lgan faza farqiga qarab, chiqish chiqish signalining qutblanishi quyidagi jadvalda ko‘rsatilgan tarzda o‘zgaradi

Δφoe	0	π/4	π/2	3π/4	Π	5π/4	3π/2	7π/4	2π
Qutblan-ganlik									

Akustooptik xodisalar.

Tovush to‘lqinlari va optik nurlanishning o‘zaro ta’sirlashuviga asoslangan akustooptik hodisalarning mohiyati shundaki, tovush to‘lqinioptik muhit sirtida sindirish ko‘rsatgichini davriy qonuniyat bilan o‘zgartiruvchi va difraksiya panjarasi vazifasini o‘tovchi tuzilma hosil qiladi.

Bu hodisaga asoslangan modulyasiyalash jarayonida Breg yoki Raman – Natt difraksiyalarining hosil bo‘lish shartlaridan foydalaniladi: CHunonchi, birinchi holda bu shart quyidagi munosabat bilan aniqlanadi:

$$2\lambda av \ \sin\theta = m\lambda, \qquad (5.4)$$

bu yerda λav- tovush тщlыining uzunligi - panjara doimiysi vazifasini o‘tovchi kattalik, m – difraksiya tartibi, λ- yorug‘lik nulanishining to‘lqin uzunligi, θ – yorug‘lik nurining akustooptik modda sirtiga tushish burchagi.

Axborot eltuvchisini modulyasiyalash jarayoni bu holda amplituda bo‘yicha modulyasiyalangan tovush to‘lqini vositasida amalga oshiriladi. Bu to‘lqinning akustooptik modda bilan ta’sirlashuvi chiqish to‘lqini - difraksiyalangan to‘lqin intensivligi (jadalligi)ni modulyasiyalaydi.

Magnitooptik hodisalar.

Magnitooptik (hodisa) effekt – magnit maydoni ta’sirida optik modda parametlarining o‘zgarishi bilan bog‘liq hodisadir. Bu hodisani turli qutblanishga ega bo‘lgan yorug‘lik to‘lqinlari tarqalish tezligining farqi bilan tushuntiriladi. Faraz qilaylik, chiziqli tarzda qutblangan monoxromatik yorug‘lik to‘lqini induksiyasi V ga teng bo‘lgan magnit maydoniga joylashtirilgan optik moddaga tarqalish yo‘nalishi magnit maydoni yo‘nalishiga mos holda tushayotgan bo‘lsin. Ma’lumki, chiziqli qutblangan yorug‘lik to‘lqinini turlicha qutblanishli ikkita to‘lqinning yig‘indisi deb qarash mumkin. Magnit maydoni ta’sirida bu to‘lqinlar uchun sindirish ko‘rsatgichi o‘zaro farq qilib n1, n2 bo‘lib qoladi. Natijada modda bo‘ylab L masofaga tarqalgan bu to‘lqinlar orasida quyidagi faza farqi vujudga keladi:

$$\Delta\varphi = \omega L(n1 - n2)/c, \qquad (5.5)$$

bu yerda n1- n2 magnit induksiyasiga proporsional kattalik.

Fotoo‘tkazuvchanlik, fotoxrom va fotokristalik hodisalar

Moddaga tegishli optik xususiyatlarning o‘zgarishiga sabab bo‘ladigan fotohodisalar qatoriga fotoo‘tkazuvchanlik, fotoxrom va fotokristalik effektlarni ham ko‘rsatish mumkin.

Fotoo‘tkazuvchanlik hodisasining mohiyati shundaki, yorug‘lik oqimi ta’sirida yarim o‘tkazgich xossasiga ega bo‘lgan moddaning elektr

o‘tkazuvchanligi o‘zgaradi (ortadi yoki kamayadi). Bu o‘zgarish moddaning optik parametrlariga, jumladan, uning sindirish ko‘rsatgichiga ta’sir ko‘rsatadi. Bu hol ushbu hodisadan yorug‘lik nurlanishini modulyasiyalash maqsadida foydalanish imkonini beradi.

Fotoxrom effekti maxsus aralashmali noorganik shisha, organik polimerlar kabi moddalar rangining qisqa to‘lqinlar diapazonidagi ultrabinafsha yoki ko‘zga ko‘rinuvchi qisqa to‘lqinli nurlanish oqimi ta’sirida o‘zgarishi bilan sodir bo‘ladi. Bu holda moddani dastlabki holatiga qaytarish uchun unga infraqizil diapazonli yorug‘lik bilan ta’sir etish yoki uni isitish talab etiladi.

Amorf tuzilishli yarim o‘tkazgichlarda kuzatiladigan fotokristalik effekt shunday hodisaki, unda yuqori intensivlikka ega bo‘lgan yorug‘lik oqimi ta’sirida moddaning kristallanish tarzida va shu tariqa sindirish ko‘rsatgichining o‘zgarishi yuz beradi.

Optik modulyatorlarning turlari: Elektrooptik, akustooptik, magnitooptik.

YOrug‘lik nurlanishini tashqi va ichki modulyasiyalash jarayonini amalga oshiruvchi qurilmalarni – optik modulyatorlar deb ataladi. Ularning ish mexanizmi optik eltuvchiga ta’sirning yuqorida ko‘rib o‘tilgan turlaridan biridan foydalanishga asoslangan bo‘lishi mumkin. Shunga ko‘ra modulyatorlarning quyidagi turlari mavjud:

- optik muhitda sodir bo‘ladigan elektrooptik jarayonlardan foydalanishga asoslangan elektrooptik modulyatorlar;

- optik muhitda sodir bo‘ladigan akustooptik jarayonlardan foydalanishga asoslangan akustooptik modulyatorlar;

- optik muhitda sodir bo‘ladigan magnitooptik jarayonlardan foydalanishga asoslangan magnitooptik modulyatorlar;

- yarim o‘tkazgichli tuzilmalarda sodir bo‘ladigan elektrooptik jarayonlardan foydalanishga asoslangan yarim o‘tkazgichli modulyatorlar.

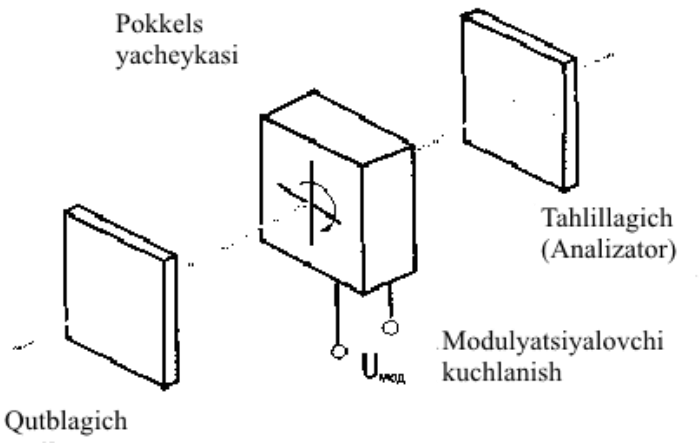
Elektrooptik modulyatorlar

Elektrooptik modulyatorning tuzilish sxemasi yukoridagi rasmda keltirilgan ko‘rinishga ega. Bu sxemani Pokkels yacheykasi deb nomlangan kristalni qutblanish tekisligi 90^0 ga farq qiladigan chiziqli

qutblagich va tahlillagich (analizator)lar orasiga joylashtirish orqali shakllan- tiriladi. Modulyatorning ish pritsipi quyidagicha: Pokkels yacheykasiga kuchlanish qo‘yilmagan holda u orqali o‘tgan nurning qutblanish tekisligi qo‘shimcha tarzda burilmaydi va kirishdagi chiziqli qutblagich yordamida tekislik bo‘yicha qutblangan yorug‘lik nuri tahlillagich, demak, modulyator chiqishiga o‘tmaydi.

Agar Pokkels yacheykasiga qo‘yilgan kuchlanish uning eng katta qiymatigacha oshirilsa, yacheyka qutblanish tekisligini o‘ngga buradi. Natijada yacheyka chiqishida qutblagich va tahlillagichdagi yorug‘lik nurining qutblanish tekisliklari orasidagi burchak amalda nolgacha kamayib, kirish nurining modulyator chiqishidan to‘liq o‘tishi ta’minlanadi.

5.2 - rasmdan ko‘rinadiki, modulyator ko‘ndalang turdagi ($z \perp E$) elektrooptik effekti – Pokkels effekti asosida ishlaydi. Boshqarish kuchlanishi U boshqa, ya’ni elektr maydon kuchlanganligi E ni o‘zgartirib, chiqish optik signali fazasini kirish signali fazasiga nisbatan siljitishga erishish mumkin. Modulyatorning chiqishiga joylashtirilgan tahlillagich (analizator) faza o‘zgarishlarini nurlanish intensivligining o‘zgarishlariga aylantirib beradi.



5.2-rasmChiziqli elektrooptik hodisa asosida ishlaydigan elektrooptik modulyatorning tuzilishi.

Modulyator chiqishidagi nurlanish intensivligi, kristaldagi yutilish jarayonini hisobga olmaganda, quyidagi munosabat bilan aniqlanadi:

$$I_{chiq.} = I_{kir}.\sin 2\,(\pi/2)(U_{boshq}./U\lambda/2), \qquad (5.6)$$

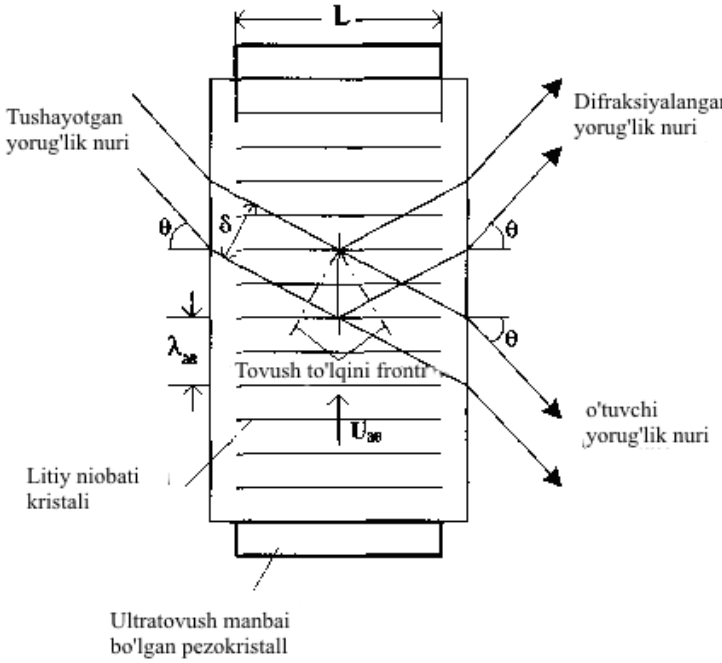
bu yyerda $I_{chiq.}$ va I_{kir}. – mos ravishda modulyatorning chiqish va kirishidagi nurlanish intensivligi, U_{boshq} – boshqarish kuchlanishi, $U\lambda/2$ – yarim to‘lqinli boshqarish kuchlanishi.

Modulyator tuzilishini maqbullashtirish va integral optik texnologiyaning yutuqlari bu turdagi modulyatorning turli xil qurilmalarda va eng avvalo SDH vaWDM tizimlarida keng qo‘llash imkonini beradi.

Akustooptik modulyatorlar

Modulyatorning tezkorligi tovush signalining yorug‘lik tutami (puchok) ko‘ndalang kesimidan o‘tish vaqti bilan aniqlanadi va 10-7s tartibga ega.

Akustooptik modulyatorning ish prinsipi ba’zi optik jihatdan shaffof materiallarda (masalan, litiy niobatida) sindirish ko‘rsatkichining bosimga bog‘liqligidan foydalanishga asoslangan. Bu bosim modulyatorning asosiy elementi vazifasini o‘tovchi, akustooptik yacheyka yaratish uchun ishlatiladigan akustooptik material sirtiga yopishtirilgan pezokritall tomonidan generatsiyalangan akustik to‘lqinlar tufayli vujudga keladi.



5.3- rasm. Yorug‘lik nurining akustooptik modulyatordan o‘tish sxemasi

Akustooptik modulyatorlar etarli darajada oddiy va ishonchli qurilmalardan hisoblanadi. Shunga qaramasdan ular muayyan kamchiliklarga ham egalar. Bu kamchiliklar quyidagilardan iborat:

- uzatish funksiyasining nochiziqligi;

- modulyasiya chuqurligining modulyasiya chastotasining ortishi bilan kamayishi. Bu hol ulardan yuqori tezlikli modulyasiyalash sxemalarida foydalanishni chegaralaydi;

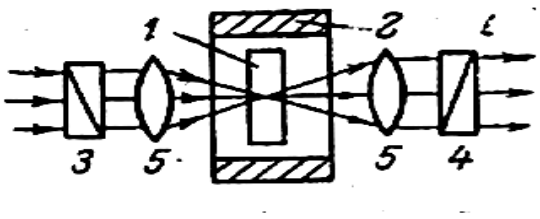
- modulyasiyalangan lazer nurlanishi chastotasining modulyasiyalovchi akustik chastota kattaligi qadar siljishi;

- difraksiyalangan va tushuvchi yorug‘lik tutamlari intensivliklarining nisbati bilan aniqlanadigan difraksiya samaradorligining unchalik katta emasligi (bu samaradorlikni akustik signal quvvatini oshirish hisobigi ta’minlash mumkin).

Magnitooptik modulyatorlar

Modulyatorlarni tayyorlash uchun magnitooptik moddalardan, masalan, ferritgranat yoki uch bromli xromlardan ham foydalapnish mumkin.

Magnitooptik modulyatorlarning ish prinsipi Faradey effektidan foydalanishga asoslangan. Bu effektning mohiyati yorug‘lik nurlanishi magnit maydoniga joylashtirilgan aktiv muhit bo‘yicha tarqalishi jarayonida uning qutblanish tekisligi buriladi. Tahlillagich qutblanish yo‘nalishi o‘zgarishlarining amplituda o‘zgarishlariga aylanishini ta’minlaydi.



5.4-rasm. Magnitooptik modulyatorning tuzilish sxemasi: 1 –aktiv muhit (magnitooptik modda); 2 – induksiyalovchi g‘altak; 3 – qutblagich; 4 – tahlillagich (analizator).

Biroq magnitooptik modulyatorlarning tezkorligi elektrooptik modulyatorlarga nisbatan ancha past. Ularning chegaraviy chastotasi 104 Gs dan oshmaydi. Bundan tashqari, magnitooptik modulyatorlarni boshqarish uchun katta kuchlanganlikka ega bo‘lgan magnit maydoni talab etiladi. Modulyasiya chuqurligining kamligi va optik nurlanishning magnitooptik moddalardagi kuchli yutilishi ham magnitooptik modulyatorlarning qo‘llanishini cheklovchi omillardan hisoblanadi.

Yupqa pardali va yarim o‘tkazgichli optik modulyatorlar

Yupqa pardali modulyatorlar eng istiqbolli hisoblanadi. Elektrooptik hodisalar sodir bo‘ladigan moddalar sifatida litiy niobati va tantalati hamda ularning qorishmalaridan foydalaniladi. Yupqa pardali modulyatorlar yaratishda chegaraviy chastotani bu turdagi asbobning hajmiy analoglaridagiga nisbatan oshirish mumkin bo‘ladi (108) Gs gacha). Bu turdagi modulyatorlar kichik qiymatli kuchlanish bilan boshqariladi.

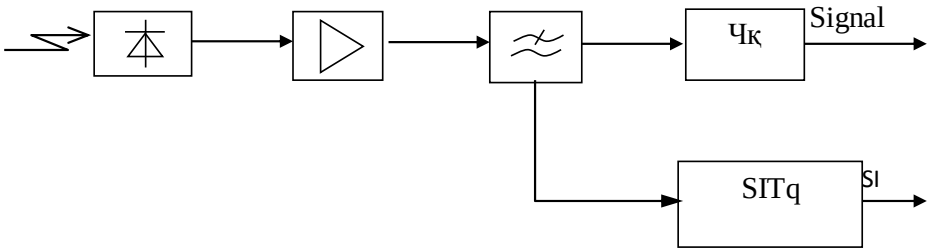
Optik aloqa tizimlarida yarim o‘tkazgichli modulyatorlardan ham foydalaniladi.

Yarim o‘tkazgichli p-n o‘tishlarda teskari yo‘nalishda qo‘yilgan kuchlanish ta’sirida hajmiy zaryad sohasida erkin zaryad tashuvchilar konsentratsiyasning o‘zgarishi tufayli chiziqli elektrooptik effekt sodir bo‘ladi. Bu hol dielektrik singdiruvchanlik, demak, sindirish ko‘rsatgichining modulyasiyalanishiga sabab bo‘ladi. Nurlanishni p-n o‘tish tekisligi bo‘ylab yupqa qatlamga kiritish zarur bo‘lgani uchun bu effektni hajmiy modulyatorlarda ro‘yobga chiqarish qiyinchilik tug‘diradi. Yupqa pardali tuzilmalarda bu talab oson bajariladi. GaAs, GaP kabi yarim o‘tkazgichlardan foydalanilganida boshqarish kuchlanishining qiymatini bir necha voltgacha kamaytirish mumkin.

Yarim o‘tkazgichlarda yorug‘lik nurlanishining yutilishi ikki xil mexanizm asosida – erkin zaryad tashuvchilarning bir energetik sathdan boshqa energetik sathga o‘tishi yoki elektronlarning valent energetik sohasidan o‘tkazuvchanlik energetik sohasiga o‘tishi hisobiga yuz beradi.

Intensivlik bo‘yicha modulyasiyalangan optik signalni fotoqabul qilgich tomonidan qabul qilish jarayonlari

Yarim o‘tkazgichlarda yorug‘lik nurlanishi yutilishining xuddi shu mehanizmlari nurlanish intensivligini modulyasiyalashda amaliy qo‘llanish topdi.



5.5-rasm. Raqamli signal bilan modulyasiyalangan optik nurlanishni qabul qilish sxemasi

Ishchi kuchlanishining kichik qiymatlari (bir necha volt), tuzilishining soddaligi, ishonchlilik, texnologik maqbullik bu turdagi modulyatorlarning afzalliklaridan hisoblanadi. Fotodiod bilan detektorlanadigan tok avval kam shovqinli dastlabki kuchaytirgichda kuchaytiriladi, so‘ng shovqin ta’sirini kamaytirish va qaror qabul qiluvchi sxema kirishida etarlicha yuqori sathli signalni olish uchun (chegaralovchi qurilma-CHq) filtrlanadi. Qaror qabul qilish sinxroimpulslarni tiklovchi qurilma (SITq) yordamida amalga oshiriladi. Ko‘pincha qabul qilish sxemasiga SAB-sathni avtomatik boshqarish bloki kiritiladi. SAB kuchaytirgichlarni kuchaytirish koeffitsientini, ko‘chkisimon FD qo‘llanilganda ko‘payish koeffitsientini va kirish sathi o‘zgarishlarini kompensatsiyalaydi.

Nazorat savollari

1. Yorug‘lik nurlanishi optik eltuvchisini modulyasiyalash jarayoniga ta’rif bering.
2. Optik eltuvchini yorug‘lik to‘lqinining qaysi parametrlari bo‘yicha modulyasiyalash mumkin?
3. Optik eltuvchini modulyasiyalashning qanday usullari mavjud?
4. Optik eltuvchini to‘g‘ri, tashqi va ichki modulyasiyalash jarayonlariga tafsiv bering.
3. Elektroptik, akustooptik, magnitooptik, fotoo‘tkazuvchanlik, fotoxrom va fotokristalik effektlarga tafsiv bering.
5. Optik nurlanishni tashqi va ichki usul bilan modulyasilashda qaysi fizik hodisalardan foydalaniladi?
6. Elektrooptik hodisalar (Pokkels va Kerr effektlari)ning mohiyatini tushuntiring.
7. Akustooptik hodisalar (Bregg va Raman-Nat effektlari)ning mohiyatini tushuntiring.

8. Magnitooptik hodisa (Faradey effekti)ning mohiyatini tushuntiring.

9. Yorug‘lik nurlanishini modulyasiyalash maqsadida qo‘llaniladigan fotoo‘tkazuvchanlik, fotoxrom va fotokristalik hodisalarning mohiyatini tushuntiring.

10. Optik modulyator qurilmasiga ta’rif bering.

11. Optik modulyatorning qanday xillari mavjud?

12. Ish mexanizmining xususiyatlariga ko‘ra optik modulyatorlar qanday guruhlarga ajratiladi?

13. Elektrooptik modulyatorning tuzilishi va ish prinsipini tavsiflang.

14. Elektrooptik modulyator qanday parametrlar bilan tavsiflanadi? Ularga ta’rif bering.

15. Elektrooptik modulyatorning afzalliklari va kamchiliklari nimada?

16. Max-Sender interferometri sxemasidan foydalanishga asoslangan elektrooptik modulyatorning tuzilishi va ish prinsipini tavsiflang. Bu turdagi modulyatorning afzalliklari nimada?

17. Akustooptik modulyatorning tuzilishi va ish prinsipini tavsiflang. Bu turdagi optik modulyatorning kamchiliklari nimada?

18. Magnitooptik modulyatorning tuzilishi va ish prinsipini tavsiflang. Bu turdagi optik modulyatorning kamchiliklari nimada?

19. Yupqa pardali optik modulyatorlarning hajmiy modulyatorlardan afzalliklari nimada?

20. Yarim o‘tkazgichli elektrooptik modulyatorlarning ish mexanizmlari qanday jarayonlardan foydalanishga asoslangan. Bu turdagi optik modulyatorlarning afzalliklari nimada?

1.9. Optik aloqa tizimlarining fotoqabul qilgichlari

Kirish optik signallarni elektr signallariga aylantirish uchun fotoqabulqilgichlar qo‘llaniladi. So‘ng bu signallar fotoqabulqilgichni elektr qurilmalarida kuchaytiriladi va qayta ishlanadi. Bu maqsadlar uchun qo‘llaniladigan fotoqabulqilgichlar talab etiladigan polosa kengligiga, dinamik diapazonga, sezgirlikka, tola bilan puxta bog‘lanish uchun etarli o‘lchamga ega bo‘lishi, tashqi muhit o‘zgarishlariga sezgir bo‘lmasligi, xizmat muddati esa yuqori bo‘lishi kerak. Bu talablarga yarim o‘tkazgichli fotodiodlar (FD) to‘liqroq javob beradi.

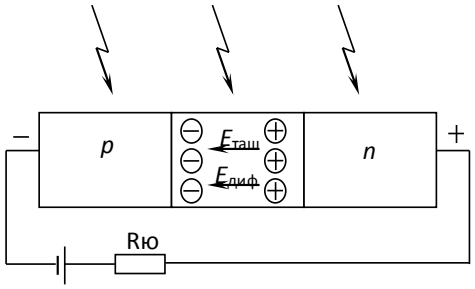
OA tizimlarida yarim o‘tkazgichli fotodiodlarning ***p-i-n FD*** va ***ko‘chkisimon FD*** turlari keng tarqalgan.

Yarim o‘tkazgichli FD ishi ichki fotoeffektga asoslangan bo‘lib, bunda yorug‘lik fotonini yutilishidan yangi zaryad tashuvchi juftliklari-elektron va kovaklar hosil bo‘ladi. Ya’ni foton atom bo‘lib yutilib, elektronlarni qo‘zg‘atadi va elektronlarni valentlik zonasidan o‘tkazuvchanlik zonasiga o‘tkazadi. Bu o‘tishlar elektr signallarni shakllanishiga sharoit yaratadi.

Agar aralashma materialli r- va n-turdagi yarim o‘tkazgichlar birlashtirilsa, elektronlar diffuziyasi r-turdagi yarim o‘tkazgichda, kovaklar diffuziyasi esa n-turdagi yarim o‘tkazgichda yuz beradi. Bunda kontakt maydon zaryad tashuvchilari kam bo‘lgan, juda ingichka aktiv qatlam hosil bo‘ladi. Yarim o‘tkazgichlarga (6.1-rasm) kontakt diffuzion maydon E_{dif} yo‘nalishiga mos keladigan tashqi elektr maydon E_{tash} berilganda aktiv soha kengayadi. Bu p-n o‘tishning teskari siljish holatiga mos keladi [4].

Teskari siljishli r-n-o‘tishga $h\cdot\nu$ energiyali fotonlar uch holatda yutilib, elektron-kovak juftligini hosil qilishi mumkin:
1. aktiv sohada yutilish;
2. r-sohada yutilish;
3. n-sohada yutilish.

Birinchi holatda elektron-kovak juftligi aktiv sohada hosil bo‘ladi va kuchli elektr maydon ta’siri natijasida juftliklar bo‘linib, elektronlar n-sohaga, kovaklar r-sohaga harakat qiladi. Tashuvchilarni harakati natijasida R_{yu}-yuklama qarshiligidan elektr toki oqib o‘tadi.



6.1-rasm. Yarim o‘tkazgich fotodiodning ishlash prinsipi.

Ikkinchi va uchinchi holatlarda elektron-kovak juftligi r-va n-sohalarda hosil bo‘ladi. Bu sohalarda elektr maydon amalda mavjud emas, natijada tashuvchilarni o‘tishga harakati asosan faqatgina diffuziya

hisobiga bo‘lishi mumkin. Agar p-n-o‘tishgacha bo‘lgan masofa diffuziya uzunligidan katta bo‘lsa, unda aktiv sohaga borishga ulgurib etmay, hosil bo‘lgan juftliklar rekombinatsiyalanib bo‘ladi. Agar bu masofa kichik bo‘lsa, katta ehtimollik bilan juftliklar aktiv sohaga etib boradi va kuchli elektr maydon ta’sirida bo‘linadi va elektron (yoki kovak) tezda aktiv soha orqali boshqa sohaga qarab harakat qiladi. Bunda ham R_{yu} orqali oqib o‘tuvchi elektr toki hosil bo‘ladi.

Fotoqabul qilgichlarning xarakteristika va parametrlari

Agar har bir yutiladigan kvant elektron-kovak juftligini hosil qilsa, R_{yu} orqali oqib o‘tuvchi I elektr tokining o‘rtacha qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$I=q\cdot N=q\,(P/\,h\cdot\nu)\,, \qquad (6.1)$$

bu yyerda q-tashuvchi elektron zaryadi, $q=1{,}6\cdot 10^{-19}$ Kl;

N-tashuvchilar soni;

P-optik nurlanish quvvati, Vt;

$h\cdot\nu$-kvant energiyasi, Vt·s yoki kVt·soatda o‘lchanadi.

Elektronlarni valent zonadan o‘tkazuvchanlik zonaga o‘tishi uchun yutilayotgan kvant energiyasi yetarlicha bo‘lishi kerak, ya’ni $h\cdot\nu$ kvant energiyasi man etilgan soha kengligidan katta $h\cdot\nu \geq \Delta W_{m.e.s}$ bo‘lishi kerak.

Yutiladigan yorug‘lik kvantlarining hammasi ham elektr toki impulslarini hosil qilmaydi. Shuning uchun fotodiodlar, fotonlarni elektr tokiga aylanish samaradorligini xarakterlovchi η-**kvant samaradorligi** koeffitsienti bilan baxolanadi [4].

Kvant samaradorligini hisoblash formulasi:

$$\eta = 1{,}24\cdot 10^{5}\ S/\lambda\ ,\ \%, \qquad (6.2)$$

bu yerda S-sezgirlik, A/Vt;

λ-optik signalning to‘lqin uzunligi, nm.

Shu tarzda umumiy xolda R_{yu} orqali o‘tayotgan elektr tokiningo‘rtacha qiymati quyidagi formuladan topiladi:

$$I=\eta\, q\,(P/h\cdot\nu)=S\cdot P. \qquad (6.3)$$

YUqori sifatli kremniy fotodiodlarini kvant samaradorligi 80 % etishi mumkin. Lekin fotodiodlarni kvant samaradorligini 100% bo‘lishiga erishib bo‘lmaydi [6].

Turli to‘lqin uzunliklari fotoqabulqilgichlarini yaratish uchun qo‘llaniladigan elementlar va materiallar

6.1-jadval

Material	**Qabul qilinadigan to‘lqin uzunliklar diapazoni λ, nm**
Kremniy	400-1000
Germaniy	600-1600
GaAs	800-1000
lnGaAs	1000-1700
lnGaAsP*	1100-1600

6.2-rasmda esa kvant samaradorligini to‘lqin uzunligiga bog‘lanishi ko‘rsatilgan [1].

*-aralashmalar qo‘shish, legirlash darajasiga bog‘liq

Kvant samaradorligi bilan bir qatorda sezgirlik va vaqt doimiysi fotoqabulqilgichlarning asosiy xarakteristikalari hisoblanadi.

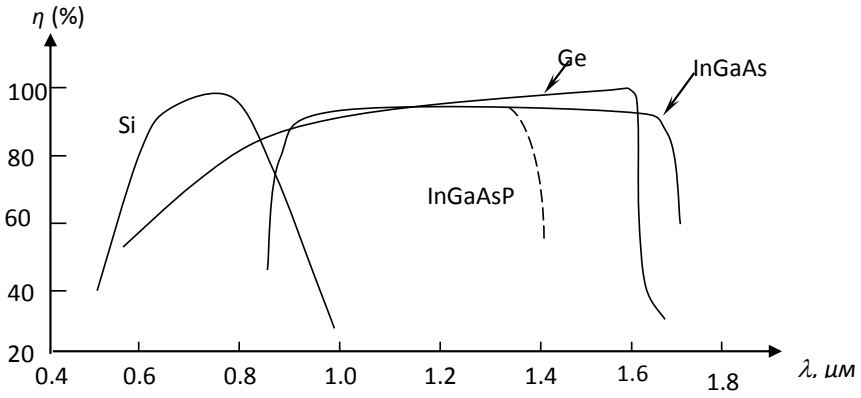
Fotodiod sezgirligi - S bu yorug‘lik quvvatini elektr tokiga aylanishdagi to‘liq foydali ish koeffitsientidir (FIK), ya’ni fototok I o‘rtacha qiymatining optik quvvat R o‘rtacha qiymatiga nisbatidir, A/Vt [4]:

$$S= I/R , \qquad (6.4)$$

yoki (9.4) ni hisobga olganda

$$S= \eta\ (q/h\cdot\nu). \qquad (6.5)$$

Bundan ko‘rinib turibdiki, aktiv sohada yutiladigan yorug‘lik oqimlari qancha ko‘p bo‘lsa, ya’ni η-kvant samaradorligi qancha yuqori bo‘lsa, sezgirlik ham shuncha yuqori bo‘ladi.



6.2-rasm. Turli materiallar uchun kvant samaradorligining to‘lqin uzunligiga bog‘lanishi.

Vaqt doimiysi τ -foto qabul qilgichning tezkorligini xarakterlaydi va u ko‘pgina parametrlarga: aktivsoha kengligiga, to‘lqin uzunligiga, shuningdek tashuvchilar diffuziya oqibatida yoki elektr maydon ta’sirida harakat qilishiga bog‘liq.

FD vaqt doimiysi τ diffuziya vaqtiga va aktivsohadan o‘tish vaqtiga bog‘liq. Shuning uchun p- va n-sohalarning, shuningdek aktivsohaning o‘lchamlari muhim hisoblanadi. Kelayotgan nurni aktivsohada to‘liq yutilishi, kvant samaradorligini oshirish maqsadida p-va n-sohalar ingichkaroq, aktivsoha esa kengroq qilib ishlab chiqariladi. Bu p- va n-sohalarga aralashmalarni ko‘proq qo‘shish, ya’ni yuqori legirlash, aktivsohani esa kamroq legirlash yordamida amalga oshiriladi[1]. p- va n-sohalarga fotonlar tushganda diffuziya toki hosil bo‘ladi, bu esa FD tezkorligini kamaytiradi. Lekin, aktivsoxa o‘lchamining kengligi xam, bu soxadan tashuvchilarni o‘tish vaqtini oshiradi. p-i-n turdagi diodlarda aktivsoxa kengligi 20 mkm atrofida bo‘ladi [6].

FDni xarakterlovchi eng muhim ko‘rsatkichlardan biri bu shaxsiy shovqinlar sathi hisoblanadi. Shovqinlar regeneratsiyalash punktlari orasidagi masofaga ta’sir qiladi. FDda doimiy oqib o‘tadigan tok qiymati I_0 bilan shartlanadigan drob shovqinlari asosiy shovqin omili hisoblanadi. Drob

$$2 \cdot q \cdot I_0 \cdot \Delta\nu = \sqrt{2} \cdot q \cdot I_0 \cdot B \ , \quad (6.6)$$

bu yerda: q-elektron zaryadi;

I_0 - FDdan doimiy oqib o‘tuvchi tok qiymati;

$\Delta\nu$ - chastota polosasi kengligi;

B - uzatish tezligi.

Nazorat savollari

1. Fotoqabulqilgichlariga qanday talablar qo‘yiladi?
2. Yarim o‘tkazgichli (FD)ning ish prinsipini tushuntiring.
3. Optik aloqa tizimlarida fotoqabulqilgichning qanday turlaridan foydalaniladi?
4. Fotoqabulqilgichlar qanday yarim o‘tkazgich materiallardan tayyorlanadi?
5. Fotodiodning tezkorligi qanday omillar bilan belgilanadi?
6. Fotodiodning kvant samaradorligi koeffitsientiga ta’rif bering.
7. Fotodiodning sezgirlik parametrlariga ta’rif bering. Ushbu parametrlarning qiymati qaysi omillar bilan belgilanadi?
8. p-i-n (FD)ning tezkorligi va sezgirligini ta’riflang.
9. Optik signalni qabul qiluvchi modulning vazifasi va tuzilishini tushintiring.
10. Optik signalni qabul qiluvchi modulning qaysi bloki sinxronizatsiyani ta’minlash uchun xizmat qiladi?

Tolali optik aloqa tizimlarining passiv elementlari

TOA tizimlarini normal ishlashi uchun ularni tarkibiga, turli xil passiv optik qurilmalar kiritiladi. Passiv optik qurilmalarga quyidagilar kiradi: optik signalni kiritish va chiqarish qurilmalari, ulagichlar, izolyatorlar, tarmoqlagichlar, filtrlar, attenyuator va boshqalar. Bu qurilmalar uchun quyidagi parametrlar umumiy hisoblanadi: turg‘un to‘lqin koeffitsienti, qurilmalar tomonidan kiritiluvchi shovqin, to‘lqin uzunligining ishchi diapazoni, ruxsat etiladigan quvvat sathi.

1. Turg‘un to‘lqin koeffitsienti k_{tt} va yuguruvchi $k_{yut}$to‘lqin koeffitsientlari qurilmani optik trakt bilan moslashish darajasini aniqlaydi, Ular aks etish koeffitsienti ρ bilan bog‘liq:

$$k_{tt}=1/\ k_{yut}=(\ 1+\left|\ \rho\ \right|)/(\ 1-\left|\ \rho\ \right|), \qquad (7.1)$$

bu yerda $\left|\ \rho\ \right|=\sqrt{P_{aks.\ e}/P_{tush}}$;

$P_{aks.e}$ va P_{tush} – mos ravishda aks etgan va tushayotgan to‘lqin quvvatlari. Ideal moslashishda aks etgan to‘lqinlar mavjud bo‘lmaydi, ya’ni $P_{aks.e.}=0$, $\rho=0$ va $k_{tt}= k_{yut}=1$

Moslashmaganlik uzatilgan signalni buzilishiga (kengayishiga) va qo‘shimcha yo‘qotishlarga olib keladi.

2. Kiritiluvchi so‘nish (yo‘qotish)lar a, dB qiymati, optik qurilmaning kirish P_{kir} va chiqish P_{chiq} quvvatlari nisbatini logarifmi orqali aniqlanadi:

$$a =10 \lg (P_{kir}/P_{chiq}). \qquad (7.2)$$

Kiritiluvchi so‘nish optik to‘lqinlarni yoki yorug‘likni yutilishi, sochilishi va aks etishi bilan shartlanadi.

3. Qurilmaning asosiy parametlarini berilgan texnik normalar doirasidan chiqmaydigan to‘lqin uzunligi diapazoni $\lambda_{min}.....\lambda_{maks}$ yoki chastota diapazoni $f_{min}...f_{maks}$ ishchi diapazoni deyiladi.

4. Asosiy parametrlari berilgan texnik normalar doirasidan chiqmaydigan quvvat sathi ruxsat etiladigan hisoblanadi. Ruxsat etilgan sathdan yuqori quvvatli signal o‘tganda, qurilmani kuyishi istisno etilmaydi. Boshqa parametrlar muayyan qurilmalarni bajaradigan vazifasidan kelib chiqqan holda aniqlanadi.

Optik multipleksor, demultipleksorlar

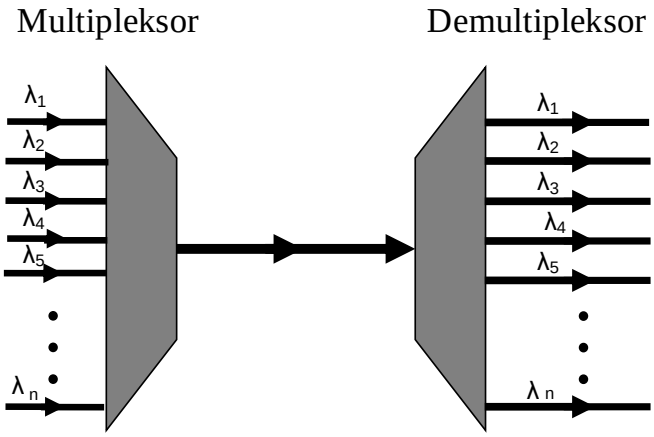
Optik multipleksor va demultipleksorlar spektral sezgir bo‘lib, selektiv hisoblanadi, ya’ni ularni xarakteristikalari optik to‘lqin uzunligiga bog‘liq.

To‘lqin uzunligi bo‘yicha zichlashtirilgan (WDM) tolali optik aloqa tizimlarida har bir uzatuvchi modul lazeri muayyan chastotali signalni generatsiyalaydi. Bu signal (kanal)larni tolali optik liniya bo‘yicha uzatish uchun ularni yagona guruhiy signalga birlashtirish kerak. Bu vazifani bajaradigan qurilmani optik multipleksor (MUX) deb ataladi. Optik aloqa liniyasining boshqa uchida shunga o‘xshash qurilma guruhiy signalni axborotdan foydalanuvchilarga etkazish maqsadida alohida signal (kanal)larga ajratib beradi va bu qurilmani optik demultipleksor deb ataladi. Kanallarni vaqt bo‘yicha zichlashtirish uchun mo‘ljallangan va asosiy e’tibor uzatuvchi va qabul qiluvchi optoelektron modullarni

sinxronlash aniqligiga qaratilgan TDM tizimlaridan farqli ravishda spektr bo‘yicha zichlashtirilgan tolali optik aloqa tizimlarida alohida signallarning parametrlari avvaldan aniq ma’lum bo‘lgan spektral tashkil etuvchilari bo‘yicha multiplekslanadi va demultiplekslanadi (7.1-rasm).

Interferension filtrlar asosidagi multipleksorlash texnologiyasi ancha qadimiy va keng tarqalgan texnologiya xisoblanadi. U Fabri-Pero rezonatori ish prinsipida ishlaydi.

Bitta interferension filtr $\lambda_1 ..... \lambda_n$ oqimni λ_1 va $\lambda_2 ..... \lambda_n$ oqimga ajratadi. Bunda ko‘p to‘lqinli oqimdan faqat bitta tashuvchini ajratib olishi mumkin. n ta tashuvchini demultipleksorlash uchun esa n ta filtr o‘rnatish kerak bo‘ladi.



7.1-rasm. To‘lqin uzunligi bo‘yicha zichlashtirilgan tolali optik aloqa tizimlarida multiplekslash va demultiplekslash jarayonlari.

Optik multiplekslash va demultiplekslash kombinatsiyalashgan yoki o‘zaro ketma-ket joylashgan tor oraliqli (polosali) filtrlardan foydalanishga asoslanadi. Optik signallarni filtrlash uchun, jumladan, yupqa pardali filtrlar, tolali yoki bregg difraksiya panjaralari, payvandlangan tolali shahoblagichlar, suyuq kristallar asosidagi filtrlar, integral optik qurilmalari (fazar deb ataladigan fazali to‘lqin uzatgichli difraksiya panjaralari) dan foydalaniladi.

Multipleksorlar tolali WDM optik aloqa tizimlaridan tashqari, shuningdek, tolali optik kuchaytirgichlarda, mahalliy tarmoqlarda signallarni to‘lqin uzunligi bo‘yicha marshrutlash chog‘ida va boshqa ayrim hollarda ham qo‘llaniladi.

Multipleksorlar yig‘iluvchi va ajratiluvchi optik signallar (kanallar) soniga qarab ikki guruhga bo‘linadi [1] :

- to‘lqin uzunligi bo‘yicha kanallar orasidagi masofa 20 nm dan kam bo‘lmagan bir necha (4 tagacha) spektral kanallarni birlashtiruvchi multipleksorlar;

- spektral kanallar orasidagi masofa 0,4, . . . , 1,6 nm oraliqda yotgan hamda 4 tadan ko‘p — 8 ta, 16 ta, 32 ta va undan ko‘p sondagi kanallarni birlashtiruvchi multipleksorlar.

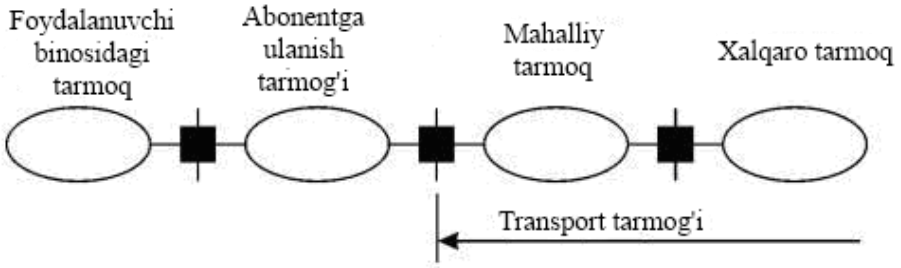
Hozirgi vaqtda qo‘llaniladigan spektr bo‘yicha zichlashtirilgan (WDM) optik aloqa tizimlarida alohida kanallar orasidagi chastotaviy oraliq 100 GGs (0,8 nm) ni tashkil etadigan optik multiplekslovchi va demultplekslovchi qurilmalar eng keng qo‘llaniladi. So‘nggi yillarda yaratilgan multiplekslovchi qurilmalar 50 Ggs va undan kichik chastotaviy oraliqda joylashgan kanallarni uzatishni ta’minlash imkonini beradi. Zamonaviy multipleksorlar asosan yupqa pardali filtrlar va biroz kamroq darajada to‘lqin uzatgichli difraksiya panjaralari matritsalari hamda bregg panjaralari asosida tayyorlanadi. To‘lqin uzunligi bo‘yicha zichlashtirilgan optik aloqa tizimlarida kanallar joylashuvi zichligini yanada oshirish, multiplekslovchi optik quril-malarga qo‘yiladigan talablarning qat’iylashuvi jarayonida foydala-niladigan texnologiyalarning turi o‘zgarishi mumkin.

Abonent kirish optik tarmoqlari

Zamonaviy telekommunikatsiya tarmoqlarini ikkita tarmoq sifatida ta’riflash mumkin: transport va abonent ulanish(kommutatsiyalanuvchi) tarmoqlari. Transport va abonent ulanish (kommutatsiyalanuvchi) tarmoqlarini ierarxik sathlar bo‘yicha tasvirlash mumkin. Telekommunikatsiya aloqa tarmoqlarida ierarxiyaning to‘rtta sathini ajratish mumkin (9.1-rasm)

Modelning birinchi elementi – foydalanuvchi binosidagi tarmoq (Customer Ppemises Equimpment -CPE). Ikkinchi element – abonent kirish tarmog‘i (Access Network), u tranzit (transport) tarmoqqa chiqishni

ta’minlaydi. Bu tarmoq ikkita sathga ajraladi – maxalliy (Local) va shaharlararo (Long-distance).

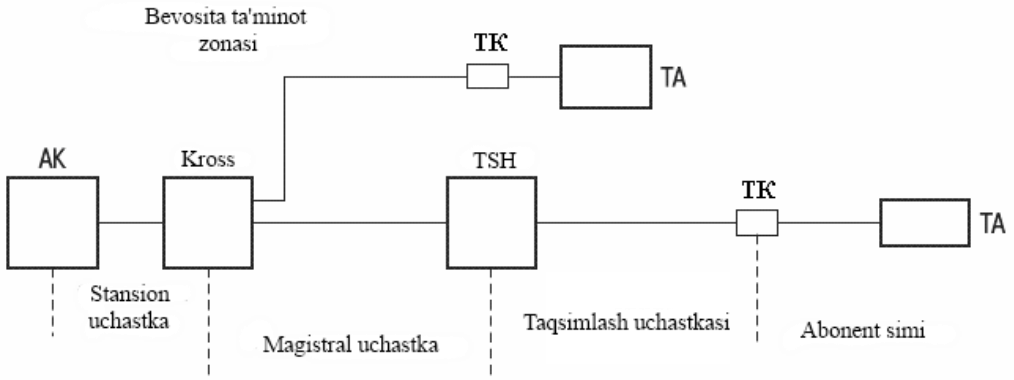


8.1-rasm. Telekommunikatsiya aloqa tarmoqlarida ierarxik sathlar.

Telekommunikatsiya aloqa tarmog‘ining tuzilishi

Abonent liniyasining xamma uchastkalarining, stansion uchastkasini istisno qilganda, uzunliklari istiqbolli abonent kirish tarmoqlarini rejalashtirishda amaliy qiziqish uyg‘otadi. Abonent liniyasini boshqacha talqin etish mumkin:

- oxirgi milya (krossdan uygacha masofa);
- oxirgi yard (uy chegarasidagi ajratish);
- oxirgi fut (xonadondagi ajratish).



8.2-rasm. Kommutatsiyalanadigan stansiyalar abonent tarmog‘ining strukturasi.

Mis simli abonent kirish tarmoqlarining quyidagi kamchiliklarini ko‘rsatish mumkin:

- abonent kirish tarmoqlarida axborot almashinish ishonchliligi va sifati ko‘rsatgichlarining pastligi o‘ziga xosdir;

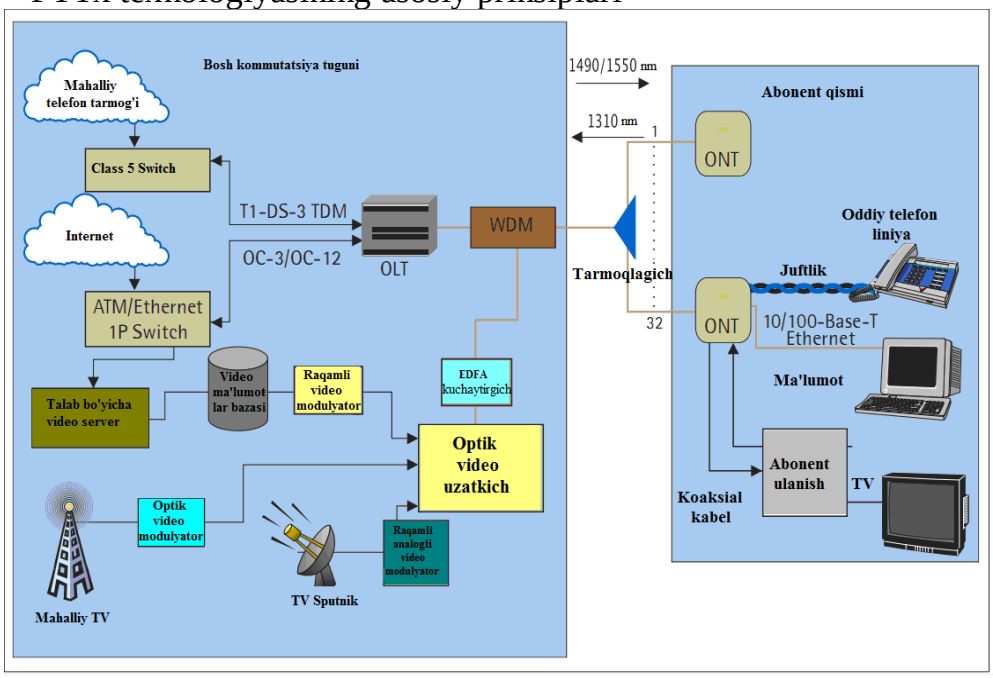
- abonent kirish tarmoqlarining foydali ish koeffitsienti juda kamligi (o‘tkazilayotgan trafik intensivligi) texnik vositalardan foydalanish samarasining pastligiga olib keladi.

Mis simli abonent kirish tarmoqlarining yuqorida ko‘rilgan kamchiliklari, ulardan foydalanishdagi muammolarni xal etish uchun abonent kirish tarmoqlarini modernizatsiyalash zaruratini tug‘dirdi.

Keyingi yillarda infokommunikatsion tizimning xech bir elementi abonent kirish tarmog‘i kabi sezilarli o‘zgarishlarga duchor bo‘lmadi. Abonent liniyalarini modernizatsiyalash, o‘tkazish polosasini kengaytirishning eng optimal usuli – xamma fizik zanjirlarni optik tolali kabellarga almashtirishdir. Bu abonent kirish tarmog‘idagi muammolarni hal etish imkonini beradi hamda abonent liniyalarining uzoq muddatli evolyusiyasini ta’minlaydi.

Keng polosali optik kirish tarmoqlarini tuzishda FTTx va PON optik texnologiyalari qo‘llanilmoqda.

FTTx texnologiyasining asosiy prinsiplari



8.3-rasm. FTTx texnologiyasining umumiy arxitekturasi

Abonent liniyalarini optiklashtirish juda katta o‘tkazish oralig‘ini ta’minlaydi va nafaqat barcha telekommunikatsiya xizmatlarini, balki televidenie, ma’lumotlar uzatish, multimedia dasturlarini uzatish imkoniyatini beradi. Narx ko‘rsatkichlari ham anchagina yaxshi – optik kabellar narxi kundan-kunga pasayib bormoqda. Optik abonent liniyalari amaliy jihatdan xizmat ko‘rsatishga muhtoj emas va etarli darajada ko‘p ishlaydi.

Abonent optik kirish tarmoqlari FTTx (Fiber Transport To…, ya’ni optik transport tarmog‘i... gacha) degan nom olib yangi avlod tarmoqlarini qurishda keng qo‘llanilmoqda. FTTx ning umumiy arxitekturasi 9.3-rasmda keltirilgan.

FTTx tuzilishiga ko‘ra quyidagi turlardan iborat:

FTTSab (Fiber To The Cabinet) – taqsimlash jovonigacha optik kabel yotqizish;

FTTS (Fiber To The Curb) – taqsimlash qutisigacha optik kabel yotqizish;

FTTN (Fiber To The Home) – uygacha optik kabel yotqizish;

FTTV (Fiber To The Building) – binogacha optik kabel yotqizish;

FTTP (Fiber To The Premises) – tarmoq segmentigacha optik kabel yotqizish;

FTTO (Fiber To The Office) – ofisgacha optik kabel yotqizish;

FTTU (Fiber To The User) – foydalanuvchi terminaligacha (OK) yotqizish [3].

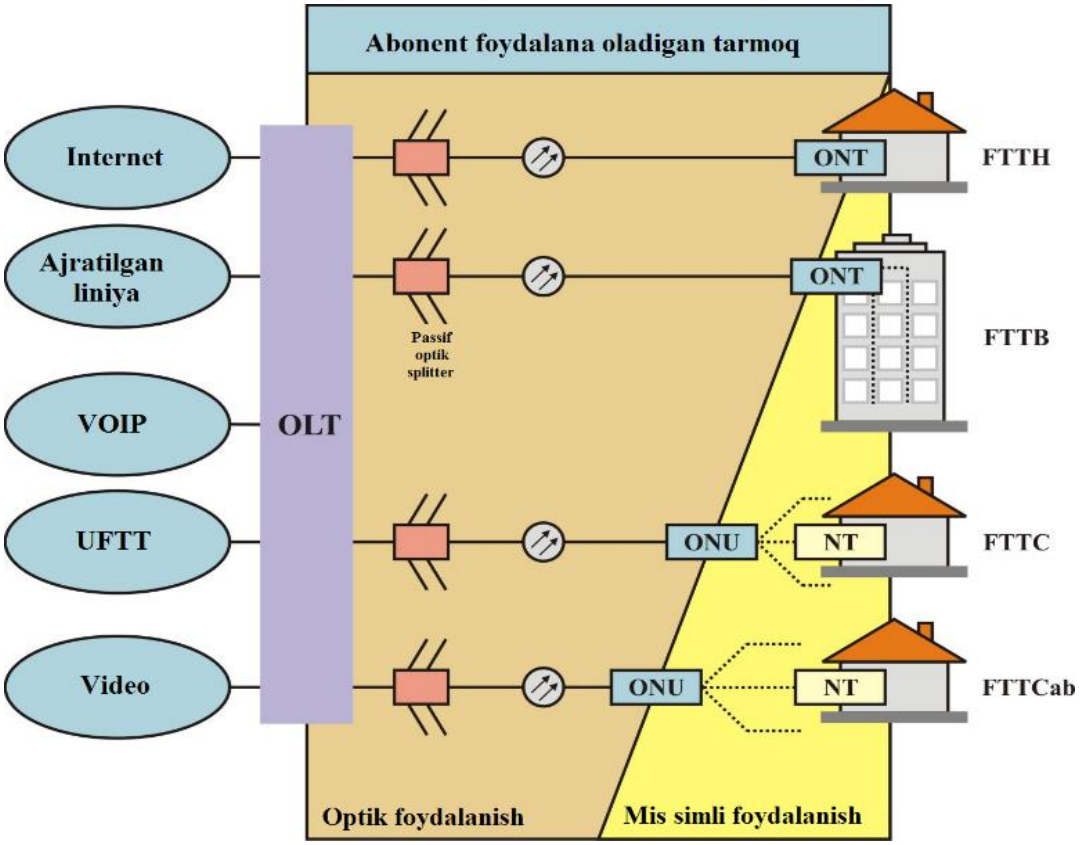
9.4-rasmda FTTx konsepsiyasini amalga oshiruvchi asosiy variantlar keltirilgan.

FTTx texnologiyalarini xususiyatlari:

9.4-rasmda ko‘rsatilgandek, abonent kirish istalgan usulining asosini OLT (Optical Line Terminal) tarmoq optik tugallanish va ONT (Optical Network Terminal) abonent tuguni terminal optik tugallanish elementlarining o‘zaro ulanishi yotadi. Abonent liniyasi uchastkasida ONT ni joylashuviga bog‘liq holda FTTx texnologiyalari farqlanadi.

FTTN:

- optik kabelning ko‘p sarflanishi qimmat va optik tolani abonentgacha (yangi) tortish kerak;
- oraliqlarda aktiv qurilma ishlatilmasligi sarf xarajatlarni kamaytiradi;
- yuqori o‘tkazish polosasi ega;
- turli multiservisli xizmatlarini taqdim etish imkoniyatini beradi;
- yuqori uzatish sifatini, to‘liq optik tarmoqlarga o‘tish imkonini yaratadi.



8.4-rasm. FTTx texnologiyasini amalga oshirish variantlari.

FTTB:

- optik tola / kabel ko‘p sarflanmaydi;
- mavjud bo‘lgan abonent o‘tkazgichidan foydalanish mumkin;

- o‘tkazish polosasi bo‘yicha chegaralangan;

- oraliqlarda aktiv qurilma ishlatilishiqo‘shimcha sarf xarajatlarga olib keladi.

FTTS:

- nisbatan arzon;

- o‘tkazish qobiliyati chegaralangan.

Passiv optik tarmoq texnologiyalari

Agar oxirgi yillarda zamonaviy aloqa tarmoqlarining tolali optik kabellar orqali tashkil qilinayotganini, o‘tkazuvchanlik qobiliyatining yuqoriligini nazarda tutsak, abonent tarmoqlarida PON texnologiyasini qo‘llash maqsadga muvofiqdir.

PON texnologiyasining asosiy vazifasi, markaziy tugunlar orasidagi magistralni (SDH/ATM) va abonent tugunlarini ulash, shuningdek daraxtsimon topologiyali to‘liq passiv optik tarmoqni yaratishga asoslangan, oraliq tugunlarda esa ta’minot va xizmatni talab qilmaydigan kompakt passiv optik ajratgich (birlashtirgichlar yoki splitterlar deb ham ataladi) joylashgan. Bunday texnologiya ko‘proq paketli kommutatsiya transport texnologiyasiga mos keladiChunki u ma’lumotlarni yuqori tezlikda uzatish hisobiga trafiklarni (ovoz, ma’lumot va video) birlashtirish va lozim bo‘lgan sifatli xizmatni ta’minlaydi va Telekommunikatsiyalar bo‘yicha xalqaro elektraloqa ittifoqi (ITU-T) tomonidan G.983.1 va G.983.2 tavsiyalari nomini olgan.

PON passiv optik tarmoqlagichlari asosidagi daraxtsimon topologiy (9.5–rasm), shu texnologiya asosidagi “nuqta – ko‘p nuqta” mantiqiy topologiya qo‘llaniladi. Markaziy tugunning bitta porti, o‘nlab abonentni qamrab oluvchi daraxtsimon arxitektura asosida butun boshli optik-tolali segmentni ulashi mumkin. Bunda daraxtning oraliq tugunlarida manba va xizmat talab qilmaydigan zich, to‘liq passiv optik ajratkichlar (splitterlar) o‘rnatiladi.

PON arxitekturasining afzalliklari:

- oraliq aktiv qurilmalarning yo‘qligi;

- markaziy tugunda optik uzatgich va qabul qilgichlarning tejalishi;

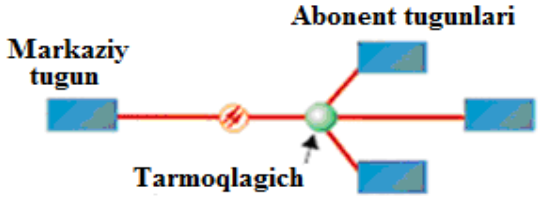
- tolaning tejalishi;

- yangi abonentlarni ulashning engilligi va xizmat ko‘rsatishning qulayligi.

Kamchiligi: PON texnologiyasining murakkabligi va oddiy daraxt topologiyasida zahiralashning yo‘qligidir.

PON tarmog‘ining xususiyatlari:

- bir tola bo‘yicha bir-biriga qarama-qarshi ikki uzunlikdagi (1550 nm va 1310 nm) to‘lqinni uzatuvchi daraxtsimon arxitekturadan iborat. Ikki xil to‘lqin uzunligi uzatgich va qabul qilgich orasida yaxshiroq izolyasiyani ta’minlaydi, shuningdek ikki to‘lqin uzunliklarining ta’sirlashuvida qimmat bo‘lmagan planar lazer diodlar (PLC) ni ishlatish mumkin, bu tizim narxini sezilarli darajada kamaytiradi [4];



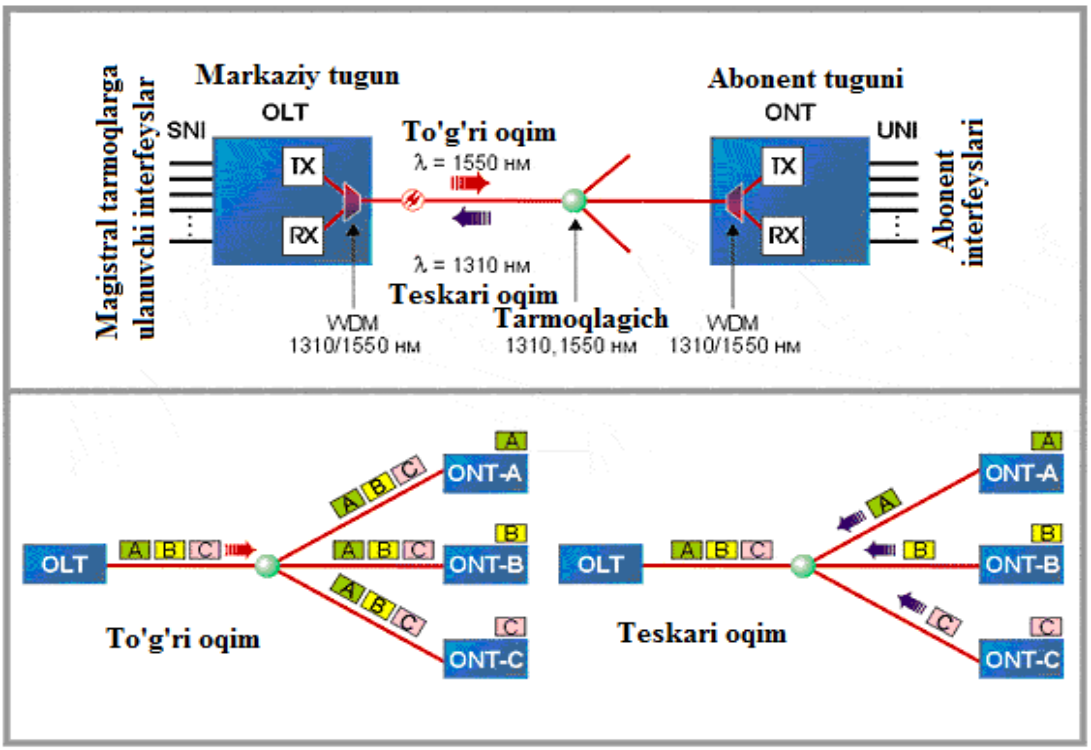
"Passiv optik tarmoqlagichlari asosidagi daraxtsimon topologiya"

8.5-rasm. PON ning passiv optik tarmoqlagichlari asosidagi daraxtsimon topologiya.

- daraxtning oraliq tugunlarida passiv optik tarmoqlagichlar joylashadi;

- TDMA ulanish usulidan foydalanish abonenlar orasida o‘tkazish polosasini moslashuvchan taqsimlanishiga yo‘l qo‘yadi;

- markaziy tugundan kelayotgan bitta tolaga 32 ta, maksimum 64 ta abonent tugunlarini ulash mumkin;



8.6-rasm. PON arxitekturasining asosiy elementlari va ish prinsipi.

- PON texnologiyasida kiruvchi trafikni keng ommaga etkazib berishda oqimlarni spektral ajratishdan va chiquvchi kanalda esa vaqt bo‘yicha multipleksorlashdan foydalaniladi;

- maksimal masofasi 20 km ni tashkil qiladi.

Yuqoridagi 9.6-rasmda PON texnologiyasining ishlash prinsipi ko‘rsatilgan[6].

PON texnologiyasidagi asosiy terminlar: Markaziy tugun OLT (Optical Line Terminal) – markaziy ofisda o‘rnatiladigan qurilma. Bu qurilma SNI (Service Node Interfaces) orqali magistral tarmoqlardan ma’lumotlarini qabul qiladi va abonent tugunlariga kiruvchi oqimga shakllantiradi.

Abonent tuguni ONT (Optical Network Terminal) bir tomondan abonent interfeysiga, boshqa tomondan uzatishda 1310 nm to‘lqin uzunligida, qabul qilishda esa 1550 nm to‘lqin uzunligida PON daraxtiga ulanuvchi interfeysga ega. Nazariy bir xil to‘lqin uzunligidan foydalansa ham bo‘ladi, lekin ikki xil to‘lqin uzunligi uzatgich va qabul qilgich orasida yaxshiroq izolyasiyani ta’minlaydi, shuningdek ikki to‘lqin

uzunliklarining ta’sirlashuvida qimmat bo‘lmagan planar lazer diodlar (PLC) ni ishlatish mumkin, bu tizim narxini sezilarli darajada kamaytiradi. ONT OLT ma’lumotlarini qabul qilib, ularni konvertlaydi va UNI (User Network Interfaces) abonent interfeyslari orqali uzatadi.

Optik tarmoqlagich – bu optik nurlanish oqimini bir yo‘nalishda taqsimlaydigan va teskari yo‘nalishda bir necha oqimlarni birlashtiradigan passiv optik ko‘p qutblikdir. Umuman olganda tarmoqlagichda **M** kirish va **N** chiqish portlari bo‘lishi mumkin. PON tarmog‘ida ko‘pincha bitta kirish portiga ega 1xN tarmoqlagichlar ishlatiladi.

O‘tkazuvchanlik qobiliyatiga kelsak, uni ikki varianti mavjud:

- birinchisi, ikkala yo‘nalishda ham ma’lumotlarni uzatish tezligi 155 Mbit/s bo‘lgan simmetrik trafiklarga mo‘ljallangan;

- ikkinchisi, assimetrik bo‘lib, abonentdan tarmoqqa ma’lumotlarni uzatish 155 Mbit/s, tarmoqdan abonentga esa 622 Mbit/s tezlikda amalga oshadi.

Bunday texnologiyalarni qo‘llaganda tarmoqlagichlar (yoki splitterlar) soni va kanal uzunligi, qo‘llaniladigan lazerga va optik toladagi yo‘qotishga bog‘liq.

Bunday PON tarmog‘ining bitta segmenti, 20 km gacha bo‘lgan radiusda 32 abonentni ta’minlashi mumkin. Barcha abonent tugunlari terminaldir, ya’ni birorta tugun ishdan chiqsa yoki o‘chirilsa boshqasini ishiga ta’sir qilmaydi.

Har bir abonent tuguni, oddiy xonadonga yoki bir necha yuz abonentlarga ega bo‘lgan ofis binosidan iborat. Markaziy tugun PON ning 4 tagacha segmentini qo‘llashi mumkin. Axborotlarni uzatish va qabul qilish uchun bir tola etarlidir.

PON arixtekturasining asosiy g‘oyasi o‘zining markaziy tuguni OLT da bitta qabul qilib, uzatuvchi modulni qo‘llash va bu modul orqali ko‘pgina abonent qurilmalari ONT ga axboratni uzatish va ulardan qabul qilishdan iborat. OLT ning bitta qabul qilib uzatuvchisiga ulangan abonent (ONT) lar soni, juda ko‘p bo‘lishi mumkin. Bu asosan quvvat va qabul qilib uzatuvchi apparaturaning tezligi bilan bog‘liq. OLT dan ONT ga uzatiladigan ma’lumotlar oqimi uchun, tarmokdan abonentga ya’ni to‘g‘ri oqimlar uchun 1550 nm, turli abonent tugunlaridan markaziy tugunga ma’lumotlar oqimini uzatish (teskari oqim) uchun 1310 nm

to‘lqin uzunligi qo‘llaniladi. OLT va ONT larda kirish va chiqish oqimlarini ajratish uchun multipleksorlar joylashgan.

Endi bu texnologiyali passiv tarmoqlagichlar orqali oxirgi mijozlarga bog‘lanishini qarab chiqamiz.

PON tarmog‘i progmatik tarmoq modelini taklif qilgan holda o‘zining kuch nisbatini o‘zgartiradi. Bitta optik tolani,telefontugunidan potensial mijozlar guruxiga ega bo‘lgan rayon,korxona yoki shaxsiy foydalanuvchigacha etkazadi. Bunday operatorlar kabelni yotqizish uchun ketgan xarajatni qoplashiga juda ishonadi Chunki operator shaharda xizmat qilishga mo‘ljallangan, lekin qaysi korxona uning xizmati bilan qiziqishi noma’lum. Telefon tugunlarida lozim bo‘lgan optik chiqishlarning mavjud emasligi va har bir mijoz territoriyasida ajratgich (birlashtirgich)larni joylashtirish nazarda tutilsa, bunday operatorning boshlang‘ich xarajatlari zudlik bilan kamayadi. Agar shu territoriyada to‘satdan yangi buyurtmachi paydo bo‘lsa, qo‘shimcha optik ulovchi liniyalarni yotqizish talab qilinmaydi, operator, PON ni ulovchi liniyaga qisqa liniya yotqizadi va tarmoqlagich joylashtiradi (agar kengaytirish imkoni bo‘lsa).

PON texnologiyasi FSAN (Full Services Access Network) standartiga asoslangan bo‘lib, bu texnologiya quyidagi standartlar bo‘yicha qurilishi mumkin:

A-PON – ATM protokolini qo‘llashga asoslangan;

E-PON – Ethernet formatida kadrlarni optik trakt orqali uzatishga asoslangan;

B-PON - Broadband PON – keng polosali xizmatlar bilan birga Ethernet ulanishni, analog va raqamli videoni translyasiya qilishni amalga oshiradi;

G-PON - Gigabit PON – yangi echim, juda yuqori unumdorlikka ega bo‘lib, multiservisli xizmatlarni amalga oshirishga mo‘ljallangan.

Bunday tarmoqlar iqtisodiy tomonidan tejamli va keng polosali turli axborotlarni o‘tkazish qobiliyatiga ega.

APON texnologiyasi

1990 yil o‘rtalarida ko‘pchilik nuqtai nazaridan faqat ATM protokoligina oxirgi abonent bilan aloqa xizmatlari sifatiga muvofiq kafolat berish qobiliyatiga ega bo‘lgan. Shuning uchun (British Telecom, France Telecom, Deutsche Telecom, NTT, KPN, Telefonisa i Telecom Italia kabi etti kompaniya tomonidan FSAN (Full Service Access Network) deb nomlangan konsorsium tuzildi), PON tarmog‘i orqali multiservis xizmatlarni transportini ta’minlashni, ATM texnologiyasiga asosan tanlagan. Natijada 1998 yil oktyabr oyida PON daraxtida ATM yacheykalari asosida axborotlarni transportlashtirish APON (ATM PON) nomini olgan ya’ni **G.983.1** ning birinchi tavsiyasi standarti paydo bo‘ldi. Keyinchalik bir qancha yangi tuzatishlar va tavsiyalar paydo bo‘lib, uzatish tezligi 622 Mbit/s gacha oshdi. 2001 yil martida PON standartiga yangi funksiyalar qo‘shilib, **G.983.3** tavsiyasi paydo bo‘ldi:

- turli xil ilovalar (ovoz, video, ma’lumot) ni uzatish – bu ishlab chiqaruvchilarga, magistral tarmoqlarga ulanish uchun OLT va abonentlarga ulanish uchun ONT larga mos interfeyslarni qo‘shishni yo‘lga qo‘ydi;

- spektral diapazonning kengaytirilishi – PON ning aynan shu daraxti sharoitida boshqa to‘lqin uzunligida qo‘shimcha xizmatlar uchun imkoniyat yaratdi. Masalan, uchinchi to‘lqin uzunligida keng ommaga eshittirish beradigan televidenie.

Shunday qilib APON standartining kengaytirilgandan keyingi nomi BPON (broadband PON) deb ataldi. APON ga hozir kunda turli ilovalar va turli ONT lar orasida polosani dinamik taqsimlanishi kiritilmoqda va ham keng polosali, ham tor polosali xizmatlarni taqdim qilishga mo‘ljallangan.

Turli ishlab chiqaruvchilarning APON qurilmasi quyidagi magistral interfeyslarni qo‘llaydi: SDH (STM-1), ATM (STM-1/4), Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, video (SDI PAL), E1 (G.703) abonent interfeyslari, 100/10 Mbit/s li Ethernet 10/100 Base-TX, (FXS) telefoniya.

Markaziy va abonent tugunlari bilan o‘zaro bog‘lanuvchi APON MAC protokoli. Abonent tuguni bilan markaziy tugunning o‘zaro bog‘lanishi, ulanish o‘rnatish bilan boshlanadi. Shundan so‘ng ma’lumotlar almashinishi sodir bo‘ladi. Bularning barchasi APON MAC protokoliga muvofiq bajariladi. Ulashni o‘rnatish jarayonida quyidagilarni

o‘z ichiga oluvchi ranjirlash protsedurasi ishga tushadi: masofa bo‘yicha ranjirlash, quvvat bo‘yicha ranjirlash va sinxronizatsiya.

MAS protokoli APON ulanish tizimi uchun uchta masalani echadi:

- teskari oqimdagi uzatishlarda kolliziyaning yo‘qotilishi;

- teskari oqimda polosani aniq, samarali dinamik bo‘lishi;

- ilova transporti uchun eng yaxshi moslashtirishni saqlashi.

APON MAC protokoli so‘rov/ruxsat mexanizmiga asoslanadi. Asosiy g‘oyani ONT tomonidan talab qilingan polosa so‘rovlarini jo‘natish tashkil etadi. Yuklangan teskari oqim va qaysi xizmatlar ONT ga yoki boshqasiga o‘rnatilganligi haqida bilimlarga asoslanib, OLT bu so‘rovlarni qayta ishlash uchun qaror qabul qiladi.

So‘rov/ruxsat mexanizmini boshqarish uchun FSAN APON kadrining strukturasi to‘g‘ri va teskari oqim uchun aniqladi. Bu format ITU-T ning **G.983.1** tavsiyasiga binoan standartlashtirildi.

Bitta kadrni 155 Mbit/s tezlikda uzatish 0,15 ms davom etadi. 32 ta ONT da to‘liq siklni uzatishda 0,6 ms talab qilinadi. Boshqacha qilib aytganda, ONT 0,6 ms davomiyligida minipaketlarni, ma’lumotlarni uzatishga mo‘ljallangan xizmat so‘rovlarini jo‘natadi. ONT, uning chiqish buferida so‘rovni uzatishga navbat shakllanganda jo‘natadi. ONT faqat PLOAM yacheykasidan ruxsat olgandan so‘ng uzata olganligi sababli, shu lahzadan maksimal vaqtni baholashda, 0,6 ms sikl vaqtiga RTT ni ikkilangan o‘tish masofasida (20 km radiusdagi tarmoqlar uchun RTT 0,2 ms ni tashkil qiladi) kechikish vaqtini qo‘shish kerak bo‘ladi va natijada 0,8 ms hosil bo‘ladi. Bu qiymatga OLT va ONT lardagi apparat kechikish vaqtlari qo‘shilishi mumkin.

EPON texnologiyasi

Bundan bir necha yillar avval mahalliy tarmoqlarda Ethernet texnologiyasidan foydalanish juda ommabop hisoblangan. Ammo abonent tarmoqlarida bunday texnologiyani qo‘llashni asosiy kamchiliklaridan biri bu kolliziyani hisobga olgan holda tasodifiy ulanishni aniqlanmagan mexanizmi CSMA/CD (Carrier sense multiple access with collision detection) ning mavjudligi tufayli, aytib bo‘lmaydigan kechikishlarga yo‘l qo‘yilishidir.

Biroq o‘sha vaqtlardan buyon Ethernet ga katta o‘zgarishlar kiritildi. Birinchidan, 10 Gbit/s gacha etuvchi tezlikning bir qancha standartlari yaratildi. Ikkinchidan, kolliziya va aytib bo‘lmaydigan kechikishlarni unutishga yo‘l qo‘yuvchi Full Duplex Ethernet IEEE 802.3 standarti yaratildi. Uchinchidan, multiservis xizmatlarini tashkil qilishda yangi imkoniyatlarni beruvchi quyidagi standart va protokollar yaratildi:

- IEEE 802.1Q–virtual tarmoqlar (VLAN) va trafikni prioritetlashtirish;
- DiffServ (Differential Services) –tarmoqda trafikni har biri aniq bir sifatni ta’minlovchi bir necha yirik sinflarga ajratishni ta’minlovchi OSI ISO modelini uchinchi sathidagi protokoli;
- MPLS (Multi Protocol Label Switching) –sonlardan foydalanishga asoslangan ko‘p protokolli tarmoqlarda paketlarni tezda kommutatsiyalash uchun uchinchi sath protokollari guruhi.

Hozirgi kunda Ethernet asosidagi echim hammadan ko‘ra universal bo‘lib, kundalik hayotimizga mustahkam kirib bormoqda. Ethernet tarmoqlari eng ko‘p tarqalishga ega bo‘ldi. Turli baholashlar tufayli, jami qiymati 320 milliondan ortiq portlar bilan jahondagi ishlatilayotgan barcha mahalliy tarmoqlarning 95% dan ortig‘i Ethernet standartidan foydalanmoqda. Ethernet texnologiyasi tezlik nuqtai nazaridan ham, shiddatli rivojlanish va yangi interfeyslarni standartlashtirish nuqtai nazaridan ham samaraliroq bo‘lib qoldi. Ayni vaqtda Gigabit Ethernet keng tarqalmoqda, hamda 10 Gigabit Ethernet asosidagi hammabop standart echimga aylanmoqda. Nihoyat, xizmat ko‘rsatish va Ethernet tarmog‘ini boshqarishni oddiyligi, hamda narxlarini pastligi tufayli shuhratga erishdi.

Gigabit Ethernet ning asosiy kamchiligi shundan iboratki, oraliq qurilmalar sifatida aktiv qurilmalar qo‘llaniladi xamda ularning xar biri uchun alohida manba talab etiladi.

Ethernet juda ko‘p yangi standartlar va protokollar bilan qurollanishga kirishganda, asosli savol tug‘ildi, nima uchun mahalliy va shaharlararo tarmoqlar orasidagi bog‘lanish uchun Ethernet ni aynan shu standarti asosidagi PON ulanish tarmog‘idan foydalanish mumkin emas? Bu masalani echish uchun 2000 yil EFM (Ethernet in the first mile – Ethernet birinchi milda) hamda IEEE 803.3ah kodini olgan maxsus komissiya tuzildi.

EPON uchun optik interfeyslar an’anaviy optik tarmoqlarda foydalanuvchi interfeyslarga aynan o‘xshash. Gigabit Ethernet standarti kabi, EPON liniyalarida 1250 Mbit/s nominal tezlikka va 8B/10B kodlashtirish sxemasiga ega.

EPON ning Gigabit Ethernet dan asosiy afzalligi oraliq aktiv qurilmalar qo‘llanilmaydi va ular uchun manba xamda xizmat ko‘rsatish talab etilmaydi.

EPONning to‘g‘ri oqimida 1490 nm va teskari oqimida 1310 nm to‘lqin uzunlikdagi multipleksorlashdan foydalanuvchi bir tolali tarmoq sifatida tavsiflanadi. 1550 nm to‘lqin uzunligi boshqa xizmatlarni qo‘shish (kabelli televidenie yoki shaxsiy kanallar) uchun zahiralangan. EPON ning PMD (physical medium dependent) fizik sathi ikki sinfdagi interfeysni ko‘rib chiqadi: 1-sinf kichik masofalar uchun (1:16 bo‘lish koeffitsientida 10 km gacha) va 2-sinf katta masofalar uchun (1:16 bo‘lish koeffitsientida 20 km gacha). Bu masofa va bo‘lish koeffitsienti katta diapozonli PON tarmog‘ini narxi bo‘yicha optimal qurishga imkon beradi.

Ishlash prinsipi.EPON arxitekturasining asosiy xususiyati, PON daraxtining ichida Ethernet kadrlarini tarqalishidir. Shunday qilib, APON arxitekturasi kabi EPON tarmog‘i orqali Ethernet kadrlari o‘tganda, ularni fragmentatsiyasi bo‘lmaydi. Fragmentatsiyaning yo‘qligi kutilayotgan EPON standartini Ethernet IEEE 802.3. standarti bilan maksimal darajada moslashtiradi.

EPON tarmog‘i arxitekturasi APON tarmog‘i arxitekturasi bilan mos tushadi. EPON tarmog‘i markaziy tugun OLT (optical line terminal), abonent tuguni ONTva passiv optik tarmoqlagichdan tashkil topgan.

Bu standartda to‘g‘ri oqimni uzatish uchun 1550 nm va 1490 nm to‘lqin uzunliklaridan foydalaniladi. 1550 nm to‘lqin uzunligida, standart keng polosali kabel televidenieni amalga oshirish mumkinligi tufayli, 1490 nm to‘lqin uzunligini to‘g‘ri oqimni uzatishga berilishi afzalroq bo‘lishi mumkin. To‘g‘ri oqimda ma’lumotlarni uzatish umumiy shinaga ega Ethernet tarmog‘ida ma’lumotlarni uzatishga o‘xshash bo‘lib, bir stansiyadan uzatilgan kadrni boshqa barcha stansiyalar qabul qiladi va belgilangan MAS adres keragini tanlab oladi.

Teskari (chiquvchi) oqim 1310 nm to‘lqin uzunligida turli ONT lardan uzatilayotgan ma’lumotlar oqimini shakllantiradi.

Tarmoqlagichlardan optik signallarni o‘tkazishning o‘ziga xos xususiyati shundaki, ONT tugunlaridan jo‘natilayotgan ma’lumotlarni faqat OLT tuguni qabul qiladi. Shunday qilib, EPON tarmog‘i teskari yo‘nalishda “nuqta-nuqta” ulanishiga mos tushadi. Lekin haqiqiy “nuqta-nuqta” arxitekturasidan farqi, EPON tarmog‘i turli ONT oqimlari kolliziyasi bo‘lmasligi uchun ularni kuzatuvchi maxsus boshqarish usuliga muhtoj hisoblanadi. Shuning uchun EPON boshqa har qanday PON arxitekturasi bilan bir xil, ya’ni markaziy tugun OLT teskari oqimning to‘liq polosasini ONT lar orasida bo‘lishi va turli ONT larga qaysi vaqtda qaysi biri uzatishini ko‘rsatuvchi dispetcher funksiyasini bajarishi kerak.

EPON da (ONT lar orasida teskari oqim polosasini taqsimlash uchun) CSMA/CD mexanizmiga asoslangan teskari oqimni boshqarish usulini amalga oshirishga urinish uncha samarali emas.

Birinchidan, kollizion domenning o‘lchamini Gigabit Ethernet standartidagi uzatish tezligi bo‘yicha solishtirsak yuzlab metrni tashkil etadi, bu 20 km radiusdagi EPON tarmog‘i uchun to‘g‘ri kelmaydi.

Ikkinchidan, CSMA/CD mexanizmiga asoslangan kanalni boshqarish TDM trafigi (ovoz, video)ga xizmat ko‘rsatishga va aniq kechikish vaqtiga, boshqacha so‘z bilan aytganda talab etilgan sifatni ta’minlashga kafolat bera olmaydi.

Teskari oqimda kadrlarni aniq etkazib berishni ta’minlash uchun kolliziyaga ruxsat beruvchi mexanizmga asoslangan sxemadan foydalanish kerak emas. Ma’lumotlar uzatilayotganda ya’ni normal ish rejimida kolliziya, to‘liq chetga chiqish kuzatiladi. Bunga MPCP protokolini echim sifatida olish mumkin. Shuni aytish kerakki, protokolni ishlashi uchun OLT va ONT lar almashinadigan va EPON tarmog‘i chegaralaridan chiqib ketmaydigan qo‘shimcha xizmat kadrlari talab qilinadi.

Barcha ONT lar xizmat kadrlarini uzatish orqali markaziy tugun OLT ning yagona vaqt shkalasi bo‘yicha sinxronizatsiyalanadi. Abonent tugunlaridan ma’lumotlarni jo‘natish ruxsat etilgan vaqt intervallari (taym-slotlar) da amalga oshiriladi. Taym-slotlarda, Ethernet kadrlarini biri yoki bir nechtasi joylashishi mumkin bo‘lgan uzunlikni OLT da jadval, rejalashtiruvchi tomonidan aniqlanadi. Taym-slotni jo‘natishga ruxsat olinmagunicha, ONT abonentlarining ishchi stansiyasidan olingan kadrlarni buferlaydi.

EPON texnologiyasi bo‘shatilgan resurslardan foydalaniladi. Biz aytganimizdek, Ethernet kadrlarining EPON tarmog‘i orqali o‘tishida ularni qismlarga ajralishi sodir bo‘lmaydi. Lekin bu xech qanday o‘zgarish ro‘y bermaganligini anglatmaydi.

GPON texnologiyasi

Takomillashish jarayoni har qanday texnologiyani yaratilish paytidan boshlab birga sodir bo‘ladi. Passiv optik tarmoqlar uchun u bir qancha variantlarni yaratilishini ko‘rsatadi, ulardan biri “gigabitli” nomini olgan. GPON texnologiyasining afzalliklari nimadan iborat va u zamonaviy ulanish tarmog‘ini amalga oshirishga qay darajada mos keladi.

Aloqa operatorlari, kommunal va qurilish kompaniyalarining barchasi "triple play" terminidan foydalanib, aloqa xizmatlari integratsiyasini amalga oshirishni mo‘ljallashmoqda. U uch xil xizmatni ko‘rsatadi, ya’ni bir vaqtning o‘zida abonentga ovoz, video va ma’lumotlarni etkazib beradi. GPON (Gigabit PON) ulanish tarmog‘i arxitekturasini APON texnologiyasining uzviy davomi sifatida qarash mumkin. Bunda PON tarmog‘ining o‘tkazish polosasini ham, ilovalarni uzatish unumdorligini ham o‘sishi amalga oshadi. GPON XEI-T Rec. G.984.3 tavsiyasi 2003 yil oktyabrida qabul qilingan.

GPON 622 Mbit/s dan 2,5 Gbit/s gacha uzatish tezligida kadrlarni masshtablashgan strukturasini namoyish etadi, kiruvchi va chiquvchi oqimlar uchun PON daraxitida simmetrik kabi assimetrik bitli tezliklarni qo‘llaydi, shuningdek sinxron transport ilovalarida turli xizmatlarni (jumladan TDM ni ham) inkapsulyasiyasini ta’minlagan holda XEI-T G.704.1 GFP (generic framing protocol, kadrlarning umumiy ilovasi) tavsiyasi bazasiga tayanadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, xatto eng yomon holatda ham trafiklarning tarqalishi va oqimlarning tebranish polosasi APON ga nisbatan 71 % ni tashkil etadi.

Agar SDH da faqat polosani statik bo‘linishi amalga oshirilsa, GFP (generic framing protocol) ilovasi SDH kadrining strukturasini saqlagan holda, polosani dinamik taqsimlashga imkon beradi.

GPON, to‘g‘ri oqimi (ulanish tugunidan abonentga) ning 1,244 Gbit/s va 2,488 Gbit/s, teskari oqimining esa 155 Mbit/s, 622 Mbit/s va 1,244 Gbit/s o‘tkazish qobiliyatini tashkil etadi. Ulanish tugunidan abonentgacha bo‘lgan oqimda kadr uzunligi 125 mks ni tashkil etadi.

Bunday qiymat tarmoqning teskari oqimdagi o‘tkazuvchanlik qobiliyatiga bog‘liq emas

Arxitekturada BPON tizimining asosiy tuzilish sxemasi va aynan tolali optik tarmoqlarni amalga oshirishda WDM/TDMA birikmasi saqlanib qoladi. Bu dispersion kamchiliklarga qaramasdan, gigobit uzatish tezligida anchagina arzon Fabri-Pero lazerlarini qo‘llash imkonini beradi.

GPON da ma’lumotlarning asosiy formatlarini va tarmoqda foydalanuvchi interfeyslarning katta qiymatini qo‘llashni ta’minlaydi. telefon tarmoqlaridan umumiy foydalanuvchmlarning ovozli xizmatlarini, T1/E1 va DS3 standartlaridan foydalanuvchi ajratilgan TDM liniya xizmatlarini, shu jumladan 10 Mbit/s, 100 Mbit/s va 1000 Mbit/s tezliklarda Ethernet kadrlarini uzatishni amalga oshiradi. Bundan tashqari, GPON tarmog‘i bo‘yicha VoIP xizmatini taqdim etishda, raqamli videoni va ma’lumotlarni uzatishda xizmatlar sinfini ajratish va trafikni boshqarishni talab etadi.

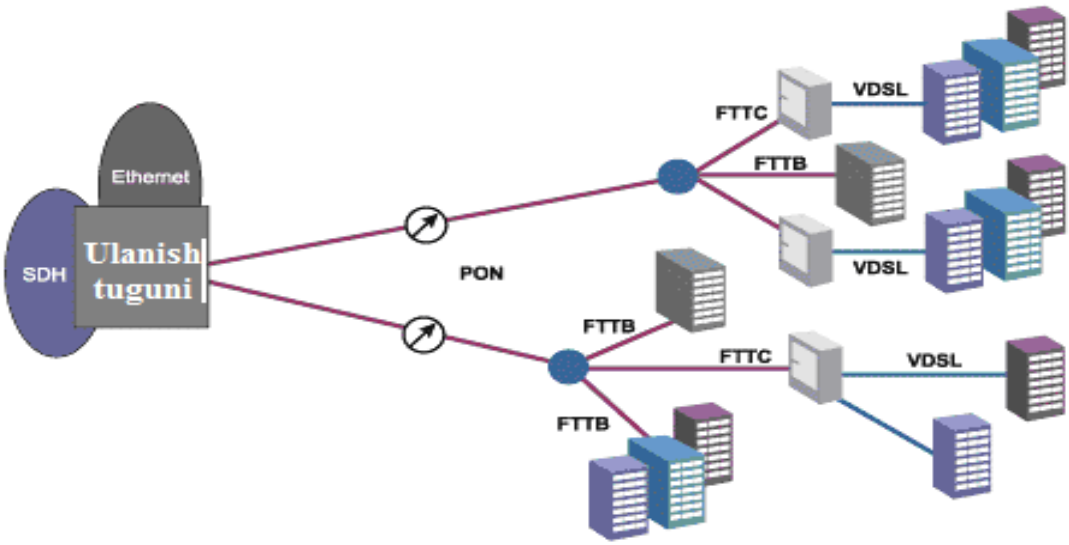
G.984.1 ga shuningdek ba’zi yangi foydali afzalliklar kiritilgan. Bular: ulanishni himoyalash, xizmatlarni kiritish va ma’lumotlar havfsizligidir. Ulanishni himoyalash BPON bilan mos usulda amalga oshiriladi, lekin standartga bir nechta zahiralangan konfiguratsiyalarni qo‘shimcha turlari qo‘shilgan: to‘liq zahiralangan 1+1 (S sinfli himoya) himoyalanish, shuningdek qisman zahiralangan 1:1 (V sinfli himoya) himoyalanish. Xizmatlarni kiritish, G.983.3 kabi raqamli GPON tizimi foydalanmagan, kengaytirilgan o‘tkazish polosasini qoldirishni talab qiladi. Ma’lumotlar xavfsizligi talabiga muvofiq, chiquvchi oqimdagi axborot himoyalangan bo‘lishi lozim va ONT identifikatsiyasini o‘tkazish mumkin bo‘lgan vositalar mavjud bo‘lishi lozim.

GPON ning afzalliklari:

- PON ga ulanuvchi har qanday mijoz uchun “gigabit rejimida inkapsulyasiyalash” ni qo‘llash;
- ma’lumotlarni simmetrik kabi assimetrik uzatish tezligida ham qo‘llab quvvatlash (kirish va chiqish oqimlarida);
- bir to‘lqin uzunligida 256 gacha mantiqiy ONT larni qo‘llab quvvatlash;
- kirish va chiqish oqimlarida ko‘rsatkichlar yordamida o‘tkazish polosasining tarqalish mexanizmi;
- ONTdagi himoyalangan bitlarning konfiguratsiyalangan soni;

- ONT ni avtomatik va davriy aniqlash usuli;
- har bir ONT ni himoyalash- AES algoritmi yordamida ulanish;
- (ONT) abonent tugunlaridan (OLT) markazga turli holatlar va hisobotlar soni;
- OAM ajratilgan kanallar.

Fizik sath**.** G.984.2 – bu GPON tarmog‘ining fizik sathi spetsifikatsiyasi bo‘lib, uzatish muhitiga bog‘liq (Physical Media Dependent, PMD). U GPON ga mos keluvchi optik komponentlarni to‘liq tavsiflaydi. Tavsiyanoma BPON bilan ishlashda o‘zlashtirilgan ko‘plab bilimlarni hisobga olgan holda tuzilgan va shu bilan birgalikda oshib boruvchi uzatish tezligiga e’tibor bergan holda optik parametrlarni to‘liq aniqlanishini beradi.



8.7-rasm. Gibrid mis-optik arxitekturali tarmoqlarda keng polosali ulanuvchi texnologiyalarni qo‘llash.

GPON da PMD uchun SDH/SONET kabi ayni shu usullar va kelishuvlardan foydalaniladi. “Uzatkichni chiqish quvvati”, “Qabul qilgichni sezgirligi” va “liniyadagi optik byudjet” kabi terminlarni aniqlash ushbu tarzda tuzilgan, tarmoq qurilmasini va optik taqsimlanish tarmog‘ini funksional moslashuvchanligini ta’minlash uchun o‘sha vaqtda ularni aniq chegarasini belgilaydi.

GPON PMD tavsifnomasida asos sifatida SDH bazasi olingan va SDH ni odatdagi quvvat sathlari va taktli chastotalaridan foydalaniladi. G.983.3 kabi tavsiya to‘lqin uzunligini to‘sa olishi mumkin bo‘lgan

chatotalarni taqsimlashda qo‘llaniladi. Uning samarali va yaxshi ishlatilgan sxemasi tufayli tanlangan kodlashtirish formati sifatida shifrlangan NRZ kodi ishlatiladi. PMD – tavsiyasi shuningdek to‘g‘ridan-to‘g‘ri xatolarni tuzatish mexanizmi (Forward Error Correction, FEC) ni o‘z ichiga oladi. GPON PMD ga yana bir kiritilgan yangilik – bu ONT ni optik uzatkichini boshqara olishdir. U PON ning V yoki S sinfini tanlash holatida OLT markaziy tugunida ko‘chkili fotodiodlaridan foydalanish zaruratiga olib keladi (PON ning V yoki S sinfi uchun quvvat byudjetini mos ravishda 25 va 30 dB tashkil etadi).

Multiservisli xizmatlar – elektron tijorat, telemeditsina, videokonferensaloqa, masofaviy ta’lim, yuqori tezlikli internet, raqamli televideniya, video va boshqa turli tuman xizmatlarni amalga oshirish imkonini beruvchi abonent kirish tarmoqlarida optik kabelli texnologiyalar FTTx va PON texnologiyalarining qo‘llanilishi yuqori o‘tkazish polosasini ta’minlaydi. Bu texnologiyalarining har biri o‘ziga xos xususiyatga ega va ular alohida hamda birgalikda qo‘llanilishi mumkin.

Nazorat savollari

1. YUqori tezlikli abonent tarmoqlarini hosil qilishdan maqsad nima?
2. Tolali optik kabellar bo‘yicha ishlovchi abonent tarmoqlarida qanday texnologiyalarni qo‘llash mumkin? Ularning afzalligi nimada?
3. PON texnologiyasining afzalligi nimada? Uning qanday turlari mavjud, ular nima mavsadlarda qo‘llaniladi?

1.9. Optik aloqa tizimlarining texnik ekspluatatsiyasi

Texnik ekspluatatsiya jarayonini tashkil etish

Zamonaviy TOAT (Tolali Optik Aloqa Tizimi) jihozlarining ko‘p funksionalligi (signallarni generatsiyalash va o‘zgartirish, ularni filtrlash va kuchaytirish, korreksiyalash va regeneratsiyalash va boshqalar), ko‘plab o‘zaro bog‘liq element va qurilmalarning mavjudligi, ularning ish sifati darajasining turliligi va murakkabligi bilan farq qiladi. Uzatish tizimlarining bir yoki boshqa tugunlarida bitta yoki xattoki, bir nechta elementlarning rad etishi tizimning ishga qobiliyatliligini butunlay yo‘qotishiga olib kelmaydi, faqatgina uning ish sifatini va samaradorligini kamaytiradi.

TOAT jihozlarning murakkablashuvi, ularning o‘tkazish qobiliyatining o‘sishi, kanal va traktlar sonining ko‘payishi, ularning ish mexanizmiga axborot texnologiyalarining kiritilishi, ularning ekspluatatsiyasini tashkil etishga bo‘lgan talablarni aniqlaydi.

Ekspluatatsiya so‘zi nimadandir foyda olishni yoki ishlatishni anglatadi (keng ma’noda inson tomonidan ishlab chiqaruvchi kuchlarni talab va ehtiyojlarni qondiruvchi biror bir amaliy maqsadlar uchun tizimli ishlatilishini anglatadi). Ekspluatatsiya - TOAT ish davrining xayotiy bosqichi bo‘lib, o‘zida TOAT qurilmalarini sozlash va montaj qilishni, uni vazifasi bo‘yicha ishlatishni, profilaktik texnik xizmat ko‘rsatishni, rad etishlardan keyin qayta tiklash va ta’mirlashni mujassamlaydi. TOAT va uzatish liniyalari qurilmalari ishining maksimal samaradorligiga erishishga yo‘naltirigan tashkiliy-texnik tadbirlar va axborot–dasturiy vositalar majmuasi texnik ekspluatatsiya (TE) tizimini tashkil etadi. Ekspluatatsiya jarayoni inson tomonidan to‘g‘ridan to‘g‘ri yoki vositalarorqali texnik ekspluatatsiya obyekti (TEO)ga ta’sir etish yo‘li bilanamalga oshiriladi.TE jarayonida amalga oshiriladigan ko‘plab ekspluatatsion operatsiyalar xizmat ko‘rsatuvchi yoki texnik xodim tomonidan bajariladi.

TE jarayoni, uning qonuniyatlari, xarakteristikalari, tashkil etish va amalga oshirish usullarini o‘rgatuvchi fan texnik ekspluatatsiya nazariyasi hisoblanadi.

TE nazariyasining asosiy tushunchalari:

- ekspluatatsiya sharoiti – TOAT jihozlariga ta’sir etuvchi omillar majmuasi. Ekspluatatsiya sharoitlariga iqlim sharoitlari, mexanik va elektrik yuklamalar, xizmat ko‘rsatuvchi xodimning malakasi, metrologik ta’minoti, zahira qism va asboblarning xolati va boshqalar kiradi;

- ish rejimi – TOAT vazifasi bo‘yicha qo‘llanilganda, ularning ekspluatatsion parametrlari qiymatlarining majmuasi. Ish rejimlariga quyidagilar kiradi: gurux va liniya traktlarini turli axborot signallari bilan yuklash; turli ierarxiyalarning raqamli oqimlarini ajratish, uzatish, qabul qilish va tranziti, regeneratsiyalash punktlarining ish sharoiti, trakt va seksiyalarni zahiralash tizimi va boshqalar;

- ekspluatatsiya vositalari – TOAT va uning elementlarining ekspluatatsiyasi uchun zarur bo‘lgan ekspluatatsiya materiallari va asboblari, zahira blok va texnik qurilmalar majmuasi;

- texnik xizmat koʻrsatish (TXK) – vazifasi boʻyicha xizmat muddati davomida TEOning ishga qobiliyatliligini va sozligini ta’minlash boʻyicha bajariladigan ishlar kompleksi.

Texnik ekspluatatsiya – aloqa korxonalarining ishlab chiqarish faoliyatining asosiy qismi hisoblanadi. Tarmoqning texnik ekspluatatsiyasi texnik xizmat koʻrsatish usullari va algoritmlari majmuasini namoyon etib, istalgan texnik ekspluatatsiya obyektining oʻrnatilgan normalarini talab darajasida saqlaydi va tashkil etadi.

Texnik ekspluatatsiyaning asosiy maqsadi – rad etish holatlarining hosil boʻlishini va ularning ta’sirini kamaytirish hisoblanadi.

TE quyidagi xollarda amalga oshiriladi:

- obyektni ekspluatatsiyaga kiritishda (pasport tayyorlashda);

- ekspluatatsiya jarayonida sozlik holatini saqlash (texnik xizmat koʻrsatish);
- obyektni ishga qobiliyatliligini qayta tiklash (ta’mirlash-sozlash va ta’mirlash-qayta tiklash ishlari).

TE jaryoniga quyidagilar kiradi:

- ishchi xarakteristikalarni oʻlchash;
- rad etishlarni topish;
- ishchi xarakteristikalar va rad etishlarda signalizatsiya;
- zahiralash;
- ishga qobiliyatliligini qayta tiklash;
- nazorat qilish (qayta tiklashdan soʻng).

TEOga uzatish kanallari va traktlarida ulashlarning tarkibiy qismi hisoblangan, nazorat va boshqaruv signallari bilan almashinish uchun ulanish joylariga ega boʻlgan TOAT ning texnik vositalari kiradi. Texnik ekspluatatsiya obyekti ulanish joylari orasida ma’lum funksiyalarni bajarish uchun moʻljallangan (10.1-rasm).

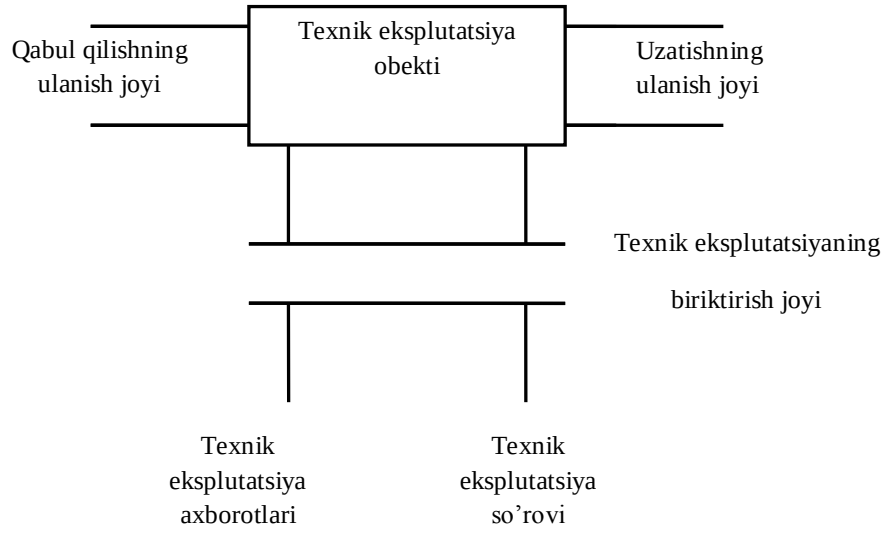
Ekspluatatsion nazorat qurilmalari tomonidan nazorat qilinuvchi, TEOni ishchi xarakteristikalarining taxlil natijalari ba’zan rad etish yuzaga kelgandan soʻng yoki ish sifati yomonlashgandan soʻng avtomatik, ba’zan texnik ekspluatatsiya axboroti haqidagi soʻrov boʻyicha TE ulanish joylari boʻylab ma’lum qilinadi.

Texnik xizmat koʻrsatish (TXK)ning quyidagi usullari tavsiya etiladi:

- profilaktik texnik xizmat ko‘rsatish (PTXK), ma’lum vaqt oralig‘idan keyin yoki oldindan belgilangan mezonlarga mos ravishda bajariladi va rad etish yuzaga kelishi yoki TEO funksiyalarning yomonlashuvi mumkinligi xaqida o‘z vaqtida ogohlantirishga yo‘naltirilgan;

- to‘g‘rilovchi texnik xizmat ko‘rsatish (TTXK), TEOning ishga noqobiliyatlilik holati aniqlangandan keyin bajariladi va TEOning sifat parametrlarini o‘rnatilgan doirada bo‘lishiga yo‘naltirilgan;

- boshqariladigan texnik xizmat ko‘rsatish (BTXK), TEO ishchi xarakteristikalarini nazorat qiluvchi, uzatish sifatini boshqarish va nosozliklarni bartaraf etish vositalarini qo‘llab, TEO holatini taxlil qiluvchi usullarni tizimli ishlatish yo‘li bilan bajariladi va profilaktik xizmat ko‘rsatishni minimumga etkazishga va to‘g‘rilovchi texnik xizmat ko‘rsatishni qisqartirishga yo‘naltirilgan.



9.1-rasm. Uzatishning birikish joylarida ma’lum funksiyalarni bajarishga mo‘ljallangan texnik ekspluatatsiya obyekti

Profilaktik texnik xizmat ko‘rsatish quyidagilarni o‘zida namoyon etadi:
- davriy ekspluatatsion nazorat;
- ishchi xarakteristikalarni rejali o‘lchash;
- apparatura komponentlarini rejali almashtirish.

To‘g‘rilovchi texnik xizmat ko‘rsatish quyidagilarni o‘zida namoyon etadi:

- uzluksiz ekspluatatsion nazorat;
- epizodik ekspluatatsion nazorat;
- operativ – texnik nazorat;
- ishchi xarakteristikalarni o‘lchash.

Boshqariladigan texnik xizmat ko‘rsatish o‘zida quyidagilarni namoyon etadi:

- uzluksiz ekspluatatsion nazorat;
- operativ – texnik nazorat;
- ishchi xarakteristikalarni o‘lchash.

Raqamli TOAT uchun TTXK afzalroq hisoblanadi, chunki ularga aloqani uzmaganholda xatolik koeffitsient (yoki xatolik ko‘rsatkich)lari bo‘yicha rad etishlarni aniqlash mumkin. TTXKda texnik xizmat ko‘rsatishga ketadigan vaqt, ya’ni rad etish joyini aniqlash va qayta tiklash bo‘yicha ishlarni boshlashgaketadigan vaqt kamaytiriladi. Bunga, ayniqsa, optik kabelli raqamliuzatishtizimlari uchun samarali bo‘lgan, optimal qayta tiklash strategiyasini qo‘llash bilan erishiladi. Rad etishlarni bartaraf etish (qayta tiklash) bilan bog‘liq ishlar, TTXK uchun xos bo‘lgan, aloqani uzgan holda amalga oshiriladi.

TOA vositalari va ularni boshqarish tarmog‘i rivojlanishining zamonaviy bosqichida BTXK birinchi ahamiyatga ega, chunki PTXK va TTXK ga nisbatan, yuzagakelishi mumkin bo‘lgan rad etishlarni topish va bartaraf etish, shuningdek TXKni aloqani uzmasdan amalga oshirish va ishga qobiliyatliligini qayta tiklash imkonini beradi. Shuning uchun zamonaviy TOAT da yuqori sifatli TEni ta’minlovchi BTXK qo‘llaniladi.

TEO bilan birgalikda yordamchi TEO (YOTEO) ham mavjud, ular bevosita ma’lumotlarni uzatish funksiyasini bajarmaydi (rad etishlarni aniqlash, xizmat signallarini uzatish, avariya signalizatsiyalari, tashqi nazorat va boshqaruv tizimlari bilan muvofiqlashtiruvchi qurilmalar).

Bir yoki bir necha YOTEOga ega, bir yoki bir necha TEO tarmoq elementini tashkil etadi. BTXKdan foydalanishga asoslangan, zamonaviy TOA vositalari uchun tarmoq elementi tarkibiga kiruvchi TEOlari boshqariluvchi obyektlar hisoblanadi.

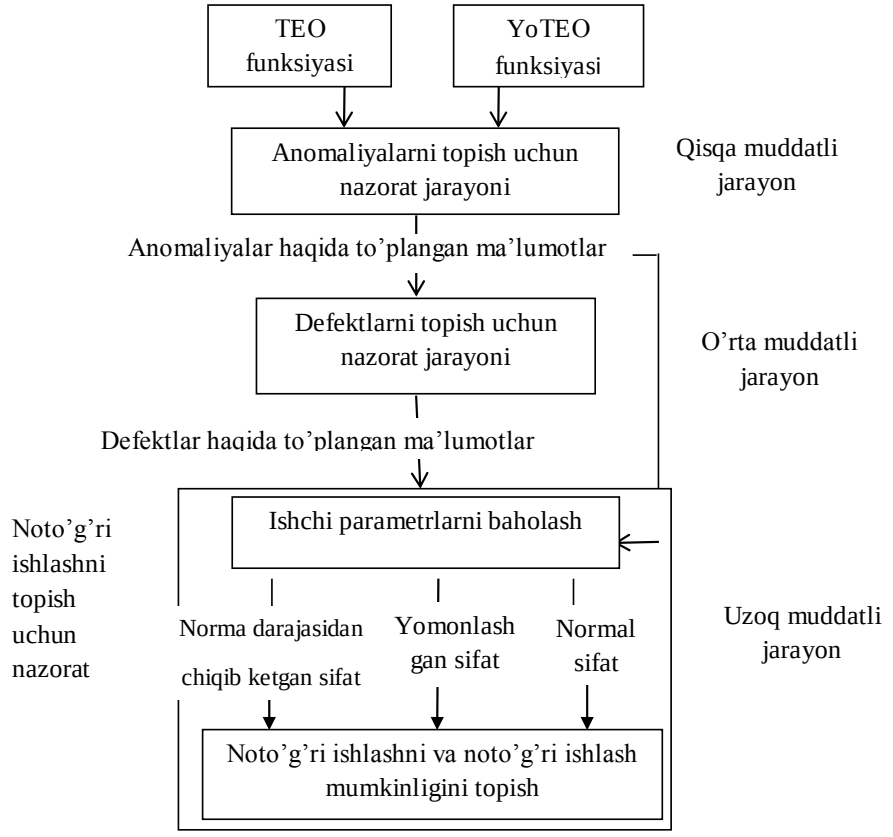
Ekspluatatsion nazorat TE jarayonida TEOlarini o‘rnatilgan talablarga mosligini aniqlashni namoyon etadi.

Ekspluatatsion nazoratda amalga oshiriladigan, TEOning ish sifatini baholash, TEO ishchi xarakteristikalarining normaga mosligini aniqlashni va ish sifati buzilganligini yoki ishchi xarakteristikalarni normadan og‘ganligini aniqlashni ta’minlaydi.

Rad etishlarni sinflash uchun anomaliya va defekt tushunchalari ishlatiladi.

Anomaliya – bu obyekt parametrining joriy qiymati va talab etiladigan qiymati orasidagi farq. Anomaliya obyektning talab etiladigan funksiyalarini bajarish qobiliyatiga ta’sir etishi yoki ta’sir etmasligi mumkin.

Obyektning talab etiladigan funksiyasini bajarish qobiliyatini



9.2 – rasm. Texnik eksplutatsiya obektining noto’g’ri ishlashini topish jarayoni

chegaralanishi defekt hisoblanadi. U qo‘shimcha taxlil natijalarini baholashga bog‘liq holda TE bo‘yicha faoliyatni talab etishi yoki talab etmasligi mumkin.

TEOning talab etiladigan vazifasini bajarish qobiliyatini kamayishiga olib keluvchi anomaliyalar ketma-ketligi defekt sifatida ko‘riladi.

Ekspluatatsion nazorat TEO tarkibiga kiruvchi dasturiy-texnik vositalar va nazorat qurilmalari, yoki avtonom o‘lchov vositalari, shuningdek o‘lchashlarni avtomatlashtirish va ularning natijalarini qayd etishni ta’minlovchi qurilmalar yordamida amalga oshiriladi.

Nazorat uzluksiz va birgalikda olib boriladigan uch jarayondan iborat:

1) anomaliyalarni aniqlash uchun nazorat jarayoni (qisqa muddatli davr);
2) defektlarni aniqlash uchun nazorat jarayoni (o‘rta muddatli davr);
3) sifat yomonlashuvlarini aniqlash uchun nazorat jarayoni (uzoq muddatli davr).

Har bir jarayon anomaliya va defektlar haqidagi ma’lumotlarni to‘plash bilan olib boriladi. Anomaliya va defektlarning nazorat jarayonlari mos ravishda anomaliya va defektlarni yuzaga kelishini ko‘rsatadi. Sifat yomonlashuvini nazorat jarayoni TEOning sifat darajasini aniqlaydi va sifat norma darajasidami, yomonlashganmi yoki norma darajasidan chiqib ketganligini aniqlaydi. Bu sifat sathlari berilgan vaqt oralig‘ida olingan va taxlil qilingan anomaliya va defekt haqidagi ma’lumotlar asosida aniqlanadi. Yomonlashuv va norma darajasidan chiqib ketgan sifat ko‘rsatkichlarini ajratuvchi chegaralar va kuzatish davri har bir defekt uchun tasdiqlangan ishga noqobiliyatlilik holati, anomaliya yoki defekt paketlari har bir TEO uchun aniqlanadi. Ishchi parametrlarning yomonlashgan va normadan chiqib ketgan qiymatlarining indikatsiyasi, har bir chegaradan oshish aniqlanganda beriladi. Bu jarayon 10.2 – rasmda ko‘rsatilgan.

Turli datchiklardan birlamchi axborat signallari har bir TEO dan qayta ishlash blokiga beriladi yoki joyida qayta ishlanadi. Ishchi xarakteristika ko‘rsatkichlari shu axborot asosida aniqlanadi. ES va SES xatolik ko‘rsatkichlari deb ataladigan har bir ishchi xarakteristika ko‘rsatkichlari, TEOning ish sifati ko‘rsatkichini hisoblash uchun alohida qayta ishlanadi.

Nazorat qilinuvchi obyektlar (NQO) sifatida uzatish tizimlari, tipli kanal va traktlar murakkab tizimni namoyon etib, ko‘plab parametr va xarakteristikalarga ega.

Ahamiyatliligi bo‘yicha parametrlarning quyidagi turlari mavjud:

- aniqlovchi uning nazorati TEOumumiy ish qobiliyatini baholash imkonini beradi;

- bashoratlovchi TEOning texnik holatini bashorat qilish uchun zarur bo‘lsa axborotni saqlaydi;

- avariya TEO ishida avariya rejimi yaqinlashishini aniqlovchi parametr.

Nazorat qilinuvchi parametrlarni tanlashda quyidagilarni hisobga olish kerak:

- TEO ish samaradorligiga parametrlarning ta’sir darajasi;
- parametrlarning nominal qiymatlardan og‘ish kattaligi;
- nazorat qilinuvchi parametrlarning taqsimot qonuni;
- bog‘liq emaslik (korrelyasiyaning mavjud emasligi) yoki parametrlarning sozlik darajasi;
- nazorat narxi, ya’ni ushbu turdagi nazorat yoki o‘lchashlarni o‘tkazishni ta’minlash uchun sarf etiladigan xarajatlar.

Aloqa operatorining birlamchi tarmog‘ida operativ – texnik nazorat - bu nazorat obyektlari (NO) deb ataluvchi, quyidagi TEOlarning holatlarini umumiy baholanishlarga mosligini aniqlash jarayoni demakdir:

- tarmoq (stansiya) tugunlari – NO – TT (ST);

- uzatish liniyalari – NO – UL;

- plezioxron raqamli ierarxiya (PRI) raqamli uzatish tizimlari (RUT)ning liniya traktlari va sinxron raqamli ierarxiya (SRI) RUTning multipleksorlash va regeneratsiyalash seksiyalari – NO –LT;

- SRI RUT virtual konteyner traktlari va ularning uchastkalari, PRI RUTning tarmoq traktlari – NO – TT_R;

- uzatish kanallari – NO –UK.

Zamonaviy raqamli TOAT uchun holatlarning umumiy baholanishini aniqlash, barcha TEO uchun amalga oshirilishi kerak.

NO (zamonaviy RUT TEO) lari holatlarning quyidagi baholanishlari bilan xarakterlanadi:

NORMA – sifat parametrlari va NO elementlari o‘rnatilgan doirada bo‘ladi;

OGOHLANTIRISH – sifat parametrlari o‘rnatilgan doirada bo‘ladi, NO elementlarining parametrlari, rejim va ish sharoiti NO rad etishi mumkin bo‘lgan qiymatlardan oshishidan dalolat beradi (ma’qul sifat).

BUZILISH – NO rejimining buzilishi natijasida sifat parametrlari o‘rnatilgan doiradan chiqadi yoki ularda nosozliklar vujudga keladi, biroq NO ishga qobiliyatlilik holatini saqlaydi (yomonlashgan sifat);

AVARIYA – NO rejimining buzilishi natijasida sifat parametrlari o‘rnatilgan doiradan chiqadi yoki ularda nosozliklar vujudga keladi, buning oqibatida NOning rad etishi kuzatiladi (norma darajasidan chiqib ketgan sifat).

Operativ – texnik nazorat bevosita NO (zamonaviy RUT TEO) ni ekspluatatsiyadan chiqarmasdan amalga oshiriladi. NOning NORMA, BUZILISH va AVARIYA turdagi holatlari haqidagi ma’lumotlar boshqarish tizimiga uzatiladi.

NO–UL, NO–LT, NO–TT_R (UL, LT, TT_R)ning nosoz uchastkalari TE markazida NO xolatining o‘zgarganligi haqidagi axborotni taxlil qilish yo‘li bilan aniqlanadi.

18.3–rasmda TEO haqida TE axborotini qayta ishlash jarayoni ko‘rsatilgan, bunda noto‘g‘ri ishlashni topish nazorat jarayonidan boshlangan.

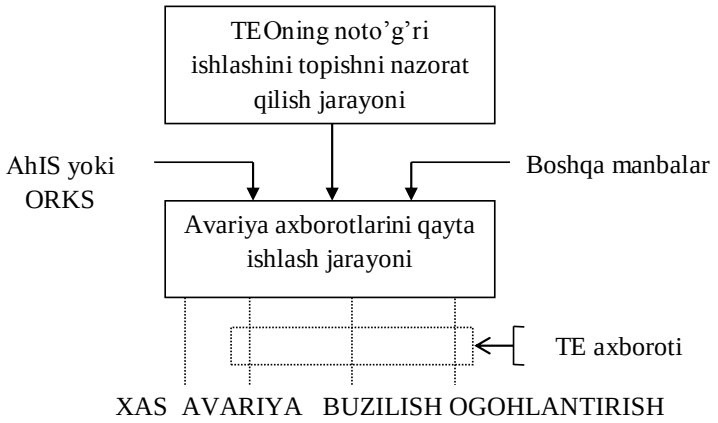
TEOda OGOHLANTIRISH axborot signali yoki BUZILISH va AVARIYA kabi axborot signallari berilishi yoki berilmasligi mumkin. Qachon signal TEOdan tashqarida berilsa, avariya axborotlarini qayta ishlash jarayoni, avariya holati indikatsiyasi signali (AHIS) yoki oldingi uchastkadagi rad etishni ko‘rsatuvchi signal (ORKS) larni, shuningdek boshqa manbalardan (masalan, boshqa TEOdan, sutka vaqti haqida, yuklama intensivligi haqida va b.q.) beriladigan ma’lumotlar birlashtirilishi mumkin. Bu TE axborot signallarini yoki avariya signallarini berish kerakligini hal qilish uchun amalga oshiriladi.

AHIS – TEOning ishga noqobiliyatliligini bildiruvchi signal bo‘lib, ishchi signallarni almashtirish maqsadida shikastlangan yo‘nalishda uzatadi va rad etish oqibati hisoblangan, TEning boshqa avariya signallarini blokirovkalash kerakligini boshqa ishga qobiliyatli bo‘lgan TEO ko‘rsatadi.

AHIS qabul qilinganda, TEOdan xizmatning avariya signali (XAS)ni berish talab etilishi mumkin.

Xizmatning avariya signali – TEOdan berilib, xizmatni taqdim etish boshlanishi yoki tugatilishini anglatadi. Xizmatning ishchi parametri kattaligi talab qiymatlaridan pastga tushib ketganda XAS berilishi kerak. Bu qiymat AVARIYA signali berilgandagi qiymatga mos kelishi mumkin.

Rad etish haqidagi ma’lumot (10.2–rasmga qarang), rad etgan TEOni aniqlashda ishlatiladi. TEaxborotlari joyida, yoki avariya signallarini yig‘ish tizimi orqali distansion tarzda uzatilishi mumkin.



9.3-rasm. TEO haqidagi TE axborotini qayta ishlash jarayoni

Texnik ekspluatatsiya va boshqarish tizimini tashkil etish

Texnik ekspluatatsiya tizimi (TET), dasturiy – texnik vositalar, texnik xodimlar va TEOga texnik xizmat ko‘rsatish usullari va algoritmlari majmuasi sifatida, TEOni talab darajasida sifatli va samarador ishlashini ta’minlashi kerak.

TETda texnik xodimning vazifasi quyidagilardan iborat:

- TOA uzatish tizimi qurilmalarining uzluksiz va yuqori sifat bilan ishlashini ta’minlash;

- barcha turdagi ma’lumotlarni o‘rnatilgan sifat bilan uzatish;

- TOAT apparaturalarini, uzatish liniyasini, kanal va traktlarini va ularga mos keluvchi servis qurilmalarini soz holatda, parametr va xarakteristikalarni normativ - texnik xujjatlar (NTX)da belgilangan talab va normalar doirasida ushlash;

- ekspluatatsiya jarayonining metrologik ta’minotini mukammallash-tirish;

- uzatish liniyasi va traktlarni tashqi va o‘zaro ta’sirlardan himoyalash bo‘yicha tadbirlarni o‘tkazish;

- TOAT va uzatish liniyasi qurilmalarida yuzaga keladigan buzilish, rad etish va avariyalarni aniqlash va operativ bartaraf etish;

- belgilangan nizom, norma va instruksiyalarga mos holda TOA qurilmalari, kanal va traktlari pasportini tayyorlash bo‘yicha ishlarni tashkil etish va o‘tkazish;

- TEOning sifatini sonli baholash imkonini beruvchi ekspluatatsion xarakteristika va ko‘rsatkichlarni aniqlash;

- TEning turli bosqichlarida o‘tkaziladigan tadbirlarning mazmunini va hajmini asoslangan holda aniqlash;

- TEOga texnik va profilaktik xizmat ko‘rsatishning yangi texnologik usullarini kiritish;

- TE sifati va samaradorligini pasaytiruvchi omillarni aniqlash, aloqa sifatini boshqarishning kompleks dasturini ishlab chiqish va tadbiq etish, mavjud va yaratilayotgan TEOning iqtisodiy ko‘rsatkichlarini oshirish;

- TEOni ta’mirlash, profilaktik, texnik xizmat ko‘rsatish bo‘yicha ishlarni bajarishda texnika xavfsizligi qoidalariga qat’iy rioya qilish, TEning iqtisodiy, ergonomik va ekologik masalalarini birgalikda tadqiq etish va uning natijalarini amaliyotga kiritish;

- TEning texnologik jarayonlarini avtomatlashtirish vositalari va usullarini ishlab chiqish;

- qurilmalarni sifatli ekspluatatsiya qilishni ta’minlovchi uskuna-larga, o‘lchov asboblariga, materiallarga, asboblarga, inventarlarga buyurtmalarni o‘z vaqtida taqdim etish;

- texnik ekspluatatsiya tarmog‘ini ishlab chiqish va ko‘rish;

- texnik xujjatlarni yuritish, kanal, trakt va qurilmalarning ish sifatini tahlil qilish va hisob - kitobini olib borish;

- kanal va trakt qurilmalariga operativ xizmat ko‘rsatishni qabul qilish va usullarini texnik xodimlarga o‘rgatishning ilmiy asoslangan metodlarini ishlab chiqish.

Operativ - texnik hujjatlarda ko‘zda tutilgan, boshqarish bo‘yicha ishlar majmuasi operativ – texnik boshqarish tizimi (OTBT)ni tashkil etadi.

OTBTning asosiy vazifalari quyidagilar hisoblanadi: TOAT ning kanal va traktlari bo‘ylab ma’lumotlarni sifatli va uzluksiz uzatishni ta’minlash, birlamchi tarmoqning mos keluvchi uchastkasining holatini nazorat qilish va uzatish liniyalarining avariyasida topologiyani o‘zgartirish bo‘yicha qaror qabul qilish.

OTBT birlamchi tarmoqning tashkil etuvchisi sifatida, TOAT va uzatish liniyasi, tipli kanal va traktlar ishini ta’minlovchi, dasturiy – texnik vositalar va texnik xodimlar mujassamligi ko‘rinishida tashkil etiladi.

OTBT ikkilamchi tarmoq va turli foydalanuvchilarning keng doirasi (kanal va trakt arendachilari) bilan samarali o‘zaro faoliyatni ta’minlaydi.

Operativ texnik xizmat ko‘rsatish TEning ikkilamchi tashkil etuvchisi hisoblanadi va o‘zida TEOning ishga qobiliyatliligini va sozligini, ishonchlilik ko‘rsatkichlarini, kanal va trakt parametrlarini normativ texnik hujjatlarda belgilangan oraliqlarda ushlab turish va qayta tiklash bo‘yicha ishlarni namoyon etadi.

TEning bu tashkil etuvchisining integralli ishlashi texnik xizmat ko‘rsatish (TXK) ko‘rinishida tashkil etiladi. Operativ – texnik hujjatlarda ko‘zda tutilgan, kanal va traktlar ishining sifat ko‘rsatkichlarini ta’minlash maqsadida, berilgan ekspluatatsiya sharoitlari uchun TXK bo‘yicha ishlarni tashkil etish va o‘tkazishni aniqlovchi nizom, me’yor, boshqaruvchi texnik materiallar va ko‘rsatmalarning o‘zaro bog‘liq majmuasi operativ – texnik xizmat ko‘rsatish (OTXK) tizimini tashkil

etadi. Bu tizim turli ishlar va jarayonlarni o‘tkazishni nazarda tutadi, ulardan asosiylari quyidagilar hisoblanadi:

- yordamchi jarayonlar – TXK bo‘yicha ishlarni olib borish uchun ish joyini, asboblarni va nazorat – o‘lchov asboblarini tayyorlash bo‘yicha ishlar yig‘indisi;

- texnik tekshirish – TEO parametr va xarakteristikalarini normativ texnik hujjatlarga mosligini tekshirishga yo‘naltirilgan ishlar yig‘indisi.

Holat bo‘yicha TXK strategiyasi (XTXK), TXK bo‘yicha ishlarning tartibi va davriyligi, shuningdek TEO va uning elementlarini almashtirish, TEOni har bir elementining texnik holatini nazorat natijalari bo‘yicha belgilanishi bilan xarakterlanadi.

XTXK strategiyasi faqatgina rad etishning yuqori darajasida va TEO ning ishga yaroqliligini nazorat qilishda (rad etgunga qadar ishlashi) maqsadga muvofiq. Rad etish yuzaga kelgandan so‘ng, uning keyingi ta’sirlari bo‘lmasligi, XTXK strategiyasini qo‘llashning eng zarur sharti hisoblanadi. Agar rad etish jiddiy oqibatli avariyaga olib kelsa, XTXK stratagiyasini qo‘llash mumkin emas. Sinxron raqamli ierarxiya asosidagi TOA uzatish tizimlari bu shartlarning barchasiga to‘liq holda javob beradi.

XTXK strategiyasi jarayonlari quyidagilar hisoblanadi:

- TEO texnik holatini uni funksional ishlatish joyida nazorat qilish;
- TXK bo‘yicha ishlarning mazmunini va xajmini aniqlash (sozlash, ishlatish joyida sozlash; rad etish yoki rad etgunga qadar bo‘lgan holat aniqlanganda TXK rejimiga o‘tkazish; buzilgan joyni o‘chirish va uni bartaraf etish maqsadida diagnostika qilish);
- qayta tiklanishdan so‘ng TEO holatini NTXga mosligini nazorat qilish;
- ishlatishdan oldin montaj qilish va tekshirish.

Ikkala TXK strategiyalarini taqqosiy tahlil qilish, texnik ishlatish koeffitsientlarining qiymatlarini hisoblash va taqqoslash yo‘li orqali amalga oshirilishi mumkin.

TEO ning quyidagi ko‘rsatkichlari ma’lum:

T_0 – rad etgunga qadar ishlash;

T_{txk} – TXK davri;

τ_{txk} – TXK vaqti;

τ_t – rad etish yuzaga kelganda qayta tiklash vaqti.

TEO ning rad etmasdan ishlash ehtimolligi eksponensial qonunga bo‘ysunadi

$$p(t) = \exp(-t/T_0). \tag{10.1}$$

U holda XTXK strategiyasida texnik ishlatish koeffitsienti

$$K_{mu1} = \frac{T_0\left[1-\exp\left(-T_{mxk}/T_0\right)\right]}{\left(T_0+\tau_m\right)\left[1-\exp\left(-T_{mxk}/T_0\right)+\tau_{mxk}\left(-T_{mxk}/T_0\right)\right]}. \tag{10.2}$$

XTXK strategiyasi uchun $\tau_n \le \tau_{txk}$ nazorat vaqti davomida T_{txk} davriylikka ega parametrlarni nazorat qilishda texnik ishlatish koeffitsienti:

$$K_{mu2} = \frac{T_0\left[1-\exp\left(-T_{nj}/T_0\right)\right]}{\tau_t\left[1-\exp\left(-T_{mxk}/T_0\right)\right]+T_{mxk}+\tau_n} \tag{10.3}$$

$\tau_n \le \tau_{txk}$ shart bajarilganda (TOA tizimlari uchun odatda bajariladi)

$$T_{txk} < T_0, \qquad K_{mu2} > K_{mu1}.$$

Turli strategiyalar bo‘yicha TXKni tashkil etish masalasi ko‘rsatadiki, XTXK strategiyasi boshqalariga nisbatan bir qator afzalliklarga ega: ish xajmining kamayishi, rad etishlar sonini kamayishi, asoslanmagan almashtirishlar sonini kamayishi hisobiga zahira ehtiyot qismlari bilan ratsional ta’minlash va tejash.

SRI yoki PRI uzatish tizimlarining oxirgi avlodlari asosidagi TOAT va uzatish liniyalarining ekspluatatsiya amaliyotida XTXK strategiyasi asosiy hisoblanadi.

TEO qurilmalariga TXK bo‘yicha tadbirlar davriyligi uning murakkabligi, TXK usullari va strategiyalarining turi bo‘yicha aniqlanadi va quyidagi uch prinsipda belgilanadi:

1. ***Kalendar prinsipi***, TXK bo‘yicha tadbirlar, rad etgunga qadar ishlashga bog‘liq bo‘lmagan holda, ma’lum bir vaqt (kun, hafta, oy, kvartal, yarim yil, yil) davomida belgilanadi. Bu prinsipda o‘tkaziladigan tadbirlar profilaktik texnik xizmat ko‘rsatish (PTXK) deyiladi va TXK ning profilaktik usuliga mos keladi.

2. ***Vaqt prinsipi***, vaqtga bog‘liq bo‘lmagan holda TEOni NTXda belgilangan vaqtgacha rad etmasdan ishlashiga erishilgandan so‘ng, TXK bo‘yicha ishlar amalga oshiriladi. Bu prinsipda o‘tkaziladigan TXK ishlari reglamentli deyiladi va odatda rad etish eskirishlar (lazer diodlari, ko‘chkili fotodiod, optik kuchaytirgichlar va boshqalar) sababli hosil bo‘ladigan TEO uchun qo‘llaniladi.

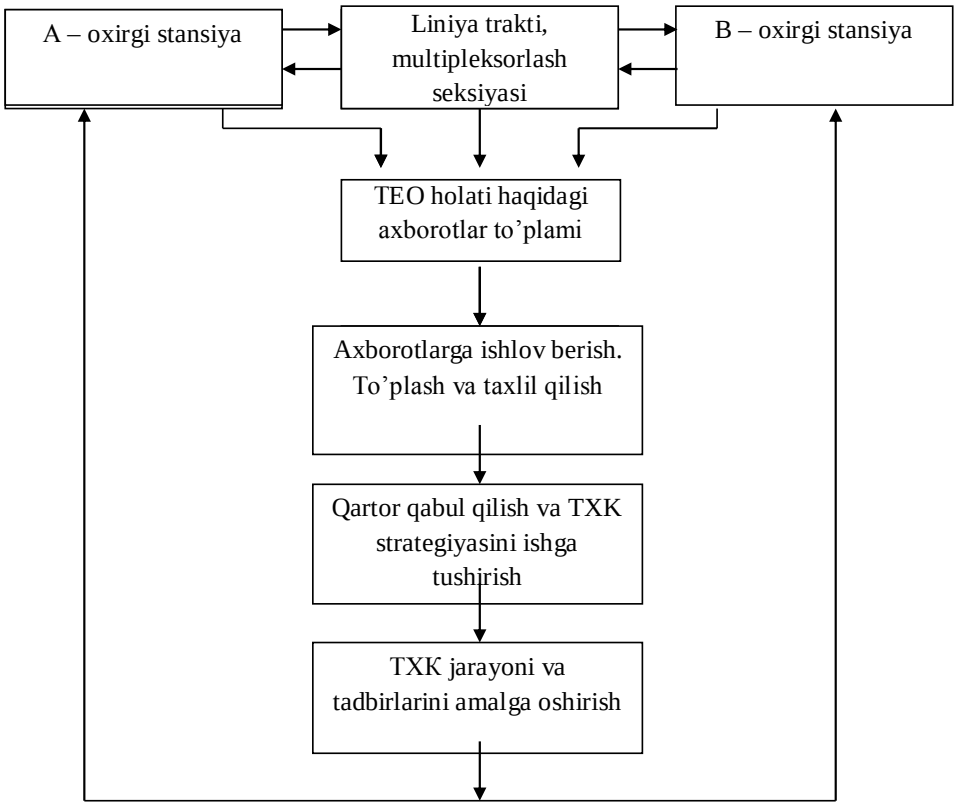
3. ***Aralash prinsip***, ishlarning ma’lum bir qismi belgilangan kalendar muddatlarda, qolgan qismi esa rad etguncha ishlashiga bog‘liq holda bajariladi. Bunday TXK ba’zan reglament – profilaktik ishlar deyiladi.

Nazorat qurilmalari bilan to‘liq ta’minlanganligi bois, zamonaviy raqamli TOAT da TXKning nazorat – to‘g‘rilash usuli keng qo‘llaniladi. Bu usulda TEOning holati tizimli nazorat qilinadi va o‘rnatilgan sifat ko‘rsatkichlari va TEO ishining samaradorligi yomonlashgan holda qayta-tiklash – to‘g‘rilash ishlari bajariladi. Ba’zan bunday TXK to‘g‘rilovchi texnik xizmat ko‘rsatish (TTXK) deyiladi. TTXK TEO ishga noqobiliyatliligi aniqlangach bajariladi va TEOning sifat parametrlari o‘rnatilgan doiralarda bo‘ladigan holatga qayta tiklash uchun yo‘naltirilgan.

TOAT va tarmoqlarining rivojlanishi, qurilmalarining raqamlashtirilishi, ularning ekspluatatsiya amaliyotiga axborot texnologiyalarining kiritilishi operativ - texnik boshqarish tizimi (OTBT) va operativ - texnik xizmat ko‘rsatish tizimi (OTXKT)larini yagona avtomatlashtirilgan texnik ekspluatatsiya tizimi (ATET)ga birlashtirdi. So‘ng avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimini tashkil etilishiga olib keldi, u yagona majmua sifatida tarmoqni boshqarish va rivojlantirishning barcha masalalarini hal etadi, boshqa tarmoqlarning operatorlari bilan o‘zaro faoliyatda bo‘ladi va aloqa xizmatlarini taqdim etadi. TTXKning umumiy sxemasi 10.4 – rasmda keltirilgan.

Umumiy foydalanish tarmoqlarida, bu tarmoqlarning mos keluvchi operatorlari tomonidan shaharlararo tarmoqlarning (SHT) va xududiy, regional tarmoqlarning (RT) TE tizimi tashkil etiladi. TE tadbirlarida ular bir biri bilan o‘zaro avtomatlashtirilgan bog‘liqlikda bo‘ladi.

TE jarayonida SHT va RTning TE tizimlari dasturiy – texnik majmua (DTM) bilan jihozlanadi. Boshqa tarmoqlarning TE tizimlari bilan o‘zaro bog‘liqlikda bo‘lish xizmat telefon aloqa kanallarini va ma’lumotlarni uzatishning axborot tarmoqlarini qo‘llash bilan amalga oshiriladi.



9.4 – rasm. To‘g‘rilovchi texnik xizmat ko‘rsatishning umumiy sxemasi

Raqamli tolali optik aloqa tizimlari va tarmoqlarini ekspluatatsiya qilishga oid normalar

Umumiy qoidalar: Ekspluatatsiya qilishga oid normalar TEOni ekspluatatsiyaga tushirishda, ekspluatatsiya jarayonida va ularni qayta tiklashda maqsadli normalarni bajarish uchun o‘rnatiladi. TEOni ekspluatatsion normalarga muvofiqligini baholash 15 minut, 2 soat va 24 soat oralig‘ida o‘tkaziladi.

Gipotetik etalon (to‘liq raqamli) traktiga, maqsadli normalarga qaraganda yuqoriroq, boshlang‘ich ekspluatatsion normalar MPO (Maintenance Perfomance Objectives) aniqlanadi.

Ekspluatatsion normalar nazorat qilinuvchi parametrlarning oxirgi chegaraviy qiymatlari (limitlar va chegaralar)ni beradi, ular obyektni ishga tushirishda yaroqlilik/yaroqsizligini yoki texnik xodimni ekspluatatsiya jarayoniga aralashuvini aniqlaydi. Ular asoslanadigan maqsadli normalardan farqli ravishda, ekspluatatsion normalar berilgan traktni amalga oshirishda qo‘llaniladigan, uzatish muhitiga bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Ekspluatatsiya jarayonida ekspluatatsion normalar uzluksiz (aloqani uzmasdan) nazorat olib borishni ko‘zda tutadi. Shuningdek, aloqani uzgan holdagi o‘lchashlar ekspluatatsiyaga tushirishda va ta’mirlashdan so‘ng ishga tushirishda o‘tkaziladi.Aniq o‘lchanadigan parametrlar, o‘lchash davomiyligi va ekspluatatsiya jarayonida qo‘llaniladigan limitlar maqsadli norma talablariga javob bera oladigan darajada sifatli natijani ta’minlaydigan bo‘lishi kerak. Lekin xatoliklar bo‘yicha sifatga maqsadli normalar uzoq muddatli (bir oydan kam bo‘lmagan) o‘lchashlarga ta’lluqli, biroq foydalanishga kiritish va xizmat ko‘rsatish uchun amaliyotda qo‘llaniladigan limitlar va chegaralar qisqa muddatliga asoslanadi.

Ekspluatatsion nazorat yordamida maqsadli normalarni ta’minlovchi, sifat ko‘rsatkichlarini normada saqlash uchun uch prinsip ishlatiladi:

- ekspluatatsiyaga tushirishda chegaralarni hisoblash uchun ishlatiladigan, gipotetik etalon trakt uchun boshlang‘ich ekspluatatsion normalar;

- ekspluatatsion chegaralarni hisoblashda, uzatish muhiti va appara-turaning eskirishini hisobga oluvchi koeffitsient qo‘llaniladi;

- ekspluatatsion chegarani hisoblash uchun formulalarga chegaraviy kattaliklarni o‘lchash davomiyligiga bog‘liqligi kiritiladi.

Sifatni kamayishi DPL (Degraded Rerfomance Limit) va ruxsat etilmaydigan sifat UPL (Unacceptable Perfomance Limit) ekspluatatsion chegaralar, uzluksiz nazorat natijalari bo‘yicha xizmat ko‘rsatuvchi xodim aralashuvi zarurligini aniqlaydi. Buning uchun 24 soat davomiyli vaqt oraliqlarini o‘lchashda xatoliklarni uzluksiz nazorat natijalari DPL bilan, 15 minut davomiyli vaqt oraliqlarini o‘lchashda xatoliklarni uzluksiz nazorat natijalari UPL bilan taqqoslanadi.

Raqamli traktda xatolik parametrlariga qo‘yiladigan normalarni aniqlash uchun real raqamli traktni bir turdagi uchastkalarga shunday

ajratishni amalga oshirish kerakki, bunda real trakt normalari bir turdagi uchastkalar tashkil etuvchilarining yig‘indisiga teng bo‘lsin. Bir turdagi uchastkalar doirasida bir operator javobgar bo‘ladi, bir turdagi uzatish muhiti mavjud bo‘ladi va raqamli trakt bir toifaga ta’lluqli bo‘ladi (ya’ni transport tarmog‘ining tranzit uchatkasi yoki mahalliy uchastkasi yoki ulanish uchastkasi hisoblanadi).

Sinxron raqamli TOATli traktning transport tarmog‘ining ma’lum (tranzit yoki mahalliy) uchastkasiga ta’luqliligini aniqlash quyidagilarni e’tiborga olgan holda amalga oshiriladi:

- xatolik ko‘rsatkichlarini o‘lchash natijalari bo‘yicha;

- xorijiy davlatlarning xalqaro trafigining berilgan trakti orqali tranzitni tashkil etish imkoniyati bo‘yicha;

- sinxron raqamli TOATning magistral trakti transport tarmog‘ining ham tranzit, ham mahalliy uchastkasiga ta’luqli bo‘lishi mumkin;

- mahalliy tarmoqning sinxron raqamli TOATtraktlari transport tarmog‘ining mahalliy uchastkasiga ta’luqli;

- sinxron raqamli TOATning xududiy trakti transport tarmog‘ining mahalliy uchastkasiga ta’luqli.

Barcha xolatlarda operator traktning aniq vazifasi va xatolik ko‘rsatkichlarining o‘lchov natijalariga bog‘liq ravishda traktning ma’lum toifaga ta’luqliligini aniqlaydi. Shuni nazarda tutish kerakki, juda yuqori normalar bo‘yicha (masalan, transport tarmog‘ining tranzit uchastkalari normalari bo‘yicha) mos keluvchi o‘lchovlardan keyin raqamli traktni ekspluatatsiyaga topshirish, ushbu traktni raqamli traktlar bozorida jalb etilishini oshiradi.Bir turdagi uchastkalarning har biri uchun xatoliklarga bo‘lgan normalar, ulushlarga mos holda aniqlanadi.

Nazorat savollari

1. Ekspluatatsiya so‘zining ma’nosini tushintiring.
2. Texnik ekspluatatsiya (TE) tizimini ta’riflang.
3. «Ekspluatatsiya nazariyasi» nimani o‘rgatadi?
4. TE o‘zida nimani namoyon etadi va TEdan maqsad nima?
5. Texnik xizmat ko‘rsatish deganda nimani tushinasiz?
6. TE jarayoni qanday tashkil etiladi?
7. TE jarayoni qanday tadbirlarni o‘zida namoyon etadi?

8. TEO deganda nimani tushinasiz?
9. Texnik xizmat ko‘rsatish deganda nimani tushinasiz?
10. Texnik xizmat ko‘rsatish qanday tadbirlarni o‘ziga birlashtiradi?
11. Texnik xizmat ko‘rsatishning qanday usullarini bilasiz?
12. Texnik xizmat ko‘rsatishni qanday optimallashtirish mumkin?
13. Tizim yoki elementlarni rad etish deganda nimani tushunsiz?
14. Nazorat qilish deganda nimani tushinasiz?
15. Ekspluatatsion nazorat tushinchasini ta’riflang.
16. Nazorat qilishning qanday turlarini bilasiz?
17. Nazorat qilinuvchi obyektlar qaysi holatlar orqali baholanadi?
18. Norma, buzilish, avariya tushinchalarini ta’riflang.
19. TE tizimi qanday tashkil etiladi?
20. TEOning qanday ishonchlilik ko‘rsatkichlarini bilasiz?
21. TEOning rad etmasdan ishlash ehtimolligi qaysi miqdoriy munosabatdan aniqlanadi?
22. Telekommuniksiyalarni boshqarish tarmog‘i (TBT)ning vazifasi nimadan iborat?
23. TBT qanday boshqarish sathlaridan tuzilgan?

II – BOB. KENG POLOSALI TARMOQLARGA TEXNIK XIZMAT KO`RSATISH.

2.1. Keng polosali tarmoq tushunchasi

Yaxshi bilamizki, hozirgi zamon axborotlashgan jamiyatining rivojlanishi, ma`lumotlarni ortib borishi, borgan sayin, ulardan foydalanish, ularni tartiblash, mukammalligini ta’minlash maqsadida, axborot texnologiyasi yangi bir tarmog‘ini yaratilishiga zarurat tug‘dirdi. Insoniyatning axborotlashtirishga bo‘lgan extiyoji nuqtai nazaridan tobora qimmati ortib borayotgan tarmoq tushunchasining yaratilishiga ham aynan shu omillar asosiy sababchi bo‘ldi desak aslo mubolag‘a bo‘lmaydi. Bugungi kunda jamiyatning qay bir qatlamini olmaylik uning vakillarini axborotlashtirishga bo‘lgan talabini ortib borishini ko‘rish mumkin. Axborot iste’molchilarining talabi nafaqat axbortning hajmiga, balki, uning sifatiga ham bevosita ta’sir etmoqda. O‘z-o‘zidan ma’lumki, katta xajmdagi axborotni iste’molchilarga qisqa vaqt ichida sifatli yetkazib berish xizmatlarni ta’minlovchi tizimlarga yuqori talablarni qo‘yadi. Aytish joizki, telekommunikatsiya xizmatlarini tashkil etuvchi telekommunikatsiya tarmog‘i operatorlari o‘z tarmoqlarini mijozlarning talablariga mos ravishda rivojlantirib borishlari zarur. Shuni unutmaslik kerakki, bunday usulda aloqa tarmoqlarini modernizatsiya qilish aloqa operatoridan qo‘shimcha sarf xarajatni talab etadi. Shuning uchun ham bunday aloqa tarmoqlarini tashkil qilishda eski texnologiyalardan yangisiga o‘tishni ta’minlovchi, yangi xizmat turlariga ega bo‘lgan, iqtisodiy tomondan tejamkorlikka sabab bo‘ladigan texnologiyalarni qo‘llash maqsadga muvofiqdir.

Telekommunikatsiya tarmog‘ida keyingi avlod taromoqlari (NGN) yagona keng polosali aloqa kanali orqali tarmoq abonentlariga bir vaqtda matn, audio va video singari ko‘plab kommunikatsiya xizmatlarini taqdim etishi mumkin. Demak, NGN texnologiyasining respublikamiz aloqa tarmoqlarida qo‘llanilishi, aloqa sifati ko‘rsatkichlarini jahon standarti talabiga javob beradigan pog‘onaga olib chiqishga imkon beradi. NGN texnologiyasi asosida qurilgan tarmoq (ya’ni NGN tarmoq) universal tarmoq xisoblanib, paketli kommutatsiya asosida ixtiyoriy turdagi ma’lumotlarni (tovush, video, rasm, televizion kadr va boshqalar) sifatli, yo‘qotishlarsiz va yuqori tezlikda uzatish imkoniyatiga egadir. NGN tarmog‘i turli xil ma’lumotlar trakti uchun kerak bo‘ladigan barcha xizmatlarni ta’minlash imkoniyatiga egadir, ya’ni (QoS - Quality of

Service) xizmat koʻrsatish sifati yuqori koʻrsatkichga egadir. Nazariy jixatdan oʻylab qaralsa, NGN tarmogʻi ayni paytda foydalanib kelinayotgan umumfoydalanuvchi telefon tarmogʻi (UFTT-PSTN), ma'lumotlar uzatish tarmogʻi (MUT), elektr aloqa tarmoq (EAT)larining mukammal yagona tizim sifatida birlashtirgan multiservis tarmogʻidir deb aytishimiz mumkin boʻladi.

NGN tarmogʻini qurishdan asosiy maqsad, keng spektrdagi xizmatlar turini joriy qilish va jahon standartlariga mos keng koʻlamli, sifatli, tezkor xizmatlar koʻrsatishdan iborat. Bunda ularga quyidagilarni misol qilish mumkin:

- telefon aloqasi xizmati (mahalliy, shaharlararo, xalqaro telefon aloqasi);
- ma'lumotlar uzatish xizmati (ajratilgan ma'lumot uzatish kanali, ma'lumotlarni uzatuvchi virtual hususiy tarmoqlar);
- telematika xizmati («elektron pochta», «ovozli pochta», «IP-telefoniya», «audiokonferensiya», «videokonferensiya»);
- harakatdagi elektr aloqa xizmati;
- provayder xizmati («elektron supermarket», «masofadan oʻqitish»).
- videokonferensiya xizmati.
- internet xizmati va hokozo.

Bu xolda NGN tarmogʻi har hil turdagi aloqa vositalari, ya'ni analog telefon apparati, faksimil apparati, IR-telefoniya terminali, mobil aloqa vositalari, raqamli tarmoq qurilmalari va boshqa tur aloqa komponentlarini qoʻllab-quvvatlaydi.

NGN tarmogʻining arxitekturasini yaratishda bitta yagona infrastrukturada UFTT, Mobil aloqa tarmogʻi, Internet tarmogʻi resurslari, IP-telefoniya tizimini jamlash koʻzda tutiladi. Hozirgi kunda bizga ma'lum NGN tarmogʻining toʻrt satxli arxitekturasi mavjud.

Ma'lumki, bugungi kunda mavjud telekommunikatsiya tarmoqlaning eng muammoli qismi bu abonent kirish tarmoqlaridir. Chunki, oʻrama juft oʻtkazgichli kabellar (TPP 600x2, 100x2, 50x2) asosida qurilgan analogli abonent liniyalari oʻtkazish qobiliyatining pastligi va sifatining yomonligi bugungi kunda ishlab chiqilayotgan yangi telekommunikatsiya xizmatlarini abonentlarga taqdim qilishga toʻsqinlik qiluvchi asosiy faktorlardan hisoblanadi.

«Oxirgi milya» va tarmoqni qayta qurish muammolari asosan quydagilar bilan bogʻliq:

- uncha katta bo‘lmagan analog ATS larning sonini ko‘pligi, liniyalarning yetmasligi, yangi liniya yotqazish uchun kanalizatsiyaning yetishmasligi, eski liniyalar bo‘yicha xizmat sifatining pastligi, qurilishga va tarmoqdan foydalanishga ketadigan sarf xarajatning ko‘pligi;
- tarmoqdan tushadigan mablag‘ning kamligi. Bu asosan ATS xizmatlarining kamligi, narxi yuqoriligi va yangi xizmatlarni kiritishni texnik murakkabligi, qarzdorlik muammolari bilan bog‘liq;
- texnikadan foydalanishning murakkabligi va ekpluatatsiya xarajatlarining yuqoriligi. Bu asosan qurilmalarning tez-tez buzilishi va liniyalardagi avariyalar, qurilmalarning va liniya vositalarini ta’mirlash kabi muammolar bilan bog‘liq;
- tarmoqda qo‘llaniladigan operatorlarning infratsrukturasini optimal emasligi;

Yuqoridagi kamchilik va muammolarning asosiy sababi tarmoqning o‘tkazish qobiliyatining pastligi, ya’ni, o‘tkazish polosasining pastligidir. Tarmoqning ma’lumot uzatish tezligi birinchi o‘rinda unda tashkil qilinayotgan aloqa kanallarining chastota polosasiga bog‘liq. Ya’ni, tarmoqda tashkil qilingan aloqa kanallarining chastota palasasi kengligi qanchalik yaxshi ta’minlangan bo‘lsa uning ma’lumot uzatish tezligi shunchalik katta bo‘ladi. Shunday ekan respublikamiz axolisiga sifatli telekommunikatsiya xizmatlarini taqdim etish uchun nafaqat telekommunikatsiya tarmoqlarimizni transport qismlarini, balki shu qatorda abonent kirish tarmoqlarini xam modernizatsiya qilish, ularni zamonaviy texnologiyalar asosida qurish orqali o‘tkazish qobiliyatlarini oshirishni ta’minlash lozim. Tarmoqning aloqa kanallarining keng polosaga ega bo‘lishi nafaqat bu tarmoq tarkibidagi kanal hosil qiluvchi qurilmalarga, balki, o‘tkazish muxitining (simsiz, elektr aloqa kabellari, optik aloqa kabellarining) texnik imkoniyatlariga ham bog‘liq hisoblanadi. Demak, mavjud abonent liniyayalaridagi aloqa kabellarining aksariyati past chastotali (0.3-3.4 kGs) PCh telefon so‘zlashuv signallarini uzatishga mo‘ljallangan. Bunday aloqa kabellarida yuqori sifatli telekommunikatsiya xizmatlarini tashkil qilishda foydalanish muammolarni keltirib chiqaradi. Biroq, hozirda shunday texnologiyalar mavjudki, ularning yordamida past chastotali signallarni uzatishga mo‘ljallangan mis o‘tkazgichli kabellardan foydalanib yuqori chastotali kanallarni uzatish tarmoqlarini qurish mumkin. Lekin, shuni unutmaslik kerakki, bunday texnologiyalardan foydalanish orqali muammoni yechish ma’lum bir vaqtgagina amalga oshadi xolos. Telekommunikatsiya xizmatlarining sifatiga bevosita

telekommunikatsiya xizmatlaridan foydalanuvchilarning soni, shuningdek, ushbu sonning ortib borishi bilan ahamiyatli hisoblanadi. Ya’ni, mis o‘tkazgichli kabellardan foydalanish uzoq muddatli yechimni bermaydi. Shuning uchun ham aloqa tarmoqlarini o‘tkazish qobiliyatini oshirish, ya’ni ularni keng polosali tarmoqga o‘zgartirish uchun quyida texnologiyalarni qo‘llash lozim:

- optik tolali tarmoqlarni qurish va undan foydalanish;
- abonent kirish tarmoqlarini qurishda simsiz texnologiyalardan foydalanish;
- mavjud bo‘lgan mis sim juftliklaridan foydalanish.

Abonent kirish tarmoqlarida optik texnologiyalarning keng tadbiq etilishi, abonentlarga yuqori sifatli ko‘plab telekommunikatsiya xizmatlarini taqdim qilishga imkon beradi. Ammo, iqtisodiy nuqtayi nazardan optik tolali tarmoqlarni qurish qimmatga tushishini ham anglashimiz kerak. Bunda ayniqsa abonent liniyalarini tashkillash masalasi muhim ahamiyat kasb etadi.

Mavjud mis kabellardan foydalangan xolda yangi texnologiyalardan foydalanish sarf xarajatlarni qisqarishiga olib keladi. Bunday liniyalardan foydalanganda xDSL texnoloniyalarini qo‘llash maqsadga muvofiqdir va bunday liniyalardan yana ko‘p yillar foydalanish mumkin. Shu sababli mavjud liniyalar qoldirilib, ularda yuqori tezlikli xDSL texnologiyasiga asoslangan raqamli uzatish tizimlarini qurish ham keng polosali abonent kirish tarmoqlarini qurishda qo‘llanidi. Lekin yuqorida ta’kidlaganimizdek, xDSL texnologiyasi vaqtinchalik o‘tish texnologiyasidir va tarmoqning ma’lumot uzatish tezligiga bo‘lgan talablarni vaqtinchalik davrga qondirishi mumkun. Chunki, abonentlar sonining ortishi tarmoqdagi bir kabel tarkibidagi yonma-yon mis o‘tkazgichlar juftliklaridan yuqori chastotali signallarni uzatish zaruriyatinin keltirib chiqaradi. Bu esa bir kabel tarkibidagi mis o‘tkazgichlar juftliklari o‘rtasida o‘zaro o‘tishlar, ya’ni o‘zaro xalaqitlarni hosil bo‘lishiga sabab bo‘ladi. Demak, xDSL texnologisidan foydalanish cheklangan sondagi abonentlarga yuqori tezlikli bog‘lanishlarga imkon berar ekan.

Tarmoqning keng polosaliligi xususida tushunchalari vaqt o‘tgan sayin o‘zgarib boradi. Misol tariqasida aytishimiz mumkinki, bundan sanoqli yillar oldin keng polosali tarmoq sifatida ma’lumot uzatish tezligi 512 kBit/s bo‘lgan tarmoqlar e'tirof etilar edi. Bugungi kunga kelib tezlikka bo‘lgan talab keskin ortganligi sababli keng polosali tarmoq

sifatida ma’lumot uzatish tezligi 2 Mbit/s dan yuqori tezlikli tarmoqlar tushuniladi.

Keng polosali tarmoq deyilganda 2 Mbit/s dan yuqori tezlikli va har xil turdagi ma’lumotlarni yuboradigan tarmoq tushunilanadi. Keng polosali tarmoqning tor polosali tarmoqdan farqi, unda tor polosali tarmoqalardan farqli ravishda kanallar soni ko‘p va ma’lumot uzatish tezligi yuqoridir. Keng polosali tarmoqlarga misol sifatida raqamli integral xizmat ko‘rsatuvchi tarmoqlar (ISDN-Integrated Servies Digital Network)ni keltirish mumkin. ISDN ning bir qator ketma-ket rivojlanish bosqichlari mavjud bo‘lib, ular:

0 – bosqich. Turli ko‘rinishdagi xabarlar, shuningdek xar xil xizmatlar uchun aloxida tarmoqlar mavjudligi.

1 – bosqich. Uzatish va kommutatsiyalashning raqamli usullariga o‘tish, xizmatlarni va nutq va ma’lumotlarni yagona raqamli shaklda uzatish imkonini beradigan integral raqamli tarmoqqa IDN (*Integrated Digital Network*) o‘zgartirilishi.

2 – bosqich. IDN tarmoqni ma’lumotlar uzatish va axborot-xisoblash tarmoqlari bilan birlashtirish yo‘li bilan integral xizmat ko‘rsatuvchi raqamli tarmoq ISDN yaratish.

3 – bosqich. Keng polosali integral xizmat ko‘rsatuvchi tarmoq BSN yaratilishi. Ushbu tarmoq keng polosali raqamli kanallar xosil qilish kabilar bilan tavfsiflanadi.

Raqamli integral xizmat ko‘rsatuvchi tarmoqlari ikki turga bo‘linadi:

- tor polosali integral xizmat ko‘rsatuvchi raqamli tarmoqlar (T-ISDN);
- keng polosali integral xizmat ko‘rsatuvchi raqamli tarmoqlar (K-ISDN, Broadband ISDN).

T-ISDNga uzatish tezligi 2048 Kbit/s (taxminan 2 Mbit/s) oshmaydigan, K-ISDN ga esa uzatish tezligi 2048 Kbit/sdan yuqori bo‘lgan tarmoqlar kiradi.

T-ISDN tarmoqlari nutq va boshqa turdagi ma’lumotlarni yuqori sifat bilan uzatish uchun mo‘ljallangan (nutq, ma’lumotlarni uzatish past tezligi bo‘yicha va oq qora tasvirlarni). K-ISDN yuqori tezligi bo‘yicha ma’lumotlarni uzatish uchun mo‘ljallangan (rangli TV signallarni(4-6 Mbit/s), yuqori sifatli TV (16-24 Mbit/s), yarimtonli faksimil signallarni (9-16 Mbit/s), rangli faksimil signallarni (30-60 Mbit/s), mashinali grafika (20-100 Mbit/s), fayllarni uzatish (100 Mbit/s gacha).

Millionlab mayda biznes egalari va xususiy abonentlar uchun ko‘p yillar mobaynida yuqori tezlikli ma’lumotlarni uzatish iqtisodiy tomondan qimmatga tushganligi tufayli keng tarqalmadi va optik tolali liniyalari bilan ta’minlash imkoniga ega bo‘lmadi. Shunga qaramasdan bunday abonent guruxlarining raqamli uzatish texnikasiga bo‘lgan talab oshib bordi. Oxirgi vaqtgacha ma’lumotlarni uzatish uchun umumiy qo‘llaniladigan telefon tarmoqlarining liniyalaridan foydalanishga to‘g‘ri keldi. Mavjud bunday muammolarni xal qilishda xDSL (Digital Subseriver Line -raqamli abonent liniyasi) eng asosiy vositalardan biri xisoblanadi.

Hozirgi telefon aloqasini ta’minlashga mo‘ljallangan mis abonent liniyalari, ovozli, yuqori tezlikli ma’lumotlarni uzatish, shuningdek boshqa kommutatsion xizmatlarni ta’minlash qobilyatiga ega. Ishni qo‘llab quvvatlovchi bunday tarmoqlar nafaqat zamonaviy mos keluvchi qurilmani, balki, kabelli abonent telefon tarmoqlarining ishini boshqarishga mutlaqo yangi yondashishni talab qiladi.

Turli abonentlar orasida faqatgina telefon aloqasini ta’minlashga mo‘ljallangan, bir juftlikdan tashkil topgan tarmoq atsa-sekinlik bilan yuqori tezlikli ma’lumotlarni uzatishga va boshqa keng oraliqli telekommunikatsiya xizmatlarini bajarishga mo‘ljallangan keng oraliqli kanallar tarmog‘iga aylanmoqda. Analog telefon liniyalari uchun qayta ishlangan texnologiya (telefon liniyalari orqali ishlashga mo‘ljallangan modemlar) ma’lumotlarni uzatishda 56 kbit/s gacha chegaralangan tezlikka ega. Maxsus qayta ishlangan simlar juftligiga mo‘ljallangan kabelli abonent tarmoqlarida yangi texnologiyalarni qo‘llash yuqori tezlikli ma’lumotlarni uzatishda iqtisodiy samaradorlikni beradi. Bunda bir vaqtning o‘zida abonent liniyasini va odatdagi telefon aloqasini qo‘llash imkoniyati saqlanadi. Rivojlanishning bunday yangi pog‘onasi xDSL texnologiyalarini qo‘llash xisobiga amalga oshadi deb aytish mumkin. Chunki, oxirgi mijozlar uchun xDSL texnologiyasi, yuqori tezlikli tarmoqlar orasida Internet tarmoqlari bilan mutsaxkam ulanishni ta’minlaydi. Bu mis simli abonent telefon liniyalari bo‘yicha yuqori tezlikli ma’lumotlarni uzatishda abonent liniyalarining yakunida va yuqori tezlikli ma’lumotlarni uzatuvchi magitsral tarmoqning yakunida xDSL qurilmalarini joylashtirish imkonini beradi.

Agar abonent liniyalarida xDSL texnologiyalarini qo‘llash yordamida yuqori tezlikli ma’lumotlarni uzatish tashkillashtirilgan bo‘lsa, unda uzatiladigan ma’lumotlar, odatdagi analog telefon aloqasi uchun qo‘llaniladigan chasotalariga nisbatan anchagina yuqori bo‘lgan oraliqda, raqamli signallar ko‘rinishida uzatiladi.

Abonent telefon liniyalarida bunday texnologiyalarni qo‘llash, abonentlarning kabelli tarmoqlarini, yuqori tezlikli ma’lumotlarni uzatishga mo‘ljallangan tarmoqning bir bo‘lagini yaratadi. xDSL texnologiyasi yuqori tezlikli ma’lumotlarni uzatishni ta’minlashdan tashqari, telefon aloqasining ko‘p kanalli xizmatini tashkil qiluvchi samarali vosita hisoblanadi. Bundan tashqari xDSL texnologiya bazasi asosida qurilgan keng oraliqli tarmoqlar, faqatgina ko‘p kanalli ovozli aloqani yoki yuqori tezlikli ma’lumotlarni uzatishni tashkil qilish bilan chegaralangan. Ular zudlik bilan o‘zining ishi uchun keng oraliqni talab qiluvchi, boshqa xizmatlarni yaratish uchun bazaviy tarmoq sifatida xam qo‘llaniladi.

Internet tarmoqlariga ulanishni ta’minlash, zamonaviy raqamli tarmoqlarning asosiy funktsiyalaridan biri xisoblanadi. Qo‘llaniladigan oraliq chatsotalarning kengligi, yuqori tezlikli ma’lumotlarni uzatuvchi texnologiyalarga bog‘liq.

Videokonferensiyalarni tashkil qilish simmetrik ma’lumotlarni uzatishni talab qiladi. Videokonferensiya’ni tashkil qilishda ovozli va videosignallarni uzatish lozim, bunday xizmat, boshqa xizmatlarga nisbatan anchagina keng chatsota oralig‘ini talab qiladi.

Yuqoridagilarni nazarda tutsak, xDSL texnologiyasi oldin mavjud bo‘lmagan yangi xizmatlarni qo‘llash imkoniga egaligi bilan ajralib turishini xulosa sifatida kirtitish mumkin. Bunday yangi texnologiyalarni qo‘llash tufayli atsa – sekinlik bilan analog abonent tarmoqlari, raqamli abonent tarmoqlariga o‘tadi. Rivojlanishni bunday yangi bosqichiga o‘tish nafaqat yangi avlod qurilmalarini yaratishni talab qiladi, balki mos keluvchi uskunalarni qo‘llash, xizmat xodimlarini yangi ish usulini o‘rganish va abonent tarmoqlari liniyasini boshqarishda umuman yangicha yondoshishni talab qiladi. xDSL texnologiyasi keng polosali tarmoqlarni qurishdagi qurishdagi bir yechim bo‘ldi. xDSL texnologiyasi yuqori tezlikli ma’lumotlarni uzatishni ta’minlashdan tashqari, telefon aloqasining ko‘p kanalli xizmatini tashkil qiluvchi samarali vosita hamdir. Ya’ni, tarmoqning tezligiga va xizmat ko‘rsatish masofsi uzunligiga talablarning yanada ortib ketishi bu texnologiyaning qo‘llanilish imkoniyatlarini cheklaydi. Buning bir necha sabablari mavjud:

- xDSL texnologiyasi mavjud mis o‘tkazgichli kabellardan foqdalanishga asoslangan va aynan shuning uchun ham signallarni uzoq masofaga uzatishda so‘nishlarning qiymati ortib ketadi.
- Mavjud mis o‘tkazgichli aslida past chastotali telefoniya signalini uzatishga mo‘ljallangan. Bunday o‘tkazgichlardan yuqori

chastotali signallarni uzatishda ular atrofidagi elektromagnit maydonning kuchayib ketishiga olib keladi. Bu esa bir kabel tarkibidagi o‘tkazgichlar juftliklari o‘rtasidagi o‘zaro halaqitlarni orti ketishiga olib keladi. Bu effect bir kabel tarkigidagi ATS ga ulangan abonentlarning xDSL texnologiyasi orqali yuqori tezlikli xizmatlarga ulanish sonini cheklaydi.

- Masofa va tezlik ortgan sari dispersiya’ning qiymati orib ketadi. Ya’ni, xDSL texnologiyasi bo‘yicha ma’lumotlar uzatish tezligini ortirilsa, albatta, xizmat ko‘rsatish masofasini qisqartirilishi lozim. Bu dispertsiya’ni qiymati nominal holatda qolishi uchun amalga oshiriladi.

Yuqorida sanab o‘tilgan muammolarni hisobga olgan holda keng polosali kirish tarmoqlarini qurishni yangi simsiz yoki optik texnologiyalari taklif qilinmoqda. Bunday texnologiyalar yordamida xizmat ko‘rsatish masofasini bir necha o‘nlab km larga tashkil qilish va ma’lumot uzatish tezligini bir necha o‘nlab Mbit/s gacha oshirish imkoniyati mavjud.

2.2. Keng polosali tarmoqlarda xizmatlar

Keng polosali tarmoqlar yaratilishidan asosiy maqsad telekommunikatsiya tarmoqlari mijozlariga yuqori sifatli ko‘p sondagi xizmatlarni taqdim etishdir. Chunki, aloqa tarmog‘ining chastota polosasi kengligi qanchalik katta bo‘lsa unda amalga o‘shiriladigan xizmatlar sifati va soni shunchalik yuqori bo‘ladi. Keng polosali tarmoqlar orqali abonentlarga taqdim etiluvchi xizmatlarni quyidagi tartibda klassifikatsiya qilish mumkin:

1. Kontent bo‘yicha (uzatiluvchi axborot turi bo‘yicha) xizmatlarning klassifikatsiyasi.
2. Xizmatga mijozni kirish imkoniyati ta’minlab berish usuli bo‘yicha xizmatlarning klassifikatsiyasi.
3. Mijoz turi bo‘yicha xizmatlarning klassifikatsiyasi.
4. Ma’lumotlar turlari almashish bo‘yicha xizmatlarning klassifikatsiyasi.

Bu turdagi xizmatlar quyidagilarga bo‘linadi:

- telefoniya (videotelefoniya) xizmatlari;
- ma’lumotlar uzatish xizmatlari;
- keng eshittirish xizmatlari;
- ajratilgan kanallarning xizmatlari (axborot turiga qaramaydi);
- infrastrukturali xizmatlari.

Telefoniya xizmatlarga ovoz signalini yuborish xizmatlari kiradi, bularga statsionar va mobil tarmoqlarning xizmatlari hisoblanadi. Bu

Yyerda videokonferensiya aloqani ta’minlab berish ham kiritilgan bo‘lib, ma’lumotlar uzatish xizmatlari ularni amalga oshirishda qo‘llaniluvchi protokolning turiga (IP, ATM, FR, X.25) bog‘liq ravishda ajratiladi.

Keng eshittirish xizmatlari bu – bir nechta mijozlarga bir tomonlama signallarni yuborish orqali amalga oshiriladi. Bunday xizmatlarga tele va radioeshittirish xizmatlarini misol keltirish mumkin.

Ajratilgan kanallarning xizmatlari trafik turi va soniga, kanallarni ishlatishga qaramay, ta’rif siyosati bo‘yicha xizmatlarni ta’minlab beradi. Bunda, tariflarning turi faqat kanal turiga va o‘tkazish qobiliyatiga bog‘liq bo‘ladi.

Infrastrukturali xizmatlari mijoz ma’lumotlarni yuborish bilan bog‘liq bo‘lmagan xizmatlar hisoblanadi. Bularga xar xil konsultatsiya xizmatlari, xonalarni yoki qurilmalarni ijaraga berish xizmatlari kiradi.

Xizmatga mijozni kirish imkoniyati ta’minlab berish usuli bo‘yicha xizmatlarning klassifikatsiyasi foydalangan texnologiyaga qarab bo‘linadi: ISDN, SDH, Frame Relay, ATM, Ethernet, xDSL (ADSL, SDSL, SHDSL), Passive Optikal Network, PON; koaksial va optik kabel asosida gibrid tarmoqlari HFC.

Mijoz turi bo‘yicha xizmatlarning klassifikatsiyasi quyidagi guruxlarga bo‘linadi:

- boshqa aloqa operatorlarga ta’minlab beradigan xizmatlar;
- korporativ mijozlarga ta’minlab beradigan xizmatlar;
- shaxsiy foydalanuvchilarga ta’minlab beradigan xizmatlar.

Ma’lumotlar turlari almashish bo‘yicha xizmatlarning klassifikatsiyasi quyidagi turlariga bo‘linadi:

- O‘zining tarmoq resurslarga kirish imkoniyatini ta’minlab berish;
- Ikki tomonli almashuv;
- Tranzit;
- ma’lumotlar almashish markaz bilan aloqada bo‘lish;
- O‘zini tarmog‘ida Internetga kirishni ta’minlab beradigan serverlarni o‘rnatish.
- Intellektual xizmatlarni ta’minlab berish.
- Xosting xizmatlari.

Nazorat savollari

1. Tor polasali tarmoqlarga qanday tarmoqlar kiradi?
2. Keng polosali tarmoqalrning tor polosali tarmoqalrdan farqi nimadi?
3. Keng polosali tarmoqalrning eng asosiy hususiyati nimada?

4. Xizmatlari integrallashgan tarmoqning rivojlanish bosqichlari?
5. Raqamli integral tarmoqning necha turi mavjud?
6. Keng polosali tarmoqlarda xizmatlarni taqdim etish protokollari?

2.3. Keng polosali abonenet kirish tarmoqlari

Raqamli abonent kirish tarmoqlari: Optik tolali aloqa liniyalarining kirib kelishi, sinxron raqamli iyerarxiya (SDH) uzatish tizimlarini keng tadbiq etilishi, yaqin kelajakda abonent liniyalarini shu qurilmalar asosida tuzilishiga olib keladi. Hozirgi bozor iqtisodiyoti sharoitida optik tolali tarmoqlarni qurish iqtisodiy qimmatga tushadi, ayniqsa abonent liniyalarini. Oxirgi variant yuqori iqtisodiy samaradorlikni beradi. Bunday liniyalardan foydalanganda xDSL texnoloniyalarini qo‘llash maqsadga muvofiqdir va bunday liniyalardan yana ko‘p yillar foydalanish mumkin. Shu sababli mavjud liniyalar qoldirilib, ularda yuqori tezlikli xDSL, texnologiyasining siflariga asoslangan raqamli uzatish tizimlarini qo‘llash imkoniyatlari yaratildi.

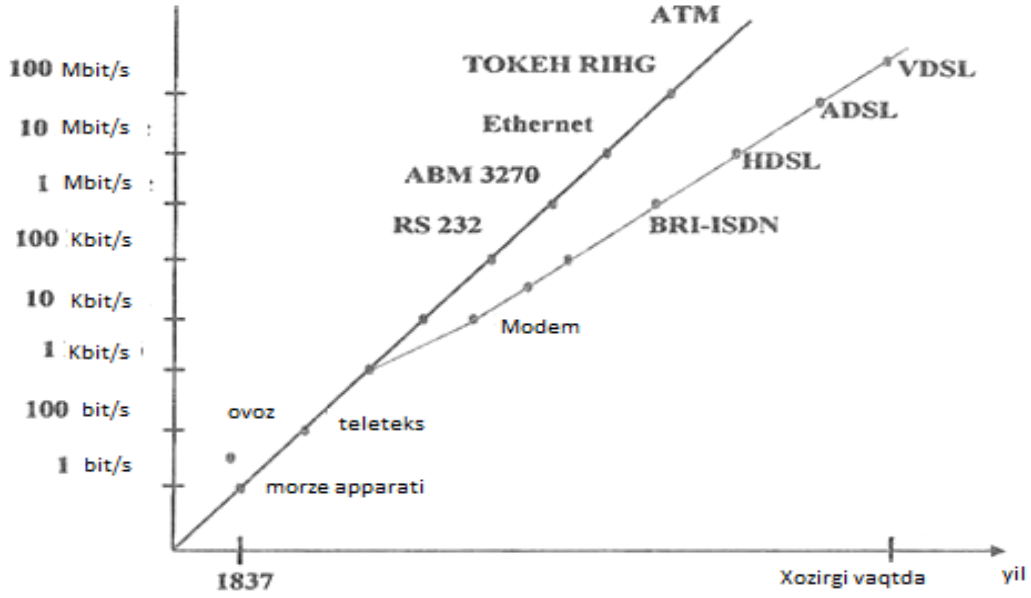
Hozirgi vaqtda nafaqat ovozli axborotlarga, balki Internet xizmatlariga bo‘lgan talablar dolzarb xisoblanadi. Bunday tarmoqlarni ikkita yo‘l: tolali-optik-tolali tarmoqlar va mavjud bo‘lgan kabellardan foydalanish orqali kurish mumkin. Ko‘pgina xollarda oxirgi variant yuqori iktisodiy samaradorlikni beradi. Lekin bunday tarmoqlarni yaratish uchun bir necha savollarga javob topish lozim:

- mavjud bo‘lgan kabelli tarmoq uchun kanday raqamli abonent texnologiya ko‘proq mos keladi;
- qanday qurilma ko‘proq samaradorlikka ega;
- mavjud bo‘lgan kabelli tarmoqlarni, abonentlar ulanuvchi raqamli abonent tarmoqlarining kanday yangi xizmatlari uchun qo‘llash mumkin.

Oxirgi vaqtlarda abonent liniyalari qurilmalarining bozori jadallik bilan rivojlanayotgani tufayli operatorlarning xolati murakkablashib ketmoqda. Yuqoridagi aytib o‘tilgan kamchiliklarga, muammolarga va savollarga javob sifatida xDSL (Digital Subscriber Line) - raqamli abonent liniyalari texnologiyalari qo‘l keladi [1].

xDSL ning variantlari sifatida yaratilgan keyingi texnologiya bu yuqori tezlikli raqamli abonent liniyasi HDSL (High-bit-rate Digital Subscriber Line) xisoblanadi. Bu texnologiya 2048 kbit/s tezlikda dupleks axborot almashtirishni to‘liq ta’minlaydi. Axborotni uzatish uchun kabelning ikki yoki uch juftligidan foydalanishadi. HDSL

texnologiyalarining keyingi rivojlanishi simmetrik yuqori chastotali raqamli abonent liniyalarining qurilmalarini yaratilishiga sababchi bo‘ldi. Bunday SDSL qurilmalari (SDSL -Singil Pair Symmetrical Digital Subscriber Line) kabelning bir juftligi orqali ishlashga mo‘ljallangan. Shuningdek oxirgi yillarda xDSL ning assimmetrik raqamli abonent liniyasini qurish texnogiyalari ishlab chiqildi, Masalan ADSL (assimetrik raqamli abonent liniyasi) texnologiyasi tarmoqdan abonentgacha bo‘lgan yo‘nalishda axborotni uzatganda 8 mbit/s gacha, abonentdan tarmoqgacha bo‘lgan yo‘nalishda esa 1 mbit/s tezlikni ta’minlaydi, shuningdek Internet tarmog‘iga ulanish imkoniyatiga ega bo‘lishi ham mumkin.



2.1-rasm. Mis aloqa liniyalaridan tortib, xozirgi paytgacha raqamli uzatish tizimlarining tezligini o‘sishi

VDSL texnologiyasi (Very High - bit rate Digital Subscriber Line) yangi qurilmalar tarkibiga kiradi va kelgusidagi abonent tarmoqlarida qo‘llashga mo‘ljallangan.

xDSL texnologiyasi 70-yillardan boshlab rivojlana bordi, ya’ni bu yillarda VK (Basic Rate), 160 Kbit/s li ISDN qurilmalari ishlab chiqarila boshlagan edi. xDSL texnologiyasining ishlab chiqaruvchilari o‘zlarining texnologiyalarini tolali optik aloqa tizimida ilk bor sinab ko‘rildi va natijalarga erishildi. Faqat tolali optik aloqa liniyasi orqali «xar bir uyga raqamli telefon» olib kirish mumkin, degan fikr xam bor edi.

xDSL texnologiyasi mavjud mis simli liniyalardan yuqori tezlikli aloqani xosil qilish imkonini beradi. 1.1-rasmda mis kabel liniyasidan axborot uzatish tezligining, ya’ni morze alifbosi (10 bit/s) dan VDSL (52 Mbit/s)gacha o‘ta yuqori tezlikli raqamli abonent liniyasi texnologiyasigacha rivojlanish tarixi ko‘rsatilgan[1].

xDSL texnologiyasi quyidagi turlarga bo‘linadi:

- HDSL (High-bit-roto Digital Subscriber Line) tezligi 2048 kbit/s bo‘lgan dupleks aloqani ta’minlaydi.
- SDSL (Singl Pair Symmetrical Digital Subscriber Line) yuqori chatsotali raqamli abonent liniyalari qurilmasi bo‘lib, signallarni simmetrik xolda uzatishga mo‘ljallangan.
- ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) bu texnologiya tarmoqdan abonentga signalni uzatishda 8 Mbit/s gacha bo‘lgan tezlikni, abonentdan tarmoqga signalni uzatishda esa 1 Mbit/s tezlikni ta’minlaydi, ya’ni signallarni uzatish assimetrik xolda amalga oshadi.
- VDSL (Very High lit rate Digital Subscriber Line) bu yangi qurilma xisoblanib, kelgusida yuqori tezlikli aloqa tarmoqlarida qo‘llashga mo‘ljallangan.

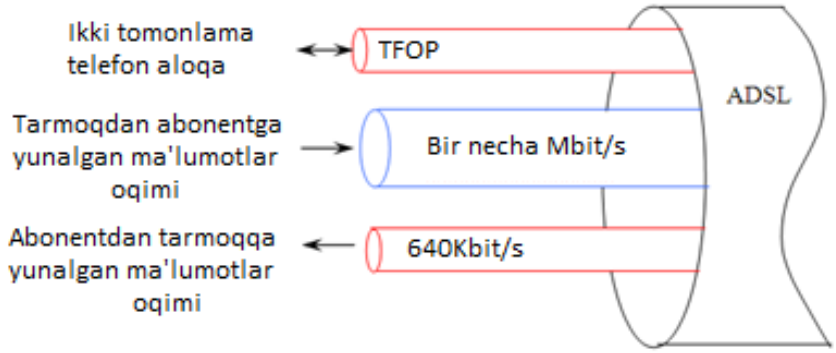
ADSL texnologiyasi

Hozirgi paytda abonent tarmoqlarida ADSL texnologiyalari eng ko‘p tarqalgan. Ular quyidagicha afzalliklarga ega:

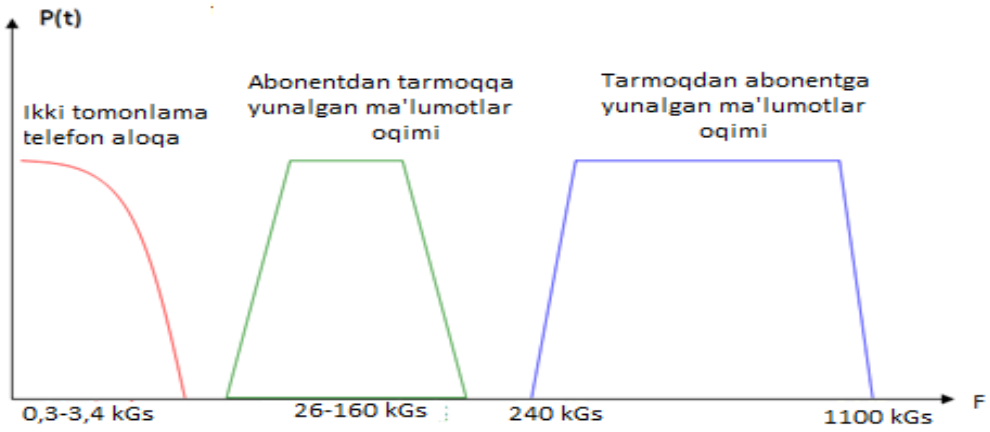
- Kabel juftliklaridan minimal foydalanish imkoniyati. Odatdagi telefon tarmoqlari uchun bunday juftliklar faqatgina telefon signallarini uzatish uchun qo‘llanilar edi. ADSL texnologiyasi yaratilgandan keyin, telefon liniyalari bo‘ylab nafaqat telefon signallari, balkim yuqori tezlikda ma’lumotlarni uzatish mumkin. Ularning ikkalasi xam bir – biriga xalaqit bermaydi;
- ADSL da ulanish vaqtining kamligi, tarmoqdan foydalanishning qulayligi va narxining patsligi. Hozirgi paytda telefon tarmoqlari juda katta va juda ko‘p abonentlar soniga ega bo‘lgan, keng tarqalgan telekommunikatsiya tarmoqlaridan iborat. ADSL texnologiyalari yordamida markaziy ofisda bitta markaziy qurilmani va foydalanuvchi xonadonida, bitta qurilmani joylashtirish lozim. Yuqori tezlikli va keng oraliqli imkoniyatdan foydalanadigan, keng oraliqli tarmoqga ulangan foydalanuvchilar yangi liniyadan xarajatsiz foydalanishi mumkin;

➢ Axborotni tortib olishda yuqori tezlikga erishish. ADSLning assimetrik xususiyati uchun tortib olinadigan tezlik, 8 Mbit/s gacha yetishi mumkin.

Quyidagi 2.2 va 2.3-rasmlarda ADSL ning abonent liniyasini ulanishi va ADSL kanallarining chatsota bo‘yicha tarqalishi. ko‘rsatilgan.



2.2 - rasm. ADSL texnologiyasi qo‘llanilgan abonent liniyasida kanalarning xosil qilinishi.



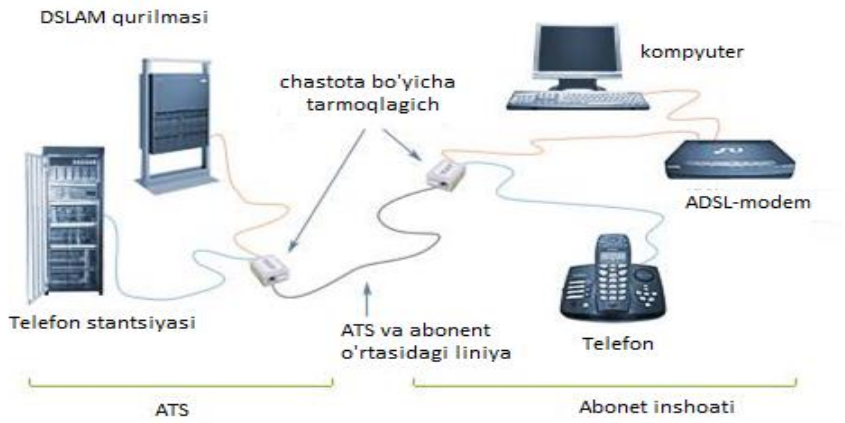
2.3- rasm. ADSL kanallariga chastotaning taqsimlanishi.

ADSL (Assymetric Digital Subscriber Line - assimetrik raqamli abonent liniya), xDSL texnologiyalari kabi yuqori tezlikli ma’lumotlarni uzatish uchun mo‘ljallangan texnologiyalar tarkibiga kiradi. ADSL texnologiyasi interfaol videoxizmatlarni (talab bo‘yicha video, video o‘yinlar va boshqalar) va ma’lumotlarni tez uzatish (Internetga ulanish, lokal xisoblash va boshqa tarmoqlarga uzokdan ulanish) uchun yuqori tezlikni ta’minlashga mo‘ljallangan. ADSL liniyasi, xar bir telefon

kabellarining juftliklarini oxiriga ulangan ikkita modemni bir-biri bilan bog‘laydi. Bizga ma’lumki, analog modemlar, standart telefon kanallari buyicha 28 Kbit/s gacha tezlikni oshirish imkoniyatiga ega edi. Xuddi shunga o‘xshab, modulyasiyalash usullari qo‘llanilgan ADSL texnologiyalari esa tarmoqdan abonentga keladigan ma’lumotlar oqimining tezligini bir necha Mbit/s gacha yetkazishi mumkin. Bu texnologiya foydalanuvchidan stansiyagacha past tezlikli kanal orqali tarmoqdan abonentga tushuvchi oqimlarni вощqarish imkonini beradi. Bunda asosan uchta axborotli kanal xosil bo‘ladi. Tarmoqdan abonentgacha uzatiladigan ma’lumotlar oqimi, abonentdan tarmoqqa uzatiladigan ma’lumotlar oqimi va telefon aloqa kanali. Telefon aloqasining kanallari filtr yordamida ajratiladi, bu ADSL ulanishida avariya yuz bergan takdirda xam telefon ishini kafolatlaydi.

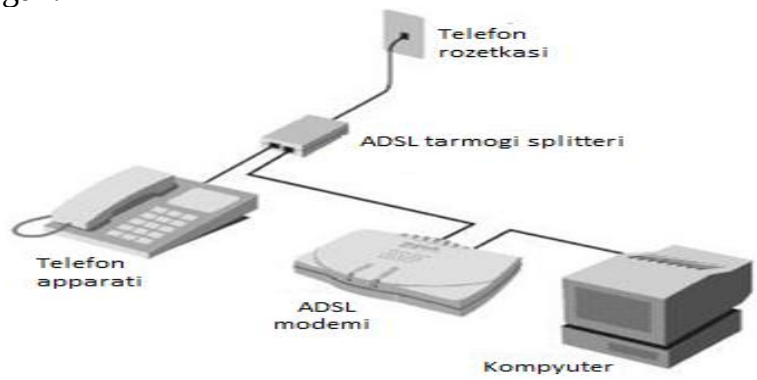
ADSL, mavjud bo‘lgan telefon kabellarining juftliklarini, ma’lumotlar uzatish uchun mo‘ljallangan yuqori chastotali traktga aylantiradi.

Raqamli abonent ulanish tarmoqlarini ADSL texnologiyasi asosida qurishda liniyaviy uskunalarga xech qanday o‘zgarishlar kiritilmaydi. Mis o‘tkazgichli analog telefaniya tarmog‘ini raqamli keng polosali ko‘p xizmatli abonent kirish tarmog‘iga aylantirish uchun qayta jixozlanish jarayoni asosan stansiya va abonent tomonda amalga oshiriladi. Stansiya tomonida abonentlar guruxidan kelayotgan signallarga ishlov beruvchi va global tarmoqdan kelayotgan ma’lumotlar oqimini abonentlarga taqsimlab uzatuvchi qurilma maxsus qurilma guruxli modem xisoblanuvchi DSLAM qurilmasi qo‘llaniladi. Bu qirilmaning asosiy vazifasi mis o‘tkazgichli aloqa liniyalari orqali ulangan abonentlarni xDSL texnologiyasi asosida yuqori tezlikli internet tarmog‘iga ulanishini ta’minlashdir. Odatda DSL texnologiyasidan internet provayderlari foydalanuvchilarga simli internet tarmog‘iga ulanishni ta’minlash maqsadi fo‘llanilib kelinmoqda. Shuning uchun ham stansiya tomonida o‘rnatiluvchi bu qirulma bir tomondan internet provayderining regional tarmog‘iga (ko‘p kanallai uzatish tizimi orqali), ikkinchi tomondan esa abonent liniyasiga ulanadi (kross orqali). Mos ravishda abonent tomonda individual modem qurilmasi, ya’ni ADSL modem o‘rnatilishi lozim. Quyidagi 2.4 rasmda ADSL asosida raqamli abonent kirish tarmoqlarini qurishda qo‘llaniluvchi qurilmalarning ulanish ketma-ketligi ifodalangan.



2.4-rasm. ADSL asosida raqamli abonent kirish tarmoqlarini qurishda qo‘llaniluvchi qurilmalarning ulanish ketma-ketligi ifodalangan

Abonent tomonida ATS tomonida kelgan bir juftli mis abonent o‘tkazgichi abonent inshooti devor qismidagi telefon rozetkasiga ulanadi. Telefon rozetkasiga bir tomonidagi RJ11 konnektori bilan ulangan telefon kabeli ikkinchi tomonidagi RJ11 konnektori bilan chastota bo‘yicha ajratish qurilmasi, ya’ni splitter qurilmasining “line” portiga ulanadi. Splitterning asosiy vazifasi stantsiya tomonda kelayotgan umumiy oqim tarkibidan past chastotali telefon signallari (0,3-3,4 kGs) va yuqori chastotali (26kGs-1100kGs) ma’lumotlar uzatish tarmog‘i signallarini ajratishdan iborat. Splitterning ikkinchi tomonida “phone” va “modem” portlari mavjud bo‘lib “phone” portiga telefon apparati, “modem” portiga esa ADSL modemi ulanadi. Quyidagi 2.5-rasmda abonent inshootida ADSL modem va uning komponentalarini ulanish ketma-ketligi tasvirlangan.



2.5-rasm. Abonent inshootida ADSL modem va uning komponentalarini ulanish ketma-ketligi

ADSL modemi va abonentning ma’lumotlar uzatish tarmog‘i (masalan Internet tarmog‘i) ohirgi qurilmasi (kompyuter) o‘rtasida bog‘lanish ADSL modemning imkoniyatiga bo‘liq ravishda turlicha bo‘lishi mumkun. Odatda ADSL modem va kompyuter o‘rtasidagi ulanish Ethernet tehnologiyasi asosida amalga oshiriladi. Bunda modemning “LAN” Ethernet portlarida biriga Ethernet kabelining RJ45 konnektoriga ega bir uchi ulanadi. Kabelning ikkinchi tomoni esa kompyuterning Ethernet portiga ulanadi. Ammo shuni takidlash kerakki bugungi kunda ADSL modemlari va abonent ohirgi qurilmalari o‘rtasidagi bog‘lanish jarayonini qulaylashtirish va bir vaqtda ulanuvchi qurilmalar soni va mobilligini ortirish maqsadida simsiz texnologiyalar keng qo‘llanilib kelinmoqda. Masalan Wi-Fi texnologiyasi bunga yaqqol misol. Shuning uchun ham ADSL modemlar Wi-Fi tehnologiyasi bilan jihozlangan holatda ishlab chiqarilmoqda . Bunda ohirgi qurilmalar (kompyuter, smart telefonlar va boshqa tarmoqda ishlashga mo‘ljallangan qurilmalar) ADSL modemga simsiz ulanishlari mumkun.

2.6-rasm. Wi-Fi texnologiyasini qo‘llab-quvvatlovchi ADSL modem

ADSL assimetrik texnologiyalar tarkibiga kiradi, chunki tarmoqdan abonentga keladigan ma’lumotlar oqimining tezligi, abonentdan tarmoqka beriladigan ma’lumotlarning uzatish tezligidan past. Foydalanuvchidan uzatiladigan tezlik, analog modemlarning qurilmalaridagiga nisbatan yuqori. Telefon kabellarining juftliklari orqali uzatiladigan axborotlarning katta xajmini siqish uchun, ADSL texnologiyasida signallarni raqamli kayta ishlash, maxsus yaratilgan algoritmlar, takomillashtirilgan analog filtrlar va analog raqamli o‘zgartirgichlar qo‘llaniladi. Juda katta masofaga ega bo‘lgan telefon liniyalari, uzatiladigan yuqori chastotali signallarni satxini pasaytirishi mumkin. Bu esa ADSL modemlarining analog tizimlarini yetarli darajadagi yuqori yuklamada ishlashga majburlaydi. Bunday yuklamada yuqori dinamik diapozon va shovqin satxi past bo‘lishi lozim. Dastlabki ADSL tizimlarini oddiy deb xisoblash mumkin, chunki u

oddiy telefon kabellari orqali yuqori tezlikli ma’lumotlarni uzatish kanallarini xosil qiladi.

Texnologiya odatdagi telefon aloqasi uchun ma’lum bir chastota oralig‘ini zaxirasini ta’minlaydi.

Shunday kilib, eski telefon liniyalaridan yangi telefon liniyalari xosil bo‘ladi. Yuqori tezlikli ma’lumotlarni uzatuvchi boshqa texnologiyalarga nisbatan ADSL yana bir asosiy afzalligi telefon kabellarining mis simlarini odatdagi juftliklaridan foydalanishdir. ADSL, ustiga qo‘yilgan tarmoqni xosil qiladi. Bunda qimmatga tushadigan qurilmalar va telekommunikatsiya qurilmalarini takomillashtirish uchun ko‘p vaqt talab qilinmaydi.

Umuman olganda ADSL funksional chegarasi 0,5 mm uzunlikdagi simda abonent liniyasining uzunligi 3,5-5,5 km ni tashkil etadi.

Xozirgi vaqtda ADSL, tarmoqdan abonentga keluvchi ma’lumotlar oqimining tezligini 1,5 Mbit/s dan 8 Mbit /s gacha tezlikda va abonentdan tarmoqda keluvchi ma’lumotlar oqimining tezligini 640 Kbit/s dan 1 Mbit/s gacha ta’minlaydi. Bunday texnologiyalarning kelgusidagi rivojlanish tendensiyasi tarmoqdan abonentga keluvchi ma’lumotlar oqimini tezligini oshirish kutiladi.

ADSL texnologiyasi ta’minlaydigan ma’lumotlar oqimining tezligini baxolash uchun, boshqa texnologiyalar qo‘llanilganda foydalanish uchun lozim bo‘lgan tezlik bilan solishtirish lozim. Analog modemlar ma’lumotlar oqimini 14,4 - 56 Kbit/s gacha tezlikda uzatishni ta’minlaydi.

xDSL ning turli texnologiyalari foydalanuvchilarga IDSL uchun 128 Kbit/s, HDSL uchun 768 Kbit/s, ADSL uchun tarmoqdan talabgorgacha 1,5-8 Kbit/s va abonentdan tarmoqqacha 640-1000 Kbit/s, VDSL uchun tarmoqdan talabgorgacha 13-15 Mbit/s va abonentdan tarmoqkacha 1,5-2,3 Mbit/s gacha ma’lumotlar oqimini uzatish tezligini ta’minlaydi.

Kabel modemlari 500 Kbit/s dan 10 Mbit/s gacha tezlikda ma’lumotlar oqimini uzatish imkoniga ega (bunda kabel modemlarining o‘tkazuvchanlik oralig‘i shu liniyadan foydalanish imkoniyati bo‘lgan barcha foydalanuvchilar orasida bo‘lishini xam nazarda tutish lozim. Shuning uchun xam bir vaqtda ishlovchi foydalanuvchilar soni, ularning xar biri uchun xaqiqiy ma’lumotlarni uzatish tezligiga sezilarli darajada ta’sir qiladi). Ye-1 va Ye-Z raqamli liniyalar mos xolda 2048 Mbit/s va 34 Mbit/s gacha uzatish tezligiga ega.

ADSL texnologiyasini qo‘llaganda magistral tarmoq bilan foydalanuvchi bog‘langan liniya’ning o‘tkazuvchanlik oralig‘i har doim va faqat foydalanuvchiga tegishli.

HDSL texnologiyasi va uning ishlash prinsipi

Raqamli abonent liniyasini qurish texnologiyasi xDSL ning keyingi rivojlanishi, abonent liniyalarining yuqori tezlikli texnologiyasi HDSL (High-bit-rate Digital Subscriber Loop) ni paydo bo‘lishiga olib keldi. Bunday qurilma kabelning bir juftligi orqali 768/1024 Kbit/s tezlikda axborotni tuliq dupleks xolatda almashish imkonini beradi va oddiy kabelning ikki yoki uch juftligi orqali, parametrlarni tanlamasdan simmetrik bo‘lmagan xolda xam 2048 Kbit/s tezlikda axborotlarni uzatishi mumkin. Tizim bir kabeli xisoblanadi ya’ni bitta kabel orqali axborotlarni uzatish va qabul qilish mumkin. Shuningdek SAR modulyasiyasi yordamida HDSL tizimi uchun bir kabelning 50-80% juftligini qo‘llash mumkin.

HDSL texnologiyasining keyingi rivojlanishi, kabelning bir juftligi orqali ishlovchi, simmetrik raqamli abonent liniyalariga mo‘ljallangan SDSL texnologiyasidir. HDSL qurilmalarining ish sifatiga ta’sir qiluvchi asosiy omillardan biri bu liniyalarining parametrlaridir. Shulardan eng asosiylarini karab chiqamiz:

- signalning zaiflashishi. Kabelli liniyalardagi signalning so‘nishi kabelning turiga, uning uzunligiga va signal chastotasiga boglik;
- liniya qanchalik uzun bo‘lsa va uning chastotasi qanchalik yuqori bo‘lsa uning so‘nishi shunchalik yuqori bo‘ladi;
- amplituda chastotaviy tavsifning notekisliligi. Umuman olganda aloqa liniyalarining kabellarini past chastotali filtr deb faraz qilish mumkin;
- radiochastotali interferensiya;
- guruxli o‘tish vaqtining kechiqishi, signalning kabelda tarqalish tezligi uning chastotasiga bog‘lik, shu tarzda agar AChT bir xil bo‘lsa xam impuls shakli uzatishda buziladi.

HDSL qurilmalarining asosini liniya trakti tashkil etadi, ya’ni mis liniyalari buyicha raqamli oqimlarni uzatish uchun kodlash usuli qo‘llaniladi. HDSL texnologiyasi liniyaviy kodlashning ikki texnologiyasini: 2B1Q(2 binary1 quartenaiy) va CAP (Carrierless Amplitudeand Phase Modulation) ishlatishni qarab chiqadi. Ikkala texnologiya xam uzatiladigan va qabul qilinadigan signallarni, signal

jarayonlari deb ataladigan raqamli kayta ishlashga va bir kator umumiy prinsiplarga asoslangan.

HDSL qurilmasini ishlab chiqarish bilan bir necha chetel kompaniyalari shug‘ullanadi. HDSL qurilmasiniig asosiy parametri uning ishlash masofasidir. Bu parametr 100% amalda qo‘llaniladngan liniya kodining turi orqali aniqlanadi. Bunday parametr (2B1Q kodi) qo‘llaniladigan barcha qurilmalar uchun bir xildir, ya’ni bir xil masofa va shovqinbardoshlik bilan ta’minlaydi. Parametrlari bo‘yicha SAR modulyasiyasi qo‘llaniladigan qurilmalar, 2B1Q kodi qo‘llaniladigan qurilmalarga mos tushadi. HDSL qurilmalari turli qo‘shimcha funksiyalarning mavjudligi/yuqligi, energiyaga bo‘lgan turli talablar, zaxira rejimlarining mavjudligi bilan boshqa qurilmalardan farq qiladi. Bu turli mikrosxemalar majmuasini qo‘llash, dasturiy ta’minotdagi farq va konstruktorlik qayta ishlashlar bilan bog‘liq.

HDSL tizimlarining turli liniyaviy kodlash texnologiyalari, ishlash masofasining asosiy qiymatlari quyidagi 2.1-jadvalda ko‘rsatilgan.

Bu jadvalda HDSL WATSON (Schmid Telecom AG, Shveytsariya) qurilmalarining turli seriyalari ko‘rsatilgan.

WATSON 2 kurilmasida 2B1Q kodi qo‘llaniladi va kabelning ikki juftligi orqali ishlaydi, WATSON 3 da SAR-64 modulyasiyasi qo‘llaniladi va kabelning ikki juftligi orqali ishlaydi, WATSON 4 da SAR-128 modulyasiyasi qo‘llaniladi va kabelning bir juftligi orqali ishlaydi.

4.1-javal.

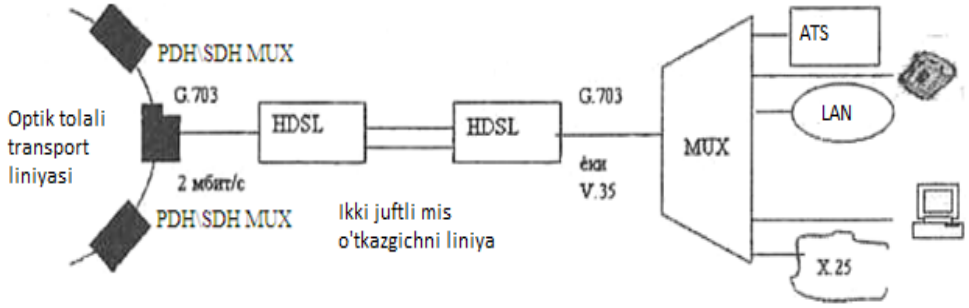
HDSL tizimlarining parametrlari

O‘tk azgich diametri	Regenerat orlarsiz liniya uzunligi	Regenerat orlarsiz liniya uzunligi	Regenerat orlarsiz liniya uzunligi
0,4	4 km gacha	4-5 km	3-4 km
0,6	6 km gacha	6-7 km	4-5 km
0,8	9 km gacha	10-12 km	6-7 km
1,2	18 km gacha	14-18 km	10-13 km

HDSL apparaturasining liniya traktini tashkil qilish uchun yuqorida aytib o‘tganimizdek kodlashning ikki texnologiyasi 2B1Q va SAR

qo‘llaniladi. Qo‘llaniladigan liniya kodlari texnologiyalariga boglik xolda, signallarni regeneratorsiz uzatish masofasi tanlanadi.

HDSL tizimlarini amalda qo‘llash tajribasi shuni ko‘rsatdiki, 2B1Q texnologiyalariga asoslangan apparaturalarning sifat parametrlari (masofasi, shovqindan ximoyalaganligi va boshqalar) va narx ko‘rsatkichi buyicha nisbatan qimmat, chunki **2B1Q** texnologiyasi keng tarqalgan va ishlab chiqarishga arzonga tushadi. HDSL texnologiyalarining tuzilishiga misol 2.7-rasmda ko‘rsatilgan.



2.7-rasm. HDSL texnologiyasi asosidagi abonent ulanish liniyasi

Yuqorida takidlanganidek xDSL oilasining HDSL vakili nisbatan yuqori tezlikli, simmetrik raqamli abonent ulanish liniyalarini qurishda ham qo‘llanilishi mumkin.

Simsiz keng polasali kirish tarmoqlari va ularni qurish usullari

Keng polosali simsiz tarmoqlar (Broadband Wireless Network-BWN) turli radioaloqa tarmoqlarini o‘zida mujassam qiladi va abonentlarni o‘zaro axborot almashinishlari yoki abonentlarni boshqa telekommunikatsiya tarmog‘ining axborot resurslariga yuqori tezlikda (odamda B≥1 M bit/s) ulanish imkonini beradi. Bunday tarmoqlarning formal ta’rifi quyidagicha:

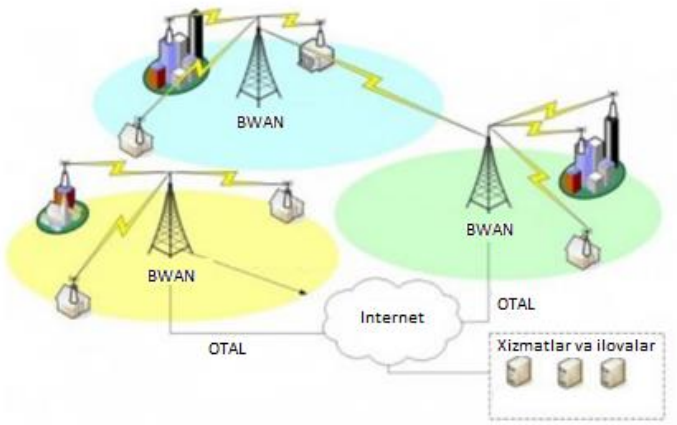
Keng polosali simsiz tarmoqlar bu – texnik tavfsiflari quyidagi talablarga javob beruvchi radiokanallar bilan o‘zaro bog‘langan uzellar majmuidir:

- Radio kanal resursi umum foydalanishdagi bo‘lishi lozim;
- Bandwidth- chastota polosasi kengligi bir necha MHz va shuncha ma’lumot uzatish tezligi sekundiga bir necha Mbitni tashkil qilishi lozim;

- Tarmoq uzellari tarkibidagi jihozlar arxitekturasi va joylashuviga bog‘liq ravishda bir- biriga nisbatan to‘g‘ridan- to‘g‘ri ko‘rishga ega holatda (line of sight) yoki bir- biriga nisbatan ixtiyoriy holda, ya’ni, to‘g‘ridan- to‘g‘ri ko‘rish nazarda tutilmagan holda joylashishlari mumkin.

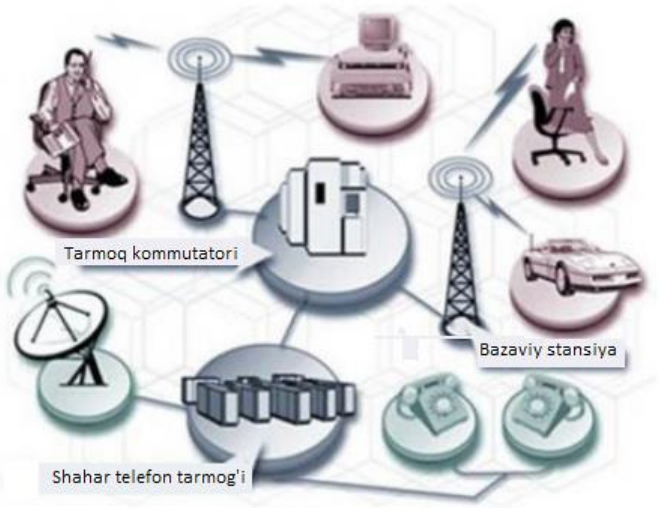
Yuqorida keltirilgan ta’riflar va belgilanishlar asosida ta’kidlash mumkinki, BWN ning asosiy vazifasi kichiq o‘lchamli hududlarda simsiz ulanishlarni ta’minlash bilan bir qatorda, ushbu simsiz keng polosali tarmoq abonentlarini transport tarmog‘i orqali boshqa telekommunikatsiya tarmog‘i resurslariga ulanishlarini ta’minlashdir (4.8-rasm). Turli BWN da yuqoridagi vazifalarning biri prioritetga ega bo‘lishi mumkun va bunga bog‘liq ravishda simsiz keng polosali tarmoqlarni ikki kotigoriyaga ajratish mumkun:

- Ikki va undan ortiq local kirish tarmoqlarini o‘zaro bog‘lash vazifasini bajaruvchi simsiz keng polosali kirish tarmoqlari (Broadband Wireless Access Network).



2.8-rasm. Local kirish tarmoqlarini o‘zaro simsiz bog‘lanishini ta’minlovchi keng polosali simsiz tarmoq

- Keng polosali mobil aloqa tarmoqalari. Bunday tarmoqalarda foydalanuvchilar o‘rtasida ma’lumot almashinishni ta’minlash asosiy vazifadir.



2.9-rasm. Keng polosali mobil aloqa tarmoqalari

Simsiz keng polosali tarmoqlarining paydo bo`lishi va dunyo bo`ylab juda keng miqyosda qo`llanilishi telekomunikatsiya tarmog`i abonentlarining axborot uzatish tezligiga va uzatiladigan axborotning xajmiga bo`lgan talablarini keskin ortib ketishiga olib keldi. Bu asosan XX asrning to`rtinchi choragida yaqqol namoyon bo`ldi. Aynan o`sha davrlardan boshlab axborot va axborot almashishning jamiyatning ishlab chiqarish faoliyatining muhim jihatiga aylandi. Shu tariqa bugungi kunga kelib jamiyat azolarining individual bevosita muloqoti shakli sezilarli darajada telekomunikatsiya vositalari orqali muloqot shakliga o`ta boshladi. Masalan sotsial tarmoqlar (network socicty).

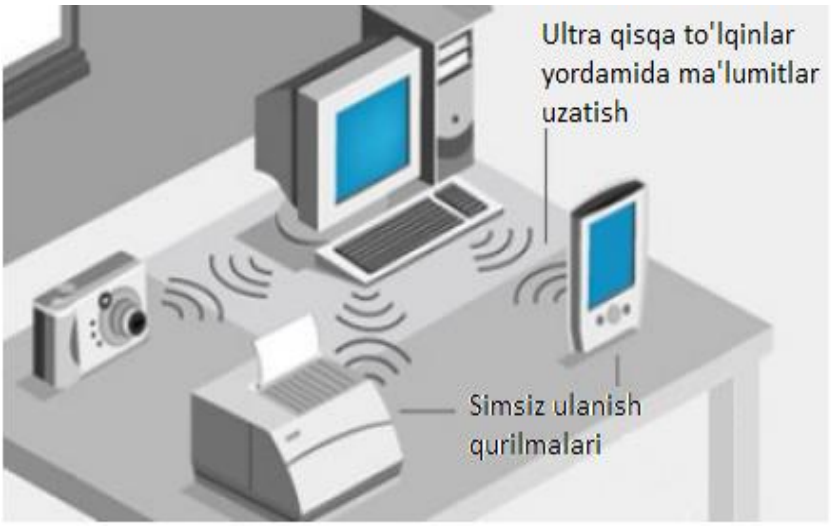
Yangi davrning talablarini qondirishga simsiz aloqadan foydalanish eng samarali yechim bo`la oladi. Bunga sabab simsiz aloqa tizimlari uzatish qurilmalarining joylashishi o`rniga bog`liq bo`lmagan holda, xar qanday vaqtda aloqa jarayonini tashkil qilish imkoniga ega. Radioto`lqinlarning tarqalish xususiyati va radio vositalar orasidagi o`zaro halaqitlarning mavjud bo`lmasligiga qo`yiladigan talablarni hisobga olgan holda, radioaloqaning hamma joyda va ommaviy ravishda qo`llanilishiga to`sqinlik qiluchi omil sifatida radiochastota resurs (DUP)ni cheklanganligini keltirish mumkin. Simsiz tarmoqlarning o`tkazgichli tarmoqlar bilan hamkorlikda, vazifalarni quyidagi tartibda bo`lib olinishi asosida faoliyat ko`rsatishi natijasida bu radio chastota resursi cheklanganligi muammosini hal qilish mumkin:

- o`tkazgichli ( elektir yoki optik ) yoki sun’iy yo`ldoshli (radio releyli aloqa tarmog`I orqali kichiq o`lchamli simsiz kirish tarmoqlarini o`zaro ulanishlarini ta’minlaydi;
- simsiz kirish tarmoqlari esa yuqorida sanab chiqilgan barcha afzalliklarga ega bo`lgan holda abonentlarni simsiz o`zaro ulanishlarni va ularni transport.

Kichiq o`lchamdagi simsiz tarmoqlarni tashkil etishda kam quvvatli, o`rta yuqori (UHF) va o`ta yuqori (SHF – Super High Frequency ) chastotalar diapazonidagi radio signallardan foydalaniladi va bunda signal manbadan uzoqlashgan sari jadal ravishda so`nib boradi. Bu ikki omil o`zaro yaqin joylashgan ikki simsiz kirish tarmog`ida bir xil chastotadan foydalanishga imkon beradi va xar ikki hududda keng polosali simsiz kirish tarmog`i tashkil etiladi.

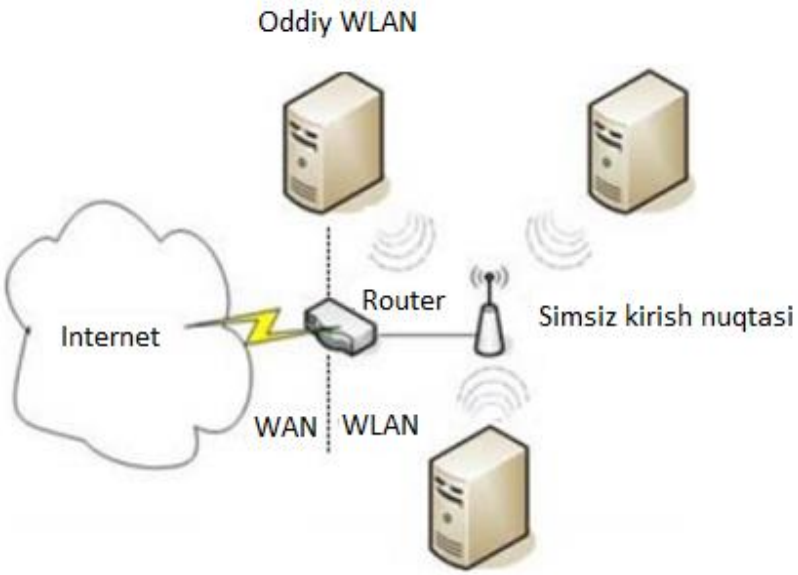
BWN lar ulardagi tarmoq uzellarini hududiy joylashuvi va ularning qamrov hududining o`lchashga bog`liq ravishda quyidagi to`rtta asosiy turga bo`linadi:

1) Shaxsiy simsiz tarmoq (WPAN-Wireless Personal Area Network). Bunday tarmoq abonentning xonasi yoki ishchi stoli hududida o`tkazgichli ulanishlardan voz kechish maqsadida qo`llanilib aloqa masofasi shartli ravishda 10m gacha belgilangan. WPAN tarmog`iga misol qilib shaxsiy kompyuter va uning periferiya qurilmalarini simsiz ulanish tarmog`ini yoki xo`jalik multimedia qurilmalarini bog`lanish tarmog`ini keltirish mumkin.



2.10-rasm. WPAN - simsiz shahsiy tarmoq

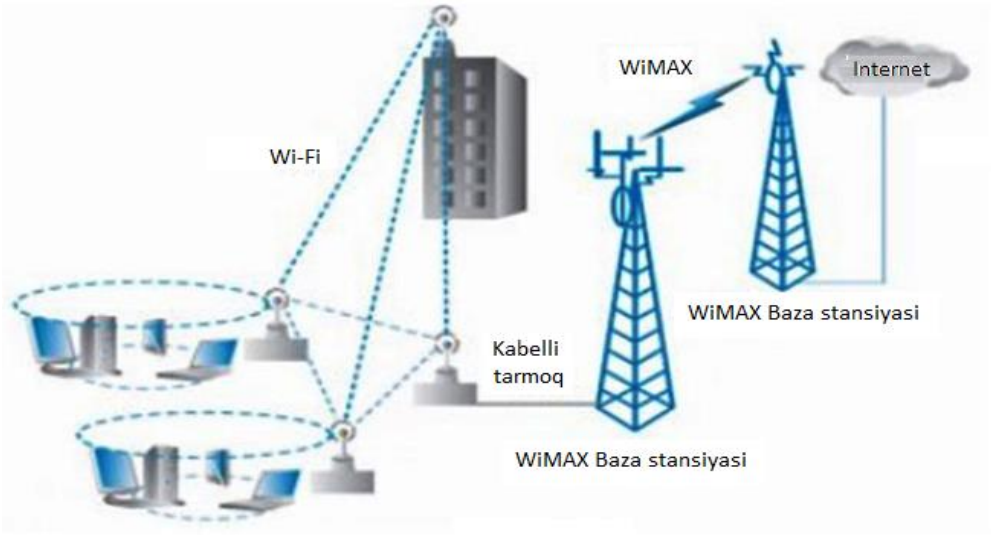
2) Lokal simsiz tarmoqlar (WLAN- Wireless Local Area Network). Bunday turdagi simsiz tarmoqlar R=100m ga teng radiusli hududlarda simsiz keng polosali kirish tarmog`ini tashkil qilish uchun qo`llaniladi. Bunday WLAN tarmoqlariga ofislardagi, mexmonxonalar, aeroportlardagi, shuningdek xususiy xonadonlardagi simsiz kirish tarmoqlarini (masalan Wi-Fi yasashda) misol keltirish mumkin.



2.11-rasm. WLAN- simsiz lokal tarmoq

3) Shahar simsiz tarmog‘i (WMAN-wireless Metropolitan Area Network) katta bo‘lmagan aholi yashash punktlari hududida yoki katta shaharlarning administrativ hududlarida (kvartal yoki boshqa.) simsiz tarmoqlarni tashkil etishga mo‘ljallangan. WMAN tarmog‘i uzellari orasidagi masofa 100 m dan bir necha o‘nlab kilometrlargacha bo‘lishi mumkin. WMAN ga misol sifatida kichiq shaharlardagi Wi-MAX tehnologiyasi asosidagi simsiz kirish tarmoqlarini obektlari tarqoq joylashgan katta hududga ega tashkilot yoki zavodlar hududidagi simsiz tarmoqlarni keltirish mumkin.

Shuningdek chet el davlatlarida ko‘lami katta hududga yoyilgan universitet simsiz tarmoqlarini kompus tarmoqlari (CAN-Campus Area Network) deyiladi.



2.12-rasm. WMAN- Shahar simsiz tarmog‘i

Uyali mobil aloqa tarmoqlari regional yoki milliy masshtabdagi hududlarda 120 km/soat gacha tezlikda harakatlanayotgan foydalanuvchilarni mobil (harakatdagi) aloqa bilan ta’minlashni ko‘zda tutadi. Uyali mobil aloqa tarmoqlarining strukturasi uzatish va qabul qilishni amalga oshiruvchi uzellar (bazaviy stansiya - BTS) dan va bir uzel xizmat ko‘rsatish hududidan boshqa bir uzel hududiga ko‘chib o‘tganda abonentlarning ayni paytdagi joylashgan uzel hududini (joylashgan o‘rnini shuningdek) aniqlash va bu abonentni uzliksiz aloqa bilan ta’minlash vazifasini bajaruvchi kommutatsiya jihozlaridan tashkil topadi. Tarmoqning qamrov hududi yacheykalarga (uyalarga) bo‘linadi.

Transport tarmog‘i sifatida elektr o‘tkazgichli, radioreleyli va optik kabelli tizimlardan foydalanilishi mumkin.

Ta’kidlanganidek simsiz keng polosali tarmoqlar simsiz ulanishi mobil stansiyalar (MS-abonentlar) ni o‘zaro ulanishiga yoki bu MS larni boshqa telekommunikatsiya tarmog‘iga ulanishlarini ta’minlash mumkun. Aynan qay bir vazifasi birlamchi hisoblanishiga bog‘liq ravishda BWN larni ikki xil kategoriyaga mumkin. BWAN (Broad wireless access network) keng polosali simsiz kirish tarmoqlari. Bunday BWAN tarmog‘ining asosiy vazifasi MS larni boshqa telekommunikatsiya tarmog‘I resurslariga simsiz ulanishlarini ta’minlashdir. Masalan Wi-Fi va Wi-MAX texnologiyasi asosidagi simsiz kirish tarmoqlari.

Uyali aloqani keng polosali tarmoqlari. Bunday simsiz keng polosaning asosiy birlamchi vazifasi MS larni o‘zaro bog‘lanishlarini ta’minlashdir.

Zamonaviy optik abonenet ulanish tarmoqlari

Barchamizga ma’lumki bugungi kunda telekommunikatsiya tarmoqlarining muammoli qismi abonent kirish tarmoqlari xisoblanadi. Bu asosan mavjud o‘rama juft mis simli aloqa kabellari asosida qurilgan abonent kirish tarmoqlarining o‘tkazish qobiliyatining pastligi, signallarni uzoq masofaga sifatli yetkazishda muammolar mavjudligi bilan xarakterlanadi.

Xozirda rivojlangan axborotlashgan jamiyatda abonentlarning axborotga bo‘lgan extiyojlari tobora ortib bormoqda. Yangi telekommunikatsiya xizmatlarini taqdim etish jarayonida bu muammolar ayniqsa cheklanishlarni yuzaga keltiradi. Xususan bugungi kunda telekommunikatsiya xizmatlaridan biri sifatida keng rivojlanib borayotgan HDTV (high definition TV) - yuqori aniqlikdagi televizion xizmatini misol keltirish mumkin. Chunki axolining(abonentlaring) aksariyat qismi bunday xizmatlarni taqdim etishga tayyor bo‘lmoqda ya’ni, ular ENT(elektron-nur trubkali) televizion qabul qilgichlarini (televizorlarini) suyuq kristalli yoki plazmali tevizion qabul qilgichlarga almashtirmoqdalir. Bu esa ularga HDTV televizion xizmatidan foydalanish imkoniyatini beradi.

Ushbu xizmatni amalga oshirish uchun tashkil qilingan tarmoqga o‘tkazish qobiliyati va paketlarning o‘z vaqtida yetkazib berilishi bo‘yicha yuqori talablar qo‘yiladi. Chunki bu xizmatni taqdim qilish internet va telefoniya xizmatlariga nisbatan ancha murakkab va nisbatan katta o‘tkazish qobiliyatini talab qiladi.

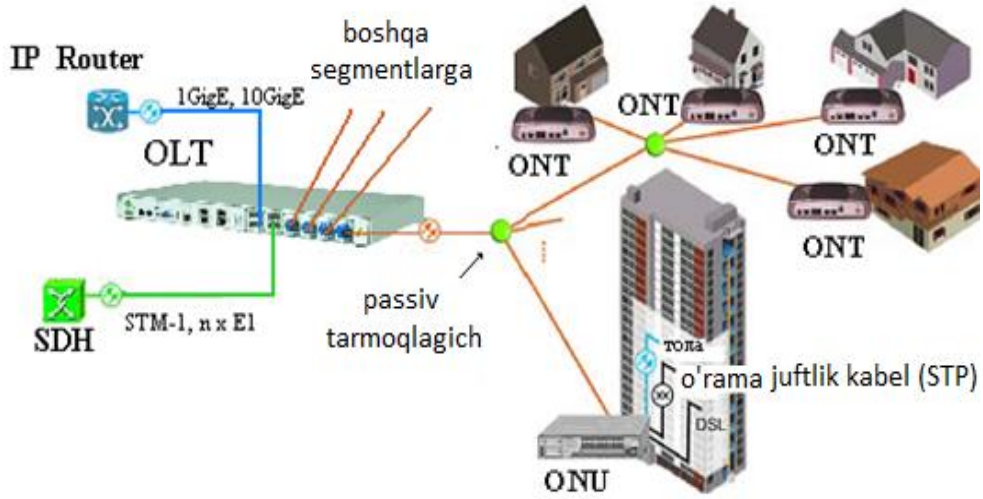
Masalan rivojlangan mamlakatlarda (AQSh, Osiyo-Tinch okeani regioni mamlakatlari, Yevropa) keng polosali abonent tarmoqlarini qurishda opperatordan abonentga 25/50 Mbit/s, abonentdan operatorga esa 10 Mbit/s dan kam bo‘lmagan tezliklarni ta’minlash ko‘zda tutilgan. Ommaviy ravishda axolini bunday tezlik bilan ta’minlashda optik tolali texnologiyalardan foydalanish eng samarali usul xisobdlanadi. Ya’ni, keng polosali abonent kirish tarmoqlarini qurishni FTTX (Fiber to the X) konsepsiyasi asosida amalga oshirish. FTTX konsepsiyasini amalga oshirishda asosan PON texnologiyasidan foydalaniladi. FTTX konsepsiyasining bir qancha variantlari bor:

- FTTHome –xonadongacha (kvartiragacha) optik tolali abonent tarmog‘ini qurish;
- FTTPremises –xususiy binogacha optik tolali tarmoq qurish;
- FTTBuilding – ko‘p qavatli axoli turar joyigacha optik tolali tarmoq qurish (taunxaus);
- FTTCurb – taqsimlash shkafigacha optik tolali tarmoq qurish (pod'ezdlarda).

PON texnologiyasi

PON texnologiyasi asosida qurilgan optik tarmoq passiv tarmoq bo‘lib, unda optik tarmoqlagichlar (splitterlar) va optik to‘lqin multipleksorlari (ko‘p sondagi ulangan abonentardan tushayotgan abonent trafiklarini bir tolaga konsentratsiyalash uchun). Optik tolali abonent kirish tarmoqlarini qurishda PON texnologyasidan foydalanish operatorga kirish uzelidagi portlar sonini kamaytirish va nisbatan kam tolali optik kabellardan foydalanish imkoniyatini beradi[7].

PON texnologiyasi asosida qurilgan optik abonent kirish tarmog‘ining prinspial sxemasi 4.15- rasmda keltirilgan.



2.13-rasm. PON texnologiyasi asosida qurilgan passiv optik tarmoqning prinspial sxemasi

Xozirda PON texnologiyasining bir qancha standartlari ishlab chiqilgan bo‘lib ularning keng tarqalgan turlari quyidagilar:

- EPON – Ethernet PON (shuningdek, GEPON);
- BPON – ATM protokoli asosidagi keng polosali (Broadband) PON;

- GPON – GFP protokoli asosidagi multigigabit PON.

PON standartaring asosiy xarakteristikalari 1-jadvalda keltirilgan. PON ning xozirda eng keng qo‘llaniladigan standartlari bu EPON va GPON lardir. Osiyo – Tinch okeani regini mamlakatlarida (Yaponiya, Xitoy Koreya va b.r) optik abonent kirish tarmoqlarini EPON standarti asosida qurish keng rivojlangan. GPON standarti esa AQShda keng qo‘llanilmoqda.

2.4. Keng polosali transport tarmoqlari va ularni qurish usullari

WDM texnologiyasiga asoslangan keng polosali transport tarmoqlari: Aloqa tarmoqlariga bo‘lgan talablarning kundan-kunga oshishi tufayli shu talablarni qondiruvchi yangi texnologiyalar yaratilmoqda va amalda qo‘llanilmoqda.

SDH/SONET iyerarxiyasining uzatish tezliklarini qo‘llagan holda optik tolali aloqa tarmoqlari rivojlana boshladi. Natijada kam kanalli uzatish tezliklaridan STM-1ga (tezligi 155 Mbit/s) undan keyin STM-4 (tezligi 622 Mbit/s) undan keyin esa STM-16 (tezligi 2.5 Gbit/s) ga o‘tish amalga oshdi. Bunday jadal rivojlanishning zaruriyati Internet trafiklariga, ya’ni, uning xizmat turlariga bo‘lgan qiziqish bilan ham bog‘liqdir. Internet tarmoqlariga ulanuvchi kanallar xajmining oshishi o‘z navbatida foydalanuvchilarga multimediyalardan foydalanish imkonini beradi. Bu esa tarmoqqa ulanuvchi operatorlarni sonini oshirishga majbur qiladi va natijada kanallar soni singari ularning uzatish tezliklari ham oshadi. Bunday tezliklardan foydalanish uchun STM-64, STM-256 texnologiyalari yaratildi. Lekin ma’lumotlarni uzatish xajmining yanada oshishi va o‘tkazuvchanlik qobiliyatining mavjud bo‘lgan optik tolalar orqali tez to‘lishi yana muammolarni yuzaga keltirdi.

Bunday muammolarni hal qilish uchun esa 3 variantdan foydalanishga to‘g‘ri keladi:

- yangi optik kabellarni yotqizish;
- vaqtli multipleksorlashga ega bo‘lgan apparaturalardan foydalanish;
- WDM texnologiyalaridan foydalanish.

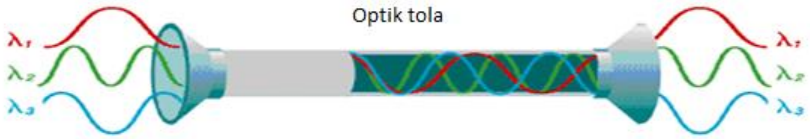
Birinchi variantda tarmoqdagi mavjud bo‘lgan optik kabellarni o‘rniga yangisini yotqizish iqtisodiy qiyinchiliklarni yuzaga keltiradi.

Ikkinchi variantda esa, yotqizilgan optik kabellar orqali STM-64, STM-256 kabi texnologiyalarning yuqori tezlikli oqimlarini uzatish mumkin. Umuman bunday tezliklarda eng asosiy vazifani signalning aks qaytishi va polyarizatsion modali dispersiya amalga oshiradi. Dispersiya’ni

sozlash uchun, manfiy qiymatga ega bo‘lgan tolali optik kabelning bir bo‘lagidan foydalaniladi. Shuningdek, uzatish tezligining oshishi bilan yorug‘lik oqimining so‘nishi oshadi va foto qabul qilgichning sezuvchanligini pasaytiradi, ya’ni, xatolikning paydo bo‘lish chastotasi belgilangan chegaraga mos keladi, bu esa kirish signalining minimal quvvatini oshiradi. Qabul qilinadigan signalni yetarli quvvat bilan ta’minlash uchun qo‘shimcha ravishda kuchaytirgich va regeneratorlarni joylashtirishga to‘g‘ri keladi.

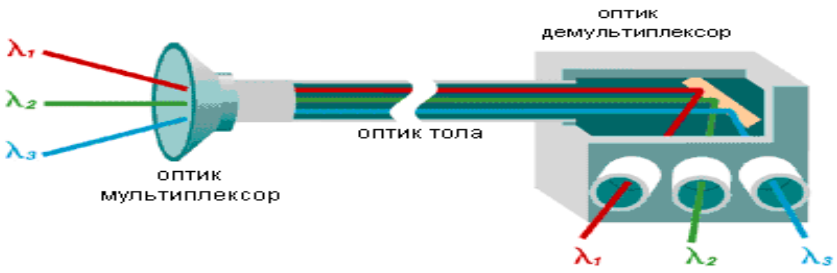
To‘lqin uzunligi bo‘yicha ajratilgan optik multipleksorlash (WDM Wavelength Division Multiplexing), optik zichlashtirish bo‘yicha yangi texnologiyalardan hisoblanadi. Quyidagi 3.1-rasmda bir optik tola orqali bir necha alohida to‘lqin uzunliklaridagi optik aloqa kanallari tashkil qilinishini ko‘rish mumkin.

WDM ning ishlash printsipial sxemasi juda oddiy. Bunday texnologiyada bir tola orqali SDH ning bir nechta optik kanalini uzatish uchun, signallarning optik to‘lqin uzunligi o‘zgartiriladi, multipleksor yordamida ular aralashtiriladi va optik liniyaga beriladi.



3.1-rasm. Bir optik tola orqali bir necha alohida to‘lqin uzunliklaridagi aloqa kanallari tashkil qilinishi

Qabul kiluvchi punktda teskari jarayon amalga oshadi. Quyidagi 3.2-rasmda WDM texnologiyasini amalga oshirishning eng asosiy qurilmalari bo‘lgan optik multipleksor va demultipleksorlarini ishlash prinsipi ko‘rsatilgan.

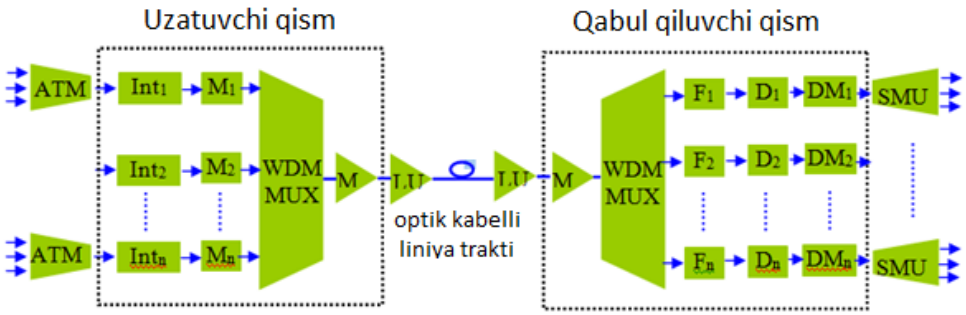


3.2-rasm. DWDMning optik multipleksor va demultipleksorlarini ishlash printsipi

Hozirgi paytda WDM, ma’lumotlarni uzatuvchi analog tizimlar uchun chastota bo‘yicha multipleksorlash (FDM), kabi optik sinxron tizimlarda ham xuddi shunday vazifani o‘taydi. Shu sababli WDM li tizimlar, chastota bo‘yicha optik multipleksorlovchi (OFDM) tizimlar nomini oldi. Lekin bunday texnologiyalar bir-biridan keskin farq qiladi. FDM da bir yon chastota oralig‘iga ega bo‘lgan amplitudaviy modulyatsiyalash mexanizmi qo‘llaniladi. OFDM modulyatsiya mexanizmida esa, tashuvchi chastotalar alohida manbalar (lazerlar)da ishlab chiqiladi. Bunday signallar bitta ko‘p chastotali signalga multipleksorlar yordamida birlashtiriladi. Uning har bir tashkil topuvchisi (tashuvchisi) turli sinxron texnologiyalar qonuni bo‘yicha shakllangan raqamli signallarning oqimlarini uzatishi mumkin. Masalan bitta tashuvchi ATM trafikni, boshqasi SDH ni, uchinchisi esa PDH ni uzatishi mumkin. Buning uchun tashuvchi uzatuvchi trafikka mos keluvchi raqamli signal bilan modulyatsiyalanadi.

WDM li tizimlarning blok sxemasi

Kanallari to‘lqin uzunligi bo‘yicha zichlashtirilgan WDM tizimlarining asosiy qismlari bu uzatish qismi, liniya qismi va qabul qilish qismidir. Bu har bir qismlar o‘ziga hos elementlardan tashkil topadi. Quyidagi 3.3- rasmda WDM li tizimlarning asosiy sxemasi ko‘rsatilgan.



3.3-rasm. WDM asosidagi tizimlarning asosiy sxemasi

Tizimning uzatuvchi qismi turli manbalardan kirishda n ma’lumotlar oqimi (tashuvchining to‘lqin uzunligiga ega bo‘lgan kodlangan raqamli impulslar raqamli ketma-ketligi)ni qabul qiladi. Bunday oqimlar mos keluvchi interfeyslarda (Int) qayta ishlanadi va optik modulyatorlar (M) yordamida tashuvchisi modulyatsiyalanadi. To‘lqin uzunligiga ega bo‘lgan modulyatsiyalangan optik tashuvchilar WDMMUX multipleksorlari

yordamida modulyatsiyalanadi va kuchaytiriladi. Undan keyin esa chiqishdagi agregat oqimlar tolaga uzatiladi.

Qabul qiluvchi qismda esa tola chiqishidan oqim qabul qilinadi va kuchaytiriladi, demultipleksorlanadi, ya’ni to‘lqin tashuvchiga ega bo‘lgan oqimlarga ajratiladi, detektorlanadi, kirishdagi filtr esa o‘zaro o‘tuvchi shovqinlarni kamaytirish va detektorlashda shovqin bardoshlikni oshirish uchun qo‘llaniladi va DM yordamida demodulyatsiyalanadi, ya’ni chiqishda kodlangan boshlang‘ich impulslar ketma-ketligi hosil bo‘ladi.

WDM ning birinchi multipleksorlarida ikkita tashuvchi (1310 nm va 1550 nm) dan foydalanilgan. Ularning orasidagi farq 240 nm ni tashkil qilganligi (katta oraliqni) sababli, ularni ajratishda maxsus filtrlar talab qilinmagan.

Hozirgi paytda kanallarni ajratish bo‘yicha uchta konkurent texnologiya qo‘llaniladi. Shulardan ikkitasi integral optika asosida AWG (Arrayed Waveguid Grating) to‘lqin o‘tkazgich massividagi difraktsion panjara asosida tashuvchilarni ajratish, ikkinchisi esa CG (Concave Grating) buklangan difraktsion panjara yordamida tashuvchilarni ajratishdir. Uchinchi texnologiyada esa odatdagi yangi texnologiya satxidagi diskret optika qo‘llaniladi. Bunda kanallarni ajratish uchun uch o‘lchamli optik multipleksor texnologiyasidan foydalaniladi. (3-D Optiks WDM). Optik multipleksorlashni xususiyatlarini quyidagi jadvalda o‘zaro solishtirish:

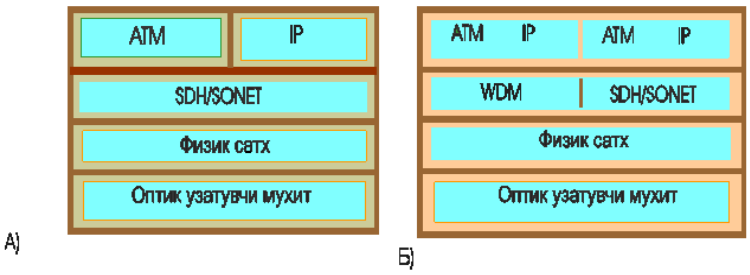
3.1-jadval

Texnologiya	Kanallarning maksimal soni (nm)	Kanallarni ko‘chirish	Olib keladigan yo‘qotish (dB)	O‘zaro o‘tuvchiso‘nish (dB)	Polyarizatsiyaga sezuvchanlik (%)
AWG	32	0.1-15	6-8	-5 ÷ -29	2
CG	78	1-4	10-16	-7 ÷ -30	2-50
3-D Optiks WDM	262	0.4- 250	2-6	-30 ÷ -55	0

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki 3-D Optiks WDM beshta parametrdan to‘rttasi bo‘yicha afzallikka ega va uni HDWDM satxigacha 0,4 nm dan kam bo‘lmagan kanallarni ko‘chirishda WDM tizimlarida qo‘llash mumkin.

Transport texnologiyalari bilan WDM modelining o‘zaro bog‘lanishi

Kuyidagi 3.4-rasmda WDM texnologiyasi yaratilgunga qadar va WDM texnologiyasi yaratilgandan keyingi transport texnologiyalirining o‘zaro bog‘lovchi modellari ko‘rsatilgan.



3.4-rasm. Asosiy transport texnologiyalarining modelini o‘zaro bog‘lanishi

A) WDM texnologiyasi yaratilgunga qadar;

B) WDM texnologiyasi yaratilgandan keyin.

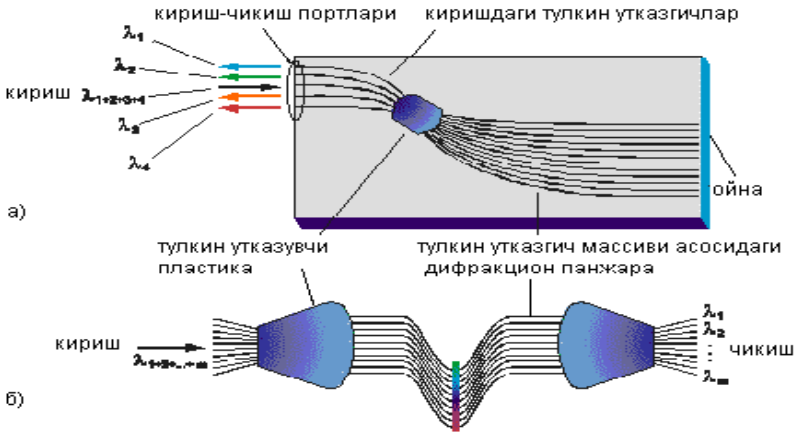
WDM texnologiyasigacha bo‘lgan model uch satxdan va uzatish muhitidan iborat edi va yuqori satxning (ATM, IP) trafiklarini optik uzatuvchi muhit orqali transportlashtirish uchun SDH/SONET interfeyslarini qo‘llagan holda transport modullariga ikkapsulyatsiya qilinishi lozim edi. WDM tizimlari yaratilgandan keyin esa uzatish muhitini hisobga olmaganda uch yoki to‘rt satxdan iborat bo‘ldi. Natijada xuddi SDH/SONET kabi WDM ning oraliq satxi paydo bo‘ldi. Bunday satxni fizik interfeys ta’minlaydi va u fizik satx orqali nafaqat SDH/SONET texnologiyalariga balkim ATM va IP texnologiyalariga ham optik uzatuvchi muhit orqali o‘tishni ta’minlaydi. Bunday WDM texnologiyasi ATM yacheykalarini va IP paketlarini inkapsulyatsiyalashni talab qiladi. Bu esa o‘z navbatida qayta ishlash protsedurasini va trafiklarni transportlashtirishni shuningdek sarlavxa uzunligini etarli darajada kamaytirishni va trafiklarni uzatish sifatini oshiradi.

WDM da multipleksorlash sxemasi

Multipleksorlar va demultipleksorlar umuman olganda passiv kurilmalar xisoblanadi. Uning ishi to‘lqin uzunligini sezuvchanligiga boglik bo‘lgan uchta omil bilan xarakterlanadi:

- burchakli dispersiya;
- interferensiya;
- selektiv yutilish.

Quyidagi 3.5-rasmda multipleksor/demultipleksorlarning tuzilishi ko‘rsatilgan.



3.5-rasm. WDM da multipleksorlash jarayoni

Ular bir-biridan to‘lqin o‘tkazuvchi plastinalar soni bilan farq qiladi. 3.5 a-rasmda nur tushayotgan kanal (signal)larning yigindisi kirishdagi to‘lqin o‘tkazgich orqali to‘lqin o‘tkazuvchi plastinaga tushadi. Undan keyin esa difraksion panjara ko‘rinishidagi juda ko‘p yoruglik o‘tkazgichlarga bo‘linadi. Bunda xar bir optik kanal yorug‘lik o‘tkazgich ko‘rinishida tasvirlanadi, keyin esa bu signallar oyna yuzasida aks qaytadi va ularni interferensiyasi to‘g‘rilanuvchi to‘lqin o‘tkazuvchi plastinkaga tushadi. Bu yyerda turli to‘lqin uzunliklariga mos keluvchi muxitda maksimumlar xosil bo‘ladi.

Multipleksorlash jarayonida to‘lqin o‘tkazgichlar aloxida optik kanallarni kiritish uchun xizmat qiladi. 3.5 b-rasmda juft to‘lqin o‘tkazuvchi plastinalarni ko‘llanilishi, ular bajaradigan funksiya bilan farqlanadi. Bu Yyerda fokuslash, kanallarni ajratish aloxida plastinalarda amalga oshadi. Multipleksorlar va demultipleksorlar passiv kurilmalar bo‘lganligi sababli ma’lum bir mikdorda signalni zaiflashtiradi. Bu kurilmalardagi yo‘qotish 10-12 dbga yetadi, shuning uchun bunday

yo‘qotishlarni to‘g‘rilash maqsadida ularni optik kvant kuchaytirgichlar bilan ta’minlash lozim.

CWDM texnologiyasi

CWDM tizimlari odatdagi WDM tizimlariga nisbatan ancha qo‘pol, ya’ni 20 nm chastotalar to‘rida qo‘llaniladi. Agar 8 tadan ortiq WDM kanallari talab qilinsa, unda qimmatbaho DWDM tizimlarini o‘rini almashtiruvchi sifatida qaraladi.

Bunday tizimlar birinchi navbatda shahar tarmoqlarida yoki “Metro” (ya’ni ingliz adabiyotlarida oldingi IEEE 802.6, ISO/IEC 8802-6 standartlari bo‘yicha MAN-Metropolitan Area Network) sinfli, uch satxli (LAN-Local Area Network, MAN-Metropolitan Area Network, WAN-Wide Area Network) tarmoqlarda qo‘llanila boshlagan.

ITU-T ning G.694. 2 taklifiga binoan 20 nm qadamli 18 tashuvchigacha qo‘llash tavsiya etilgan.

CWDM texnologiyasi Gigabit Ethernet ning bir nechta kanallarini, fizikaviy optik tolaning bir juftiga to‘lqinli (spektral) zichlashtirish uchun qo‘llaniladi, bu esa tola resursini tejaydi va optik multipleksorlardan foydalanib yangi topologik yechimlarga ega bo‘lish imkoniyatini beradi.

CWDM tizimlarida yonma-yon turgan axborot kanallarining spektrlari anchagina uzoq masofada joylashgan bo‘lib, uchinchi shaffof oyna uchun odatda 20 nm ga (2500 GGs) teng bo‘ladi.

CWDM texnologiyasining asosiy maqsadi., optik aloqa liniyasining axborot sig‘imini talab darajasida juda arzon narxda (DWDM ga nisbatan) kengaytirishdir. Ushbu maqsadga kanallar orasida keng spektral oraliqlardan foydalanish orqali erishiladi.

Zamonaviy CWDM qurilmalarining ko‘pchiligi S va L diapazonni va qisman S diapazonni egallaydi. Jihozlarning muvofiqligini ta’minlash uchun xalqaro telekommunikatsiya ittifoqi (ITU), CWDM kanallari to‘lqin uzunligining spektron sohalarini aniqladi va kanallar orasidagi masofa 20 nm ga teng qilib olindi. Undan tashqari ancha ilgarigi tizimlar CWDM dan 800 nm to‘lqin uzunligi atrofida ishlovchi ko‘p modali tolali aloqa liniyalaridan foydalana boshlashgan. Bunday tizimlar ikki yoki to‘rtta kanalni quvvatlay oladi va masofa uzoqligi2 km dan kam bo‘lgan hollarda axborotni uzatish tezligini 500 Mbit/s dan kamroq bo‘lishini ta’minlaydi.

Qo‘llaniladigan to‘lqinli zichlashtiruvchi tizimlar bir necha variantlarga ega 3.2-jadvalda tasniflanishining eng ko‘p tarqalgan varianti keltirilgan.

3.2-jadval

	CWDM (zich bo‘lmagan SZ)	DWDM (zich SZ)	HDWDM (yuqori zichlikdagi SZ)
Kanallar orasidagi masofa	20, 25 nm	1,6 nm 200, 100, 50 GGs	0,4 nm 25, 12, 5 GGs
Diapazon	O, E, S, C, L	S, C, L	C, L
Kanallar soni	maksimum 18 ta	o‘nlab/yuzlab	o‘nlab
Narxi	Past	Yuqori	yuqori

bu yyerda:
O – birlamchi diapazon (Original, 1260-1360 nm),
E – kengaytirilgan diapazon (Extended, 1360-1460 nm),
S – qisqa to‘lqinli diapazon (Short wavelength, 1460-1530 nm),
S – standart diapazon (Conventional, 1530-1570 nm),
L – uzun to‘lqinli diapazon (Long wavelength, 1570-1625 nm).

CWDM texnologiyasi kanallar orasidagi intervalning yetarlicha kattaligi bilan tavsiflanadi. (20 nm yoki 25 nm), bu esa, unga boshqa WDM texnologiyalarga nisbatan keng chastotalar sohasiga ega bo‘lishini ta’minlaydi. Bu optik aloqa tizimlari uchun bir nechta standart chastotalar diapazoni (“shaffoflik oynasi”) ga ega bo‘lish imkonini beradi. CWDM tizimlarida 18 tagacha kanal tashkil qilish va ko‘p modali hamda bir modali tolalardan foydalanish mumkin.

Shunga qaramasdan CWDM tizimlarida ikkita muammo mavjud:

- Ancha kichiq bo‘lgan to‘lqin uzunliklarida deyarli ikki marotaba ko‘p yo‘qotish mavjud, bu esa uzatish masofasini sezilarli darajada kamaytiradi;
- Tolada gidroksil ON guruhining mavjudligi sababli 1383 nm to‘lqin uzunligida yutilish pikiga egaligi sababli kanallar soni bo‘yicha cheklanishlar mavjud.

CWDM tizimlarida bitta kanal bo‘yicha uzatish tezligi 2,5 Gbit/s bo‘lganda 16 kanal bo‘yicha 40 Gbit/s tezlik ta’minlanadi. Agar tizim 1270-1610 nm bo‘lganda to‘lqin diapazonidan foydalansa, uni FS-CWDM tizim (Full-spectrum CWDM) deyiladi. Hozirgi vaqtda CWDM texnologiyasi uzoqlik parametri bo‘yicha DWDM texnologiyaga qo‘yiladigan talabalarni bajarilishini ta’minlashi mumkin.

CWDM qurilmasi uzatiladigan axborotning ixtiyoriy turi va ixtiyoriy tezligi uchun shaffof hisoblanadi hamda magistral tarmoq va ulanish tarmog‘i orasida bo‘g‘in bo‘lishi mumkin. CWDM texnologiyasi axborotni uzatishning turli protokollariga invariantdir (bog‘liq emas). Bu esa yagona transport muhitida turli telekommunikatsiya xizmatlarining yaratilish imkoniyatini ta’minlaydi.

CWDM tizimlarida kanallararo chastotaviy masofaning uzoqligi DWDM tizimlarga nisbatan aktiv va passiv komponentlar narxining sezilarli darajada arzon bo‘lishiga imkoniyat yaratadi. Uzatish tizimining mukammalligiga ko‘ra CWDM texnologiyasi turli tarmoq topologiyasini konstruksiyalash imkoniyatini beradi.

Ulardan ko‘proq qo‘llaniladiganlarini qarab chiqamiz:

- “nuqta-nuqta” topologiyasi. Axborot kanallar bo‘yicha ikkita nuqta orasida uzatiladi. Turli tolalardagi oqimlarning birlashish/ajrashishi ro‘y beradigan tugunlarida multipleksor/demultipleksorlar o‘rnatiladi. Bundan tizimlar yordamida ko‘p sonli video va audio ma’lumotlarni vaqtning real masshtabida optik tarmoqda tolalarning cheklangan holida ham uzatish masalalarini yechish mumkin;
- tarmoqlanuvchi topologiya. Axborotni tugundan tugunga uzatish alohida kanallarning kiritish/chiqarishi yo‘lga qo‘yilgan oraliq tugunlar orqali amalga oshadi. Oraliq tugunlardagi yo‘qotishlar hisobiga aloqa uzoqligi biroz kamayadi. Bunday tizim transport magistrallarida, neftgaz uzatmalarida va boshqa davomli obyektlarda videokuzatuvlarda qo‘llaniladi;
- “xalqa” topologiyasi. Bunday topologiya parametrni qo‘riqlash masalasini hal qiladi. “Xalqa” uzilgan holda ham tarmoq ixtiyoriy tugunlar orasida axborotni uzatish qobiliyatini saqlab qoladi.

2002-yilda xalqaro elektr aloqa ittifoqi CWDM tizimi uchun eltuvchi chastotani aniqlovchi standartni qabul qildi – ITU-T G.694.2 tavsiyasi. Ushbu tavsiyaga ko‘ra C, S va L ma’lum diapazonlardan tashqari CWDM tizimlarida ikkita yangi to‘lqin uzunlikdagi diapazon paydo bo‘ladi – diapazon O (1260-1360 nm) va diapazon ye (1360-1460 nm).

CWDM tizimlari nisbatan kam sonli optik kanallarni (16-18) ta’minlaydi, lekin bu – kamchilik deb hisoblanmasligi kerak, chunki, kanallarning bunday sonda bo‘lishi, odatda, aloqa operatorlarining o‘tkazish sohasidagi zamonaviy talablaridan ustundir. CWDM tizimlaridagi qo‘shni kanallarining to‘lqinlari orasidagi masofaning nisbatan katta bo‘lishi kirish/chiqishli optik multipleksorlarni (OADM – Optikal ADD-Drop Multiplezor) va optik krosskommutatorlar (OXC-

Optikal cross connector) uchun arzon kommutatsiyalash elementlarining yaratilishiga imkon beradi.

DWDM texnologiyasi

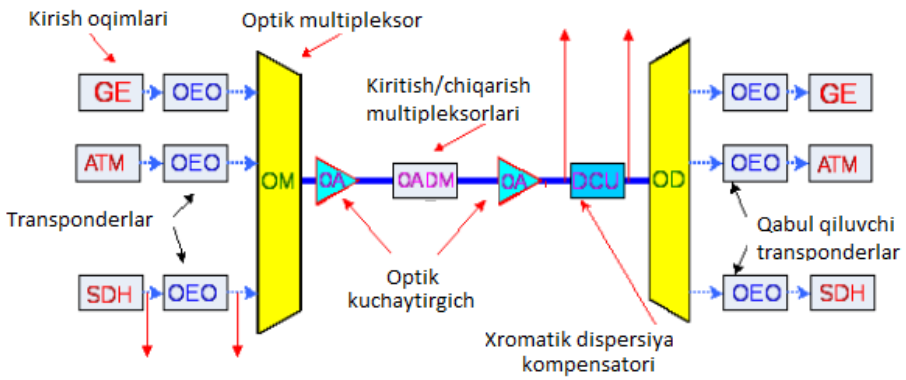
Telekommunikatsiya'ning odatdagi texnologiyasi, bitta optik tola bo'yicha bitta signal uzatish imkonini beradi. Spektral yoki optik zichlashtirish usullarining ma'nosi shundan iboratki, bunda bitta tola bo'ylab SDH ning juda ko'p alohida signallarini uzatishni amalga oshirish mumkin va shunga mos holda aloqa liniyasining o'tkazuvchanlik qobiliyati ham oshadi. Bunday texnologiya, spektrlarni yuqori zichlashtiruvchi texnologiyalar tarkibiga kiradi va bu AT&T kompaniyasi tomonidan yaratilgan.

DWDM (Dense Wavelenght Division Multiplexing) – transport texnologiyasi bitta optik tola orqali katta sondagi alohida optik kanallar tashkil qilishga yordam beradi. Shu sababli DWDM texnologiyasi bugungi kunda mamlakatimiz telekommunikatsiya tarmoqlarining transport uchastkalarida faol qo'llanilib kelinmoqda. Bunday yuqori tezlikga, to'lqin uzunligi bo'yicha multipleksorlash zich holatda amalga oshirish orqali erishiladi. Ya'ni har bir optik tola bo'ylab bir-biridan ma'lum filtrlash polosasiga farq qiluvchi bir necha oqim uzatiladi va ularning har biri o'zining alohida to'lqin uzunligiga ega. Bunday qurilma 51 dan 102 tagacha kanallar hosil qilish mumkin (kanallar orasidagi) filtr polosaga bog'liq ravishda. Bunda bir tola bo'ylab uzatilishi mukin bo'lgan oqimning umumiy tezligi bir necha Tbit/s gacha oshirilishi imkoni yuzaga keladi.

DWDM asosan magistral optik transport tarmoqlarini qurishda qo'llanilib, turli faqat optik darajada qo'llaniluvchi qurilmalardan foydalanganligi sababli tarmoqda elektro-optik va opto-elektron o'zgartirish jarayonlari kamayadi. Natijada tarmoqning ma'lumot uzatish tezligi kamayishi oldi olinadi.

Quyidagi DWDM texnologiyasining ishlash tamoyilini tushuntiruvchi sxema 3.5-rasmda tasvirlangan.

Optik signal optik tolali aloqa liniyasi bo'ylab uzatilar ekan so'nadi. Signallarni kuchaytirish maqsadida optik kuchaytirgichlar qo'llaniladi. Nazariy jihatdan bu signallarni 4000 km ga hech qanday elektro-optik-elektro o'zgartirishlarsiz uzatish imkonini beradi. Bu SDH (200km) ga nisbatan yetarlicha yuqori imkoniyat.



3.6-rasm. DWDM texnologiyasining ishlash tamoilini tushuntiruvchi sxemasi

Bitta tola bo‘ylab umumiy ma’lumot uzatish tezligini oshirish maqsadida bir necha alohida to‘lqin uzunliklarni zichlashtirish va ularni bitta tola bo‘ylab uzatishga erishish uchun 18 yil oldin harakat boshlangan. Dastlab 850 nm va 1310 nm to‘lqin uzunliklardan, keyinchalik 1310 nm va 1550 nm dagi to‘lqin uzunliklardan foydalanila boshlandi. Ammo lazer diodlarni ishlab chiqish texnologiyasining rivojlanishi va lazer diodlarning spektral harakteristikalari mukammallashgach 1550 nm diapazonida bitta tola bo‘ylab bir necha o‘nlab kanallarni zichlashtirish imkoni hosil bo‘ldi. Bunday texnologiya asosida ishlovchi turli hil ishlab chiqaruvchilar tomonida ishlab chiqilgan qurilmalarni o‘zaro hamkorlikda ishlay olishlarini ta’minlash maqsadida bu texnologiyada optik tashuvchilarni standartlashtirish, kanal va chastota rejasii standartlashtirish masalasi yuzaga keldi.

Bu masalani Xalqaro elektr aloqa birlashmasi (ITU) hal etdi. DWDM twxnologiyasining kanallari va chastotalari rejasi ITU ning G.692 standartida tartibga solingan va belgilab qo‘yilgan. Unga ko‘ra DWDM texnologiyasida 1528,77 nm dan 1569,69 nm gacha spektrdan (umumiy 5,1 TGs li diapazon) foydalanish, kanallar orasidagi filtr polosasini 100 GGs erib tayinlash tavsiya etiladi. Bu diapazonda maksimal 51 ta optik kanal hosil qilish mumkin. Demak bu holatda kanallar orasidagi qadam 0,8 nm ni tashkil qiladi.

Ammo keyinchalik ma’lum bo‘ldiki, juda ko‘plab ishlab shiqaruvchilari tomonida kanallar orasidagi filtr polosa farqi 50 GGs (0,4 nm) bo‘lgan qurilmalar ishlab chiqarilgan Bundan tashqari shunday holatlar bo‘ladiki bu darajadagi zichlashtirishga zarurat bo‘lmaydi va kanalla orasidagi filtr polosa farqini 200 GGs, hattoki 400 GGs gacha oshirish mumkin. Shunday qilib ITU G.692 standartining ohirgi versiyasi

bunday texnologiyalarda kanalla orasidagi filtr polosasini 50,100, 200, 400 GGs (0,4; 0,8; 1,6; 3,2 nm) ga teng qilib olish tavsiya etiladi. Kanallar orasidagi filtr polosa farqi 0,4 nm bo‘lganda 1529-1565 nm diapazonda jami 102 ta optik kanal hosil qilsa bo‘ladi. Hizirgi kunda kelib ITU kanallar orasidagi filtr polosa kengligini 25, 12,5 GGs qilib belgilanishini tavsiya etmoqda.

DWDM tarmoqlari quyidagicha asosiy afzalliklarga ega:

- uzatish tezligining yuqoriligi;
- xalqa tapologiyasi asosida 100 % li zaxirani ta’minlash imkoniyati;
- optik toladagi kanallarning shaffofligi tufayli kanal satxida har qanday texnologiyani ko‘llash imkoni;
- optik magistraldagi kanallar sonini soddagina oshirish imkoni.

Shahar sharoitida DWDM texnologiyasini qo‘llash

Shahar sharoitida DWDM ni qo‘llash, asosan Metro DWDM deyiladi. Bunday usul trafiklarning himoyasi ishonchli mexanizmlardan qilingan xalqali konfiguratsiyada qo‘llaniladi. Iloji boricha tugunlarning narxi uncha katta bo‘lmagan 12 ta to‘lqin uzunligini ajratishga mo‘ljallangan OADM multipleksorlaridan foydalaniladi. Biror tugundan boshqa tugunga axborotlarni uzatish uchun, o‘zaro bir-biri bilan bog‘langan bir necha oraliq tugunlardan foydalaniladi. Bunday texnologiyalarni qo‘llash orqali:

- nuqta-nuqta va xalqa tapologiyasi asosida milliy masshtabdagi operatorlarning yuqori tezlikli transport tarmoqlarini yaratish;
- turli protokollardan foydalaniladigan va yuqori uzatish tezligini talab qiluvchi juda ko‘p foydalanuvchilar qo‘llashga mo‘ljallangan quvvatli shahar transport magistralini yaratish mumkin.

DWDM kurilmalari 4 ta asosiy tugunga bo‘linadi:

- optik terminal multipleksor (Optikal Terminal Multiplexer-OTM);
- regenerator (Regenerator-REG);
- optik kuchaytirgich (Optikal Line Amplifier);
- kirish/chiqishli optik multipleksor (Optikal Add Drop Multiplexer- OADM).

Optik terminal multipleksorlar oxirgi stantsiyalarda joylashtiriladi va turli tizimlarning signallarini to‘lqinli zichlashtirishni amalga oshiradi:

- optik kuchaytirgich so‘ngra signalni kuchaytiradi;
- optik regenerator guruxli signalning shaklini kayta tiklaydi;
- djitterni pasaytiradi va signalning shovqinga nisbatini yaxshilaydi;
- kirish/chiqishli multipleksorlarda asosan optik kanallarni
- kiritish va chiqarish amalga oshiriladi.

DWDM standarti

Tizim satxi	
Xajmi, Gbit/s	100 (2.5 Gbit/s dan 40 ta kanal)
Format	OS – 48 (STM-16)/ OS- 48/ x STM-16
Chastotaviy rejasi	50 GGs
Mumkin bo‘lgan konfiguratsiyasi	5 seksiya 25 db (500 km) 2 seksiya 33 db (240 km)
Xatolik paydo bo‘luvchi tizimli chastota	$<10^{-15}$
Kanal interfeysi	
Format	Qisqa/oraliq masofa STM-16/G.957 1-16& S.16.1 ofis ichidagi ilovalar
Kirish signal satxi db	-18 dan -3 gacha
Chiqish signal satxi db	-5 ± 0.5
Kiritiladigan nurlanishning to‘lqin uzunligi, nm	1250-1600
Tarmoqni boshqarish	
Boshqaruv tizimi	WaveWatch^{TM} CIENA ning SNMP yoki TMN maxsuloti
Standart interfeysi	VT100(TM) asinxron RS-232, Telnet, ITU TMN, TL-1, SNMP orqali uzokga ulanish
Kanallarning ishga qobiliyatlik monitoringi	SDH sarlavxasidagi B1 orqali kanalning bitli xatoligi, xar bir kanaldagi optik quvvat nazorati
Uzoqdagi interfeyslar	RS-422/X.25 (TL-1 interfeys), IP/802.3 10 Base 10Base-T orqali
Optik xizmat kanali	2.048 Mbit/s 1625 nm li to‘lqin uzunlikda

Ta’minot bo‘yicha xarakteristika	
Ta’minot kuchlanishi, V, doimiy tok	-4 dan -58 gacha
40 kanalning talab qiladigan quvvati, Vt	Tipik 800, 1-ustun (maksimum) 925; Tipik 1000, 2- ustun, (maksimum) 1250

DWDM texnologiyasining eng asosiy parametri bu so‘zsiz qo‘shni kanallar orasidagi masofa hisoblanadi. Kanallarning fazoviy taqsimlanishini standartlashtirish juda zarur, chunki shu asosda xar hil ishlab chiqaruvchilar uskunalarining kelishuvchanlik qobiliyatini sinovdan o‘tqazishni amalga oshirish mumkin.

Keng polosali paketli transoprt tarmoqlarini qurish texnologiyalari

Ma’lumki mamlakatimiz telekommunikatsiya operatorlari NGN - yangi avlod tarmog‘ini qurishga kirishdilar. Bunday tarmoqning asosiy afzalligi har qanday turdagi ma’lumotni uzata olishidadir. NGN tarnoqlarining bunday hususiyatga ega bo‘lishi uning paketli kommutatsiya asosida faoliyat yuritishi bilan belgilanadi. NGN tarmoqlarini qurishda telekommunikatsiya operatorining butun tarmmog‘ini alohida uchastkalarini, ya’ni kirish tarmoqlari, kommutatsiya tugunlari va transport tarmoqlarini takomillashtirish lozim. Avvalo ular paketlar ko‘rinishidagi signallarga ishlov bera olishlari shart. Chunki yuqorida takidlab o‘tkanimizdek NGN tarmog‘i har qanday turdagi axborotlar almashinishga imkon bera olishi uchun tarmoq paketli kommutatsiya usulida ishlashi lozim.

NGN tarmoqlarini qurishdagi asosiy hal etilishi lozim bo‘lgan vazifalardan biri paketli transport tarmog‘ini qurishdir.

NGN ning transport tarmog‘ini qurishning ikki hil tamoyili mavjud:

- IP/MPLS texnologiyasi asosida;
- SDH texnologiyasi asosida.

Shu sababli MPLS texnologiyasi NGN tarmog‘ini qurishda muhim ahamiyatga ega. MPLS texnologiyasi yaratilmasdan oldin X.25, ATM (Asynchronous Transfer Mode) texnologiyalari qo‘llanilar edi (hozir ham qo‘llaniladi). Bu texnologiyalarning kamchiligini bartaraf qilish uchun yuqori sifatga ega bo‘lgan texnologiya ishlab chiqish zaruriyati tug‘ildi. 1996 yilda Ipsilon, Cisco, IBM va boshqa kompaniyalar o‘zlarining loyihalarini birlashtirib, yangi ko‘p bayonnomali metka kommutatsiyali MPLS (Multiprotocol Label Switching многопротокольной коммутации

на основе меток) texnologiyasini ishlab chiqishdi. Bu texnologiyani yaratishdan asosiy maqsad IP-tarmoqlaridagi eng kam yuklangan marshrutlar orqali ma’lumotlarni sifatli uzatishni amalga oshirish va VPN (Virtual Private Network- Virtual Xususiy Tarmoq) tarmoqlarida ma’lumotlarni osonlik bilan almasinishini ta’minlashdir. MPLS texnologiyasi integrallashgan IETF xizmatini yaratish uchun ishchi guruh tomonidan ishlab chiqildi. Bu yangi arxitektura magistral (shaharlararo) tarmoqlar uchun mo‘ljallangan bo‘lib, bunda tarmoq masshtabini keraklicha kengaytirish, trafikni qayta ishlash tezligini oshirish, organizatsiya’ning qo‘shimcha xizmatlari uchun katta imkoniyatlarni yaratish mumkin. MPLS texnologiyasi trafikni boshqarishni o‘ziga oladi, bunda OSI modelining kanal pog‘onasiga mos keladigan masshtablashtirish va kerakli bo‘lgan protokollari tarmoq pog‘onasiga ham xarakterli bo‘ladi. MPLS o‘ziga ishonchli texnologiya hisoblangan ATM, IP tarmoqlarida vositalarni qulay va aniq manziliga yetkazish, sifatli xizmat ko‘rsatish kafolatini ta’minlashni birlashtiradi. Tarmoqlarning bunday integratsiyasi IP va ATM protokollarini birgalikda ishlatilishidan qo‘shimcha daromadlarni olish imkoniyatini beradi.

MPLS texnologiyasining asosiy hususiyati paketli kommutatsiya jarajonini IP adres sarlavhasidan ajratish, paketlarini kommutatsiyalashni tez amalga oshiradi. MPLS protocoli bilan mos ravishda marshrutizatorlar va kommutatorlar kirishning xar bir nuqtasida marshrutizatsiya jadvalidan alohida belgini o‘zlashtiradi va qo‘shni qurilmalarga bu belgi haqida habar qiladi.

Bunday belgining borligi MPLS texnologiyasini qo‘llab — quvvatlovchi marshrutizator va kommutatorlarga paket marshrutining keyingi qadamini adres qidirish prosedurasini bajarmasdan aniqlashga imkon beradi. Hozirgi kunda MPLS qo‘llashning uchta asosiy sohasi mavjud:

- trafik boshqaruvi;
- xizmat turlarini ta’minoti (CoS);
- virtual xususiy tarmoqlar (VPN).

Ko‘p protokolli belgilar kommutatsiyasi MPLS (Multi protocol label switching) ikkinchi satx kommutatsiyasi (ulash o‘rnatish orqali) IP protokolini (ulash o‘rnatishsiz) birlashtiradi. Bu holda IP protokolining trafigi o‘zi harakatlanayotgan kommutatsiyalanadigan magistralning ichki strukturasida aks etadi, buning xisobiga quyidagilarga erishiladi:

- xizmat ko‘rsatish sifati (QoS);
- trafik boshqaruvi (TE);

- o‘tkazuvchanlik qobiliyatini boshqarish osonlashadi, ya’ni IP tarmog‘ida odatda uchramaydigan va ikkinchi satx tarmoqlarining xarakteriga mos.

Bunday olib qaraganda MPLS da ham ATM va FR ga o‘xshab virtual kanallardan foydalanadi (VC), odatda ularni belgilar kommutatsiyasining marshruti (LSP) deb nomlanadi va ular MPLSni bazaviy ulanishini ta’minlaydi. Bu texnologiyaning “ko‘p protokolli” ma’nosi shuni bildiradiki u ko‘pgina boshqa protokollar bilan ham ishlay oladi.

MPLS ancha universal texnologiya va uning yordamida bugungi kunda quyidagi vazifalarni yechish mumkin:

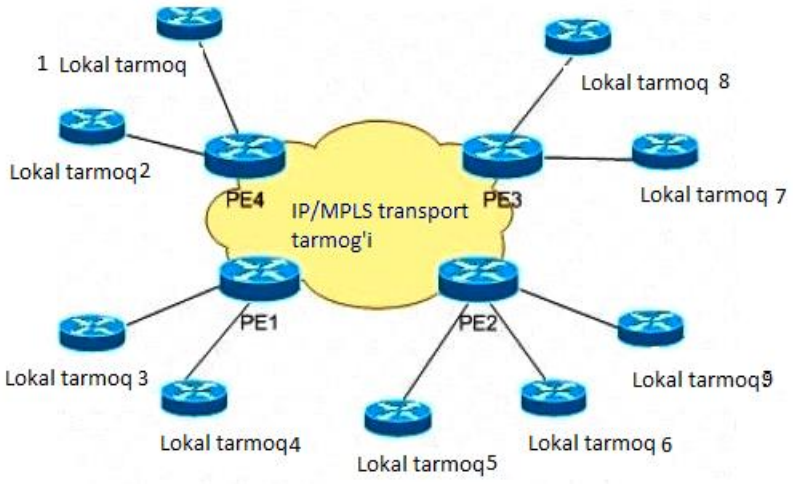
- ATM va FR ni IP bilan integratsiyalanashuvini;
- Paketlarni operator tarmog‘i qiska marshrut orqali tezkor harakati;
- Shaxsiy virtual tarmoqlarni yaratish (VPN);
- Yo‘nalishlarni tekis taqsimlangan holda tanlab o‘rnatish.

MPLS texnologiyasining negizini 3 ta asosiy element tashkil etadi. Ular quyidagilardir:

- Metka (4 bayt); (Metka o‘zbek tilida belgi ma’nosini bildiradi, lekin fanda ham metka tushunchasi mavjud);
- FEC(Forwarding Equivalence Class)- Metkalarni munosib uzatish sinfi;
- LSP(Label Switched Path)- Ma’lumotlar oqimini metkalar asosida kommutatsiyalash.

MPLS texnologiyasida bog‘lanish LSR (Label Switch Router) metkalarni kommutatsiyalash marshrutizatori yordamida amalga oshiriladi. Bu qurilma xuddi IP-marshrutizatoriga o‘xshab kanallarni virtual kommutatsiyalash vazifasini bajaradi. IP va MPLS bir-biri bilan bog‘liq bo‘lib, IP tarmog‘idan paketlar MPLS tarmog‘iga kelganda ularga 20 bit hajmga ega metka birlashtiriladi. Bu metka paketlarni MPLS tarmog‘i bo‘ylab harakatlanish imkoni beradi. Bu jarayonni LER (Label Switch Edge Router) chegaraviy LSR amalga oshiradi. U MPLS tarmog‘ining chegarasida joylashadi. MPLS tarmog‘ining ichida bir nechta LSP bo‘lishi mumkin. Ular metkalarni kerakli yo‘nalishda harakatlanishini ta’minlaydi. Bir yo‘nalishdan kirib kelgan oqim tarmoqning chiqishidagi LER orqali yana standart IP paket ko‘rinishida uzatiladi. Oxirgi LER dan bitta oldingi marshrutizator metkalarni ochirib tashlaydi. Haqiqatdan ham, oxirgi LER metkaning keyingi qadamdagi joyini aniqlaydi, MPLS kadridagi metkalar allaqachon IP ko‘rinishiga keltirilgan bo‘ladi. Bu marshrutizatorlar 256

Mbayt operativ xotira va protsessor asosida qurilgan bo‘lib, ular kerakli vazifani bajarishga yetarli bo‘ladi. U sifatli kommutatsiyalashni amalga oshira oladi.



3.7-rasm. MPLS tarmog‘i. PE- chegaraviy marshrutizatorlar

Yuqoridagi rasmda MPLS tarmog‘i bilan bir nechta IP tarmog‘ining bog‘liqligi ko‘rsatilgan: Bunda biror IP-tarmoqdan kelayongan paket ko‘rinishidagi ma’lumotlar oqimi biror bir misol uchun LER 3 chegaraviy marshrutizatoriga keladi. Bu marshrutizator pakenlarga 20 bit hajmli metkalarni qo‘shadi. Keyin bu oqim LSP 1 orqali LSP 3 ga undan keyin LSP 4 ga yetib keladi. LSP 4 paketlardagi metkalarni o‘chirib tashlab ularni LER 5 ga uzatadi. LER 5 orqali IP paket ko‘rinishiga aylantirilgan oqim yana IP-tarmoqqa uzatiladi. Bunda ma’lumotlar oqimi harakatlanish jadvali orqali kerakli yo‘nalishga kommutatsiya qilinadi. Shu tarzda ma’lumotlar oqimi MPLS-tarmoq bo‘ylab harakatlanadi. Bunda jarayon juda sifatli va yo‘qotishlarsiz amalga oshiriladi, ya’ni paketlarning yo‘qolish ehtimoli juda kichiq bo‘ladi. Bundan shu ko‘rinadiki, MPLS texnologiyasi ma’lumotlar oqimini tez va samarali uzatilishini ta’minlaydi va aloqa sifati oshadi.

MPLS texnologiyasining quyidagi afzalliklarini ko‘rsatib o‘tish lozim:

- IP-adres analizidan alohida marshrutlash imkoni, ya’ni paketlar IP-adreslari bo‘yicha emas, balki MPLS-adreslari bo‘yicha harakatlanadi. Bu keng spektrdagi xizmatlar turini yaratish imkonini yaratadi;

• Tezkor kommutatsiyalash, bunda harakatlanish jadvallaridan adresni qidirish vaqti kamayadi;
• Tarmoqning yadro va chegaraviy qismlarida funksionalligining bo‘linish, bunda tarmoqda xavfsizlik va ishonchlilik masalalari yaxshilinadi;
• Marshrutlarni samarali qo‘llash;
• QoS(Quality of Service) xizmat ko‘rsatish sifatining ortishi;
• MPLS yordamida VPN tarmoqlarini qurish.

Bugungi kunda transport tarmoqlari optik texnologiyalar asosida qurilayotganligi ma’lum. Shunung uchun MPLS ning keyingi avlodi sifatida metkani optik darajada qo‘yuvchi texniligiya GMPLS ishlab chiqildi. Bu texnologiya IP tarmoqlarni transport qismida optik uzatishlarni ta’minlab, transport tarmog‘i hududida hech qanday elektro-optik o‘zgartirishlarni amalga oshirmaydi.

Nazorat savollari

1. Plezahron raqamli iYerarhiya’ning kamchiliklari nimalardan iborat?
2. SDH ning yaratilish tarihi qanday?
3. E1 oqim parametrlarini tushuntiring.
4. STM-1 oqimini hosil bo‘lish jarayonini tushuntiring.
5. STM-4 oqimini hosil bo‘lish jarayonini tushuntiring.
6. STM-16 oqimini hosil bo‘lish jarayonini tushuntiring.
7. STM-64 oqimini hosil bo‘lish jarayonini tushuntiring.
8. SDH iYerarhiyalarini tushuntiring.
9. WDM ning ishlash tamoili qanday?
10. WDM da kanallar orasidagi himoya polosasi deganda nimani tushinasiz?
11. DWDM ning afzalliklari nimalardan iborat?
12. HDWDM ning imkoniyatlarini sanab o`ting ?

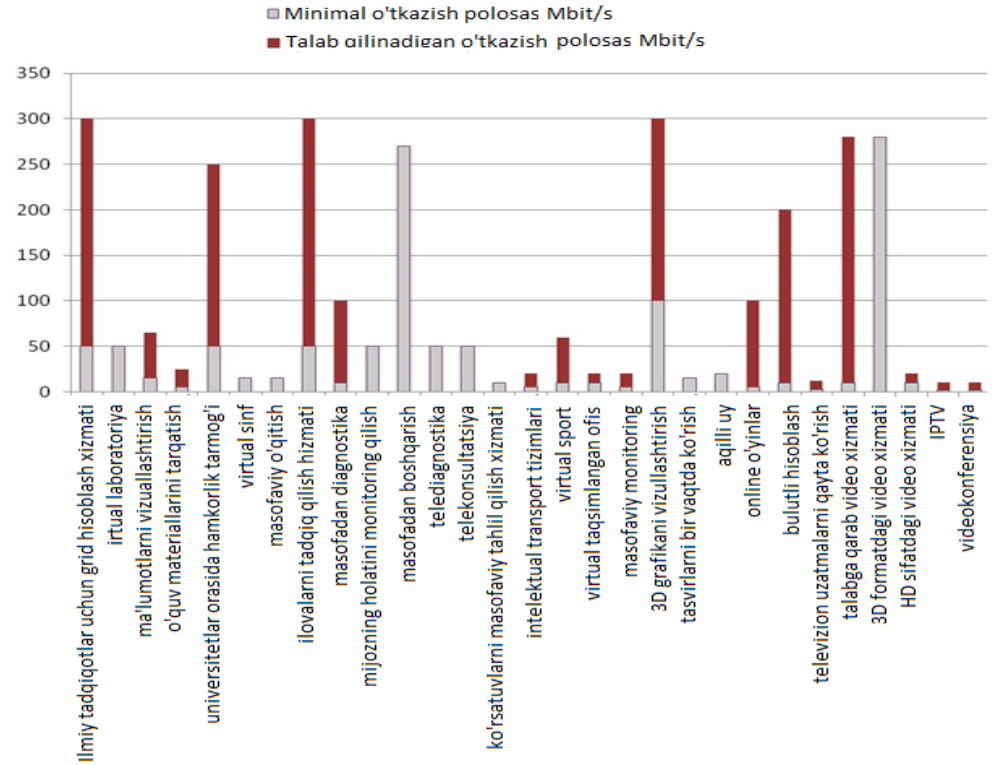
2.4 Keng polosali tarmoqlar orqali taqdim etiluvchi zamonaviy xizmatlar

Keng polosali kirish tarmog‘idan foydalangan holda telekommunikatsiya operatori abonentga turli xil xizmatlar taqdim etishi mumkin. Ular orasida asosiy xizmatlar quyidagilar:

- Yuqori tezlikdagi Internetga ulanish;
- SIP telefoniya;
- Interaktiv televizor.

Ushbu xizmatlar “Triple Play” to‘plamida taqdim etiladi. “Keng polosali xizmatlar” atamasidan foydalanganda abonentlarning ko‘pchiligi odatda yuqorida ko‘rsatilgan xizmatlar ro‘yxatini tushunadi.

Bugungi kunda “Quad Play” xizmatini taqdim etishni tezkorlik bilan rivojlantirmoqda. Bu fiksatsiyalangan (qo‘zg‘almas) telefon aloqasi, keng polosali kirish, televideniya va mobil aloqa xizmatlarini o‘z ichiga oladi. Strategy Analytics analitik kompaniyasi hisobotida e'lon qilingan ma’lumotlarga ko‘ra, 2016-yilda AQShda uy xo‘jaliklarining 13 foizi ushbu paketga ulangan. Ushbu prognozga ko‘ra, “Quad Play” xizmatiga ulangan abonentlar ulushi bugungi kunga nisbatan 4 barobar ortadi. Strategy Analytics tahlilchilarining so‘zlariga ko‘ra, “Quad Play” xizmat paketlari kelgusi besh yil mobaynida Triple Play xizmat paketlariga nisbatan ko‘proq mashhur bo‘ladi.



4.1-rasm. Xizmatlarni taqdim etish uchun zarur bo‘lgan tarmoqning polosa kengligi

Iqtisodiy hamkorlik va taraqqiyot tashkiloti (OECD) o‘zining “Milliy keng polosali rejalar” hisobotida keng polosali kirish xizmatlar va ushbu xizmatlarni eng yuqori sifatda taqdim etish uchun kerakli polosai kengligi nisbatlarini ko‘rsatadigan diagramma taqdim etdi (4.1-rasm). Shuni yodda tutish lozimki, bu keng polosali kirishning barcha imkoniyatlari emas.

Endi, OECD tomonidan taqdim etilgan keng polosali kirish xizmatlarini bir nechta izoh bilan ko‘rib chiqamiz:

- Ilmiy tadqiqot uchun grid hisoblash "virtual superkompyuter" xizmati - klaster sifatida ifodalanadigan tarqalgan hisoblash shakli bo‘lib, kata miqdordagi ishlarni (operatsiyalarni, ishlarni) bajarish uchun getorogen kompyuterlarni tarmoq oqrali birlashtirish nazarda tutiladi. Ushbu texnologiya sezilarli kuchli hisoblash resurslarini talab qiladigan ilmiy, matematik muammolarni hal qilish uchun ishlatiladi. Grid hisoblash, shuningdek, iqtisodiy prognozlash, seysmik tahlil, yangi dorilar xususiyatlarini ishlab chiqish va o‘rganish kabi vazifalarni hal qilish uchun tijorat infrastrukturasida ishlatiladi;
- virtual laboratoriya - matematik modellar va boshqa imitattsion reallikga asoslangan to‘liq dasturiy mahsulotlar uchun qo‘llaniladigan ta’limda qo‘llaniladi;
- ma’lumotlar vizuallashtirish - eksperimental ma’lumotlarning taqdimoti yoki grafikalar, jadvallar, xaritalar va boshqa shakllardagi nazariy ish natijalarini taqdim etish;
- O‘quv materiallarini raqamli shaklda tarqatish, o‘quv jarayonida ishlatiladigan raqamli ma’lumotlar to‘plami sifatida tushuniladigan raqamli ta’lim resursini (CRA) yaratish usullaridan biri bo‘lib, ular o‘quv jarayoni uchun zarur bo‘ladigan raqamli fotosuratlar, videokliplar, statik va dinamik virtual reality va interaktiv modellash obyektlari, kartografik materiallar, audio yozuvlar, ramziy obyektlar va biznes grafikalar, matnli hujjatlar va boshqa o‘quv materiallari bo‘lishi mumkin;
- Universitetlar o‘rtasidagi hamkorlik, virtual sinflar, masofaviy ta’lim nogironligi bo‘lgan odamlarga va shunga o‘hshash ahvolda yashovchi aholi uchun ta’lim va muloqot qilish uchun ulkan imkoniyatlar yaratadi;
- Uzoqdan tashxis qo‘yish - har qanday vaqtda dunyoning istalgan joyidan masofadan turib amaliyot va monitoringni o‘tkazish qobiliyati;
- Bemorning ahvolini nazorat qilish uchun profilaktik telemeditsina usuli sifatida monitoring qilish usuli. Ayniqsa, tegishli axborot tizimlari

doimiy monitoringni talab qiluvchi yurak va pnevmonologik bemorlar uchun;

- Telekonsultatsiya - bu masofa muhim omil bo‘lgan tibbiy yordam xizmatlarini ko‘rsatish usulidir. Xizmatlarni taqdim etish kasallikning tashxisi, davolash va profilaktikasi uchun zarur bo‘lgan axborotni olganidan keyin axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalangan holda barcha tibbiy mutaxassislar vakillari tomonidan amalga oshiriladi;
- intellektual transport tizimlari - transportning barcha turlarini (individual, jamoat, yuk) boshqarish, transport vositalarini boshqarish muammolarini hal qiladigan, mintaqadagi transport xizmatlarini tashkil etish to‘g‘risida fuqarolar va korxonalarni xabardor qilishni ta’minlaydigan bir-biriga bog‘liq avtomatlashtirilgan tizimlar majmui;
- Virtual tarqatiladigan ofis - bu Internet tarmog‘ining aloqa imkoniyatlaridan foydalanib, xodimlarni biznesni samarali o‘tkazish imkonini beradigan muhit;
- uzoqdan monitoring qilish - tanlov sifatida - korxonalarda xavfsizlikni ta’minlashning yuqori darajasini ta’minlash, keng ko‘lamli obyektlarni, shu jumladan neft va gaz quvurlarini, temir yo‘llarni, aeroportlarni monitoringini ta’minlaydigan keng ko‘lamli video kuzatuv tizimlarini yaratish;
- Aqilli uy - uyda yoki kvartirada turli muhandislik tizimlarini birlashtiradigan, avtomatlashtirilgan tizim. Masalan, foydalanuvchilarning uylarida o‘rnatilgan "tarmoqqa ulangan" eshik qulflari yoki xavfsizlik kameralari kabi xavfsizlik tizimlari, xonadagi odamlarning yo‘qligida yorug‘lik va issiqlikni avtomatik ravishda yoqish yoki o‘chirish orqali bevosita energiya’ni tejash, quvvatni saqlash tizimlari aqilli uyning elementlaridir. Yoki mavsumiy va ob-havo sharoitlariga bog‘liq ravishda haroratni nazorat qilishni va foydalanuvchi ishtirokisiz foydalanuvchilarning xonalaridagi haroratni tartibga solish imkonini beradigan bulutli texnologiyaga asoslangan qurilmalar;
- bulutli hisoblash - oxirgi foydalanuvchilarga xizmatlardan masofaviy dinamik foydalanish, hisoblash resurslari va ilovalar (shu jumladan operatsion tizimlar va infratuzilma) orqali Internet tarmog‘iga ulanish;
- talab bo‘yicha video - har xil formatdagi multimedia serveridan kabelli tarmoq orqali televizor dasturlari yoki videofilmlaridagi abonentga individual yetkazib berish tizimi;
- IPTV abonentlarga raqamli televideniye xizmatlari, shuningdek, video-on-demand (VoD), ko‘rsatuvlarning elektron dasturi, televizion

elektron pochta, televizion tijorat, televizor orqali internetdan foydalanish kabi koʻngilochar xizmatlarni taqdim etadi.

- Video konferensiyalar video-selektor uchrashuvlari, muhim tadbirlar va seminarlarni on-layn tarzda namoyish qilish, masofali filiallar va hududiy boʻlinmalar faoliyatini tashkil etishga yordam beradi.
- Bundan tashqari, bugungi kunda juda keng tarqalgan keng polosali xizmatlar biri onlayn-oʻyinlar boʻlib, unda HD-sifatli va 3D-formatdagi videolarni, yuqori aniqlikdagi tasvirlarni bir vaqtning oʻzida koʻrish, 3D-grafikalar, virtual sport va masofadan nazorat qilish imkoni mabjud.

Keng polosali foydalana olish xizmatlarini rivojlantirishda juda muhim yoʻnalish elektron hukumatdir. 2011 yilda davlat elektron xizmatlarini taqdim etish tizimidan foydalanishning burilish nuqtasi keldi. Hukumatning samaradorligini oshirishga boʻlgan oʻsib borayotgan ehtiyoj, amaldagi davlat elektron platformalari va xizmatlarini, xususan, soliq hisobotini topshirish va qurilishga ruxsat olish uchun onlayn tizimlarni yanada kengroq tarqatish uchun kuchli turtki boʻldi. Yaqin kelajakda barcha rivojlangan mamlakatlarda kamida bitta biznes jarayoni uchun davlat elektron xizmatlaridan foydalanadigan korxonalar soni oʻrta hisobda 90% dan yuqori boʻlishi kutilmoqda (2010 yilda 75%). Xuddi shunday, rivojlangan mamlakatlarda bunday xizmatlardan foydalanadigan fuqarolarning soni kamida 10 foizga oshishi kutilmoqda.

Keng polosali kirishning asosiy afzalligi - yuklab olinadigan trafik miqdori boʻyicha cheklovlar yoʻqligi. Bundan tashqari, u yuqori tezlik va ulanish ishonchliligini ta’minlaydi, shuning uchun foydalanuvchi mijozlar keng polosali xizmatlarni koʻrsatishdagi yuqori yuklab olish tezligiga erishish uchun katta summani toʻlashga tayyor.

"Point Topic" kompaniyasining tahlilchilari Keng polosali kirish tarmoqlarida qoʻshimcha xizmatlar (VoIP, IPTV va h.k.) taqdim etishdan tushgan daromadlarning oʻsishini oʻrganishdi. Internetda obuna narxi taxminan 37% ga oshganligi ma’lum boʻldi. Internet tarmogʻiga erkin ulanishning narxi tobora pasayib ketishiga qaramasdan, qoʻshimcha xizmatlarning ulushi muntazam oʻsib bormoqda. Dunyoda eng foydali xizmat VoIP xizmatlarini taqdim etishdir. Video xizmatlar ikkinchi oʻrinda turadi. Bunga xavfsizlik bilan bogʻliq xizmatlar (masalan, video nazorati) kiradi. Keyingi - onlayn oʻyinlar, uy tarmogʻi, musiqa va oʻyinlar yuklab olish va nihoyat, uchinchi tomon kontent provayderlari tomonidan internet orqali ovozli xizmatlar - Skype va boshqalar.

Innovatsion xizmatlar orasida biz LTE tarmog‘idagi avtomobillar o‘rtasidagi o‘zaro aloqa xizmatini ta’kidlashimiz mumkin. Ford tomonidan olib borilgan "Cooperative Card Extended" (CoCarEX) tadqiqot loyihasi LTE tarmoqlari avtomagistrallarda avtomashinalar bilan birgalikda ishlashga mosligini ko‘rsatdi. CoCarEX loyihasi Ford tomonidan 2009 yilda avtomatlashtirilgan tizimlar va infratuzilmani rivojlantirish maqsadida ishlab chiqilgan, bu esa real vaqtdagi transport vositalari bir-birlari bilan yo‘llardagi xatarlar, avtoyo‘llarni "yuklash" va boshqalar bilan bo‘lishish imkonini beradi. CoCarEX loyihasining natijalari 2011 yil 25 may kuni Germaniya’ning Dyusseldorf shahrida Vodafone operatorining LTE tarmog‘ida namoyish etilgan LTE tarmoqlarida kechiqish miqdori ancha past ekanligini ko‘rsatdi, bu esa avtoulov egalarining yo‘llarda haydashda tezlik bilan harakat qilishiga imkon beradi. (4.2-rasm). Sinov jarayonida favqulodda tormoz manevrasini bajarayotganda, Ford S-Maks boshqa bir Ford S-Maksga ogohlantirish signalini darhol etkazdi. 100 ms dan kam bo‘lgan vaqtda signalning uzatish va qabul qilishni amalga oshirilishi samarali yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlash uchun etarli deb hisoblanadi. Ikkala avtotransport vositasiga ham standart transport-trafik xatlari yuborilganligi ham ko‘rsatildi. Ford vakilining so‘zlariga ko‘ra, avtomobillar bir xil tilda gapirishga qodir va bu, eng muhimi, avtoulov egalarini yo‘lda himoya qilishi mumkin.

4.2 –rasm. LTE tarmog‘i asosida avtomashinalar o‘rtasidagi o‘zaro aloqa

Keng polosali kirish tarmog‘idan foydalanib, telekom operatori abonentga turli xil xizmatlar taqdim etishi mumkin, ulardan asosiylari yuqori tezlikdagi internet, SIP telefoniya va interfaol televidenie. Ushbu xizmatlar "Triple Play" to‘plamida taqdim etiladi. Bugungi kunda "Quad Play" xizmatini taqdim etishni tezkorlik bilan rivojlantirmoqda. Bu telefon aloqasi, Keng polosali kirish, televizor va mobil aloqa xizmatlarini o‘z ichiga oladi.

Passiv kirish tarmog‘i orqali keng polosali hizmatlarni taqdim etish

Zamonaviy keng polosali kirish tarmoqlarida (BBA) xizmat ko‘rsatish texnologiyasi tanlovi tarmoq operatorini rivojlantirish va ishlatish uchun operatorning kapital va operatsion xarajatlar miqdorini sezilarli darajada aniqlaydi. Bugungi kunda barcha operatorlar uchun yagona aloqa liniyasi orqali (Triple Play) - yuqori tezlikda Internetga ulanish, IP-televideniya (IRTV) va telefon aloqasi xizmatlari kabi uchta xizmatni foydalanuvchilarga taqdim etish asosiy modeldir.

Zamonaviy keng polosali kirish tarmoqlarida (BBA) xizmat ko‘rsatish texnologiyasini tanlash muhim ahamiyatga ega, chunki u katta miqdorda operator kapitali va operatsion xarajatlarni aniqlaydi.

Bugungi kunda mamlakatimiz keng polosali kirish texnologiyalari orasida ADSL va FTTx (X nuqtasiga optik tolali) eng keng tarqalgan. FTTx ning ommabop variant bu operatorning optik tolali kabeli Ethernet kommutatorigacha olib boriladi va kommutatordan abonentlarga mis kabellar tortiladi. Ko‘pgina hollarda, umumiy kanal - 1 Gbit / s, bu esa 24 ta abonent o‘rtasida taqsimlanadi, ya’ni. Abonent kanalidagi ma’lumot uzatish tezligi ADSL texnologiyasiga qaraganda yuqori.

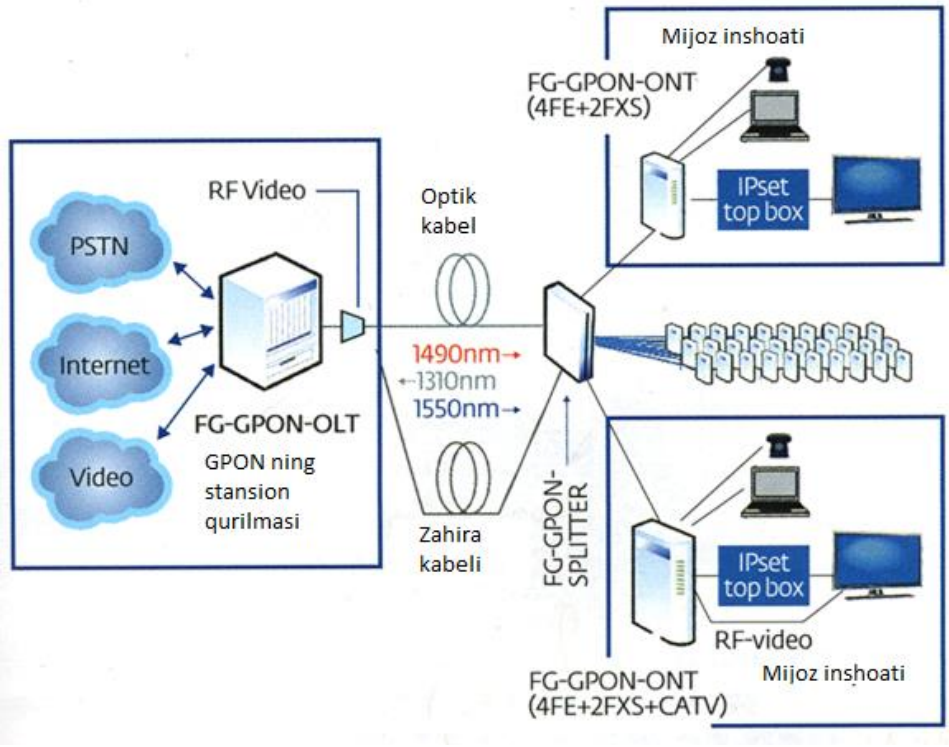
Keng polosali kirish tarmoqlarida yuqori aniqlikdagi signallarni uzatish uchun 6 dan 25 Mbit / s gacha, standart video uzatishlarni amalga shirish uchun esa 1-4 Mbit/s, 3D-videolarni uzatish uchun esa 30 Mbit / s dan ortiq bo‘lgan tarmoq o‘tkazish polosasi talab qilinadi.

FTTH texnologiyasini keng joriy etishning sabablaridan biri tarmoqni qurishning kam mablag‘ sarf-xarajati va buning natijasida sarf harajatlarning tezkor qoplash imkonidir. FTTX tarmoqlarini qurishda iqtisodiy samarali usullardan eng afzali bu PON tehnologiyasidir.

PONga kirish taqsimlash tarmog‘ida tarmoqli topologiya mavjud bo‘lib, ular tugunlarda passiv optik ajratgichlar (bo‘laklar) mavjud. Shu bilan birga, PON arxitekturasi, agar kerak bo‘lsa, tarmoqdagi tugunlar sonini ko‘paytirish va uning samaradorligini oshirishga imkon beradi.

PONning ikkita asosiy texnologiyasi mavjud: GEROM (Gigabit Etheret PON) va GRON. Ularning asosiy farqi asosiy protokollardir.

GPOM tarmog‘i (4.3-rasm) abonent qurilmalari to‘plamiga (ONT, Ortiq tarmoq terminali) bog‘langan daraxtsimon optik tarmoqqa ulangan bitta stantsiya qurilmasini (OLT - Ortiq liniya terminal) ni o‘z ichiga oladi. Faol optik tarmog‘idan farqli o‘laroq, tugunlar elektr ta’minot va hizmat ko‘rsatishga muhtoj emas.



4.3-rasm. GPON tarmoqlarini qurish sxemasi

GPON tarmog‘ini qurish uchun dunyoda ko‘plab telekommunikatsiya qurilmalarini ishlab chiqaruvchilar takliflarini keltirish mumkin. Masalan Natex kompaniyasi. Natex kompaniyasi tomonidan taqdim etilayotgan uskunalarning asosiy afzalligi uning mustahkamligi hisoblanadi. Kompaniya passiv optik tarmoqlarni qurish uchun barcha jihozlarni taklif qiladi: OLT stantsiyasining qismi, alohida foydalanuvchilar uchun ONT ohirgi qurilmalari, ofislar uchun qurilmalar, ham ichki binolarda, ham tashqi qo‘llash uchun qurilmalar seriyasi taqdim etiladi.

FG-GP0N-0LT (4.4-rasm) stantsiya qismi qurilmasi o‘zida ikkita boshqarish kartasini, ikkita uplink kommutatorli karta (abonent

qurilmalaridan kelayotgan oqimlardagi time-slotlarni taqsimlash kartasi) va 10 tagacha GRON interfeyslari kartasini joylashtirish imkonini beradi. Barcha interfeyslar old panelda joylashgan, platalarni “issiq” almashtirish imkoni mavjud, boshqarish va kommutatsiya panellarini (1+1) sxemada zahiralash imkoni mavjud. Qurilma 12U,19 shassisida joylashgan, ikkita quvvat kirishiga ega. Shassining orqa tomonida ikkita 10 Gbps li (10GBE) ma’lumotlar uzatish shinalari va ikkita 1 Gbit / s gacha Ethernet (GBE) nazorat qilish shinalari (zahira uchun ikkita) mavjud.

4.4-rasm. FG-GPON-OLT stansiya OLT qurilmasi

FG-GPON-OLT-SWITCH-CARD kommutator kartasi (4.5-rasm) har xil platalardagi ikkilamchi zahiraa ega 28 Gbit / s ga bo‘lgan kirish portlariga ega (2 × 10 Gbit / s va 8 × 1 Gbit / s), Shuningdek 10 Gbit/s li shina orqali har bir liniya interfeysi bilan bog‘laydi. Ushbu karta 16 ming MAC manziliga, 4094 VLANga ishlov berish imkonini beruvchi yuqori quvvatli kommutatsion matrisa bilan jihozlangan.

4.5-rasm. FG-GPON-OLT-SWITCH-CARD platasi

XDSL ga asoslangan keng polosali tarmoq xizmatlari

DSL texnologiyasi ham evolyutsion ravishda rivojlandi va bir nechta modifikatsiyaga ega. Bugungi kunda DSL texnologiyalarining eng istiqbolli va keng tarqalgan turlari haqida to‘xtalamiz.

Zamonaviy dunyoda keng polosali xizmatlarning yaratilishiga nafaqat operatorlar, balki foydalanuvchilarning katta qismi sababchi bo‘ldilar. Ushbu xizmatlardan ba’zilari juda yuqori ma’lumotlar uzatish tezligi talab qiladi. Biroq, DSL texnologiyalaridan biriga ega bo‘lgan mis liniyalar asosidagi tarmoqlar hali hamon aholining katta guruhining ehtiyojlarini qondirish uchun etarli o‘tkazish polosasini ta’minlay oladi.

DSL texnologiyasini eng asisiy ko‘rsatuvchi xizmatlaridan biri bu Internet xizmatidir. Bugungi kunda ADSL yuqori tezlikdagi Internetga kirish xizmatlarida operatorning, ayniqsa mamlakatimiz shaharlarida, asosiy standart taklifiga aylandi. Haqiqatan ham, ma’lumotlar uzatish tezligi uchun nisbatan oddiy foydalanuvchilar talablari hisobga olinsa, telefon xizmatlari va Internetga kirishni bir fizik aloqa liniyasi orqali taqdim qilish uchun qulay va arzon narxlardagi echim hisoblanadi.

Internetning asosiy maqsadi an'anaviy ravishda axborotni qidirish hisoblanadi. Ammo hozirgi kunda internet yanada tijorat tuzilishiga aylanmoqda.

Global tarmoq resurslaridan foydalanish manbalaridan daromad manbalari ikkita an'anaviy qismga bo‘linadi:

- Internet-serfing;
- elektron tijorat.

Birinchi holda, daromad reklama texnologiyasidan kelib tushadi. Ba’zi taniqli internet-portallariga internet serfing natijasida kuniga 4

milliondan ortiq tashrif buyurishadi. Bunday mashhurlik internet-portallarni potentsial mijozlarni jalb qilish uchun qulay vosita aylantiradi va reklama maqsadida foydalanishga imkon beradi.

Intellektual mulk qiymatining ortishi kuzatilmoqda. Bu Internetning bugungi kunda nafaqat o‘yin-kulgi va yangiliklar manbasi bo‘lishidan dalolat beradi balki u axborot bozorida bir supermarketka aylandi. ADSL/ADSL2 + texnologiyalari zamonaviy Internet biznes tuzilmalari uchun talablarga to‘la javob beradi.

IPTV-ning asosiy afzalliklari - video xizmatlarining interaktivligi va qo‘shimcha xizmatlarning mavjudligi. IP protokoli imkoniyatlarini nafaqat video xizmatlarini, balki interaktiv va integratsiyalangan xizmatlarni taqdim etishga imkon beradi. DSL tehnologiyasi IPTV xozmatlarini taqdim etish uchun imkoniyatga ega. Chunki ADSL 2+ varianti IPTV uchun etarli uzatish tezligini ta’minlash imkonini beradi.

Keng tarmoqli tarmoqlarni rivojlantirish yangi zamonaviy paketli telefoniya xizmatlariga yo‘l ochib beradi. Tahlilchilarning fikriga ko‘ra, klassik telefon tarmoqlarida mavjud bo‘lmagan xizmatlarning paydo bo‘lishi "All Over IP" kontseptsiyasiga o‘tishning asosiy vositasi bo‘ladi.

Qisqa matnli xabarlarni uzatish uzoq vaqt mobaynida mobil aloqa tarmoqlarida va Internet tarmog‘ida aloqaning ajralmas qismiga aylandi. Ularning mashhurligi yaqin keluvchi NGN tarmog‘ida davom etishini taxmin qilish mantiqan to‘g‘ridir. Bu ikkita xizmat:

- Yagona xabarlashuv - universal xabarlarni uzatish. SMS, EMS, MMS yoki videolar kabi xabarlarni yuborish qobiliyatini beradi;
- Tezkor xat yozish - lahzali xabar almashish. Ikki yoki undan ortiq abonentlar o‘rtasida (elektronik analogi) matnli xabarlarni uzatish imkonini beradi.

Bunday xizmatlarni faqat IP-tarmog‘iga ulanganda va ular yuqori polosa kengligi talab qo‘ymaganligi uchun SHDSL texnologiyasi asosida amalga oshirilishi mumkin.

Videokonferensaloqa va videotelefonlarni qo‘llab-quvvatlaydigan mobil telefonlar ommaviy bozorida paydo bo‘lishi bilan korporativ sektordan xususiy sektorga video-telefoniya va videokonferensaloqa xizmatlarini ko‘rsatish imkoniyati paydo bo‘ldi. DSL tehnologiyasi ham statsionar holatda videokonferensiya’ning yuqori sufatini ta’minlash imkoniga ega. Bunday hizmat uchun simmetrik ma’lumot uzatish tezligini ta’minlay oluvchu DSL variant qo‘llanilishi lozim.

Nazorat savollari

1. Triple play xizmatlaqi qanday xizmatlarni o‘z ichiga oladi?
2. IPTV xizmati qanday xizmat?
3. ViOD xizmatining maqsadi nimada?
4. Keng polosali tarmoqlar tibbiyot sohasida qanday xizmatlarni taqdim etadi?
5. Telefoniya xizmatining IP tarmoqlarda joriy etilishi qanday xizmatni yuzaga keltiradi?
6. Messeging xizmati qanday xizmat?
7. Ta’lim sohasida keng polosali qanday xizmatlar mavjud?
8. Transport tizimlarida qanday keng polosali xizmatlar mavjud?

2.5. Keng polosali tarmoqlarning standart protokollari

Umumiy foydalanishdagi telefon tarmog‘iga qo‘yilgan 7 sonli UKS signalizatsiya tarmog‘ini tadbiq etish nutqli trafik va signalli axborotning yo‘nalish yo‘llarini bo‘lish hamda xizmatlarning ko‘rsatish darajalarini va xizmatlarni boshqarish, shakllantirish darajalarini (SSP, IP) bo‘lish bilan intelektual tarmoq arxitekturasini amalga oshirish imkoniyatiga olib keldi. Bunday yondoshuvni qo‘llash telefon operatorlariga mavjud uskunadan foydalangan holda, yangi xizmatlarni foydalanuvchilarga taqdim etish uchun ularni tez va aniq shakllantirish imkonini beradi. Paketli tarmoqlarga murojaat etilganda, bunday bo‘lishi (shlyuzni dekompozitsiya prinsipi) bu Yyerda shlyuzlar, shlyuzlarini boshqarish qurilmalari va signalizatsiya shlyuzlari ham ishtirok etadi (oxirgi ikkita qurilma qo‘shimcha xizmatlarni shakllantiruvchi qurilmalar bilan birlashtirilishi va moslashishi mumkin).

Shunday qilib, quyidagi xususiyatlarga ega qandaydir tarmoq elementlariga zaruriyat yuzaga keldi:

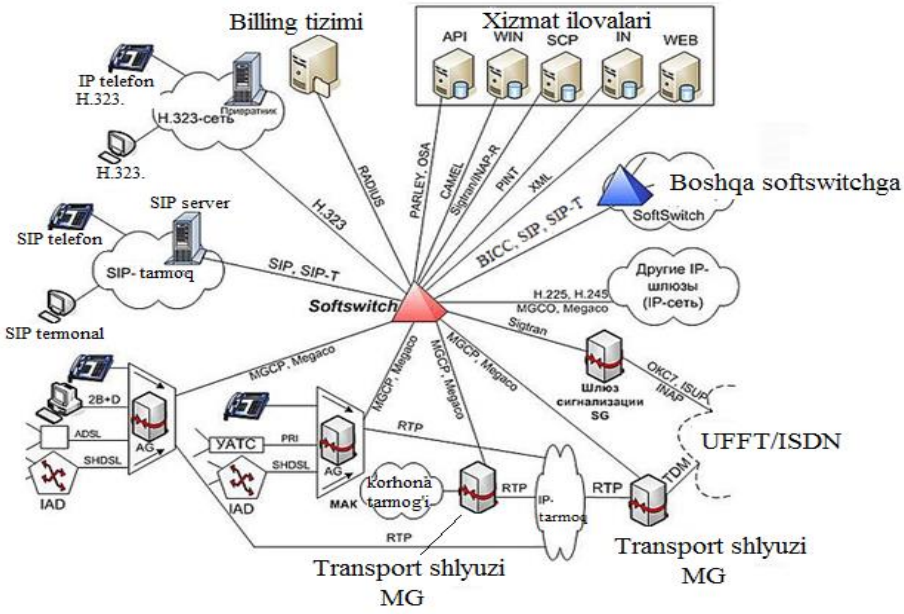
- ochiq standartlarga asoslangan va an'anaviy telefon signalizatsiya-ning barcha asosiy tiplarini hamda axborotni paketli uzatish protokollarini, jumladan IP-telefoniya’ni, turlicha tarmoqlarda chaqiruvlarni samarali marshrutlashni ta’minlaydigan tarmoqning “intelektual” markazi bo‘lishi kerak;
- u katta yuklamalarda tarmoqqa rad etishlarni oldini oladigan va 99,999 foizdan kam bo‘lmagan ishonchlilikni ta’manlaydigan taqsimlangan va masshtablangan arxitekturalaraga ega bo‘lishi kerak;

- u katta yuklamalarda tarmoqqa rad etishlarni oldini oladigan va 99,999 foizdan kam bo‘lmagan ishonchlilikni ta’minlaydigan taqsimlangan va masshtablangan arxitekturaga ega bo‘lishi kerak;
- u istalgan telekommuniksiya sessiya (qo‘ng‘iroq)ni qayta ishlash ssenariyasini aniq nazorat qilish imkoniga ega modulni o‘z ichiga olishi kerak;
- u tarmoq infratuzilmasini boshqarishning va sessiyalarini nazorat qilishning yagona blokini o‘z ichiga oladi. Aloqa tarmoqlarining intellektual pereferiyasini birlashtirish texnologiyalarda ularni qo‘llashdan qat'i nazar, operatorlarning yuqorida ko‘rsatilgan takliflarga javob beradigan qarorni amalga oshirishga yordam beradi. Shlyuzlarni to‘g‘ridan-to‘g‘ri emas, lekin oraliq qurilma billing tizimi ulangan dasturiy kommutator (ingliz tilida Softswitch - dasturiy qayta ulagich, kommutator) orqali ulanganda, ishlab turgan tarmoqlar qurilish sxemasini kardinal o‘zgarishsiz minimal xarajatlar bilan IP-telefoniyaning an'anaviy sxemalaridagi tipik kamchiliklardan qutiladi.

NGN tarmog‘ida signalizatsiya protokollari o‘zlarining qo‘llanilish xususyatlari bo‘yicha bir necha turlarga bo‘linadi, ya’ni ular NGN tarmog‘ining qanday tashkil etuvchilari o‘rtasida signalizatsiyani ta’minlashiga bog‘liq ravishda quyidagi turlarga bo‘linadi:

- SIP va N.323;
- MGCP;
- N.248 MEGACO;
- BICC;
- SIGTRAN;
- SCTP va x.z.

Keng polosali multiservis tarmoqlarda turli tarmoq qurilmalari o‘rtasida axborot almashinish tartibi ma’lum bir standart protokollar majmui yordamida amalga oshiriladi. Bu tarmoq protokollari vaqt o‘tishi bilan tarmoqda yuzaga keluvchi muammolarga mos ravishda takomillashib boradi. Mazkur protokollar multiservis tarmoqlarning asosiy protokollaridan biri xisoblanadi. Protokollarning o‘zaro xamkorlik sxemasi quyidagi 5.1-rasmda tasvirlangan.



5.1-Rasm. Keng polosali xizmatlarni taqdim etuvchi multiservis tarmog‘ida protokollar qo‘llanilishi

H.323 protokoli

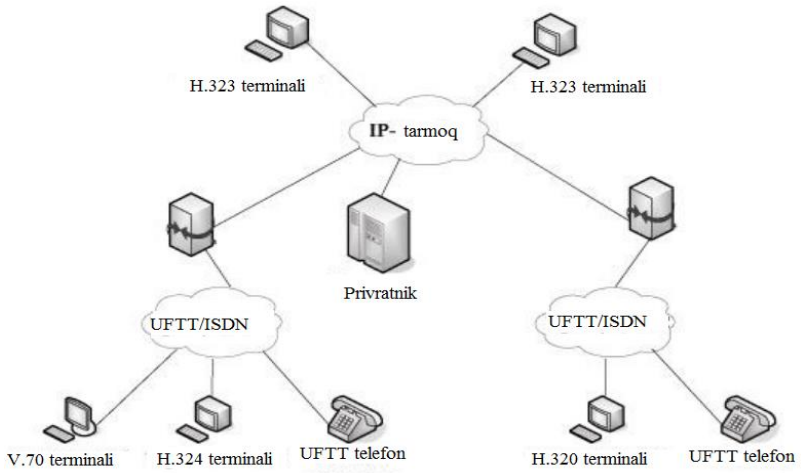
ITU-T H.323 standarti chaqiruvlar o‘rnatilishi va paketli tarmoqlar bo‘ylab ovoz va video trafiklar uzatilishi, xususan xizmatlar sifatini (QoS) kafolatlamaydigan Internet va intranet ta’minlanishi uchun ishlab chiqilgan. U IETF guruhi tomonidan ishlab chiqilgan Real-Time Protocol va Real-Time Transport Control Protocol (RTP/RTCP) protokollaridan, shuningdek G.xxx seriyali ITU-T standart kodeklaridan foydalaniladi.

H.323 protokoli VoIP texnologiyalarini amalga oshirishda birinchi bo‘lgan, industriya ta’sirida oddiy va yaxshi masshtablangan SIP protokol uchun ishlab chiqilgan IETF pozitsiyasi ustunlik qildi. Biroq ITU ulanishlarni o‘rnatish tezligini va masshtablashtirishni oshirib, protokolni takomillashtirdi. H.323 protokollar bazasidagi tarmoqlar telefon tarmoqlar bilan integratsiyasiga mo‘ljallangan va ma’lumotlarni uzatish tarmog‘idagi ISDN tarmog‘i kabi ko‘rib chiqilishi mumkin, xususan, IP-telefoniya bunday tarmoqlarda ulanishlarni o‘rnatish protsedurasi Q.323 tavsiyasiga va ISDN tarmoqlarda foydalaniladigan protsedura xuddi shunday bo‘ladi. H.323 tavsiyasi paketlarni kommutatsiya qilish bilan IP-tarmoqlar bo‘yicha nutqli axborotni uzatish uchun mo‘ljallangan protokollarning murakkab to‘plami ko‘zda tutiladi. Uning maqsadi - xizmat ko‘rsatishning

kafolatlanmagan sifat bilan tarmoqlardagi multimedia ilovalar ishini ta’minlash hisoblanadi. Nutqli trafiklar axborot va ma’lumotlar bilan birga H.323 ilovalardan biridir. Shuning uchun H.323 bilan turli multimedia ilovalarining moslashuvini ta’minlash muhiti harakatlarni talab qiladi. Masalan, aloqani qayta ulash (calltransfer) funksiyasini amalga oshirish uchun alohida spetsifikatsiya N.450.2 talab qilinadi.

H.323 tavsiyasida Xalqaro elektraloqa ittifoqi tomonidan tavsiya qilingan IP-telefoniya tarmoqlarining tuzilish varianti mahalliy telefon tarmoqlar operatorlariga mos keladi. Ular shaharlararo va xalqaro aloqa xizmatlarini ko‘rsatish uchun paketlarni kommutatsiya qilish bilan (IP-tarmoq) tarmoqdan foydalanishda manfaatdordir. H.323 protokollar turkumiga kiradigan RAS prtokoli tarmoq resurslaridan foydalanishni nazorat qilishi, foydalanuvchilarni autintifikatsiya qilinishini ta’minlaydi va xizmatlar uchun to‘lovni to‘lashni ta’minlashi mumkin.

H.323 protokoli asosida qurilgan tarmoqlar (5.2-rasm) telefon tarmoqlari bilan integratsiyalashishga yo‘naltirilgan bo‘lib, ma’lumotlarni uzatish tarmoqlari ustiga qurilgan ISDN tarmoqlari (xizmatlarni integratsiyalashgan raqamli tarmoqlar) kabu qaralishi mumkin. Xususan, bunday tarmoqlarda IP-telefoniya’ni bog‘lanish jarayoni ITU-T Q.931 tavsiyasiga asoslanadi va ISDN tarmoqlaridagi xuddi shunday protseduraga o‘xshash. Shu bilan birga, H.323 tavsiyasi turli xil ovozli ma’lumotlarni siqish algoritmlarini qo‘llashni nazarda tutadi, bu esa uzatish resurslaridan o‘tkazish polosasidan kanallar kommutatsiyasi asosidagi tarmoqdagiga nisbatan samaraliroq foydalanaish imkonini beradi.



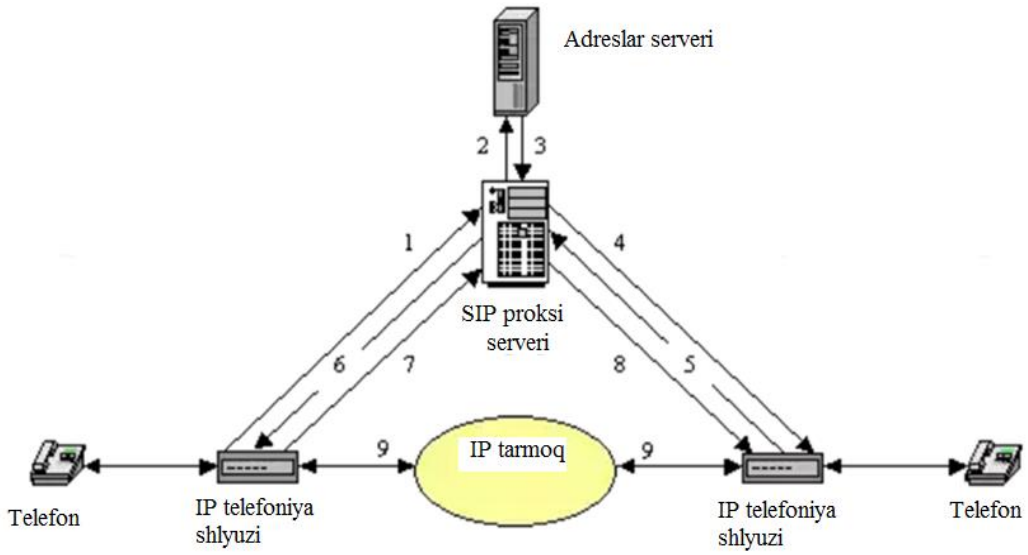
5.2-rasm. H.323 tarmog‘i strukturasi

SIP protokoli

Session Initiation Protocol. Bu amaliy daraja protokolidir, uning yordamida multimedia sessiyalarini o‘rnatish, modifikatsiya qilish va tugatish yoki IP-tarmoq bo‘yicha chaqiruvlar kabi operatsiya amalga oshiriladi. SIP multiservis tarmoqlarda H.323 protokolda amalga oshiriladigan funksiyalarga o‘xshash funksiyalarni bajaradi. SIP sessiyasi multimedia konferensiyalari, masofadan o‘qitish, IP-telefoniya va boshqa shunga o‘xshash ilovalarni o‘z ichiga olishi mumkin.

SIP protokoli paketli IP tarmoq orqali so‘zlashishni amalga oshirishda abonentlarni o‘zaro bog‘lash, aloqani qo‘llab quvvatlash va aloqa seansini uzishni ta’minlab beruvchi signalizatsiya protokolidir. Demak internet tarmog‘i orqali telefoniya xizmatini tashkil etishda aloqa seansini tashkil etishdagi asosiy protokol bu SIP protokolidir.

Quyidagi 5.3-rasmda SIP protokolining IP tarmoq orqaqli telefaniya’ni ta’minlashda qo‘llanilishi.



5.3-rasm. SIP protokolining IP tarmoq orqaqli telefaniya’ni ta’minlashda qo‘llanilishi

Chaqiriqlarga xizmat ko‘rsatish SIP serveri tomonidan amalga oshiriladi. SIP serveri bevosita aloqa o‘rnatish rejimida ishlaganda chaqiriqni kerakli abonentgacha o‘zi yetkazadi. SIP protokolida ikki xil signal axboroti qo‘llaniladi “so‘rov” va “javob ”.

SIP matn-mo‘ljallangan protokolni o‘z ichiga oladi. Eng keng tarqalgan H.323 protokoli hisoblanada, ishlab chiqaruvchilarning ko‘pchiligi o‘zining yangi mahsulotlarida SIP protokollarni qo‘llab–quvvatlash ko‘zda tutiladi. SIP protokollari ommaviyligining o‘sish tempini hisobga olib yaqin kelajakda uning negizida qaror IP-telefoniya bozorining muhim ulushini band qiladi.

IP-telefoniya tarmoqlarining tuzilishiga SIP protokolining yondoshuvini amalga oshirishda H.323 protokoliga nisbatan ancha sodda, lekin telefonlar bilan o‘zaro ishlashini tashkil qilsh uchun kamroq mos keladi.

Shuning uchun SIP protokoli IP-telefoniya xizmatlarini ko‘rsatish uchun Internet xizmatlarining yetkazib beruvchilari ko‘proq mos keladi, bunda ushbu xizmatlar paketining qismi hisoblanadi.

Modifikatsiyalangan SIP-T protokoli (SIP for Telephony) 7-son UKS signalizatsiyani SIP protokoli bilan integratsiya qilish maqsadida yaratilgan edi. SIP-tarmoqning 7-son UKS tarmog‘i bilan o‘zaro ishlash uzeli SIP-xabarda ISUP xabarini inkapsullaydi va ISUP xabarlaridan axborot qismini SIP xabarlar sarlavhasiga transportlashni ta’minlash uchun translyasiyalaydi.

MGCP. Media Gateway boshqaruv protokoli. MGCP Mediya shlyuzlarni boshqarish uchun ishlatiladi.

Bu protokol barcha chaqiriqlarni qayta ishlash mantig‘i shlyuzdan tashqarida joylashgan arhitekturalar uchun mo‘ljallangan va nazorat MGC yoki chaqiriqlar agenti kabi tashqi qurilmalar tomonidan amalga oshiriladi.

MGCP chaqiruv modeli MG tarmoq shlyuzlarini bir-biriga ulanishlari mumkin bo‘lgan so‘nggi nuqtalar majmuasi sifatida ko‘rib chiqadi. Oxirgi nuqta fizik (analog telefon liniyasi yoki raqamli magistral) yoki virtual (UDP / IP-ulanish orqali ma’lumotlar oqimi) bo‘lishi mumkin.

MEGACO / H.248. Media Gateway Control Protocol (MEGACO) protokoli MG tarmoq shlyuzlarini boshqarish uchun standart sifatida MGCP-ni almashtirishi kerak. MEGACO shlyuzlar, ko‘p nuqtali boshqarish qurilmalari va interfaol ovozli aloqa qurilmalari uchun umumiy platforma bo‘lib xizmat qiladi.

MEGACO tomonidan ishlatiladigan ulanish modeli MGCP protokoliga nisbatan kontseptual jihatdan oddiy. MEGACO MG tarmoq shlyuzlarini muayyan kontekstda bir-biriga bog‘liq bo‘lishi mumkin bo‘lgan so‘nggi nuqta qurilmalari to‘plami sifatida ko‘rib chiqadi.

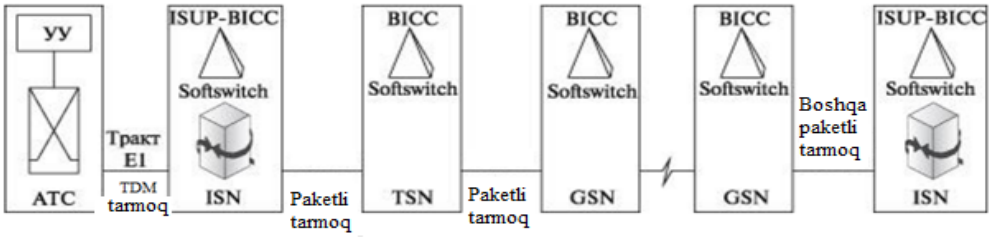
Oxirgi qurilmalar media oqimlarining manbai yoki qabul qiluvchisidir. MGCPda bo‘lgani kabi, ohirgi qurilma fizik yoki virtual bo‘lishi mumkin.

Masalan, chaqiriqlarni boshqa raqamga yo‘naltirish terminal qurilmani bir kontekstdan boshqasiga o‘tkazish orqali amalga oshiriladi va videokonferentsiya bir nechta terminal qurilmalarini umumiy kontekstda joylashtirish orqali amalga oshiriladi.

BICC (Bearer Independent Call Control) protokoli ITU tomonidan ishlab chiqilgan bo‘lib NGN tarmog‘ida Softswitch larni o‘zaro bog‘lanishlarida transport tarmoqlarida signalizatsiya axborotlarini uzatilishini ta’minlaydi. Ushbu protokol Q1901 tavsiyanomasi orqali tavsiflanadi. Ammo bugungi kunda amaliy jixatidan softswitch larni bog‘lashda BICC protokoli bilan birgalikda SIP protokolining variyanti bo‘lgan SIP-T protokoli keng qo‘llanilishga ega.

BICC protoli faoliyat yurituvchi asosiy uzellar

- (ISN) — interfeyga xizmat ko‘rsatish uzuli. U kanallar kommutsiyasiga asoslangan tarmoqga ulanish interfeysini ta’miglaydi;
- Tranzit uzeli (TSN) — Bitta softswitch tarmog‘i xududida BICC protokoli asosida chaqiriq axborotlarnini tranzit va tranportirovkalash fuksiyasini bajaradi.
- Shlyuz uzeli (GSN) — ikki softswitch tarmog‘i orasida BICC protokoli asosida chaqiriq axborotlarnini va tranportirovka uchun tarmoqlar aro shlyuz vazifasini bajaradi.



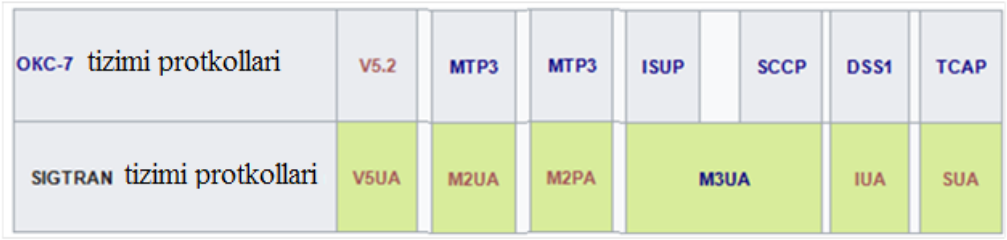
5.4-rasm. BICC protokolining ishlash tamoili

SIGTRAN. SIGTRAN - bu NGN tarmog‘i orqali UFTT ning an'anaviy telefaniya xizmatniti ta’minlanish uchun qo‘llaniladigan protokollar tizimidir. Ya’ni bu UFTT da qo‘llaniluvchi OKS 7 va ISDN tarmog‘ida qo‘llaniluvchi ISUP signalizatsiya axborotlariga NGN tarmog‘ida ishlov berilishini ta’minlaydigan protokollar majmuidir

SIGTRAN atamasi signaling va transport so‘zlarini kombinatsiyasi xisobiga xosil qilingan bo‘lib bu signalizatsiya tizimi IETF ishchi guruxi tomonidan yaratilgan. Bu signalizatsi tizimi ITU ning Q2719 tavsifnomasi bilan tavsiflanadi.

SIGTRAN protokollar guruxi tarkibi bir necha qismlardan iborat. Mazkur protokollar tizimi quyidagi protokollardan tashkil topgan bo‘lib ularning har biri OKS7 signalizatsiya tizimining ma’lum bir protokolini NGN tarmog‘iga adaptatsiyasini ta’minlaydi:

- M2PA;
- M2UA;
- M3UA;
- SCTP;
- TALI;
- IUA;
- SUA.



5.5-rasm. OKS -7 signalizatsiya tizimi protokollarini SUGTRAN protokollariga adaptatsiyasi

Nazorat savollari

1. Protokol tushunchasi qanday tushuncha?
2. Keng polosali multiservis xizmatlarni taqdim etishda qanday turdagi protokollardan foydalanadi.
3. NGN tarmog‘i arxitekturasi qanday tashkil etilgan?
4. NGN tarmog‘ida signalizatsiya protokollari qanday?
5. Signalizatsiya protokollari qanday tasniflanadi?
6. BICC protokoli NGN tarmog‘ida qanday maqsadda qo‘llaniladi?
7. BICC protokoli NGN tarmoqlarida qo‘llanilishi qanday transport tarmoqlarida qo‘llanilishi amalga oshadi?
8. NGN tarmog‘ida BICC protokoliga alternativ sifatida qanday signalizatsiya protokoli qo‘llaniladi?
9. SIGTRAN protokoli NGN tarmog‘ida qaynday maqsadda qo‘llaniladi?

10. SIGTRAN va BICC protokollarining umumiy va farqli tomonlari qanday?

2.6. Keng polosali abonent kirish tarmoqlarining qurilish usullari

Simsiz keng polosali abonent kirish tarmoqlarini qurish usullari: So‘nggi yillarda tarmoq texnologiyalarining rivojlanishi personal kompyuterlarning yagona tarmoqqa ulash hamda umumjahon Internet tarmog‘iga chiqish imkoniyati usullarini oshirib yubordi. Hozirgi kunda deyarli barcha turdagi kompyuterlarda tarmoqqa ulanish yohud internetga chiqish imkoniyati mavjud. Keling ana shu hozirgi kunda deyarli barcha foydalanuvchilar foydalana olishi mumkin bo‘lgan tarmoqqa ulanish usullarini biroz ko‘rib chiqamiz.

1. **Dial-Up**. Telefon liniyasi orqali kommutatsiyalangan ulanish. Ushbu texnologiya ulanishdagi oddiylik sababli yaratilganidan buyon ishlatilib kelinmoqda. Ikki modem bir-biri bilan telefon liniyasini ishlatgan holda aloqa o‘rnatadi. Oddiy holda ulanish birga-bir amalga oshiriladi hamda ma’lumot uzatish uchun barcha mavjud ovoz diapazoni chastotasidan foydalanadi. Lekin ushbu texnologiyaning ko‘pgina kamchiliklari mavjud. Masalan: ma’lumot uzatishdagi past tezlik, tashqi ta’sir tufayli yuborilayotgan paketlarning qismi yo‘qolish extimoli, ulanishning uzilib qolish extimoli hamda ulanish davrida telefon liniyasining butunlay band bo‘lishi.

2. **xDSL**. Ushbu texnologiya statsionar obyektlar uchun juda ham maqbuldir. Mavjud telefon tarmog‘idan foydalangan holda bemalol ushbu texnologiya orqali yuqori tezlikka ega bo‘lish mumkin, lekin liniyalar mavjud bo‘lmasachi? Yangi liniyasini foydalanuvchi manziligacha olib borish, juda ham qimmatga tushishi aniq. Uning ustiga ushbu texnologiyani har bir yangi foydalanuvchiga o‘rnatish uchun ham foydalanuvchi ham uzatuvchi liniyasi tomonda ma’lum o‘rnatish va tuzatishlar amalga oshirilishi lozim.

3. **Ethernet texnologiyasi.** Lokal tarmoq texnologiyasining eng keng tarqalgan turi bo‘lib, 10 Mbit/s, 100 Mbit/s (Fast Ethernet), 1 Gbit/s hattoki 10 Gbit/s tezlik bilan ulanib turish imkoniyatiga egadir. Ethernet ning yutug‘i tarmoq strukturasi tanlanishidagi qulayligidir. Ammo ushbu texnologiya kamchiligi, bu uning ma’lum masofadagina ishlay olishidir. Agarda vitaya para kabelini oladigan bo‘lsak, u holda tarmoq masofasi 100 metrdan oshmasligi aniq. Uzaytirish uchun esa har 100 metrda qurilma qo‘yishga to‘g‘ri keladi yoki optik toladan foydalanish zarur. Lekin

qo‘shni binolarni bir tarmoqda jamlash uchun bu juda qiyin hamda qimmatga tushishi mumkin.

4. **Wi-Fi** texnologiyasi orqali ma’lumot uzatish. Ushbu texnologiya Wi-Fi (802.11a/b/g/n standartida) ishlab, bino ichida 45 metr uzoqlikda, 100 metr ochiq joyda bemalol katta tezlikda stabil tarmoqqa ulanish imkonini beradi. Lekin katta hududda sifatli tezlikni ta’minlash uchun esa juda ham ko‘p Wi-Fi nuqtalari o‘rnatilishi lozim bo‘ladi. Bu esa texnologiyaga bo‘lgan harajatni oshishiga olib keladi. Muammolardan yana biri shuki, abonent, ya’ni foydalanuvchini bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko‘chganida, ma’lumot almashinish hamda ulanishda to‘xtovlar vujudga kelishidir. Yuqorida ko‘rib chiqilgan tarmoq texnologiyalari bugungi kunda qo‘yilayotgan yuqori o‘tkazuvchanlik, ishonchlilik hamda mobillik darajalarini o‘zida qizman yohud to‘liq aks ettira olgani bilan, narx bo‘yicha bugungi operatorlarga to‘g‘ri kelmaydi. Aynan ushbu muammoni simsiz texnologiyaning yangi avlodi bo‘lmish IEEE 802.16 standartli Wi-MAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) texnologiyasi hal qilishi mumkin. Wi-MAX texnologiyasini kengaytirish va rivojlantirish maqsadida 1999-yilda WiMAX-forumi ochildi va Wi-MAX texnologiyasiga quyidagi talablar qo‘yildi:

1. Katta bo‘lmagan hududlarga shu qatori ajratilgan rayonlar, chetki (chetlashtirilgan) obyektlar Wi-MAX texnologiyasi asosida kommunikatsiya va axborot xizmatlaridan foydalanishga ega bo‘lishi, rivojlanayotgan davlatlardagi 1,5 million aholini shu hisob ichidan 100 ta odam ATs larga ulanmagan va yirik shaharlar bilan simli aloqa orqali axborot, ma’lumot almashish sharoitiga ega bo‘lmagan aholini kommunikatsiya va axborot xizmatlaridan foydalanish imkoniyatini yaratish.

2. Wi-MAX texnologiyasi orqali Yer kurrasidagi aholining teng yarmini kommunikatsiya va axborot xizmatlaridan foydalanishga erishish.

Wi-MAX texnologiyasining asosiy maqsadlaridan biri universal simsiz aloqa orqali katta hududlarga ishonchli, sifatli kommunikatsiya va axborot xizmatlaridan foydalanish sharoitini yaratish bo‘ldi. Bu orqali Wi-MAX texnologiyasi quyidagi farqlarga ega bo‘ldi:

- Simli aloqa va yo‘ldoshli aloqa tizimlaridagi servis-provayderlarga iqtisodiy tomondan effektivligini hal etish va bu orqali faqat potentsial abonentlarga erishibgina qolmay, balki bir joydan foydalanuvchi, (statsionar) abonentlar sonini oshirish bilan birga ularga kommunikatsiya va axborot xizmatlaridan foydalanishni sifatli yo‘lga qo‘yish;

- Simsiz aloqa tizimlari boshqa simli texnologiyalar bilan moslashuvchanligi. Bu orqali simsiz aloqa maydonini kengaytirish (masshtablashtirish) imkoniyati paydo bo‘ladi;
- O‘rnatish, ulanish sodda arxitekturasi bu orqali unga ketadigan xarajatlarni kamaytirilishiga olib keladi;
- Radioaloqa tizimlarida aloqa qamrab olish hududi uzoqligi muhim hisoblanadi. Hozirgi davrda yuqori maydonlarga mo‘ljallangan ko‘p simsiz aloqa tarmoqlarida obyekt va tarmoq oralig‘ida to‘g‘ridan-to‘g‘ri ko‘rinishga ega bo‘lishi kerak;
- Wi-MAX texnologiyasi tarkibida IP protokollari bo‘lganligi sababli lokal va korporativ tarmoqlarda qo‘llanilishi mumkin.

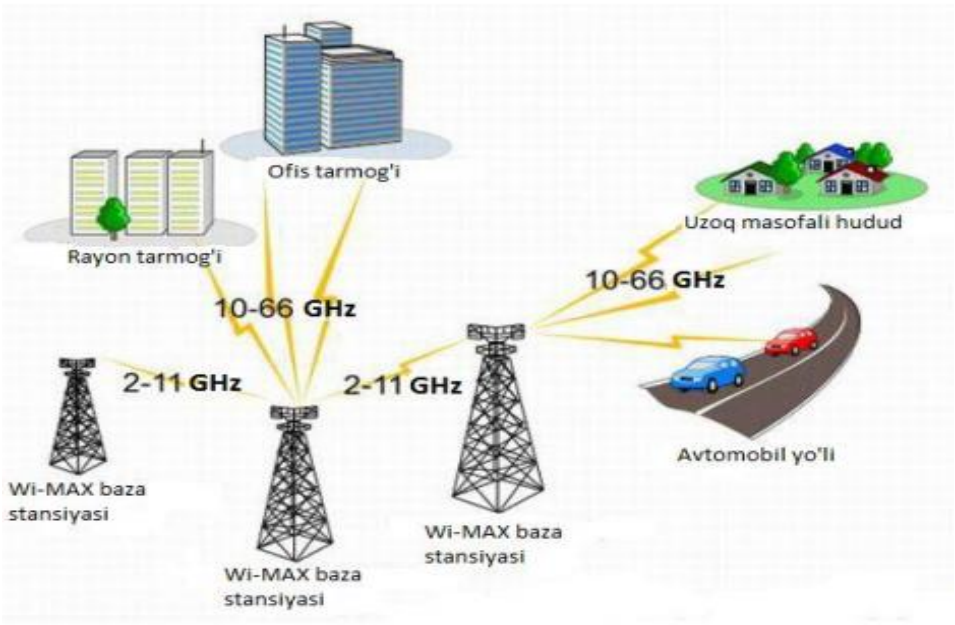
Wi-MAX texnologiyasi imkoniyatlari: Wi-MAX texnologiyasi har qanday, shu jumladan zich shahar imoratlari sharoitlarida ishlashga, aloqa yuqori sifati va malumotlar uzatish katta tezligini ta’minlashga imkon beradi. Wi-MAX texnologiyasidan simsiz ulanish nuqtalarini tashkil qilib, kompaniyalar bo‘limlari o‘rtasida tarmoqni tashkil qilib va ilgari an’anaviy texnologiyalar sababli imkoni bo‘lmagan boshqa masalalarni hal etib “oxirgi nuqta” keng polosali ulanishlarni yaratish uchun foydalanish mumkin. Wi-MAX texnologiyasi yuqori tezliklarda Internetga ulanishni, Wi-Fi tarmoqlariga qaraganda keng zonalarni qoplash va ishonchlilikni ta’minlashga imkon beradi. Wi-MAX texnologiyasi - bu butun shahar hududida tashkil qilinadigan keng polosali simsiz ulanish tarmog‘i, resivyerdan baza stantsiyasigacha masofa esa kilometrlar bilan o‘lchanadi. Wi-MAX qayd etilgan, mobil va harakatdagi ulanish senariylarini ta’minlaydi. Aloqa bilan ta’minlash masofasi-60 km, ulanish tezligi — 60 Mbit/s gacha. Wi-MAX texnologiyasi ishlash prinsiplari: Wi-MAX sistemasi ikki asosiy qismdan iborat:

1. Wi-MAX baza stansiyasi (yuqori qavatli binolar yohud maxsus ustinga o‘rnatilishi mumkin).
2. Wi-MAX qabul qilgich (qabul qilgichli antenna, PC card yoki tashqi kartalar form faktori asosida).

Baza stansiyasi va qabul qiluvchi abonent antennasi bog‘lanishi uchun o‘ta yuqori chastota diapazonidan (O‘YuCh) foydalaniladi. 2-11 GHz. Bu bog‘lanish agar ideal darajada bo‘lsa, unda ma’lumot uzatish tezligi 20 Mbit/s gacha bo‘ladi. Bu bog‘lanish abonent va server orasida to‘g‘ridan-to‘g‘ri ko‘rinish talab etmaydi. Shuni yodda tutish lozimki, Wi-MAX texnologiyasi nafaqat «oxirgi nuqta» («so‘nggi mil»), balki regional tarmoqlar (ofis hamda rayonlar)ni bir biri bilan bog‘lashda bemalol

qo‘llash mumkin. Qo‘shni baza stansiyalari bilan O‘YCh (o‘ta yuqori chastota 10-66 GHz) to‘g‘ridan-to‘g‘ri radioaloqa rejimida doimiy bog‘lanish o‘rnatiladi. Bunday bog‘lanishlar 120 Mb/s tezlikda ma’lumot almashish imkonini beradi. Albatta baza stansiyalarining to‘g‘ridan to‘g‘ri ko‘rish orqaligina bir biri bilan ma’lumot almashinishi bu Wi-MAX ning minus tomoni. Lekin yuqori qavatli binolarda joy olgan baza stansiyalariga nima ham yuqorida bir-biri bilan bog‘lanishga orada to‘siq bo‘la olardi.

Wi-MAX ning ishlash rejimlari: Fixed Wi-MAX — fiksirlashgan kirish. Nomadic Wi-MAX — seansli kirish. Portable Wi-MAX — qaytadan joylashtirish rejimi bo‘yicha kirish. Mobile Wi-MAX — mobillashgan kirish. Fixed Wi-MAX. Fiksatsiyalangan aloqa 10-66 GHz chastota diapazonini ishlatadi. Ushbu chastotali diapason kuchli so‘nish tufayli uzatuvchi hamda qabul qilgichlarning to‘g‘ridan to‘g‘ri bir biriga ko‘rish orqali signal uzatishni talab etadi. Boshqa tomondan esa ushbu chastotali diapazon radioaloqadagi eng asosiy muammo bo‘lmish signalning ko‘pnurli tarqalishini oldini oladi va signal uzatish tezligini 120 Mbit/s gacha ko‘tarilishiga olib keladi.



6.1-rasm. Wi-MAX stansiyalararo aloqa tarmog‘i

Nomadic Wi-MAX. Seansli aloqa orqali foydalanuvchi bemalol joydan joyga ko‘chib yurishi hamda aloqaning uzilgan joyidan ulanib, foydalanishda davom etishi mumkin. Portable Wi-MAX. Portable rejimida

foydalanuvchining baza stansiyalar aro aloqani uzmagan holda avtomatik ravishda ulanishi imkoni mavjud. Lekin ushbu rejimda foydalanuvchining joydan-joyga ko‘chish tezligi 40 km/soat dan oshmasligi lozim. To‘g‘ri, ushbu rejimdan shaxarda foydalanish mumkin, lekin avtomobillarda foydalanish biroz muammoni tug‘diradi. Mobile Wi-MAX. 802.16e-2005 standartida ishlab chiqilgan bo‘lib, foydalanuvchining joydan-joyga ko‘chib yurish tezligini maksimal 120 km/soatgacha bo‘lganda sifatli aloqani ta’minlay oladi. Mobile rejimning yutuqlarini quyidagi keltirilganlar orqali sanab o‘tishimiz mumkin.

Hozirgi paytda simsiz aloqaning qurilish texnologiyasi soddaligi va tizimlararo ma’lumot almashish qulayligi, har qanday ob-havo sharoitida aloqani uzatish bir xilligi va simli aloqa liniyalari texnologiyalari orqali (bog‘langan holda) qulay aloqa qilishi orqali samaraliligi oshishi kabilar qulaylik yaratmoqda. Wi-MAX texnologiyasi orqali qo‘shimcha xizmatlar yaratish (Internet tizimga ulanish qulayligi va yuqori tezlikda ma’lumot almashishi) va ularni ishonchli ishlatilishi texnologiyaning ustuvorligini ko‘rsatmoqda.

Wi-BRO (Wireless Broadband): 802.16 d/e ning simulyatsion modeli telekommunikatsiya sohasidagi dunyo olimlari simsiz aloqa texnologiyalarini rivojlantirish maqsadida ko‘plab ilmiy izlanishlar olib borishmoqda. Buning natijasida yangi texnologiyalar paydo bo‘lmoqda. Simsiz aloqa tizimlari rivojlanishi natijasida foydalanuvchilar uchun keng va qulay imkoniyatlar paydo bo‘ldi. Ular mobil telefon apparati yoki simsiz aloqa vositasi yordamida internet tarmog‘iga katta tezlikda ulanish, fayl va turli ko‘rinishdagi axborotlarni uzatish tarmog‘i orqali uzatib qabul qilish kabi xizmatlar turidan foydalanish uchun etarlicha imkoniyatlarga ega bo‘ldilar. Zamonaviy simsiz aloqa texnologiyalariga Wi-Fi, Wi-Max va Wi-Bro misol qilib ko‘rsatish mumkin. Bu texnologiyalardan ko‘pgina davlatlarda keng foydalanilmoqda. O‘zbekistonda ham bu borada ko‘pgina ishlar amalga oshirilib, foydalanuvchilar tomonidan katta qiziqishlar yuzaga kelishiga sabab bo‘linmoqda. Mamlakatimizdagi aloqa sohasida faoliyat yuritadigan kompaniyalar, qo‘shma korxonalar va internet servis provayderlar, jumladan, Huawei Technologies Co Ltd., East Telecom, Sharq Telecom, MaxLine kabilar simsiz aloqa texnologiyasini telematika xizmatlaridan foydalanishga joriy qildilar. Simsiz aloqa texnologiyasining eng so‘nggi avlodi IEEE 802.16 d/e standarti bo‘lib, unga Wi-Bro, ya’ni “keng yo‘lakli simsiz aloqa” deb nom berildi. Uni WiFi, Wi-Max larning takomillashgan versiyasi deb hisoblash mumkin. Wi-Bro texnologiyasini ilk bora 2005 yil Koreyada Samsung Electronics kompaniyasi

foydalanishga taqdim etdi. Koreya bu texnologiya bo‘yicha eng etakchi davlat hisoblanadi. 2007 yilning avgustida Toshkentda bo‘lib o‘tgan “IT” forumda koreys mutaxassislari bu texnologiyani O‘zbekistonda ham joriy etish taklifi bilan chiqdi.

Hozirgi kunda davlatimizda bu texnologiyani joriy qilishning texnikekspluatatsion, moliyaviy, unga bo‘lgan talab va taklif va shu kabi boshqa jihatlarini o‘rganib chiqilmoqda. Tez orada bu texnologiyani tarmoqlarimizga joriy qilish ham amalga oshish bo‘sag‘asida turibdi. Aynan shularni e’tiborga olib, bizning mutaxassislarimiz o‘z nazariy va amaliy bilimlarini bu texnologiyaning rivoji va O‘zbekistonda qo‘llanilishi uchun sarf qilish maqsadida loyihalar ustida izlanishlar olib bormoqdamiz. Chet el mutaxassislarining ilmiy ishlarini o‘rganib, o‘zimizning loyihalarimizni takomillashtirish oldimizga qo‘yilgan dolzarb vazifalarimizdan biridir. Ular ushbu ishda Wi-Bro texnologiyasi asosida qurilgan aloqa tizimining tashkil etuvchi komponentlaridan foydalanish, uning muhim jihatlarini o‘rganish uchun imitatsion modellashtirish dasturi yordamida uning muhim masalalari, MAS sathining samarali o‘tkazuvchanligi, resurslardan foydalanish samaradorligi, QoS ta’minoti kabilarning simulyasiyasini ko‘rib chiqdilar. IEEE 802.16 d/e standartiga asosan keng yo‘lakli simsiz ulanish tizimi BWA (Broadband Wireless Access) ning fizik PHY va MAS sathlari mavjud bo‘lib, ularni bazaviy va abonent stantsiya (B&SS-Base&Subscriber Station)sifatida ifodalash mumkin. Ushbu texnologiyaning afzalligi shundaki, olis masofadagi foydalanuvchilar osongina yuqori tezlikli keng yo‘lakli simsiz aloqa xizmatlaridan foydalanish muhitiga osongina ulanish, kirish imkoniyatiga ega ekanligidadir. Bu mavjud bo‘lgan simli va sun’iy yo‘ldoshli aloqa tizimlariga qaraganda moliyaviy jihatdan archa arzondir. Bundan tashqari 802.16 standarti 802.11 standartiga qaraganda bir necha foydalanuvchilarga bir vaqtning o‘zida WWW muhitiga kirish imkoniyatini beradi. Shuningdek 802.16 standarti nafaqat fiksirlangan BWA (802.16 d) tizimlari uchun, balki mobil BWA (802.16 e) tizimlari uchun ham mo‘ljallangan. Wi-Bro va boshqa simsiz aloqa texnologiyalari ma’lum bir chastota diapozonida ishlaydi. Radio kanallar uchun chastota diapozonlarini ajratib berish aloqa sohasiga mutasaddi korxonalar va elektromagnit moslashuv markazi bilan kelishilgan holda amalga oshiriladi. Wi-Bro tizimi (Wi-Bro texnologiyasi asosida qurilgan) uchun 100 MHz chastota diapozoni etarli hisoblanadi. Bu boshqa mobil aloqa tizim chastota diapozoniga (GSM 1800, 1900 MHz; CDMA 450, 900 MHz) qaraganda deyarli 18-19 barobar kichiqdir. Demak, bu tizimning

inson salomatligiga zarari ancha kamdir. Wi-Bro tizimida ham aloqani taxminlovchi radio kanallar mavjud. Ular uplink (UL – BSdan SSga signallarni uzatuvchi radiokanal) va downlink (DL – SSdan BSga signallarni uzatuvchi radiokanal) deb nomlanuvchi fiksirlangan vaqt oralig‘lariga bo‘linadi va ular “freym” deb ataladi. 802.16 standartiga asosan freymlarni vaqt bo‘yicha taqsimlash orqali dupleks TDD (Time Division Duplex) kanallar hosil qilinadi. Wi-Bro tizimida radiokanallarni ortogonal chastota bo‘yicha taqsimlashli ko‘p kirishli OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) TDD ishlatiladi. OFDMA TDD asosida hosil qilingan freymning 5 msek teng bo‘lib, ular “simvol” deb nomlanuvchi aniq vaqt oralig‘idagi mantiqiy birliklar ketma-ketligidan iborat. Freymning strukturasiga e’tibor beradigan bo‘lsak, 27 ta simvol DL, 15 ta simvol UL uchun ajratilgan. Uning tuzulishi quyidagi rasmda keltirilgan: 4-rasm. Wi-Bro OFDMA TDD freym strukturasi Bu yyerda MAP – freymning boshqaruvchi qismi bo‘lib, u o‘z navbatida DL va UL pulsatsiya oqimlarini boshqaruvchilaridan iborat. Freym 16 ta radiokanallardan iborat bo‘lib, bu kanallarda uzatiluvchi va qabul qilinuvchi axborot oqimlari joylashtiriladi. SS dan BS orqali ma’lumotlar kontenti manbaiga DTG (Dinamic Traffic Generator) so‘rov paketlari jo‘natiladi. O‘z navbatida DTG ham SS ga tasdiq paketini yuboradi va ma’lumotlar almashunivi amalga oshiriladi. O‘rganilayotgan loyihada foydalanuvchilar quyidagi tur ilovalardan foydalanadi: VoIP (Voice over IP) – tovush ma’lumotlari Video streaming – video ma’lumotlar HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) – internet xizmati FTP (File Transfer Protocol) – fayllar almashinuvi.

Keng polosali abonent kirish tarmoqlarini qurishda xDSL ning qo‘llanilishi

xDSL texnologiyasi yuqorida takidlanganidek bugungi kunda keng qo‘llanilishga ega. Undagi asosiy qurilmalar stansion DSLAM qurilmasi va abonentlar tomondagi chastita bo‘yicha splitter va foydalanuvchi modemlaridir. Stansiya tomonida qo‘llaniluvchi qurilma DSLAM ko‘p sondagi foydalanuvchilarni raqamli abonent liniyasiga ulanishlarini ta’minlaydi. Masalan ZyXel IES-1000 DSLAM qurilmasi ADSL tarmog‘ining asosiy stansion qurilmasi hisoblanadi. Internet provayderlari tomonidan abonentlarga xDSL xizmatlarini taqdim etishda stansion qurilma sifatida qo‘llaniluvchi ZyXel IES-1000 Modulli IP NGN-

kommutator (DSLAM) qurilmasini texnik ma’lumotlarini o‘rganish muhimdir.

IES-1000 – bu kompakt modulli IP NGN-kommutatori bo‘lib unga Fast Ethernet tarmoq interfeyslariga ega bo‘lgan modullar va telefoniya modullari yoki ADSL/SHDSL modullari o‘rnatilishi mumkin. Stoykaga o‘rnatiladigan 19-dyuymli IES-1000M shassisi tarkibiga elektr ta’minot blogi va ventilyasiya blogini oladi, shuningdek u “issiq almashtirish” funksiyasiga ega bo‘lgan ikkita modullar joylashtirish uchun slotga ega.

6.2-rasm. ZyXel IES-1000 DSLAM qurilmasi

IES-1000 kommutatori ADSL/SHDSL – xizmatlarini ko‘rsatuvchi internet provayderi tomonida joylashadi va ADSL/SHDSL-abonentlarining trafiklarini agregatlash va kommutatsiyalash uchun xizmat qiladi.

Tasniflari. Qo‘yilayotgan talablarga va abonentlar ulanishlari uchun o‘rnatilgan modulga bog‘liq ravishda bu kommutator ADSL, ADSL2 + va SHDSL texnologiyalarini qo‘llashi mumkin.

IES-1000 kommutatori slotlariga o‘rnatiladigan tarmoq modullari uch xil modifikatsiyada ishlab chiqiladi. AAM-1008 va SAM-1008 modullari sakkiztagacha ADSL va SHDSL abonentlarini ulashga imkon beradigan portlarga ega. AAM-1212 – moduli esa ADSL2+ xizmatini abonentlarga taqdim etish uchun 12 ta portga ega. Shuningdek bu modullarning keyingi modifikatsiyalari ham mavjud bo‘lib, ular mos ravishda AAM1212-51, AAM1212-53 va SAM1316-22 modullaridir.

6.3-rasm. ADSL xizmatini taqdim etuvchi AAM1212 moduli

AAM-1212 markali ADSL-moduli o‘zida ADSL/Ethernet-kommutator funksiyasini mujassamlashtirgan bo‘lib u 12 ta ADSL2+ liniyasiga xizmat ko‘rsata o‘ladi va ADSL-splitterga ega. Old panelida o‘zida ATS krosi orqali ADSL abonentlariga ulanishlari uchun 12 ta portni birlashtirgan Telco 50 razyomi, boshqaruvchi konsul ulanishi uchun RJ-11 porti va 2 ta Ethernet RJ-45 portlari mavjud. 12 ta yorug‘lik diodidan tashkil topgan indikachiya blogi har bir portning xolati va avariya xolati xaqida ma’lumot beradi.

SAM1316-22 moduli SHDSL/Ethernet-kommutatori funksiyasini bajaradi va 16 ta SHDSL abonentlari ulanishlari uchun portlarga ega. G.SHDSL.bis ATM/EFM standartini qo‘llab quvvatlaganligi uchun bu modul 16 tagacha abonentlarni 5,7 Mbit/s tezlikkacha ulanishlarini ta’minlashi mumkin va ularga internet tarmog‘iga simmetrik ulanishni ta’minlay oladi.

6.4-rasm. SHDSL xizmatini taqdim etuvchi SAM1316 moduli

Bu ularga internet xosting, video konfirensiya, IP telefoniya, masofaviy o‘qitish tizimidan foydalanish va boshqa zamonaviy

xizmatlarni taqdim etishga imkon beradi. Bundan tashqari lineyaviy modul bitta uzatish kanaliga 4 tagacha mis o‘tkazgichni birlashtirishi va abonentlar ulanish tezliklarini 22,8 Mbit/s ga yetkazishi mumkin.

6.5-rasm. Telefoniya xizmatini taqdim etuvchi VOP1224 moduli

NGN-telefoniya liniya moduli VOP1224 bu abonent liniyalariga ulanish uchun 24 ta FXS portiga ega bo‘lib bu blokirovkaga tushmaslik arxitekturasiga ega (bu bir paytda barcha abonentlar telefon so‘zlashuv xizmatidan foydalanish imkoniyati degani, xuddi oddiy telefaniya xizmatidagi kabi). Bunday platformaning qo‘llanilishining o‘ziga xos xususiyati shundan iboratki, bu qurilma abonent tomonida oddiy telefondan foydalanish imkonini beradi. Ya’ni boshqacha qilib aytganda oddiy foydalanish uchun sodda va qulay bo‘lgan oddiy telefon apparatidan foydalangan xolda keyingi avlod NGN tarmog‘ining telefaniya xizmatidan foydalanishga imkon beradi.

IES-1000 DSLAM qurilmasining parametrlari

Kuchlanish ta’minoti parametrlari:

- IES-1000M AC ~ 220V
- IES-1000M DC - 48V

Atrof muxit parametrlari:

- Temperaturaning ish diappazoni 0 - 50 °S
- Namligi 5 - 95 %

xDSL ulanishni sozlash. Mijoz ulanayotganda barcha ishlar “SKS” kompaniyasining xodimlari tomonidan bajariladi. Agarda keyinchalik siz obyektda biror ish bajarsangiz va uning natijasida funktsional sxemani

qaytadan ulash talab etilsa, u holda ushbu hujjat sizga tafsilotlarni tushunib, mustaqil ravishda ulanish imkonini beradi.

Agar siz “SKS” kompaniyasining mijozi bo‘lsangiz va telefon raqamingiz kompaniya abonentlari doirasiga krossirovka qilingan bo‘lsa, u holda kompaniya tarmog‘iga ulanish uchun quyidagi amallarni bajarish talab etiladi:

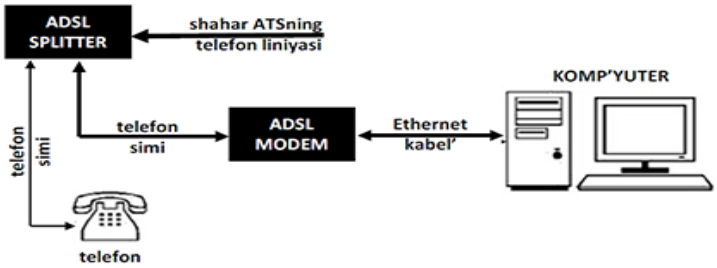
- ADSL modemni telefon liniyasiga ulash;
- Komp`yuterni sozlash.

Agar shundan so‘ng internetga ulana olmasangiz, u holda qidiruvni amalga oshirib, bo‘lishi mumkin bo‘lgan nosozliklarni bartaraf etishga urinib ko‘rishingiz mumkin.

Agar ko‘rsatilgan choralar samara bermasa, u holda texnik qo‘llab-quvvatlash xizmatiga murojaat qiling.

ADSL modemni ulash

Agar uy yoki ofisingizda faqat 1 ta telefon ishlatilsa, u holda eng sodda sxemadan foydalaniladi:



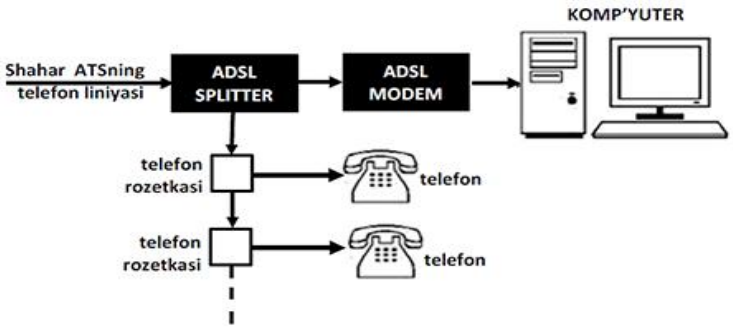
6.6-rasm. Abonent inshootida ADSL tarmog‘ining oddiy ulanish sxemasi

ADSL-splitter tovush signali chastotasini ADSL-modem ishlatadigan chastotadan ajratish vazifasini bajaradi. Sirtdan qaraganda ADSL-splitter kichiqroq quti ko‘rinishida, 3 ta RJ-11 (telefon «yevrorozetka») tipidagi ulanish qismiga ega bo‘lib, unda «Line», «Phone» va «Modem» yozuvlari bo‘ladi. Shahar ATSning telefon liniyasi splitterni «Line» qismiga ulanadi. Telefon apparati «Phone» qismiga va nihoyat ADSL-modemning «ADSL» qismi splitterning «Modem» qismiga ulanadi.

Izoh: Modem modelidan kelib chiqib uning «ADSL» ulanish qismi boshqacha, masalan, «DSL» yoki «xDSL» deb nomlangan bo‘lishi mumkin.

Keyin esa Ethernet kabel yordamida ADSL-modemni kompyuterga ulash lozim. Bunda Ethernet kabelning bir uchi ADSL-modemning «Ethernet» qismiga, boshqa uchi kompyuterning tarmoq kartasiga ulanadi.

Bir necha telefon apparatidan foydalanilganda ulanish sxemasi quyidagicha bo‘ladi:



6.7-rasm. Abonent inshootida ADSL tarmog‘iga ikki telefon apparatining ulanish sxemasi

Ya’ni, ofis yoki uyda mavjud bo‘lgan barcha telefonlar splitterning «Phone» qismiga ulangan bo‘lishi shart. Qolgan ulanishlar esa yuqori bayon etilganidek bajariladi. Agar siz ofis yoki uyda mini ATS dan foydalansangiz, u holda telefon liniyasi avval splitterga, splittyerdan esa kabel o‘z navbatida mini ATSga ulanishi kerak.

Agar ulanishning ushbu sxemasi noto‘g‘ri amalga oshirilsa, telefonda gaplashilayotgan payt ATSdagi qurilmadan modem “uzilib” qolishi mumkin.

Kompyuterni sozlash Ethernet tarmoq kartasining TCP/IP protokol parametrlarini sozlashdan iborat bo‘lib, ushbu tarmoq kartaga ADSL-modem ulangan bo‘ladi. Kompyuterga o‘rnatilgan operatsion tizim turi va kirish texnologiyasidan kelib chiqib sozlash o‘ziga xos yo‘l bilan bajariladi.

Optik abonent kirish tarmoqlarini qurish

Plastik kanalizatsiya’ni qurilishi uchun plastik quduqlar va platik kuzatuv uskunalaridan foydalaniladi. Tarmoqlar va quduqlarni ulash uchun ximoyalangan politilin trubalar ishlatiladi. Ikki qatlamli gof trubalar ishlatiladi (6.8-rasm). Abonentlarga diametri 25-32 mm bo‘lgan XPT (ximoyalangan politilin truba) trubalar ishlatiladi. Taqsimlvchi tugun katta xajmli beton quduq yoki shkaflarda joylashgan bo‘ladi. Ulash muftalari,

tarmoqlanish muftalari va abonent ulanish muftalari ixcham plastik optik kameralarda joylashadi. Plastik kanalizatsiyalar qrish uchun GNB usulidan foydalaniladi, chunki bu qurib bitkazilgan binolarda Yer ishlarini osonlashtiradi.

6.8-rasm Plastik kanalizatsiyalar va ikki qatlamli gof trubalar

FTTC Yer osti mikrokanalli kanalizatsiya tizimi

Misrokanalizatsiya faqatgina optik kabellar uchun ishlatiladi. Bu Yer osti optik kabel tizimini qurishning eng samarali usullaridan bir xisoblanadi. Misrokanalizatsiya diametri 5-10 mm bo‘lgan quvurlardan tashkil topgan. Bir quvur aloxida bir abonentga yoki kichiq abonentlar guruxiga xizmat ko‘rsatishi uchun ajratiladi. Quvurlarni,bu 5mm standart bo‘lsa kabellarga yig‘ib ko‘cha bo‘ylab Yerga (gruntga) yotqizib chiqiladi. Ko‘p quvurli kabellarga qutilar (karobkalar) o‘rantiladi. Abonent inshootlari yoki abonent uchastkalar guruxi yaqinida ulanish tuguni yotqizilgan. Bo‘sh mikrokanalizatsiya oson tozalanadi va kerakli paytda mukammallashtiriladi. Tolali modullar trubalarga pnevmo yotqizish (vudovorish) usuli bilan bir yo‘nalishga 1 kmgacha yotqiziladi. Mikrokanalizatsiya oraliqlarda kuzatuv moslamalariga ega emas. Taqsimlash tuguni va abonent ulanish tuguni o‘rtasidagi xammasi bu ko‘p quvurli kabellar, tarmoqlash karobkalari, bir quvurli kabellar, quvurlar ulanish uchun muftalar – xammasi Yyerda (gruntda) joylashgan. Mmikroquvurli kabellar 1dan 24 tagacha bo‘lgan mikrokabellarni o‘z ichiga olishi mumkin. Modullar 2-12 tagacha tolani o‘z ichiga oladi, 1 mm ga yaqin diametrga ega. Pnevmo yotqizish uchun kerak bo‘ladigan barcha anjom jixozlar xetchbeka saloniga joylashtirish mumkin. Mikrokanalizatsiya yuqori tamirlanish yaroqligi darajasiga ega. Agar mikrokanalizatsiya tarqatish uzeli va abonent ulanish uzellari orasida qo‘llanilsa u xolda XPQ (Ximoyalangan Polietilen Quvur) ushbu optik drop kabelning uchastkasi ikki taraflama razyomga ega bo‘ladi.

Nazorat savollari

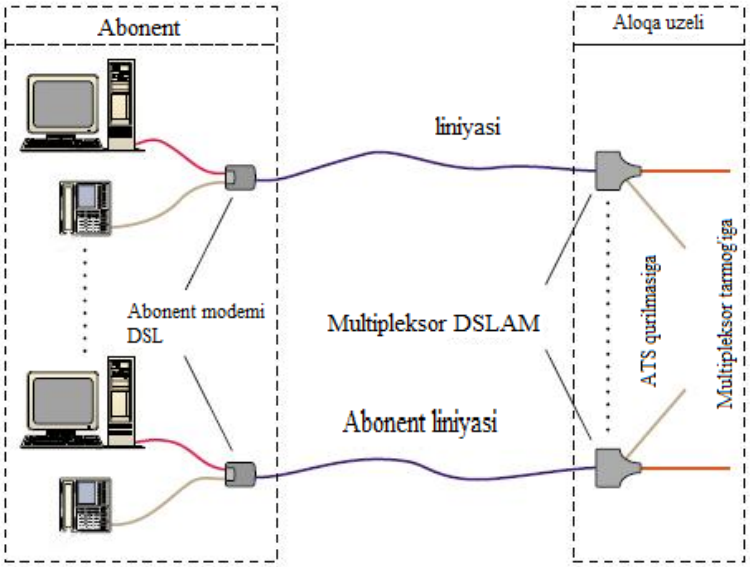
1. Wi-Fi tarmoqlari xususiyatlari qanday?
2. Wi-MAX tarmoqlarining qo‘llanish xususiyatlari qanday?
3. DSLAM qurilmasi qanday tarmoqlarda qo‘llaniladi?
4. DSLAM ning modullari qanday?
5. Optik aloqa tizimalrining qurilishining turlari?
6. Vertikal usuldagi havo optik aloqa liniyalari.
7. Gorizontal usuldagi havo optik aloqa liniyalari.
8. Mikrokabelli optik aloqa liniyalari.

2.7 Keng polosali tarmoqlarning texnik ekspluatasiyasi

Yuqori tezlikli DSLga kirish ko‘plab davlatlarda hali ham katta ahamiyatga ega. Shunday qilib, 2006 yilning o‘rtalariga kelib dunyoda 164 million DSL foydalanuvchisi mavjud edi. O‘tgan yil davomida ularning soni dunyoda 38 foizga, EI mamlakatlarida esa 45 foizga oshdi. Masalan, Germaniyada barcha keng polosali ulanishlarning 92 foizi DSL.

Berkli juftlik orqali signallarni uzatish usullarini ishlab chiqish ko‘plab turdagi DSL tizimlari paydo bo‘lishiga olib keldi. Mavjud DSL texnologiyalari ikkita kichik guruhga bo‘linadi: nosimmetrik va assimetrik kirish. Simmetrik texnologiyalar, odatda, korporativ sektorda qo‘llaniladi, simsiz texnologiyalar esa, individual obunachilarga multimediya tarmoqlariga kirishni ta’minlashga mo‘ljallangan. Obunachilarning turli xil siqishni texnologiyalari o‘z yoritmoqlari bilan belgilanadi: ADSL, HDSL, RADSL, SHDSL, VDSL. Ularning barchasi raqamli oqimlarni (raqamlashtirish) ovozli signallar bilan birgalikda abonent liniyasi (Abonent liniyasi, SL) orqali uzatishning turli usullari.

So‘nggi paytlarda korporativ sektorda DSL nosimmetrik kirish xizmatlarini kengaytirildi. Shu bilan birga, 2001 yilda ITU-T xalqaro elektraloqa ittifoqi tomonidan standartlashtirilgan SHDSL texnologiyasiga katta umidlar qo‘yildi, bu uning parametrlari bo‘yicha boshqa nosimmetrik tizimlardan ancha ustundir. Asimmetrik tizimlar bugungi kunda abonentlarga kirish uchun ko‘pincha ishlatiladi. Ulardan eng ommalashgan ADSL va ADSL2 +. VDSL uzatish tizimlari nosimmetrik va assimetrikdir.



7.1-rasm. DSL asosida keng polosali tarmoqlarning amalga oshirilishi

Abonent telefon liniyasi orqali Internetga ulanish quyidagi tarzda tashkil etiladi (1-rasmga qarang). 4 kHz filtrdan o‘tgan telefon signallari modem orqali o‘tgan kompyuter signallari bilan aralashtiriladi. Jami signal (telefon va kompyutyerdan) abonent liniyasiga kiradi va aloqa markaziga uzatiladi. O‘z navbatida, telefon signallari past chastotali filtr (4 kHz) bilan chiqariladi va telefon santraliga yuboriladi va kompyuter signallari modemga yuboriladi va keyin multimediya tarmog‘iga yuboriladi. Shunday qilib, DSL texnologiyasidan foydalangan holda uy foydalanuvchisini ulash uchun standart telefon tizimi foydalanish mumkin.

DSL texnologiyalari rus abonentlari uchun eng mos keladi, chunki ular to‘g‘ridan-to‘g‘ri telefon aloqasidan aloqa markaziga boradi. Ko‘pgina mamlakatlarda ular bir-biridan farq qiladigan yondashuvga e'tibor qarating: PBXdan yo‘nalish uy yoki qishlog‘ yaqinida ko‘paytirgichda tugaydi. Shu bilan birga, bizning sharoitimizda, tarqatish qutisidan tarqatish qutisigacha eng oddiy buralilmagan bir juft telefon simi - "noodle" ning mavjudligi salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Biroq, "makaron" ni burishli juftlik bilan almashtirgan holda, aloqa markazlari DSL texnologiyasiga asoslangan yangi xizmat turini taklif qilishlari mumkin - abonentga yuqori tezlikli oqimlarni yetkazib berish.

DSL uzatish tizimi nosimmetrik aloqa kabelida burilgan juftlik simini ulangan ikki modemdan iborat (1-rasmga qarang). Shunday qilib, DSL modemlari "jismoniy chiziqli modemlar" deb nomlanadigan qurilmalar deb nomlanadi. Dial-up liniyalari uchun taniqli modemlar odatda umumiy telefon tarmog‘i (PSTN), ya’ni telefon kanallari va PBX orqali ishlaydi. Statsionar jihozlar (DSLAM multiplekserlari, 1-rasmga qarang) juda yuqori talablarga ega bo‘lsa va odatda juda qimmat bo‘lsa, abonent uskunasiga (modemlarga) nisbatan asosiy talab ularning past narxidir. Ushbu shart-sharoit DSL ishlab chiquvchilari uchun maxsus muammolarni keltirib chiqaradi.

DSL modemlari telefonlardan juda katta chastota diapazonida farqlanadi. Agar telefon modemlari standart telefon kanali (0.3-3.4 kHz) bandida ishlayotgan bo‘lsa, DSL bilan ishlaydigan chastota diapazoni yuz kilogrammdir - megahertz birliklari. Shunga mos ravishda, DSL tizimlarini joriy qilish uchun kabellar bunday frekanslar uzatilishini ta’minlaydi. Bu, aslida, keng polosali ulanish.

Lineer signalni uzatish usuliga qarab, ular ajratiladi (1-jadvalga qarang):

- 2B1Q, CAP, va hokazo kodlash usullarini qo‘llaydigan yagona tashuvchilik modulatsiyasi (SCM) deb nomlangan signalli DSL;
- bir nechta taşıyıcı frekanslarda uzatish parallel ravishda uzatish tizimlari, "ko‘p taşıyıcı tizimlar" (Ayrık Multitone, DMT). Ular assimetrik DSLda ishlatiladi.

HDSL, SDSL, SHDSL kabi simmetrik DSL texnologiyalari - yagona tashuvchi tizimlar (SCM). ADSL, ADSL2, ADSL2 + kabi assimetrik DSL, ko‘p tashuvchilik modulatsiyasi (DMT) dan foydalanadi. Yuqorida aytib o‘tilganidek, VDSL tizimi nosimmetrik va asimmetrik bo‘lib, turli modulyatsiyani qo‘llaydi.

DSL tizimining asosiy parametrlari tarmoqli kengligi va chiziq uzunligi. Tizimning imkoniyatlari ma’lum bir xato darajasi bo‘yicha (odatda 10-7 dan kam) va shovqin marjini (NM, odatda 6 dB) aniqlanadi. Qatorning uzunligi DSL 0,04 mm diametrli va qattiq polietilen yalıtımı bilan juftlikdan foydalangan holatlar uchun an'anaviy tarzda baholanadi.

DSL xususiyatlari, Ethernet DSL ishlashi, shu jumladan, bir qancha talabni hisobga oladi. Buning sababi, Ethernet tarmog‘i tobora ko‘proq aloqa tarmoqlarida, ATMni almashtirishda qo‘llaniladi. Bundan tashqari, deyarli barcha mahalliy tarmoqlar endi chekilganlardan foydalanadi va

tegishli funksionallikni qo‘llab-quvvatlash DSLdan foydalanishda qo‘shimcha qulayliklar yaratadi. Bundan tashqari, zamonaviy DSL tizimlari diagnostika qobiliyatiga ega, jumladan har ikki yo‘nalishda chiziq holatini doimiy monitoring qilish, parazitlarni o‘lchash, chiziqning susayishi, shovqin daxlsizligi, chiziqning har ikki tomonida signal-shovqin nisbati va boshqalar.

DSL texnologiyasiga doir kengaytirilgan raqamli signal uzatish liniyasining raqamli ishlashi yotqizilgan kabelning xususiyatlarini hisobga olganligi sababli erishiladi. Muayyan chiziqning matematik modelini qo‘llagan holda, modem signalni to‘g‘ri ishlab chiqarishga moslashtirilib, shu bilan birga kerakli chastotalar diapazonining kengligida keskin kamayib boradi.

HDSL sızdırmazlık tizimi, har ikki yo‘nalishda ham, taxminan 2 Mb/s tezlik bilan 10 km'ye qadar bo‘lgan masofada bir yoki ikki juft simli orqali etkazish rejimini beradi. abonent tomonida, va 840 Kbit / s yoki undan kam - ADSL uskunalari, aksincha, 6-8 Mbit / s tezlik bilan asimmetrik uzatish uchun mo‘ljallangan aloqa tugun tomoni. 8 Mbit/ s tezlikda Abonent - RADSL ham simmetrik 1 Mbit / s tezlikda rejimini yoki asimmetrik qo‘llab-quvvatlaydi yuqorida aytilgan texnologiyalar farq qiladi. SDSL odatda bitta juftlikning nosimmetrik tarzda uzatilishini anglatadi; IDSL ISDN (Integrated Services Digital Network) modifikatsiyasi.

Yuqori tezlikda abonent liniyasi (High-bit-darajasi Digital Subscriber Line, HDSL) va assimetrik raqamli abonent liniyasi (Asymmetric Digital Subscriber Line, ADSL) - eng ilg‘or texnologiyalar ikkida bir yaqinroq qarash.

Ko‘pgina xorijiy kompaniyalar HDSL uskunalarini taklif qilmoqdalar. Ulardan turli vaqtlarda Rossiyada dong Ascend, Huawei, PairGain, Rad Data aloqa va SCHMID TELECOM, ZyXEL va yana. PairGain bor (hozirgi ADC KRONE) foydalanuvchilar uchun va kichik ofislar uchun ham uskunalar ishlab chiqaradi. RAD Data an'anaviy telefon kabellari orqali oqimlarni taxminan 2 Mbit / s tezlikda uzatish uchun samarali va arzon modemlarni taqdim etadi. Asos sifatida RAD Data aloqa liniyalarini raqamlashtirish uchun barcha zarur uskunalarni ishlab chiqaradi.

Shmid Telecomning Watson deb ataladigan HDSL tizimi 1-2 Mbit/s oqimlarini bir juft sim orqali uzatadi. Uskunalar bir necha soat ichida o‘rnatilishi va disk raskadasligi mumkin. Lineer uzatish uchun, Watson ikkita kodlash texnologiyasidan foydalanadi - 2B1Q va CAP. 2B1Q kodi

bilan Watson 2 juftlikda 1168 Kbit / s, WAPSO 4 kodi esa 128 - 2320 Kbit / s gacha yetkazishga qodir.

ADSL assimetrik texnologiyasining xususiyati ikkita kodlash usulini qo‘llaydi: Carrierless Amplitude and Phase (CAP) va Discrete Multi Tone (DMT). ADSL yo‘nalishning ikkala uchida modemlardan foydalanishni talab qiladi - PBX va abonentga. Agar CAPga asoslangan modem chiziqning bir uchiga o‘rnatilgan bo‘lsa va DMT boshqa tomonga o‘rnatilgan bo‘lsa, ular mos kelmaydigan bo‘ladi. Pastki yo‘nalish CAP har bir oqim yo‘nalishi bo‘yicha yagona tashuvchida kodlash usuli hisoblanadi: quyi oqim uchun 900 kHz; 75 kHz - uplink uchun (4 kHz - telefon uchun). Bir necha DMT tashuvchisi modulyatsiyalash usuli bilan raqamli kanal 256 ta quyi kanallarga bo‘linadi va ularning har biri ustida raqamli oqimlar uzatiladi. Ko‘rib turganimizdek, usullar boshqacha bo‘lib, normal faoliyatni ta’minlash uchun abonent liniyalaridagi uskunalarning bir xil tizimga muvofiq ishlashini ta’minlash kerak.

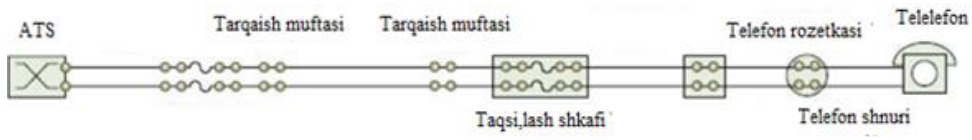
Dastlab ADSL texnologiyasi "talab ustiga video" xizmatiga asoslanib ishlab chiqilgan va shuning uchun uzluksiz oqimlarni uzatish uchun mo‘ljallangan. Internetdan foydalanish uchun ADSL kompyuter almashinuv protokollariga moslashtirilishi kerak edi. Endi biz ADSL apparatining misollarini keltiramiz.

Ascend (Lucent Technologies tomonidan sotib olingan) DSL seriyasining bir qismi sifatida tegishli uskunalarni ishlab chiqaradi. - 6.14 Mbit / S, uplink - 640 Kbit / s gacha, uzatish masofa 3 dan oshmaydi, agar quyi tezligi: Xususan, Hub MAX TNT u quyidagi xususiyatlarga ega, simlar biri juft yugurib, zaryad ADSL-Diametri qutqarsa , 7 km; 5,5 km masofaga mos keladigan parametrlar 1,5 Mbit / s va 64 Kbit / s ni tashkil etadi. Ascend RADSL uskunalari allaqachon ikkinchi avlod CAP texnologiyasi chiplari bilan jihozlangan.

Ularning PBXda oqimlarni tashkil qilishdagi kompaniyaning yondashuvi juda qiziq. Asosiy telefon trafigini telefon santrallari va ma’lumotlar almashish uyasi orqali yuborish taklif etiladi. Aloqa markazining tarkibida shunday o‘zgarishlar yuzaga keldi. kompaniyasi Bell Communications tadqiqot ma’lumotlariga ko‘ra, kompyuter tarmoqlari uchun ulanish 20 daqiqa ATSlar 3 birikmani muddati ortishi va muayyan yo‘nalishda olib keldi -. kompyuterni almashish uchun 1 h Application switch, bu muammoni bartaraf qiladi. Maks almashtirish markazidan foydalanib, Ascend oqimni qayta taqsimlashga intiladi va u bir DSL bosqichidan ikkinchisiga bosqichma-bosqich o‘tishni ta’minlaydi.

Birinchidan - IDSL, keyin SDSL va nihoyat, to‘liq hajmdagi ADSLni joriy etish.

Raqamli abonent liniyasini (DSL) olish uchun siz oddiy abonent liniyasiga ega bo‘lishingiz kerak. Odatiy abonent liniyasi (2-rasmga qarang) telefon jakidan ulanish qutisiga bir juft simlardan iborat; undan simi orqali tarqatish aloqasiga va tez-tez ko‘chada joylashgan kabinetga ketadi; keyinchalik (noan'anaviy tafsilotlarni chiqarib tashlash) - shaharning multi-juft kabeli orqali PBXga. Bunday yuzaki tushuntirish bilan abonent liniyasi asosan ikki simli aloqa kabelidan iborat (qutilarda, ulanishlar, kabinetlar, o‘zaro faoliyatda) va PBX uskunasi bilan yakunlanadi. Aslida, 7.2-rasmda ko‘rsatilgandan ko‘ra, real chiziqda yanada ko‘proq uzilishlar mavjud. Xususan, ushbu yo‘nalishning ayrim qismlari kabelning turli diametrli kabel bilan yotqizilishi mumkin. Bunday kabellarning bo‘g‘imlari ko‘paygan aksiyalar bilan tavsiflanadi, bu chiziqning chastotali reaktsiyasini buzishiga olib keladi.



7.2-rasm. Odatda abonent liniyasi yo‘lda ko‘plab bo‘g‘inlarni o‘z ichiga oladi.

PBX masofa oshgani sayin kabeldagi juftlar soni kamayadi va yadrolarning uzunligi va diametri ortadi. Telefon kabellarini taqsimlash iqtisodiy va tarmoq nuqtai nazaridan kelib chiqadi. Shuning uchun odatda abonent liniyasi turli diametrli simlari bilan bir-biriga bog‘langan turli uzunlikdagi burma juft segmentlar seriyasidir. Obuna chizig‘ining bunday bo‘linmalari kirish qarshiligida farq qiladi, amalda bu bo‘limlarning bo‘g‘imlarida aks ettirilgan signallarning paydo bo‘lishiga olib keladi. Haqiqiy abonent liniyasi 11.2-rasmda ko‘rsatilgan qo‘shimchalarni hisobga olmagan holda, ko‘p sonli qo‘shimchalarni (20 va undan yuqori tartibda) bo‘lishi mumkin.

FTTB asosidagi keng polosali tarmog‘ini texnik ekspluatasiyasi

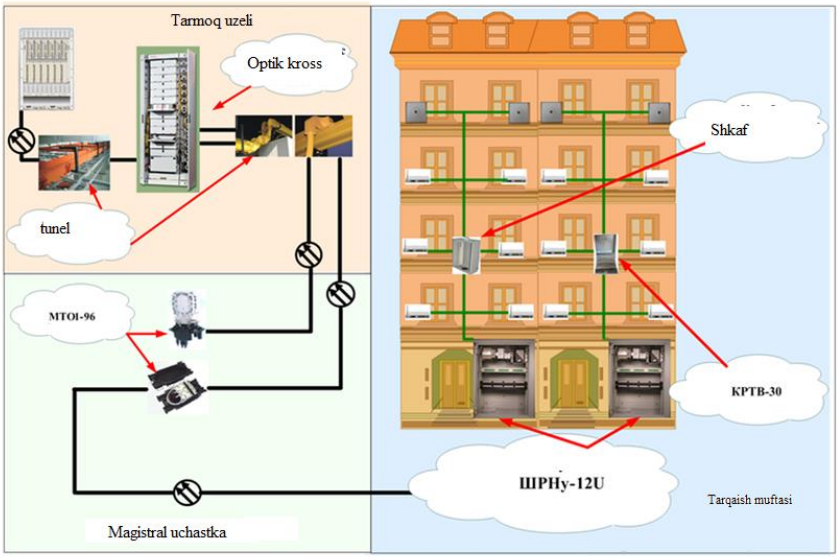
FTTX yakuniy manzilni belgilaydigan so‘nggi xat haqida. FTTX optik aloqa bilan ta’minlash uchun mo‘ljallangan optik-tolali texnologiyalarning butun oilasi. FTTX sizning uyingizga keng polosali

internetni kiritish imkonini beradi. FTTX yordamida uyga telefon aloqasi o‘rnatishingiz mumkin, FTTX shuningdek raqamli televizion eshittirishdan ham foydalanishga imkon beradi. "X" - bu optikning qayyerdan kelganligini aniqlaydigan nuqta. FTTX uyning tuguniga, binoga, FTTXga - bir guruh uylarga yoki FTTXga - uyga kirishi mumkin.

FTTx turkumi turli xil arxitektura turlarini o‘z ichiga oladi:

- FTTN (Fiber to the Node) - tolali tarmoq tuguniga;
- FTTC (Fiber to the Fence) - tolalar, chorak yoki uy guruhlari tolasi;
- FTTB (Fibrin to the Building) - binoga tolalar;
- FTTH (Fiber to the Home) - uyga tolas (kvartira yoki alohida uy).

Ular, asosan, optik kabel foydalanuvchining terminaliga qanchalik yaqin ekanligidan farq qiladi.



7.3-rasm. FTTB keng polosali ulanish tarmog‘ini qurish uchun texnik yechim

FTTB - tolaga mo‘ljallangan tolalar ishlab chiqarish, matnning tarjimasi: "binoga optika". Boshqacha aytganda, FTTB aloqani tuzilishga yetkazadigan texnologiyaga ishora qiladi. FTTB taxminan 200 ta abonentni, ya’ni ko‘p qavatli uylarni qabul qiladi. FTTB ning katta afzalligi uning oddiyligi va qo‘shimcha tarmoqlarni barpo etish qulayligi. FTTB ishonchli va uzoq vaqt sinovdan o‘tgan.

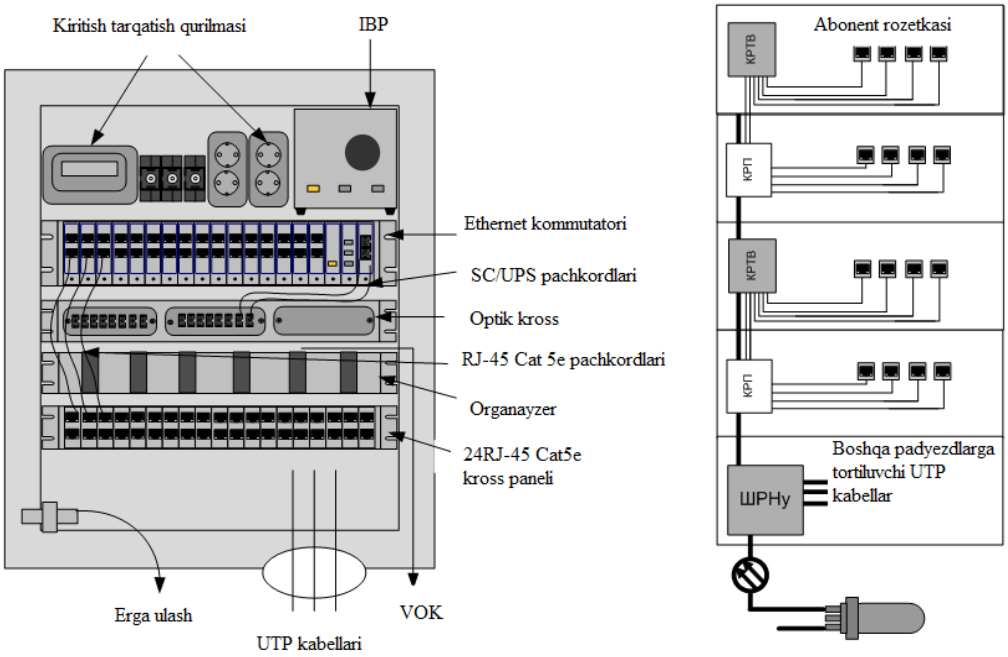
FTTB yangi texnologiyalarni osonlik bilan yuklaydi. FTTBda abonentlarning eng kam miqdori bir qurilmaga ulangan, bu esa shovqin darajasini sezilarli darajada kamaytirishi mumkin.

Shunday qilib, FTTB Rossiya foydalanuvchilari uchun eng yaxshi variant ekanligiga amin bo‘lishingiz mumkin.

FTTC Fiber-To-Carb, ya’ni "uy-joy guruhi uchun optika" degan ma’noni anglatadi. FTTC optimallashgan koaksiyel tarmoqlarning loyihalashi FTTC bilan eng maqbul texnologiyadir.

FTTC koaksiyal kuchaytirgichdan foydalanadi, shuning uchun har doim ham tolaga ulanishdan arzonroq bo‘ladi. FTTCni o‘rnatish narxi optik tarmoqdan ancha past. Shuning uchun, FTTC ko‘cha orqali o‘tadigan optik tarmoqqa ulanadi va mis kabeli FTTC uylariga olib keladi.

FTTH - Uyga tolali, uy optikasi. FTTH - bu uyga to‘g‘ri optik aloqani olib boradigan texnologiya. FTTH tufayli biz keng polosali internetdan foydalanish imkoniga egamiz.



7.4-rasm. FTTB texnologiyasidan foydalangan holda ekspluatasiyasi jarayonida uskunalarni joylashtirish

FTTH yuqori tarmoqli kengligi va yaxshi tezlikka erishishga imkon beradi. FTTH internet, telefon va televizordan bitta port orqali foydalanish imkonini beradi. Shu bilan birga FTTH maxfiyligingizni saqlaydi, chunki

tarmoqqa kirish uchun parol talab qilinadi. FTTHni buzish yoki imkonsiz tinglash. Bundan tashqari, FTTH optik kabel zang bo‘lmasligi uchun jismonan ishonchli. FTTN - Tarmoqqa tolasi, "tarmoq tuguniga optika". FTTN - birinchi aloqa texnologiyalari. Hozirgi vaqtda FTTN iqtisod variant sifatida ishlatiladi, chunki bu katta xarajatlar talab qilmaydi. Kabel infratuzilmasi yyerda ishlab chiqilgan bo‘lsa, FTTN optiklarni tarmoq tuguniga ulash uchun etarli.

Endi FTTN faqat uzoq joylarda ishlatiladi, bu yerda optikani uzatish juda qiyin. FTTN - eng arzon aloqa shakli, ammo eng sekin. Shunga qaramay, FTTN Internet tarmog‘iga ulangan ko‘plab uylarni ta’minlaydi, ammo endi bu texnologiyaning zamonaviy va samarali analoglari mavjud.

Nazorat savollari

1. Raqamli keng polosali tarmoqlarning ekspluatasiya jarayonining asosiy talablari qanday?
2. Raqamli keng polosali tarmoqlarining texnik echimlari qanday?
3. ADSL asosida keng polosali tarmoqlarning qurilishi va ekspluatatsiyasining u’ziga hosligi qanday?
4. VDSL texnologiyasi asosida qurilgan tarmoqlarning ekspluatasiyasini tushundiring.
5. Optik keng polosali kirish tarmoqlarini texnik ekspluatatsiyasi jarayoni qanday?
6. Optik tarmoqlarni qurishda texnika xavfsizligi qoidalari qanday?

III-BOB. MULTIMEDIALI ALOQA TARMOQLARIGA TEXNIK XIZMAT KO`RSATISH

3.1. Multimediali trafikning umumiy tavsiflari

Multimedia, multi – ko‘p, media — muhit deb tarjima qilinadi. Multimedia, turli (matn, grafika, rasm, tovush, animatsiya, video) ko‘rinishdagi axborot bilan bog‘liq. Bunda ma’lumot turli axborot tashuvchilarda mavjud bo‘lishi mumkin (magnit va optik disklar).

Multimedia – texnologiyalarining asosiy maqsadi – tovush, video, animatsiya va boshqa vizual effektlar bilan ta’minlangan dasturiy mahsulotlarni yaratishdan iboratdir.

1945 yilda amerikalik olim Vanniver Bush “MEMEX” nomli xotirani tashkil qilish g‘oyasini taklif qilgan, bu esa multimedia texnologiyalarini rivojlanishining g‘oyaviy sababi bo‘ldi. “MEMEX” nomli xotiraning asosiy g‘oyasi shundan iboratki, axborot belgilar, raqamlar, indekslar yoki alfabit tartibi bo‘yicha emas, balki mazmuniga qarab qidiriladi. “MEMEX” nomli xotira asosida gipermatn va gipermedia tizimlari yaratilgan.

Gipermatn - bu matnli ma’lumotlar bilan ishlash tizimi. Gipermedia - bu grafika, tovush, video va animatsiya bilan birgalikda ishlash tizimi hisoblanadi. Gipermatn va gipermedia tizimlarining birgalikdagi rivojlanishi multimedia yo‘nalishini kelib chiqishiga olib keldi.

80 – yillar oxirida amerikalik kompyuter mutaxassisi Bill Geyts “National Art Gallery of London” - “Londonning milliy san’at galereyasi” nomli dasturiy mahsulotni yaratgan. Bunda multimedia dasturini yaratishda turli muhitlardan – tasvir, tovush, animatsiya, gipermatn va gipermedia tizimlaridan foydalanilgan.

Multimedia texnologiyalarining asosiy afzalliklari va xususiyatlariga quyidagilar kiradi:

- bitta axborot tashuvchida katta hajmli turli ma’lumotlarni saqlash imkoniyati (20 ta tomga yaqin matnlar, 2000 va undan ham ko‘p yuqori sifatli tasvirlar, 30–45 minutli video yozuvlar, 7 soatga teng tovush ma’lumotlari);
- ekranda tasvirni yoki uning ayrim fragmentlarini kattalashtirish imkoniyati (“lupa” rejimi). Tasvirning sifatini saqlab qolgan holda 20 marotabagacha kattalashtirish mumkin. Bu imkoniyatdan tarixiy xujjatlar va san’at asarlarini taqdimot qilganda foydalanish mumkin;

- tasvirlarni taqqoslash va turli dasturiy vositalar yordamida ularni qayta ishlash;

- matnlar yoki turli ko‘rgazmali materiallarda kerakli joylarni belgilash va ular yordamida boshqa tushuntiruvchi ma’lumotga ega bo‘lish (gipermedia va gipermatn texnologiyasi);

- Internet global tarmog‘iga ulanish imkoniyati.

Uzatish nuqtai nazaridan multimedia haqiqiy vaqtda uzatiladigan (Real Time–RT) yoki haqiqiy vaqtda uzatilmaydigan (Non Real Time–NRT) sinflarga bo‘linishi mumkin. Birinchi turdagi multimedia (RT), paketlarni kechikishiga cheklashlarni talab etadi, xuddi shu vaqtda multimedianing ikkinchi turi (masalan matn va tasvir) bunday cheklashlarni talab etmaydi, lekin ularni uzatishda xatoliklar paydo bo‘lmasligi uchun qat’iy cheklashlarga ega.

Multimediali ma’lumotlarni uzatishda xatoliklarni nazorat qilish uchun ikkita asosiy yondashushlar mavjud. Birinchi yondashish, yo‘qolgan yoki shikastlangan paketlarni uzatishda avtomatik takrorlashga (Automatic Retransmission reQuest – ARQ) asoslangan. Bu yondashish transport sathidagi TCP (Transport Control Protocol) protokolida TCP/IP protokoli stekida qo‘llaniladi. NRT-axborotni xatolarsiz uzatishni talab qiluvchi ilova, odatda aynan shu protokolni talab etadi.

Ikkinchi yondashishda (Forward Error Correction – FEC), paketlarni qayta uzatmasdan xatoliklarni aniqlash va to‘g‘rilash imkonini beruvchi ortiqcha axborotlar uzatiladi. Bunday yondashuv TCP/IP protokolining shu stekida transport sathining boshqa protokoli UDP (User Datagram Protocol) da qo‘llaniladi. Multimediali ma’lumotlarni almashuvchi, xatoliklarga yo‘l qo‘yuvchi (RT kabi NRT da ham) ilova, odatda paketlarni takroran uzatishda vaqt yo‘qotishlarini oldini olish uchun UDP ni qo‘llaydi.

RT - multimediali ma’lumotlarni diskret yoki uzluksiz oqim bilan uzatilishiga bog‘liq ravishda diskret (Discrete media – DM) va uzluksiz (Continuous media – CM) multimediaga bo‘linadi. O‘z navbatida SM xatoliklarga ruxsat beradigan va xatoliklarga ruxsat bermaydigan turlarga bo‘linishi mumkin. Birinchi turdagi RT-multimediaga misol qilib ovozli va videokonferensiyalarni o‘tkazishda qo‘llaniladigan ovozli va video oqimlarni olish mumkin. Ikkinchi turdagi RT-multimediaga misol qilib esa olisdagi kompyutyerda ishga tushirilgan ilovani tushunish mumkin.

Quyidagi bo‘limlarda multimedianing turlari va ularning xarakteristikalari, o‘tkazish qobiliyati, ruxsat etiladigan xatoliklar va real vaqt rejimining o‘ziga xos xususiyatlari keltirilgan.

Matn boshqa multimedia turlaridan eng ommaviysi hisoblanadi. U Internet tarmog‘ida turli shakllar, shu jumladan turli uzatish protokollarini FTP (File Transfer Protocol: ikkilik va ASCII - fayllarni uzatish uchun), HTTP (Hyper Text Transfer Protocol: HTML - sahifalarni uzatish uchun) yoki SMTP (Simple Mail Transfer Protocol: pochta xabarlarini almashlash uchun) qo‘llaydigan fayllar yoki xabarlar orqali ifodalanadi. Matn ikkilik ko‘rinishda 7 - bitli US-ASCII, 8 - bitli ISO-8859, 16 - bitli Unicode yoki 32 - bitli ISO 10646 kodlash jadvallarida, qo‘llaniladigan til va davlatga bog‘liq ravishda ifodalanadi. Matnli ma’lumotlar uchun o‘tkazish qobiliyatiga talablar asosan uning o‘lchamiga bog‘liq bo‘ladi, ya’ni axborotlarni siqishni turli sxemalari qo‘llanilganda jiddiy kamayishi mumkin (1.1-jadvalda).

Matnni uzatishda ruxsat etiladigan xatoliklar darajasiga talablar asosan qo‘llaniladigan ilovalarga bog‘liq bo‘ladi. Matnli fayllarni uzatadigan ilovalar xatoliklar to‘liq bo‘lmasligini talab qiladi va TCP protokolini qo‘llaydi. Boshqa ilovalar xatolikli ma’lumotlarni qandaydir foiziga ruxsat etishi mumkin va UDP protokolini qo‘llaydi.

1.1-jadval

Matnni siqish usullari

Siqish usuli	Izohlar
Shennon-Fano kodlashi	Yuqori paydo bo‘lish ehtimolligiga ega simvollar qisqaroq kodli so‘zlarga almashtiriladi
Xaufman kodlashi	Yuqoridagidek
LZW	Simvollar qatorini yagona kod bilan almashtirish. Matnni tahlil qilish bajarilmaydi. Buning o‘rniga simvollarni har bir yangi qatori qatorlar jadvaliga qo‘shiladi.
Unix-siqish	Kengayadigan lug‘atli LZW qo‘llaniladi. Dastlab lug‘at 512 elementlardan iborat bo‘ladi va zarurat bo‘lganida ikkilantiriladi

Faqat matn bilan ishlaydigan ilovalar real vaqtda uzatish bilan bog‘liq bo‘lgan cheklashlarga ega emas. Shu bilan bir vaqtda, uzatiladigan uzluksiz xabarlar oqimi, ularni uzatishda kechikishlar qiymatiga sezilarli cheklashlarni qo‘yadi.

Tovushli ma’lumotlarni diskretlash (sampling) va kvantlashni (quantization) qo‘llash bilan raqamli shaklga o‘zgartirilgan ma’lumotlar hisoblanadi. Raqamlashtirilgan tovush signali tarmoq bo‘ylab diskret

paketlar oqimi sifatida uzatiladi. Tarmoqning o‘tkazish qobiliyatiga talablar tovushning tavsifiga bog‘liq. Masalan, telefon bo‘yicha tovush 12 dan 8 bitgacha axborotlarni yo‘qotishli siqiladi. Bu uzatish tezligini 96 dan 64 Kbit/s gacha kamaytiradi. 1.2-jadvalda tovush fayllari uchun siqishni ayrim sxemalari ko‘rsatilgan.

Tovushli ma’lumotlar uzatish jarayonidagi xatoliklarni bo‘lishiga qat’iy talablarni qo‘ymaydi. 1...2 % paketlarning yo‘qotilishi uning sifatiga deyarli ta’sir qilmaydi. Bugungi kunda tovushni uzatishda qo‘llaniladigan ko‘plab multimediali ilovalar, yo‘qotilgan paketlarni takroran kiritish mexanizmiga ega.

Tovush uchun real vaqt talablari qatnashuvchi tomonlarning kutiladigan interaktivlik darajasi bilan qat’iy bog‘langan. Ikki tomonlama o‘zaro ta’sirlashishni ko‘zda tutadigan Internet-telefoniya kabi ayrim ilovalar yuqori interaktivlik darajasiga va qisqa chaqiriq vaqtlariga ega. Bu holda ma’qul tovush sifatini ta’minlash uchun paketlarning kechikishiga qat’iy talablar qo‘yiladi. Bunday multimedia turini qo‘llaydigan ilovalar haqiqiy vaqt rejimiga bog‘liq (Real-Time Intolerant - RTI) ilovalar deyiladi. Ko‘plab RTI - ilovalarda 200 ms dan ortiq bo‘lmagan kechikishga ruxsat etiladi.

1.2-jadval

Tovushni siqish usullari

Tovush kodeki	Qo‘llanilishi	Tezligi (Kbit/s)
Impuls kodli modulyatsiya (G.711)	Tor polosali nutq (300-3300 Hz)	64
GSM	Shuning o‘zi	13
CS-ACELP (G.729)	»	8
G.723.3	»	6,4 va 5,3
Adaptiv differensial impuls kodli modulyatsiya (G.726)	»	32
SBC (G.722)	Keng polosali nutq (50-7000 Hz)	48/56/64
MPEG layer III (MP3)	CD sifatli keng polosali nutq (10-22 KHz)	128.112

Grafika va animatsiya**.** Bu guruhga ham statik raqamli tasvirlar, ham flash-taqdimotlar kabi dinamik tasvirlar kiradi. Siqilmagan raqamli tasvir piksellar massividan tashkil topgan, bu yyerda har bir piksel o‘z

parametrlari bilan xotirada ma’lum bitlar miqdorida saqlanadi. Matnga qaraganda raqamli tasvir ancha katta xotirani talab qiladi. Masalan, 4 o‘lchamli tasvir 480 ekranni 640 piksellarga ruxsat etishida 6 dyumga va 24-bitli rangda bir megabayt atrofidagi xotirani talab qiladi. Bunday tasvirni tarmoq bo‘ylab 56,6 Kbit/s tezlikda uzatish taxminan ikki minutni egallaydi. Agar tasvir 10 martagacha siqilsa, 100 Kbayt atrofidagi xotira talab qilinadi va uzatish taxminan 14 sekundni egallaydi. Siqishni ayrim ommaviy sxemalari 1.3-jadvalda keltirilgan.

Ko‘plab zamonaviy siqish sxemalari o‘sish xarakteriga ega, bu kommunikatsiya tarmoqlari bo‘yicha tasvirlarni uzatishda juda muhimdir. Bunday tasvir olinganida foydalanuvchi dastlab past sifatli variantni ko‘radi, keyin u asta-sekin yaxshilanadi. Odatda u haqda umumiy tasavvurni olish uchun 5...10% tasvirni olish yetarli bo‘ladi. Tasvirlar qandaydir uzatish xatoliklari darajasiga bog‘liq, shuning uchun yo‘qotilgan ma’lumotlarni qayta tiklash mumkin. Bundan tashqari, ular haqiqiy vaqtda uzatishga cheklashlarni qo‘ymaydi.

1.3-jadval

Tasvirni siqish usullari

Siqish usuli	Izohlar
Graphics Interchange Format (GIF)	256 tagacha ranglarni qo‘llaydi. LZWni (Lempel-Ziv-Welch) ishlatadi. Animatsiyali ma’lumotlarni yo‘qotishsiz siqish
Portable Network Graphics (PNG)	Istalgan sondagi ranglar qo‘llanadi. Siqiladigan bloklarni adaptiv filtrli zlib siqish sxemasi qo‘llaniladi. Ma’lumotlar yo‘qotishli va animatsiya qo‘llanilmaydigan sxema.
Joint Photographic Experts Group (JPEG)	Ko‘p sonli rangli tuslarga (yoki kul rang tusli) ega oq-qora va rangli fotosuratlarni siqish uchun eng yaxshi tarzda to‘g‘ri keladi. Siqishning bu standarti Xaufman kodi bo‘yicha va tasvir bloklari koeffitsientlarini diskret kosinusli o‘zgartirish jarayonida turkumlar uzunliklari kodlarini qo‘llashga asoslanadi. Siqish natijasida ma’lumotlarni yo‘qotilishi yuz beradi. Standart JPEG satr oralatib yoyishga ruxsat etmaydi, lekin u progressiv format (Progressive JPEG) qo‘llaydi. Progressive JPEG tasvirning yirik bloklarini keyingi ularni detallashtirish bilan boshlaydi.

JPEG-2000	Tasvirlarning keng spektri uchun to‘g‘ri keladi, shuning uchun portativ raqamli kameralarda ishlatiladi. Ma’lumotlarni bloklarda emas, balki ma’lumotlar oqimida saqlaydigan veyvletlarga (wavelet) asoslangan joriy etilgan texnikani qo‘llaydi. Bu sxema ma’lumotlarni masshtablanadigan yo‘qolishiga ham olib keladi.
JPEG-LS	Bitta tonli tasvirlar uchun to‘g‘ri keladi. Sxema HP da ishlab chiqilgan LOCO-I (Low Complexity LOssless Compression for Images) algoritmiga asoslangan. Bu ma’lumotlarni yo‘qotishsiz yoki deyarli yo‘qotishsiz sxema.
Joint Bi-level Image Experts Group (JBIG)	Oq-qora tasvirlar uchun to‘g‘ri keladi. Ma’lumotlarni yo‘qotishsiz ko‘p tomonlama arifmetik kodlash sxemasi qo‘llaniladi.

Video odatda sekundiga 24 yoki 30 kadrlar ma’lum tezlikda ko‘rsatiladigan kadrlarning ketma-ketligi hisoblanadi. Raqamli video, raqamlashtirilgan ovoz kabi tarmoq bo‘yicha diskret paketlar oqimida uzatiladi.

1.4-jadval

Videoni siqish usullari

Siqish usuli	Izohlar
MPEG-I	CD-ROM ga (CD-I va CD-Video formatlari) yozish uchun VCRNTSC (352 x 240) formatdagi va 1,2 Mbit/s uzatish tezligidagi siqish uchun qo‘llaniladi.
MPEG-II	Audio va videoni kodlash uchun umumiyroq standart. Uzatish rejimida xatoliklardan himoyalashni qo‘llaydi. DVB va High Definition Television (HDTV) uzatish sifatidagi siqishni qo‘llaydi. MPEG-2, 4 ta variantdagi ruxsat etishni qo‘llaydi: past (low) (352x240), asosiy (main) (720x480), yuqori - 1440 (high-1440) (1440x1152) va yuqori (high) (1920x1080). Ma’lumotlarni uzatish tezligi 3...100 Mbit/s intervalda bo‘ladi
MPEG-IV	Past o‘tkazish qobiliyatli tarmoqlar (64 Kbit/s) uchun siqishni qo‘llaydi. Bu format multimedianing barcha komponentlarini bir xil yaxshi siqadi

H.261	ISDN bo‘yicha 64 Kbit/sga karrali bo‘lgan tezliklarda videoni uzatishni qo‘llaydi. Sxema ham freymlar ichida, ham ular orasida siqishga asoslangan
H.263	Sxema juda past o‘tkazish qobiliyatli (18.64 Kbit/s) simsiz tarmoqlar bo‘yicha videoni uzatish uchun mo‘ljallangan

O‘tkazish qobiliyatiga talablar har bir kadrda, ham ularning ketma-ketligidagi ortiqchalik darajasiga bog‘liq bo‘ladi. Bu har ikkala ma’lumotlarni ortiqchalik turlari videoni siqish algoritmlari uchun ishlatilishi mumkin. 1.4-jadvalda ayrim keng tarqalgan videoni siqish usullari keltirilgan. Uzatish va haqiqiy vaqtda uzatish xatoliklari bo‘lishiga cheklashlar ovoz uchun cheklashlarga o‘xshash.

Tarmoq bo‘ylab multimedili ilovalarni uzatishga bo‘lgan talablar. Bu bo‘limda biz taqsimlangan multimediali ilovalarni uzatish tarmog‘iga qo‘yiladigan talablarni ko‘rib chiqamiz. Ular ikki toifaga bo‘linishi mumkin: trafikka bo‘lgan talablar va funksional talablar. Trafikka bo‘lgan talablar real vaqt talablarini (kechikish va nostabillik, o‘tkazish qobiliyati va ishonchlilik), funksional talablar esa multimedia xizmatlarini (multikasting, xavfsizlik, mobillik va seanslarni boshqarish) qo‘llashni o‘z ichiga oladi.

Trafikka bo‘lgan talablarni faqat Internetning bazaviy arxitekturasini kengaytirish bilan qoniqtirish mumkin, shu bilan bir vaqtda funksional talablarni TCP/IP protokollar stekiga yangi protokollarni kiritilishi bilan bajarish mumkin. Funksional talablar shu ma’noda absolyut zarur hisoblanmaydi, ya’ni taqsimlangan multimediali ilovalar ilovaning o‘ziga zarur bo‘lgan funksiyalarni kiritilishi bilan yuqori unumdorlikda ishlashi mumkin.

Real vaqt xarakteristikalari. Yuqoridagi bo‘limlarda ko‘rib chiqilganidek, tovush va video kabi multimedia komponentlari real vaqt rejimida uzatish bo‘yicha talablarni qo‘yadi. Masalan, ular raqamlashtirilgan tezlikda qayta ishlanishi kerak. Uzatishdagi istalgan kechikishda bu birdaniga aniqlanadi. Internet-telefoniyada inson 200 ms dan ortiq bo‘lmagan kechikishlarga xotirjam munosabatda bo‘lishi mumkn. Shunday qilib, real vaqtda multimediani uzatish paketlarning kechikishi va ularnig kelish intervallariga qat’iy talablarni qo‘yadi.

Yuqori o‘tkazish qobiliyatiga bo‘lgan talablar. Ravshanki, multimediali ilovalar ilgari keng tarqalgan matnli ilovalarga qaraganda tarmoqlarning sezilarli yuqori o‘tkazish qobiliyatini talab qiladi. Shu bilan

birga, multimediali oqimlar tarmoqning o‘ta yuklanishini nazorat qilish mexanizmiga ega bo‘lmagan UDP protokolidan foydalanish bilan uzatiladi.

1.5-jadval

Multimediani turli elementlari uchun o‘tkazish qobiliyatiga bo‘lgan talablar

Ovoz	Tanlash tezligi	Bitlar soni	Bitlardagi tezlik
Telefon bo‘yicha ovoz (3,4 kHz gacha)	8000 m/s	12	96 Kbit/s
Keng polosali nutq (7 kHz gacha)	1600 m/s	14	224 Kbit/s
Ikki tomonlama keng polosali nutq (20 kHz gacha)	44,1 m/s	kanalga 16	Har ikkala kanalga 1,412 Mbit/s
Tasvir	Piksellar	bit/piksel	Bitli tezlik
Rangli tasvir	512x512	24	6,3 Mbit/s
CCIR TV	720x576x30	24	300 Mbit/s
HDTV	1280x720x60	24	1.327 Gbit/s

1.5-jadvalda eng keng tarqalgan multimedia turlari uchun o‘tkazish qobiliyatiga bo‘lgan talablar keltirilgan. Ma’lumotlarni yo‘qotishli va yo‘qotishsiz siqish turlari mavjud. Ma’lumotlarni yo‘qotishli siqishda ma’lumotlardan ortiqcha ma’lumotlarni o‘chirishdir, bu ko‘pincha buzilishlar yoki shovqinlarni paydo bo‘lishiga olib keladi. Ma’lumotlarni yo‘qotishsiz siqishda ma’lumotlar yo‘qolmaydi va olinadigan ma’lumotlar uzatiladigan ma’lumotlar bilan bir xil bo‘ladi. Odatda ma’lumotlarni yo‘qotishli siqish ma’lumotlarni yo‘qotishsiz siqishga qaraganda katta siqish darajasini beradi. Lekin ayrim ilovalarda ma’lumotlarni yo‘qotilishiga ruxsat etilmaydi (masalan, tibbiyot telemetriyasini uzatishda).

Xatoliklarga bo‘lgan talablar. Yuqorida ta’kidlanganidek, turli multimedia turlarini tarmoq bo‘ylab uzatishda xatoliklarni bo‘lishiga turli talablar qo‘yiladi. Xatoliklar paketlarning shikastlanishida va yo‘qolishida vujudga keladi. Uzatishda xatoliklarga ruxsat etiladigan ilovalarning ko‘pchiligi xatoliklarni niqoblash texnikasini qo‘llaydi (error concealment techniques - FEC), u boshqa paketlardagi ma’lumotlar asosida yo‘qotilgan

ma’lumotlarni qayta tiklash imkonini beradi.

FECdan foydalanilganda paketlar oqimida bo‘lishi mumkin bo‘lgan xatoliklarni tuzatish uchun qo‘shimcha ma’lumotlar qo‘shiladi. Lekin, paketlarni uzatish jarayonida FEC darajasidan tashqarida xatoliklar paydo bo‘lsa, ular aniqlanmay qolishi mumkin. Demak, paketlarni xatoliksiz uzatish uchun FECni kerakli drajasini ta’minlash uchun, multimediali ilova uchun kommunikatsiya tarmoqlarida qo‘llaniladigan xatoliklar turini bilish muhim. Masalan, simsiz tarmoqlar simli tarmoqlarga qaraganda xatoliklardan yuqoriroq himoyalanish darajasini talab qiladi, chunki ularda paketlarni yo‘qolish ehtimolligi sezilarli yuqori. FECdan foydalanish bilan erishiladigan, paketlarni takroran uzatilishini minimallashtirish simli tarmoqlarda juda qimmat bo‘lishi mumkin, chunki ularda paketlarni yo‘qolish ehtimolligi juda kichik. FECni qo‘shimcha ma’lumotlarini uzatish uchun tarmoqni o‘tkazish qobiliyatini oshirishga ham qo‘shimcha harajatlar talab qilinadi.

Multikastni qo‘llash. Multikastda bitta manba bir vaqtda bir necha multimediali ma’lumotlarni oluvchiga qo‘llaniladi. U eng ommaviy taqsimlangan multimediali ilovalarni qo‘llaydi. Masalan, bir necha qatnashuvchilar bilan videokonferensiya Internet-telefoniyadagi eng keng qo‘llaniladigan xizmatlardan biri hisoblanadi.

Multikastni ikki tomonlama ma’lumotlarni uzatishga qaraganda bir tomonlama ma’lumotlarni uzatishda ta’minlash oson. Masalan, Internet-radiodan foydalanishda multikast ma’lumotlarni jo‘natuvchiga balanddan, uni oluvchiga tarmoqli va daraxt tugunlarida mos zahiralangan paketlarni aloqa daraxtini yaratish bilan ta’minlanadi. Lekin ikki tomonlama kommunikatsiyada, masalan, Internet-telefoniyada bir necha qatnashuvchilar uchun turli qatnashuvchilardan ovozli oqimlarni to‘g‘ri aralashtirish uchun qandaydir funksiyaga ega bo‘lish zarur. Aks holda har bir qatnashuvchini qolganlar bilan ko‘plab ikki tomonlama aloqa kanallarini qo‘llashga to‘g‘ri keladi, bu uzatish tarmog‘iga juda yuqori yuklamani berishi mumkin.

Seanslarni boshqarish quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

• Multimedia turining tavsifi. Bu ma’lumotlar multimedia (ovoz, video yoki ma’lumotlar), kodlash sxemalari, seansning boshlanishi va oxiri, xostlar ishlatadigan IP-adreslari va boshqalar kabi seansning parametrlarini ko‘rsatish uchun taqsimlangan multimediali ilovalar zarur. Ko‘pincha sessiyani uning boshlanishigacha tavsiflash muhim, chunki seans qatnashchilari multimediani qabul qilish bo‘yicha turli imkoniyatlarga ega bo‘lishi mumkin.

• Seans haqida ogohlantirish. Qatnashuvchilarni boʻlajak seans haqida ogohlantirishga imkon beradi. Masalan, Internetda turli kanallar boʻyicha tarqaladigan yuzlab radiostansiyalar mavjud. Seans haqida ogohlantirish bunday radiostansiyalarga potensial tinglovchilar uchun tarqatish jadvali haqidagi ma'lumotlarni tarqatishga imkon beradi.

• Seansni identifikatsiyalash. Multimediali seans koʻplab oqimlardan, shu jumladan uzluksiz (ovoz, video) va diskret (matn, tasvir) oqimlardan tashkil topgan. Masalan, joʻnatuvchi bitta kanal boʻyicha ovoz va videoni ikkita turli oqimlar sifatida joʻnatishi mumkin, ular olinganida sinxronlashgan boʻlishi kerak. Yoki aksincha, joʻnatuvchi ovoz va videoni birgalikda joʻnatishi, lekin qayta tiklashni oluvchilarning imkoniyatlariga bogʻliq ravishda sifat boʻyicha bir necha darajalarga boʻlish mumkin.

• Seansni boshqarish. Turli oqimlardagi ma'lumotlar ichki aloqalarga ega boʻlishi mumkin va bu uni uzatishda hisobga olinishi kerak. Bu multimediani sinxronlashtirish deyiladi va vaqt belgilarini (time stamps) uzatiladigan paketlarga qoʻyib chiqilishi bilan erishilishi mumkin. Shu bilan birga, bunday oqimli multimediani oluvchilar oddiy videomagnitofonlarda bajariladigandek qayta eshittirishni boshqarish imkoniyatiga ega boʻlishni istab qolishi mumkin.

Xavfsizlik. Multimediani uzatish jarayonini muhokama etishda koʻpincha xavfsizlik masalalari haqida unutib qoʻyiladi. Lekin real vaqt xizmatlaridan foydalanishning ortishi bilan xavfsizlik masalalari yetarlicha muhim boʻlib qoladi. Bunday multimedia uchun xavfsizlik uchta jihatlar – yaxlitlik, asliga toʻgʻrilik, shifrlanish bilan ifodalanadi. Masalan, ommaviy uzatish ma'lumotlarni yaxlitligi va asliga toʻgʻriligini, xususiy uzatish esa shifrlanishini talab qiladi. Buning uchun turli kriptografik sxemalarni qoʻllash mumkin.

Yana bir muammo multimedia komponentlariga mualliflik huquqlarini saqlanishi hisoblanadi. Masalan, dastlabki toʻlov boʻyicha filmlarning yetkazib berilishini koʻrib chiqamiz. Olingan filmlardan tijorat maqsadlarida foydalanish imkoniyati mavjud. Multimediaga qoʻshimcha ma'lumotlarni qoʻshadigan zamonaviy raqamli texnologiyalar bunday buzishlarning oldini olishga yordam berishi mumkin.

Mobillikni qoʻllash. Simsiz va sotali tarmoqlardan yanada keng foydalanish multimedia ilovalarini mobillikka tortadi. Sotali tarmoqlar juda katta maydonlarni qamrab oladi va yuqori mobillik darajasini ta'minlaydi. IEEE 802.11x kabi simsiz tarmoqlar nisbatan uncha katta boʻlmagan oraliqlarni qamrab oladi va cheklangan mobillik darajasiga ega.

Lekin bunday tarmoqlar katta uzatish tezliklariga ega va foydalanuvchilarni ulash uchun qulayroq.

Mobillik jihati multimediali tarmoqlarni o‘zgarishiga olib keladi. U mobil terminallarni marshrutlashtirish, simli va simsiz tarmoqlarning o‘zaro ta’sirlashishi va boshqa muammolarni ko‘taradi.

Multimediali trafik. Multimediali trafik deganda insonning sezgi organlari qabul qilib oladigan turli xil axborotlarni o‘z ichiga olgan ma’lumotlarning raqamli oqimi (odatda tovushli va/yoki video axborot) tushuniladi. Ma’lumotlarning multimediali oqimlari uzoqlashtirilgan interaktiv xizmatlarni taqdim etish maqsadida telekommunikatsiya tarmoqlari bo‘yicha uzatiladi. Tarmoq foydalanuvchilariga taqdim etiladigan multimediya xizmatlarining bugungi kunda eng ko‘p tarqalganlari videotelefoniya, multimediali ma’lumotlarni yuqori tezlikda uzatish hisoblanadi.

Taqdim etiladigan xizmatlarning turiga bog‘liq holda multimediali trafikning ikkita asosiy turi ajratiladi:

1. Foydalanuvchilar o‘rtasida haqiqiy vaqt miqyosida axborotni uzatish uchun multimediyali xizmatlarni taqdim etadigan haqiqiy vaqt trafigi.

2. Zamonaviy telekommunikatsiya tarmog‘ining an’anaviy taqsimlangan xizmatlari bilan tashkil etiladigan oddiy ma’lumotlar trafigi, jumladan, elektron pochta, fayllarni uzatish, virtual terminal, ma’lumotlar bazasiga uzoqlashtirilgan kirish va boshqalar.

Haqiqiy vaqt trafigini qo‘llab-quvvatlovchi xizmatlarga misol sifatida quyidagilarni keltirish mumkin: IP-telefoniya, yuqori sifatli tovush, videotelefoniya, videokonferens aloqa, masofadan turib tibbiy xizmat ko‘rsatish (diagnostika, monitoring, maslahat), videomonitoring, keng eshittirishli video, raqamli televideniya, radio va televizion dasturlarni olib ko‘rsatish.

IP-telefoniya. Mazkur xizmat tarmoqning ikki abonenti o‘rtasidagi tovush trafigini (nutqni) uzatadi, unda tarmoq trafigi sifatida IP protokol (Internet Protocol)dan foydalaniladi. “IP-telefoniya” xizmatini tashkil etish uchun mahalliy, korporativ, global tarmoqlar, hatto Internet tarmog‘idan foydalanish mumkin. Umumiy foydalanishda qo‘llaniladigan maxsus shlyuzlar yordamida telefon tarmoqlari abonentlari va ma’lumotlar uzatish tarmoqlari abonentlari o‘rtasida IP-telefoniya aloqasi ta’minlanadi.

Yuqori sifatli tovush. Yuqori sifatli tovush deganda shunday xizmat tushuniladiki, bu xizmat yuqori sifatli tovushni, masalan, musiqa, konsertlardagi chiqishlarni va eshittirishni uzatishni amalga oshiradi.

Videotelefoniya. Mazkur xizmat ikki abonent o‘rtasida insonlar nutqini uncha yuqori bo‘lmagan sifatdagi uning tasviri bilan birga uzatishni amalga oshiradi. Bu xizmat mijozlari tegishli kommutatsiya qurilmasi orqali haqiqiy vaqt rejimida bir-birlarini eshitishlari va ko‘rishlari mumkin.

Videokonferensiya. Mazkur xizmat abonentlar guruhi o‘rtasida tovushli va videotrafikni uzatishni amalga oshiradi, bunda tovush va videosignallar bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan holda (turli transport birikmalari bo‘yicha) tarmoq orqali uzatiladi, ularning qabul qilishdagi sinxronlanishi transport darajasidagi tegishli protokol bilan ta’minlanadi.

Masofadan tibbiy xizmat ko‘rsatish. Mazkur xizmat bemorlarni masofadan tibbiy tekshirish, tashxis qo‘yish va maslahat berishni ta’minlaydi. Mazkur xizmat trafigi haqiqiy vaqt miqyosida uzatilgan tovush va video ma’lumotlarni, tekshiruv natijalarini va boshqalarni o‘z ichiga oladi.

Videomonitoring. Mazkur xizmat xonalarning videokuzatuvini amalga oshiradi, turli vazifalarni bajaruvchi hududlarni qo‘riqlash, turli xil noan’anaviy vaziyatlar to‘g‘risida tezkor xabardor qilish, odamlar to‘planadigan joylarni doimiy monitoring (haqiqiy vaqt rejimida) qilish uchun qo‘llaniladi.

Radio va televizion dasturlarni olib ko‘rsatish. Mazkur xizmat radio va televizion kanallarni raqamli telekommunikatsiya tarmog‘i orqali uzatib ko‘rsatishni amalga oshiradi.

Raqamli televideniya. Mazkur xizmat uning mijozlari talabiga ko‘ra yuqori sifatli raqamli televideniya ko‘rsatuvlarini (badiy filmlar, musiqali videokliplar, sport translyatsiyalari) amalga oshiradi.

Zamonaviy telekommunikatsiya tarmoqlarining rivojlanishida asosiy yo‘nalish xizmatlarning turli xil ko‘rinishlarini, shu jumladan, multimediali xizmatlarni ham qo‘llab-quvvatlash hisoblanadi. Multimediali trafikning turli xil ko‘rinishlarining tarmoq resurslariga bo‘lgan talablari juda jiddiy tarzda farq qilishi mumkin. Masalan, oddiy trafik, odatda, uni foydalanuvchiga yetkazib berish vaqtiga alohida cheklashlar qo‘yilmaydi. Bunday trafikka qo‘yiladigan talablarning hammasi – bu yangi minimal o‘tkazish qobiliyatini ajratishdir. Haqiqiy vaqtda videokonferensiya o‘tkazish uchun trafik boshqa misol bo‘lishi mumkin. U katta o‘tkazish qobiliyatinigina emas, balki qabul qiluvchiga

videokadrlarni yetkazib berish vaqtini minimallashtirishni talab etadi. Bundan tashqari, agar axborotli paketlarning kechikishlari nihoyatda nomuntazam xususiyatga ega bo‘lsa, videokonferensiya seansini o‘tkazish sifati qoniqarli bo‘lmaydi. Mazkur holda, tarmoq resurslariga ko‘pgina parametrlar bo‘yicha qat’iy talablar qo‘yiladi. Bu parametrlar quyida batafsil ko‘rib chiqiladi.

Zamonaviy telekommunikatsiya tarmoqlarida multimediali trafikni tavsiflash, tahlil qilish juda murakkab va qiyin vazifa hisoblanadi. Bunday qiyinchiliklarning asosiy belgilari quyidagilardan iborat:

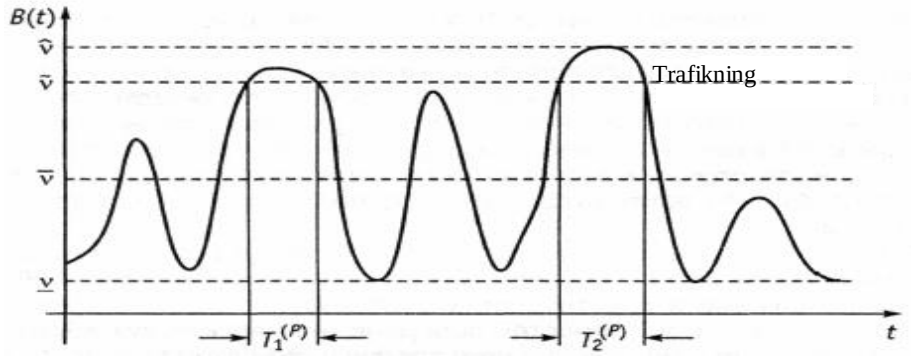
- uzatish tezliklarining keng diapazoni – telefon trafigini uzatishdagi kabi bir necha Kbit/s dan to videokonferensiyani uzatishdagi kabi yuzlab Mbit/s gacha;
- uzatilayotgan multimediali axborot oqimlarining turli xil statistik xossalari (haqiqiy vaqt trafigi tarmoq resurslariga qat’iy talablar qo‘yadi);
- tarmoq konfiguratsiyalarining juda katta xilma-xilligi, uzatish texnologiyalari va protokollarining ko‘pligi (Gigabit Ethernet, ATM, MPLS va boshqalar);
- uzatilayotgan axborotlarga ko‘p darajali ishlov berishni, buning oqibatida xizmat ko‘rsatish sifati ishlov berishning bir necha darajasiga bog‘liq bo‘lib qoladi.

Multimediali trafik parametrlariga umumiy yondashuv. Turli telekommunikatsiya tarmoqlarida trafik tavsifining juda ko‘p modellari mavjud. Umumiy holda biror xizmatning multimediyali trafigi tasodifiy jarayon ko‘rinishida taqdim etiladi. Trafikning oniy qiymatlari – vaqt birligi ichida mos xizmatni qo‘llab-quvvatlaydigan axborot bloklari sonidan iborat bo‘lsin. U holda, yanada umumiy holda tasodifiy B(t) jarayon $F_{B(t)}$ (x) taqsimlanishlar funksiyasi oilasi bilan tavsiflanadi, bunda

$$F_{B(t)}(x) = Bep\{B(t)\Phi x\}. \quad (1.1)$$

Tavsiflashning bunday usulidan amaliy foydalanish juda qiyin (umumiy ko‘rinishdagi bunday nobarqaror yuklanish sifatining parametrlarini baholashni ta’minlovchi matematik qurilma yaratilmagan, $F_{B(i)(x)}$ taqsimlash funksiyasi oilasini adekvat baholashda murakkabliklar mavjud).

Multimediali trafikning parametrlarini o‘rganish uchun, odatda, ITU-T tavsiyanomalari bilan aniqlangan bir qator tavsiflardan foydalaniladi. Bu tavsiflar B(t) tasodifiy jarayonning integral parametrlarini ifodalaydi, uni amalga oshirish namunasi 1.1-rasmda keltirilgan.



3.1-rasm. Multimediali trafikning asosiy parametrlari

Turli xil multimediali xizmatlar bilan ta’minlanadigan trafikning tavsiflariga quyidagilar kiradi:

-trafikning qiymatlari (oniy, maksimal, cho‘qqi (eng yuqori), o‘rta va minimal), bit/s;

- trafikning bo‘laklilik koeffitsienti (pulsatsiya);
- cho‘qqi trafikning o‘rtacha davomiyligi;
- aloqa seansining o‘rtacha davomiyligi;
- trafik elementlari formatlari;
- paketning maksimal, o‘rtacha va minimal o‘lchamlari;
- trafikning jadalligi.

Trafikning maksimal qiymati $\hat{\nu}$. Tegishli xizmat vaqt birligida beradigan axborot bloklarining maksimal soni quyidagi tarzda aniqlanadi.

$$\hat{\nu} = \max B(t) \ . \tag{1.2}$$

Trafikning cho‘qqi qiymati tegishli xizmatning trafigi bo‘lib, u uning uchun belgilangan cho‘qqi bo‘sag‘a $\hat{\nu}$ dan ortiq bo‘ladi.

Trafikning o‘rtacha qiymati $\bar{\nu}$. Tegishli xizmat vaqt birligida ta’minlaydigan axborot bloklarining o‘rtacha soni quyidagicha aniqlanadi,

$$\bar{\nu} = \frac{1}{T^{(s)}} \int_0^{T^{(s)}} B(t)dt \tag{1.3}$$

bu yyerda $T^{(s)}$ – aloqa seansining davomiyligi.

Trafikning minimal qiymati $\underline{\nu}$. Tegishli xizmat vaqt birligida axborot bloklarining minimal soni quyidagicha aniqlanadi.

$$\underline{\nu} = \min_{t} B(T) \ . \qquad (1.4)$$

Trafikning pachkalilik (bo‘laklilik) koeffitsienti K. Tegishli xizmatning maksimal va o‘rtacha trafigi o‘rtasidagi nisbat tarzida aniqlanadi. Bo‘laklilik koeffitsienti quyidagi nisbat orqali aniqlanadi.

$$K = \frac{\hat{\nu}}{\bar{\nu}}. \qquad (1.5)$$

Cho‘qqining o‘rtacha davomiyligi $\bar{T}^{(P)}$. Tegishli xizmat cho‘qqi trafigini to‘ldiradigan vaqt oralig‘ining o‘rtacha davomiyligi quyidagi munosabat orqali aniqlanadi:

$$\bar{T}^{(P)} = \frac{1}{N^{(P)}} \sum_{i=1}^{N^{(P)}} T_i^{(P)} \qquad (1.6)$$

bu yyerda *N(P)* – aloqa seansi davomida cho‘qqilar soni, $T_i^{(P)}$ – *B(t)* jarayonning *i*-cho‘qqisi davomiyligi, $i = \overline{1, N^{(P)}}$, *i*-cho‘qqining davomiyligi quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi:

$$T_i^{(P)} = t_i^{(e)} - t_i^{(s)}, \qquad (1.7)$$

bu yyerda $t_i^{(s)}$ va $t_i^{(e)}$ - *i*-cho‘qqining boshlanish va tugash vaqtlari, ular quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi:

$$t_i^{(s)} = \min_{\substack{B(t)>\nu \\ t>t_{i-1}^{(s)}}} t, \; t_i^{(e)} = \min_{\substack{B(t)>\bar{\nu} \\ t>t_i^{(s)}}} t, \quad \text{bu yyerda} \quad t_0^{(s)}, \; t_0^{(e)} = 0 \qquad (1.8)$$

Yuqorida sanab o‘tilgan parametrlar tegishli xizmat trafigini tavsiflash uchun abonent xizmati bilan bir seans aloqa mobaynida foydalaniladi.

So‘rovlar intensivligi λ – tegishli xizmatda tarmoq abonentlarining xizmatni olishga talablari vaqt birligida kelib tushgan talablarning o‘rtacha soni tarzida aniqlanadi.

Aloqa seansining o‘rtacha davomiyligi $\bar{T}^{s}$ – tegishli xizmat kelib tushgan talabga xizmat ko‘rsatadigan vaqt oralig‘ining o‘rtacha davomiyligi.

Paketning maksimal o‘lchamis – trafikning bit hisobidagi elementlarining maksimal o‘lchami (trafik elementi adresga yagona butun tarzda uzatiladi).

Paketning o‘rtacha o‘lchami $\bar{s}$ – trafikning bit hisobidagi elementining o‘rtacha o‘lchami.

Paketning minimal o‘lchami $\check{s}$ – trafikning bit hisobidagi elementining minimal o‘lchami.

Tegishli manbaalar bilan to‘ldiriluvchi trafikning ayrim umumiy parametrlari 1.6-jadvalda keltirilgan.

O‘ziga o‘xshash trafik to‘g‘risida tushuncha. Turli mamlakatlarning olimlari tomonidan keyingi 10 yilliklar mobaynida o‘tkazilgan juda ko‘p tadqiqotlar shuni izohlaydiki, paketlar kommmutatsiyasi asosidagi zamonaviy telekommunikatsiya tarmoqlarining trafigi, telefon tarmoqlarini kanallar kommutatsiyasida o‘zini yaxshi namoyon etgan Markov modellari va Erlang formulalariga asoslangan odatdagi usullardan foydalanishga imkon bermaydigan alohida tuzilmaga ega. Teletrafikaning bu xususiyatlariga e’tibor qilmaslik, yuklanishni to‘g‘ri baholamaslikka va o‘zini oqlamaydigan qarorlar chiqarishga olib keladi.

Bu xususiyat teletrafikaning o‘ziga o‘xshashlik effektini namoyon bo‘lishi bilan bog‘liq. O‘ziga o‘xshash trafikda nisbatan past, o‘rta daraja sharoitida ma’lum miqdordagi yetarlicha kuchli chiqarib tashlashlar bo‘ladi, bu esa xatto trafikning o‘rtacha intensivligi mazkur kanalda uzatish mumkin bo‘lgan darajadan ancha past bo‘lganida ham o‘ziga o‘xshash trafikni tarmoq orqali o‘tishidagi kechikishlari va djitterlari ancha ortadi.

1.6-jadval

Multimediali xizmatlar trafigining parametrlari
(umumiy qiymatlar)

Multimediali xizmatlar turi	Multimediali trafiklarning parametrlari					
	J, Mbit/s	∇, Mbit/s	K	$T_0^{(p)}$	$T_0^{(s)}$	λ, seans/sut
IP-telefoniya	0.064	0.064	1	100	100	5
Yuqori sifatli tovush	1	1	1	53	53	3
Videotelefoniya	10	2	5	1	10	6
Videokonferensiya	10	2	5	1	1000	6

Masofadan tibbiy xizmat ko‘rsatish	10	2	5	1	1000	3
Videomonitoring	10	2	5	-	-	6
Radio va televizion dasturlarni olib ko‘rsatish	34	34	1	-	-	6
Raqamli televideniya	34	34	1	-	5400	6

O‘ziga o‘xshash jarayonlar uzun xotirali jarayonga kiradi, bu esa ularning nisbatan yaqindagi o‘tishini bilgan holda ularning kelajagini bashorat qilish imkonini beradi. Shuni ta’kidlash kerakki, teletrafikani bashorat qilish xizmat ko‘rsatish sifatini (QoS) oshirishni ta’minlovchi tarmoqlarning ishlash algoritmini ishlab chiqishda nihoyatda muhim. Xizmatlar provayderlari uchun tarmoqlarning yuklanishini bashorat qilish, ularni o‘z vaqtida rivojlanishini rejalashtirishga imkon beradi.

Hozirgi vaqtga kelib, Ethernet, SS7, VoIP, TCP va boshqa keng tarqalgan protokollardan foydalanishda o‘tkazuvchi tarmoqlarda trafik o‘ziga o‘xshash tuzilmaga ega bo‘lishi keltirilgan. Xuddi shunga o‘xshash omillar paketlar kommutatsiyali uyali telefon tarmoqlarida ham aniqlangan. Bundan keyin o‘ziga o‘xshash jarayonlarning xususiyatlarini tasvirlab beruvchi ayrim holatlarni ko‘rib chiqamiz.

Faraz qilaylik, X =([X1, X2,…) – diskret argument (vaqt) $t \in N \cong \{1,2...\}$ning keng ma’nodagi barqaror tasodifiy jarayonning yarim cheksiz kesmasi.

X jarayonning o‘rtacha va dispersiyani mos holda $\mu<\infty$ va $\sigma^2<\infty$ orqali, X jarayonning avtokorrelyatsion funksiyasi esa quyidagicha,

$$r(k) \cong \frac{\overline{(X_{t+k}-\mu)(X_t-\mu)}}{\sigma^2}, \quad b(k) \cong \sigma^2 r(k), \quad k \in Z_+ \cong \{0,1,2...\}. \quad (1.9)$$

X jarayon keng ma’noda barqaror bo‘lgani uchun o‘rtacha μ, dispersiya $D\{x\}=\sigma^2=b(0)$, korrelyatsiya koeffitsienti r(k) va avtokorrelyatsiya b(k) t vaqtga bog‘liq emas va r(k)=r(k), b(k)=b(-k).

Quyida keng ma’noda qat’iy o‘ziga o‘xshash jarayonning ta’rifini keltiramiz.

Ta’rif. Agar

$$r_m(k) = r(k), \ k \in Z_+, \ m \in \{2,3,...\}$$

bo‘lsa, N=1-(β/2), 0<β<1 parametr bilan X jarayon keng ma’noda qat’iy o‘ziga o‘xshash (KMQO‘O‘) deyiladi, ya’ni KMQO‘O‘ jarayon o‘zining korrelyatsiya koeffitsientini m uzunlik bloklari bo‘yicha o‘rtachalashtirilgandan so‘ng o‘zgartirmaydi.

Boshqacha aytganda, agar ulanish $X^{(m)}$ jarayon ikkinchi tartibli statistik tavsiflarga nisbatan kamida dastlabki X jarayondan farq qilmasa, u holda X – KMQO‘O‘ bo‘ladi.

Ta’rif. Agar

$$\lim_{m\to\infty} r_m(k) = g(k), \quad k \in N$$

bo‘lsa, u holda N=1-(β/2), 0<β<1 parametri bilan X jarayon keng ma’noda asimptotik o‘ziga o‘xshash (KMAO‘O‘) (second-order asymtotical self-similarity) deyiladi. Bu ta’rifning ma’nosi shundan iboratki, agar m uzunlikdagi bloklar bo‘yicha o‘rtachalashtirilgandan so‘ng va m→∞ bo‘lganida, u KMQO‘O‘ jarayonga yaqinlashsa, u holda X jarayon KMAO‘O‘ jarayon bo‘lib hisoblanadi.

KMQO‘O‘ tushunchasi bilan birga oddiy o‘ziga o‘xshash jarayon tushunchasi mavjud bo‘lib, uni atamada ko‘proq farqlash uchun tor ma’noda o‘ziga o‘xshash (TMShO‘) jarayon deb ataymiz.

Ta’rif. Agar

$$m^{1-H} X^{(m)} = X, \quad m \in N$$

ifoda o‘rinli bo‘lsa, H=1(β/2), 0<β<1 parametrli X jarayon tor ma’nodagi o‘ziga o‘xshash deyiladi.

Tarmoqlarda multimediali trafikka xizmat ko‘rsatish sifati parametrlari. Turli xil ko‘rinishdagi trafikni uzatishda har bir foydalanuvchiga telekommunikatsiya transport ulanishi taqdim etilishi kerak bo‘lib, u shu trafikka mos xizmat ko‘rsatish sifatini xalqaro tavsiyalar va standartlarga muvofiq ta’minlashi kerak.

Ulanish sifatining quyidagi asosiy parametrlari ajratiladi: ulanish o‘rnatilgan vaqti; ulanishni o‘rnatish ehtimolligi; ulanishning uzilish ehtimolligi; kechikish; yo‘qolish ehtimolligi; djitter.

Ulanishni o‘rnatilish vaqti $t^{(cn)}$ – abonent tomonidan tegishli multimediali xizmatni taqdim qilishga talabnoma bergan paytda, bu xizmatni taqdim etish boshlangan paytgacha bo‘lgan vaqt oralig‘i tarzida aniqlanadi.

Ulanishni o‘rnatish ehtimolligi $P^{(cn)}$ – tegishli xizmat taqdim etilgan talabnomalar sonining shu xizmatni taqdim etishga talabnomalarning umumiy soniga nisbatidir.

Ulanishning uzilish ehtimoli $P^{(rj)}$ – tegishli xizmat to‘liq taqdim qilinmagan talabnomalar sonining xizmat ko‘rsatilgan talabnomalarning umumiy soniga nisbati tarzida aniqlanadi.

Kechikish τ_i – *i*-bloki jo‘natuvchilariga tegishli xizmatning trafigi ma’lumotlarini *i*-blok jo‘natuvchilariga uzatishning boshlanishi bilan va foydalanuvchining shu blokni qabul qilib olishining tugashi vaqti orasidagi vaqt oralig‘i tarzida aniqlanadi. τ_I kechikish uzatilayotgan ma’lumotlar bloklarining telekommunikatsiya tarmog‘i uzellari orasidagi aloqa kanallari bo‘yicha paketlashtirish, uzatish va tarqatish vaqtlari, shuningdek, bu bloklarni oraliq kommutatorlar va tarmoq marshrutizatorlari navbatlarida kutishlari vaqti yig‘indisidan tashkil topadi.

Asinxron telekommunikatsiya tarmog‘ida ma’lumotlar bloklarining kechikishi har bir blok uchun har xil bo‘lishi mumkin va u tasodifiy kattalikni ifodalashi mumkin bo‘lib, u quyidagi tarzda ifodalanadi:

$$\tau_i = \tau_i^p + \sum_{k=1}^{M} \tau_{ik}^{pr} + \sum_{j=1}^{N} (\tau_{ij}^{sr} + \tau_{ij}^{wt}), \qquad (1.10)$$

bu yyerda: τ_i^p - trafikning *i*-ma’lumotlar blokini paketlashning tasodifiy vaqt kattaligi, M – xizmatning ikki abonent o‘rtasidagi aloqa kanallarining umumiy soni; N – xizmatning ikki abonent orasida joylashgan kommutatsiyalash qurilmalari soni; τ_{ik}^{pr} -aloqa kanali bo‘yicha trafikning *i*-ma’lumotlar bloki tarqalish vaqtining tasodifiy kattaligi; τ_{ij}^{sr} - *j*-kommunikatsiya qurilmasida trafikning *i*-ma’lumotlar blokiga xizmat ko‘rsatish vaqtining tasodifiy kattaligi; τ_{ij}^{wt} - *j*-kommutatsiya qurilmasida trafikning *i*-ma’lumotlar blokining navbatda kutish vaqtining tasodifiy kattaligi.

O‘rtacha kechikish $\bar{\tau}$ uzatilayotgan ma’lumotlar bloklarining barcha kechikishlarining o‘rtacha qiymati sifatida aniqlanadi:

$$\bar{\tau} = \frac{1}{N^{(b)}} \sum_{i}^{N^{(b)}} \tau_i , \qquad (1.11)$$

bu yyerda $N^{(b)}$ – yetkazib berilgan ma’lumotlar bloklarining umumiy soni.

Yo‘qotishlar ehtimolligi $P^{(rs)}$ - manzilga yetkazib berilmagan ma’lumotlar blokining, topshirilganlarning umumiy soniga nisbati bilan belgilanadi.

Djitter $\sigma^{(\tau)}$ – mos xizmat trafigining ma’lumotlar blokini uzatishni kechikishi $\tau^{(\max)}$ va $\tau^{(\min)}$ o‘rtasidagi farqi sifatida aniqlanadi:

$$\sigma^{(\tau)} = \tau^{(\max)} - \tau^{(\min)}, \qquad (1.12)$$

bu yyerda

$$\tau^{(\min)} = \bar{\tau} - \sqrt{D\left[\bar{\tau}\right]}, \qquad \tau^{(\max)} = \bar{\tau} + \sqrt{D\left[\bar{\tau}\right]}, \qquad (1.13)$$

dispersiya esa

$$D[\tau] = \frac{1}{N^{(b)}} \sum_{i=1}^{N^{(b)}} (\tau_i - \bar{\tau})^2 . \qquad (1.14)$$

Transport ulanish parametrlarining abonentlarga taqdim etilayotgan xizmat sifatiga ta’siri 1.7-jadvalda keltirilgan.

Eslatma. Katta, o‘rtacha, kam atamalari quyidagilarni aniqlaydi: katta – telekommunikatsiya ulanishining xizmatni taqdim etish sifatiga kuchli ta’siri. Bu parametrning katta qiymatiga yo‘l qo‘yilmaydi; O‘rtacha – taqdim etilayotgan xizmat sifatiga telekommunikatsiya ulanishining paramertlarini o‘rtacha ta’siri. Bu parametrning uncha katta bo‘lmagan qiymatiga yo‘l qo‘yiladi; Kam – taqdim etilayotgan xizmat sifatiga telekommunikatsiya ulanishining paramertlarini kuchsiz ta’siri. Bu parametrning katta qiymatiga yo‘l qo‘yiladi.

Yetkazib berish vaqti va djitterning qiymatlari haqiqiy vaqt masshtabida amalga oshiriladigan xizmatlar uchun tarmoqning muhim tavsiflari hisoblanadi.

Telekommunikatsiya sohasida Yevropa tadqiqot markazining (RACE - Research on Advanced Communication in Europe) tadqiqotlari natijasida olingan multimediali xizmatlarning asosiy turlari uchun aniqlangan ulanishni o‘rnatish va ulanishni uzish ehtimolligi vaqti, ulanishni o‘rnatish ehtimolliklari, paketni yo‘qolish ehtimolligi, djitter, kechikishlarni yo‘l qo‘yilgan qiymatlari 1.8-jadvalda keltirilgan.

1.7-jadval

Transport ulanish parametrlarining xizmatni taqdim etish sifatiga ta’siri

Sifat parametrlari	Xizmat turi			
	Telefon	Videokonferensiya	Talabga ko‘ra video	Ma’lumotlar uzatish
Kechikish	Katta	Katta	O‘rtacha	Kam

Ulanishni o‘rnatish vaqti	Katta	Katta	O‘rtacha	O‘rtacha
Djitter	Katta	Katta	Katta	Kam
Yo‘qotish ehtimolligi	O‘rtacha	O‘rtacha	O‘rtacha	Katta
Ulanishni o‘rnatish ehtimolligi	Katta	Katta	Katta	Katta
Ulanishni uzilish ehtimolligi	Katta	Katta	Katta	Kam

1.8-jadval

Multimediali trafikni uzatishda xizmat ko‘rsatish sifati parametrlarining ruhsat etiladigan qiymatlari

Xizmat turi	Xizmat ko‘rsatish sifat parametrlari				
	$t^{(cn)}$,c	$R^{(rj)}$	τ, ms	$R^{(rs)}$	σ_τ , c
IP-telefoniya	0.5...1	10^{-3}	25...500	10^{-3}	100...150
Videokonferensiya	0.5...1	10^{-3}	30	10^{-3}	30...100
Talab bo‘yicha raqamli video	0.5...1	10^{-3}	30	10^{-3}	30...100
Oddiy ma’lumotlarni uzatish	0.5...1	10^{-6}	50...1000	10^{-6}	-
Televizion ko‘rsatuvlar	0.5...1	10^{-8}	1000	10^{-8}	-

Nazorat savollari

1. Zamonaviy tarmoqlarga qanday talablar qo‘yilgan?
1. Zamonaviy aloqa tarmoqlarida qanday xizmatlar yuzaga kelgan?
2. Multimedia deganda nimani tushunasiz?
3. Multimedia yo‘nalishini kelib chiqishi nimaga asoslangan?
4. Nima uchun multimediaga bo‘lgan talab oshib bormoqda?
5. Multimedia texnologiyalarining afzalliklari va xususiyatlari to‘g‘risida tushuncha bering.
6. Multimedianing qanday sinflarini bilasiz, tushuncha bering?

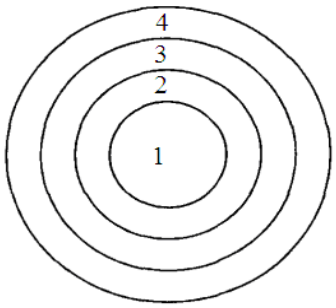
7. Multimediali ilovalarni uzatish tarmog‘iga qanday talablar qo‘yiladi?
8. Multimediali trafikning qanday turlari mavjud va ularni qisqacha tavsiflang?
9. Multimediali trafik qanday parametrlar bilan xarakterlanadi?
10. O‘ziga o‘xshash trafik tushunchasi nima?
11. Multimediali trafikni xizmat ko‘rsatish sifati qanday parametrlar bilan xarakterlanadi?

3.2. Multimediali aloqa tarmog‘ida qo‘llaniladigan texnologiyalar

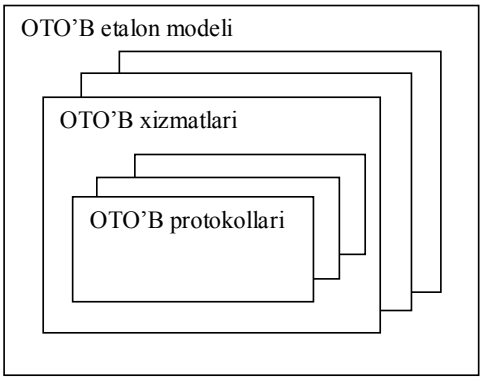
Ochiq tizimlarning o‘zaro bog‘lanish etalon modeli. Aloqa bu tarmoq va aloqa xizmati yig‘indisini o‘zida namoyish etadi (2.1-rasm). Telekommunikatsiya xizmati – bu xizmatlardan foydalanuvchilarni ta’minlovchi vositalar majmuasidir. Ikkilamchi tarmoqlar telekommunikatsiya xizmatlarida signallarni kommutatsiyalash, transportlashni ta’minlaydi. Birlamchi tarmoqlar ikkilamchi tarmoqlarni ta’minlaydi. Mos keluvchi xizmatni tarkibiy qismi foydalanuvchilarda joylashgan oxirgi qurilma hisoblanadi.

Xizmat namunasi sifatida telefon aloqasini keltirish mumkin. U telefon aloqa, ma’lumotlar uzatish va boshqa xizmatlarni taqdim qiladi. Telefon tarmog‘i bo‘yicha ma’lumotlar uzatish (telefon xizmatini qo‘llab) telefon kanallari bo‘ylab ma’lumotlar uzatish xizmati sifatida ko‘riladi. Telefondan foydalanuvchi o‘zining kompyuterini modem yordamida telefon tarmog‘iga ulashi mumkin. Ma’lumotlar uzatish xizmati sifatida biz ma’lumotlar uzatish uchun mahsus yaratilgan aloqa tizimini tushunamiz, ya’ni qurilma va dasturiy vositalar majmui, qayta ishlash usullari, taqsimlash va ma’lumotlar uzatish. Shu vaqtning o‘zida ma’lumotlar uzatish xizmati telefon aloqa xizmatini ham taqdim etishi mumkin.

Telekommunikatsiyaning barcha xizmatlarida axborot almashish avvaldan belgilangan aniq qoidalar bo‘yicha amalga oshishi kerak. Bu qoidalar (standartlar) elektr aloqaning bir nechta xalqaro tashkilotlari tomonidan ishlab chiqiladi. 1978 yilda standartlashtirish bo‘yicha xalqaro tashkilotda SC16 komiteti tashkil etildi. Uning vazifasi - ochiq tizimlarning o‘zaro bog‘lanishi uchun xalqaro tavsiyalar ishlab chiqarishdir.



2.1-rasm. Aloqa arxitekturasi:
1-telekommunikatsiyaning birlamchi tarmog‘i;
2-telekommunikatsiyaning ikkilamchi tarmoqlari;
3-telekommunikatsiya vazifalari;
4- telekommunikatsiya xizmatlari.



2.2-rasm. OTO‘B uchun standartlar ishlab chiqish strukturasi

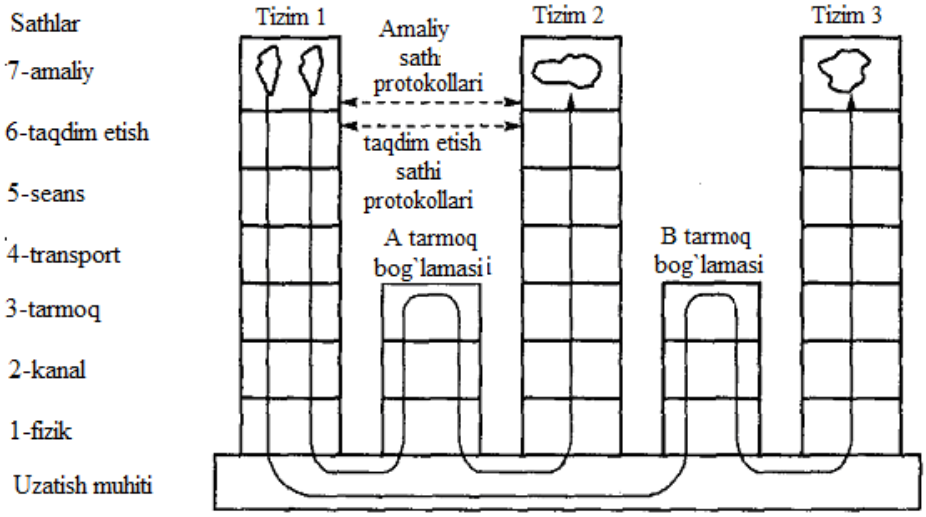
Ochiq tizim deb – ochiq tizimlar talablarini qondiruvchi, turli tizimlar bilan o‘zaro ta’sirlashishi mumkin bo‘lgan tizim tushuniladi. Agar tizim ochiq tizimlarning o‘zaro bog‘lanish (OTO‘B) etalon modeliga mos kelsa, u ochiq tizim hisoblanadi.

OTO‘B etalon modeli – standartlar tuzilishining umumiy strukturasi. U alohida standartlar orasidagi o‘zaro bog‘lanish prinsipini aniqlaydi va OTO‘B uchun talab etiladigan ko‘pgina standartlarni bir vaqtda ishlab chiqish imkonini ta’minlash uchun asos hisoblanadi. Biroq OTO‘B standarti faqatgina etalon modelni aniqlabgina qolmay, balki etalon modelni qondiruvchi aniq xizmatlar to‘plamini, shuningdek xizmatlarni ta’minlovchi protokollar to‘plamini aniqlashi zarur. Bunda protokol deb, bir-biri bilan ishlovchi sathlarni o‘zaro ta’sirlashish qoidalarini va jarayonlarini aniqlaydigan xujjat tushuniladi.

1983 yilda etalon model sifatida yetti sathli model tasdiqlangan (2.3-rasm). Bunda ochiq tizimlarga taalluqli barcha jarayonlar o‘zaro bog‘langan sathlarga bo‘linadi. Yetti sathli modelda (1-3) quyi sath protokollari axborot uzatishga, yuqori sath (5-7) protokollari axborotlarni qayta ishlashga mo‘ljallangan. Transport sath protokollari ba’zida alohida ajratiladi, u axborot uzatish bilan bevosita bog‘liq emas. Biroq bu sath

o‘zining vazifalari bo‘yicha quyi sathlarga yaqin bo‘lgani uchun quyi sathga tegishlidir.

Barcha yettita sathning vazifasi amaliy jarayonlarni ishonchli o‘zaro ta’sirini ta’minlashdir. Bunda amaliy jarayonlar sifatida foydalanuvchilarning ehtiyoji uchun axborotlarni berish, kiritish, saqlash va qayta ishlash jarayonlari tushuniladi. Har bir sath o‘zining vazifasini bajaradi. Biroq sathlarning xavfsizligi uchun ular bir-birining ishini tekshiradi.



2.2-rasm. OTO‘B etalon modelining tuzilishi

Amaliy sath *(application)* – tarmoqda uzatiladigan axborot manbalari va foydalanuvchilari hisoblanuvchi amaliy jarayonlar va tarmoq terminallarini boshqaradi. Bu sathning vazifasi foydalanuvchining dasturini ishga tushirish, ularni bajarishni, ma’lumotlarni kiritish-chiqarishni, terminallarni boshqarish va tarmoqni ma’muriy boshqarishdir. Bu sathda foydalanuvchilarga turli xizmatlarni taqdim etish ta’minlanadi. Bu sathda ma’lumotlar uzatish infratuzilmasini sozlash hisoblanuvchi texnologiyalar ishlaydi: elektron pochta, tele va videokonferensiya, resurslarga ulanish, internetda ishlash va b.q.

Taqdim etish sathi *(presentation)* – tarmoqda uzatiladigan ma’lumotlarni amaliy jarayonlar uchun qulay bo‘lgan ko‘rinishga o‘zgartirish va izohlash. Ma’lumotlarni moslashtirilgan formatda va tuzilishda taqdim etish, turli tillardan izohlash dasturi, translyatsiyalash, ma’lumotlarni shifrlashni ta’minlaydi.

Seans sathi *(session)* – amaliy jarayonlar orasidagi aloqa seanslarini o‘tkazish va tashkil qilish (tarmoq abonentlari orasidagi seanslarni ta’minlash, ma’lumotlar uzatish rejimini va navbatini boshqarish: simpleks, yarimdupleks, dupleks). Bu sathning ko‘pgina funksiyalari, ulanishni o‘rnatish va amaliyotda ma’lumotlar almashish tartibini ta’minlash transport sathda amalga oshiriladi, shuning uchun seansli sath protokollarini qo‘llash chegaralanishga ega.

Transport sathi *(transport)* – ma’lumotlarni segmentlashtirishni boshqarish (segment – transport sathni ma’lumotlar bloki) va manbadan foydalanuvchiga (abonentlar orasidagi logik kanalni o‘rnatish va axborotni boshqarishni almashtirish, ma’lumotlar uzatish sifatini ta’minlash) ma’lumotlarni ikki tomonlama uzatish. Bu sathda tarmoq sathga taqdim etiladigan xizmatlar qo‘llanilishi optimallashtiriladi, ya’ni kam xarajatlarda maksimal o‘tkazish qobiliyati ta’minlanadi. Transport sath protokollari juda keng rivojlangan va amaliyotda jadal qo‘llaniladi. Bu sathda uzatilayotgan axborotning ishonchliligini nazoratiga katta ahamiyat berilgan.

Tarmoq sathi *(network)* – tarmoqda ma’lumotlar uzatishni logik kanalini boshqarish (ma’lumotlarni marshrutlash va adreslash, kommutatsiyalash: kanallar, xabarlar, paketlar va multipleksorlash). Bu sathda tarmoqning bosh telekommunikatsiya vazifasi – foydalanuvchilarning aloqasini ta’minlash amalga oshiriladi. Tarmoqning har bir foydalanuvchisi albatta bu sathning protokollarini qo‘llaydi va tarmoq sathi protokollari qo‘llaniladigan o‘zining yagona tarmoq adresiga ega. Bu sathda ma’lumotlarni strukturalash bajariladi – ma’lumotlarni paketlarga joylashtirish va paketlarga tarmoq adreslarini berish (paket–tarmoq sathini ma’lumotlar bloki).

Kanal sathi *(data-link)* – tarmoq sathi obyektlari orasida ma’lumotlar uzatishni fizik kanalini boshqarish va shakllantirish, fizik ulanishlarni shaffofligini ta’minlash, uzatishdagi xatoliklarni to‘g‘rilash va nazorat qilish. Bu sathning protokollari ko‘p sonli va o‘zining funksional imkoniyatlari bilan bir-biridan farqlanadi. Bu sathda ko‘p kanalga ulanish protokollari mavjud. Boshqarish kadrlar sathida bajariladi (kadr–kanal sathidagi ma’lumotlar bloki).

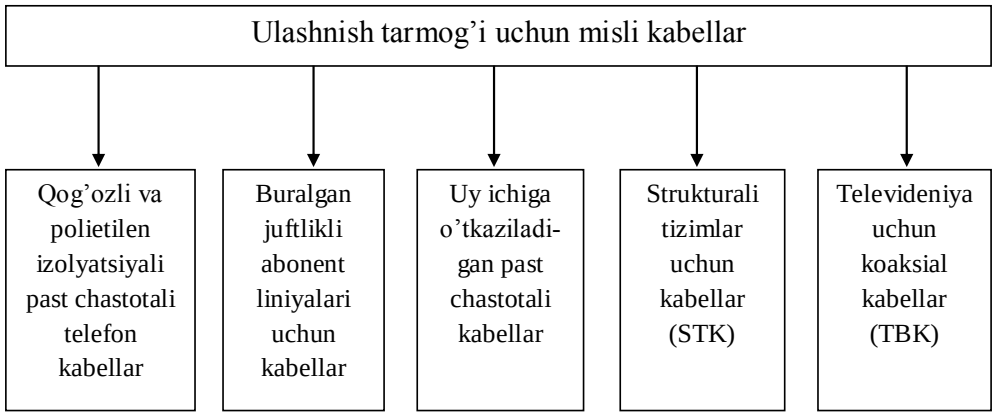
Fizik sath *(physical)* – tarmoqni fizik kanal bilan ulanishini uzish va ushlab turish, o‘rnatish. Boshqarish raqamli bitlar sathida (impulslar, uning amplitudasi, formasi) va analog (uzluksiz signalni fazasi, amplitudasi va chastotasi) sathda bajariladi. Sathlar orasida uzatiladigan axborot bloklari standart formatga ega: sarlavha, xizmat axboroti, ma’lumotlar va oxir. Har

bir sath axborot blokini quyida turuvchi sathga uzatishda, uni o‘zining sarlavhasi bilan ta’minlaydi. Yuqori turuvchi sathni sarlavhasi quyi turuvchi uzatiluvchi ma’lumotlar singari qabul qilinadi.

Axborotni uzatish muhiti sifatida mis kabellar, tolali optik kabellar va atrof fazo (simsiz aloqa) bo‘lishi mumkin. Magistral aloqa uchastkalarida asosan optik kabellar keng qo‘llaniladi. Keng polosali ulanish tarmog‘ida asosan mis kabellar qo‘llaniladi. Shuning uchun asosan ulanish tarmoqlarida qo‘llaniladigan misli kabellar turini ko‘rib chiqamiz.

Misli kabellar. Ulanish tarmoqlarida qo‘llaniladigan misli kabellarning turlarini klassifikatsiyasi 2.4-rasmda keltirilgan.

Bu kabellarni tok o‘tkazuvchi simlari 0.32; 0.4; 0.5 va 0.7 mm diametrli misli simdan tayyorlangan va polietilen bilan izolyatsiyalangan. Izolyatsiyalangan simlar juft yoki to‘rtta ko‘rinishda o‘ralgan. Kabellarni ishonchliligini oshirish uchun va qobiqqa namlikni kirmasligi uchun gidrofrob to‘ldirgich bilan germetiklangan kabellar ishlab chiqilgan.



2.3-rasm. Misli kabellarning turlari

TPEPZ – telefon, polietilen izolyatsiyali, alyumin folgali ekranli, gidrofrob to‘ldirgichli, polietilen qobiqli;

TPPZPB - TPEPZga aynan o‘xshash, lekin bronlashgan lenta qatlamli va polietilen shlangali.

Ko‘rsatilgan past chastotali kabellar ko‘pgina tarmoqlarda qo‘llaniladi. Tarmoq rivoji uchun bu kabellarni imkoniyatlarini bilish zarur. Avvalo chastotalardagi uzatish xarakteristikalarini 2 dan yoki 10 MHz gacha. Ko‘rsatilgan diapazonlarda, terminallardan abonentgacha yuqori tezlikli trafikni uzatish imkoni baholanadi.

Bunda aniqlanadigan xarakteristikalar quyidagilar hisoblanadi:

- turli haroratda misli juftlikni so‘nishi kilometrda (α [dB/km]);

- yaqin va uzoq oxirlardagi misli juftliklar orasidagi o‘tuvchi so‘nish (A) [dB]; A_1[dB];
- o‘tuvchi va tashqi halaqitlar kattaligi;
- to‘lqinli qarshilik (IZ_bI Om);
- shleyfning qarshiligi R_0 [Om/km].

2.1-jadval

TPVAD turidagi kabel

Kabel markasi	Qo‘llanilish muhiti
TPVAD 1x2x0.5 2x2x0.5 3x2x0.5 4x2x0.5	Bino ichida 200 kHz chastotagacha signallarni uzatish uchun silindr o‘zakli kabellar
TPVAD 2(1x2x0.5) 2(2x2x0.5) 2(4x2x0.5)	Bino ichida 2048 kHz chastotagacha signallarni uzatish uchun ikkita parallel ekranlashtirilgan guruhli kabellar

Past chastotali kabellarni qo‘llash muhiti–abonent ulanuvchi tarmoqdir:

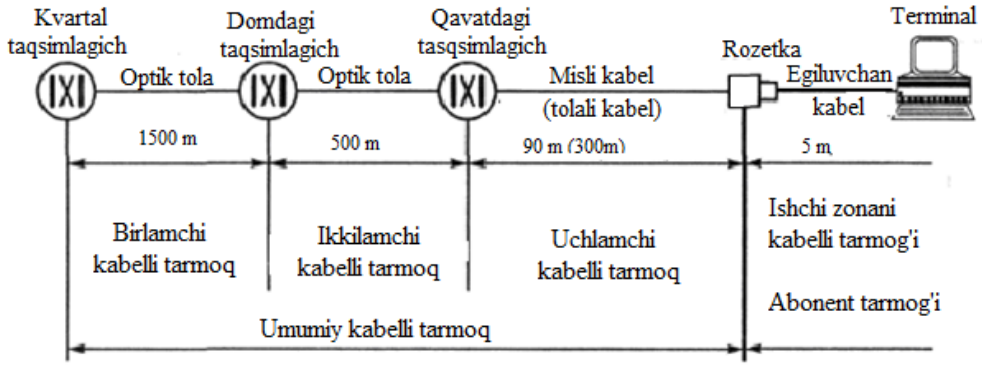
- 200 kHz gacha ekranlashtirilgan va ekranlashtirilmagan;
- 2048 kHz gacha faqat ekranlashtirilgan.

Bu kabellarning konstruksiyasi 0.1, 100, 200 kHz chastotalarda, qurilish uzunligida yaqindagi oxirda zanjirlar orasidagi o‘tuvchi so‘nishni ta’minlaydi, mos holda 90, 80, 70 dB.

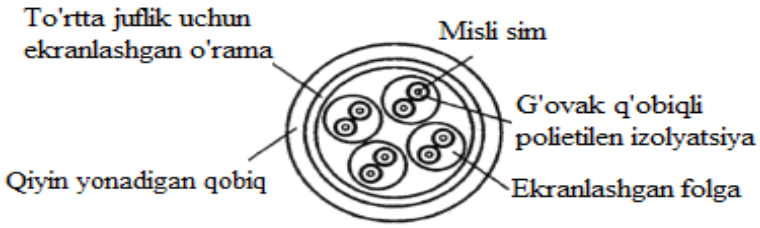
Strukturalashgan kabelli tizimlar (SKT) (Structured Cabling System, SCS) – lokal tarmoqlar uchun universal kabel yotqazishni tashkil etadi. SKT markaziy elementi misli va bimetall juftlikli kabeldir. Kabelni shakllantirishda misli juftliklar o‘zaro qo‘shimcha tarzda o‘raladi va hosil bo‘lgan o‘ram ekranlashgan yoki ekranlashmagan izolyatsiyali qobiqqa joylashtiriladi.

Quyida SKT kabelning xarakteristika va tuzilishi keltirilgan:

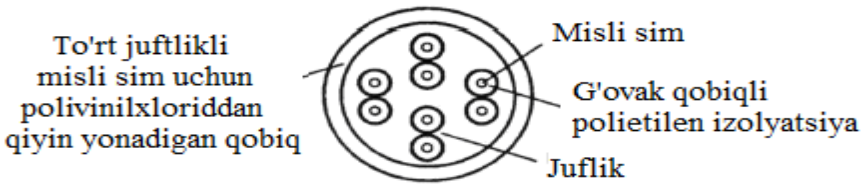
- UTP (Unshielded Twisted Pair) – ekranlashtirilmagan juftlik;
- STP (Shielded Twisted Pair) – ekranlashgan juftik.



2.4-rasm. EN 50173 standarti bo‘yicha kabelli tarmoqni umumiy tuzilishi



2.5-rasm. Ekranlashtirilgan kabelning tuzilishi S-STP 600/900/1000/1200



2.6- rasm. UTP 300 ekranlashtirilmagan kabelning tuzilishi

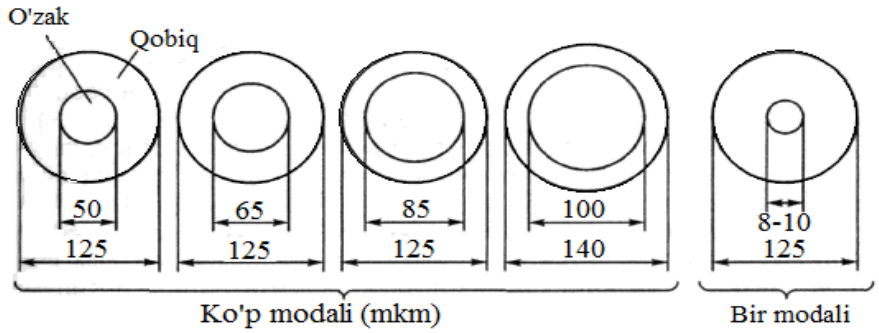
Tolali optik kabellar. Multiservisli tarmoq haqidagi zamonaviy tushuncha abonent terminaligacha yoki oraliq tugallanishgacha (gibrid usul tola-mis) qo‘llaniluvchi tolali-optik kabellar bilan uzluksiz bog‘liq.

Optik tolalarda yorug‘lik nurini aks qaytish effekti qo‘llaniladi. Tola silindr yoki to‘g‘ri burchakli ko‘rinishda ishlab chiqariladi. To‘g‘ri burchakli tolalar mikrosxemalarda, silindr ko‘rinishidagi tolalar kabellar asosida qo‘llaniladi (2.8-rasm.).

Ulanish tarmoqlarida qo‘llaniladigan kabellar quyidagi talablarga javob berishi kerak:

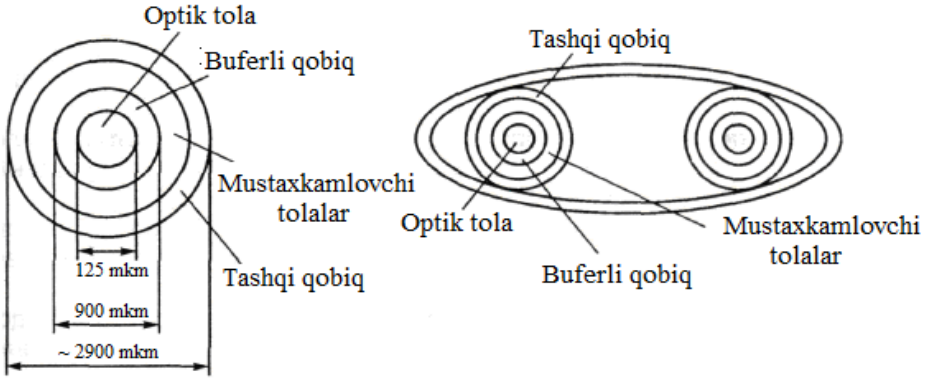
- narxining nisbatan pastligi;

- talab etilgan o‘tkazish oralig‘i;
- ulanish uchastkalarida so‘nishning kichikligi;
- nurlanish manbalari va qabul qilgichlar bilan oddiy ulanish;
- turli haroratlarda ishlashi;
- namlikka, bosimga va tebranishlarga chidamlilik.



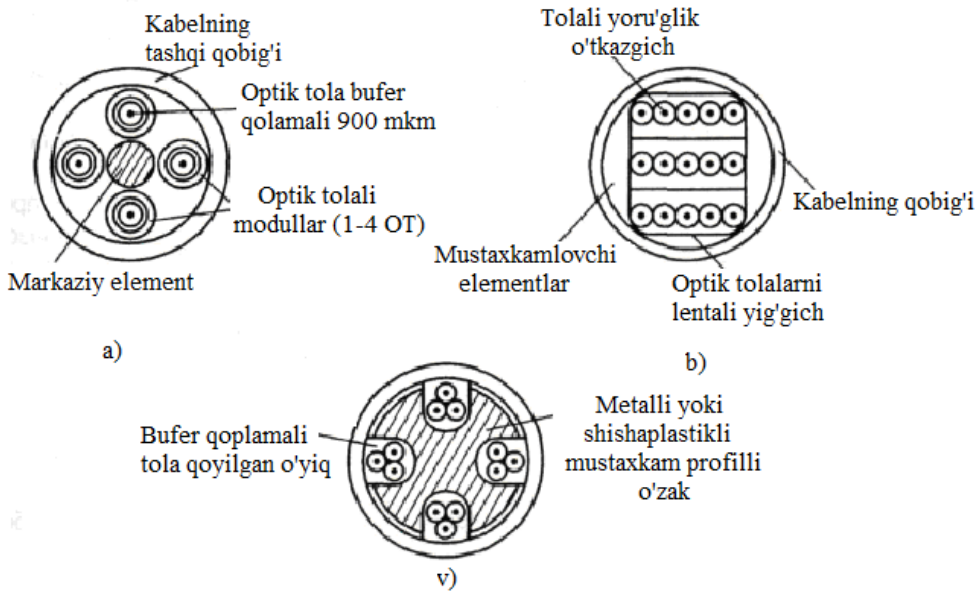
2.7-rasm. Optik tolalarning tuzilish namunasi

Optik kabellar ulanish tarmoqlarida qo‘llanilishiga qarab obyekt, taqsimlagich va magistral turlarga ajraladi. Obyektlarda qo‘llaniladigan optik kabellar (abonent liniyasi) 1-2 tolali ko‘rinishda tayyorlanadi (2.9-rasm).



2.8-rasm. Obyektda qo‘llaniladigan kabellarning tuzilish namunasi

Magistral va taqsimlagich liniyalar uchun modulli, lentali va profillashtirilgan tuzilishli kabellar qo‘llanilishi mumkin. Tolani erkin yotqazish mexanik va termik ta’sirlarni kompensatsiyalash imkonini beradi. Bu tolalarning tuzilishi 2.10-rasmda keltirilgan

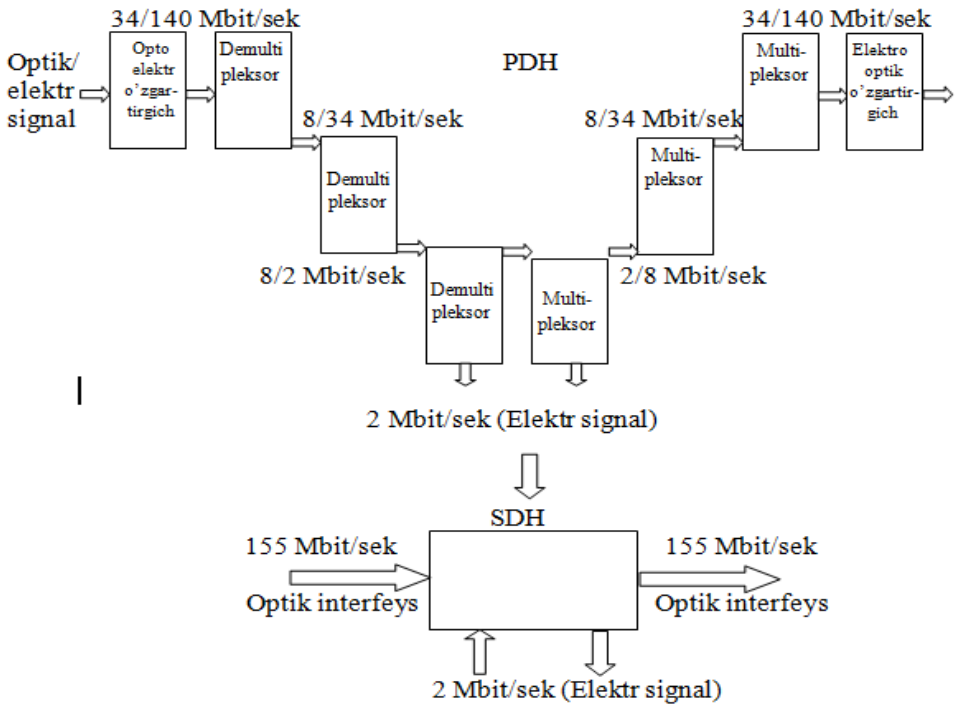


2.9-rasm. Optik kabellarning tuzilishi:

a) tolali taqsimlovchi optik kabel;
b) 20 ta tolali taqsimlovchi optik kabel;
v) profil o‘zakli 12 ta tolali optik kabel

Sinxron raqamli ierarxiya. Hozirgi kunda telekommunikatsiya tarmoqlarida pleziaxron raqamli ierarxiya (PDH) va sinxron raqamli ierarxiyaning (Synchronous Digital Hierarchy, SDH) multipleksorlash qurilmalari qo‘llanilmoqda. Birinchi bo‘lib mahalliy birlamchi tarmoqning raqamli uzatish tizimlari (RUT) yaratildi: IKM-30 va uning turlari. So‘ngra shahar va hududiy tarmoqlarda qo‘llaniladigan PDH-RUT IKM-120, IKM-480, shuningdek tolali optik uzatish tizimlari ishlab chiqildi va qo‘llanildi. PDHda multipleksorlashni kamchiliklaridan biri raqamli oqimlarni ajratishni murakkabligi hisoblanadi. 140 Mbit/s raqamli oqimdan 2 Mbit/s tezlikli oqimni ajratib olish uchun u to‘liq demultipleksorlanishi kerak (2.11-rasm). SDH tizimlarida bu masalani bajarish oddiy.

Bu yyerda 2 Mbit/s tezlikli oqimni kiritish va chiqarish kirish/chiqishli multipleksor (add/drop multiplexer, ADM) yordamida amalga oshiriladi.



2.10-rasm. PDH va SDH tizimlarida raqamli oqimlarni ajratish / birlashtirish jarayonlarini qiyoslash

ITU-T tavsiyasiga asosan SDH uzatish tizimining tezligi 155.52 Mbit/s. SDH RUT telekommunikatsiya tarmog‘i bo‘ylab signallarni transportlash uchun mo‘ljallangan, standartlashtirilgan axborot tuzilishining yig‘indisini tashkil etadi. Ulardan asosiysi N-tartibli STM-N sinxron transport modul hisoblanadi (2.2-jadval).

2.2-jadval

STM-N ning raqamli hajmi

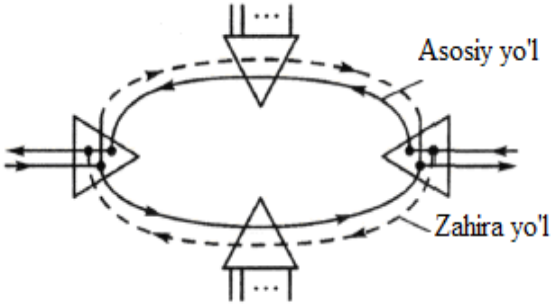
SDH sathlari	1	2	3	4	5
STM turi	STM-1	STM-4	STM-16	STM-64	STM-256
B, Gbit/s	0.155	0.622	2.5	10	40
N_{E1}	63	252	1008	4032	16128
N_{ARK}	1 890	7 500	30 000	120 000	480 000

Izoh: B-uzatish tezligi; E1(N_{E1})-birlamchi raqamli oqimlar soni; N_{ARK}- asosiy raqamli kanallar soni.

SDH RUTning asosiy afzalligi ishonchli, boshqariluvchi transport tarmoq hisoblanadi, ular quyidagilar hisobiga bajariladi:

- har bir segmentni nazorat qiluvchi segmentlashtirilgan aloqa liniyasi;
- qurilmalarni, qurilma bog‘lamalarini, liniyani zahiralash va liniyani avtomatik zahira liniyaga o‘tkazish;
- TMN boshqarish tarmog‘i yordamida transport tarmoqni qayta tuzish imkoni.

SDHda tashkil qilinadigan liniyani zahiralashning keng tarqalgan usullaridan biri bu tarmoqni halqali topologiyasini qo‘llash hisoblanadi (2.12-rasm).



2.11-rasm. Bir yo‘nalishli halqa

Halqa tuzilishida axborot asosiy va zahira yo‘nalishi orqali uzatiladi. Halqaning qaysidir uchastkasida avariya bo‘lsa, o‘sha uchastkadan aylanib o‘tish zahira yo‘l orqali avtomatik tarzda amalga oshiriladi. SDH – bu zamonaviy axborot tarmog‘ining tuzilish qurilmasi – yashovchan, yuqori sifatli transport aloqa tarmog‘idir.

SDH quyidagilarga imkon beradi:

- ko‘p sifatli raqamli kanallarni tashkil qiladi;
- regeneratorlarsiz liniya traktini qurish;
- kross-konnektorlar va kirish-chiqish multipleksorlarni qo‘llash hisobiga oson tuzilishli va tarmoqlangan raqamli tarmoqni yaratish;
- operativ nazorat va ulanish qurilmasi hisobiga foydalanuvchilarga ishonchli kanallar va traktlarni taqdim etadi, shuningdek ishonchli tarmoq tuzilishi;
- tarmoqni operativ boshqarishni amalga oshiradi;
- ATM texnologiyasini qo‘llab yuqori ishlab chiqaruvchi raqamli tarmoq qurish.

To‘lqinli zichlashtirish texnologiyasi. Hozirgi vaqtda O‘zbekiston Respublikasi tarmoqlarida G.652 tavsiyasiga mos keladigan optik tolalar va optik kuchaytirgichlarsiz regeneratsiyalash uchastkasi uzunligi 100...200 km gacha bo‘lgan STM-16 (2,5 Gbit/s) sathidagi sinxron multipleksorlar qo‘llaniladi. Optik tolaning o‘tkazish qobiliyatini nazariy chegarasi uchinchi shaffoflik darchasida, ya’ni 193 GHz chastota tartibida taxminan $3\text{-}10^9$ ARKni tashkil etadi. STM-16 uchun ARK soni $3\text{-}10^5$ teng.

Internet tarmoqlariga ulanuvchi kanallar hajmining oshishi o‘z navbatida foydalanuvchilarga multimedialardan foydalanish imkonini beradi. Bu esa tarmoqqa ulanuvchi operatorlarning sonini oshirishga majbur qiladi, natijada kanallar soni singari ularning uzatish tezliklari ham oshadi. Lekin ma’lumotlarni uzatish hajmining oshishi va mavjud bo‘lgan optik tolalar orqali o‘tkazuvchanlik qobiliyatining tez to‘lishi yana muammolarni yuzaga keltirdi.

Aloqa sohasida axborotlarni uzatish tezligini oshirish nuqtai nazaridan talablarning oshishi, shuningdek yangi regionlarni qamrab olish yangi optik tolali texnologiyalarni, ayniqsa WDM (WDM -Wavelength Division Multiplexing) to‘lqin uzunligi bo‘yicha ajratishga ega bo‘lgan multipleksorlash deb ataluvchi texnologiyani yaratilishiga olib keldi. Bitta optik tolada uzatilayotgan to‘lqin uzunliklari soniga bog‘liq holda CWDM, DWDM va HDWDM texnologiyalari mavjud:

- 200 GHz dan kam bo‘lmagan kanallarni chastotaviy ko‘chiruvchi CWDM (Coarse WDM) tizimlari, ular 16 tadan ko‘p bo‘lmagan kanallarni multipleksorlash imkonini beradi;
- 100 GHz dan kam bo‘lmagan kanallarni chastotaviy ko‘chiruvchi DWDM (Dense WDM) tizimlari, ular 64 tadan ko‘p bo‘lmagan kanallarni multipleksorlash imkonini beradi;
- 50 GHz dan kam bo‘lmagan kanallarni chastotaviy ko‘chiruvchi HDWDM tizimlari, ular 64 tadan ko‘p bo‘lgan kanallarni multipleksorlash imkonini beradi.

WDM texnologiyasining afzalligi:

- kanallarning o‘tkazuvchanlik qobiliyatini yuqoriligi;
- ma’lumotlarni uzatish tezligining yuqoriligi;
- bitta optik tola orqali trafiklarni ikki tomonlama uzatish imkonining mavjudligi;
- tor oraliqli yarim o‘tkazgichli lezerlardan foydalanish imkoniga egaligi (spektr nurlanish kengligi 0.1 nm);

- keng polosali kuchaytirgichlardan va yaqin kanallarni ajratishda optik filtrlardan foydalanish imkoniyati;

- qo‘llaniladigan multipleksor va demultipleksorlarning narxini arzonligi.

IP – tarmoq texnologiyasi. Ethernet - kommutatorlarni ishlab chiqarishni jadal ravishda o‘sishi, 100 Mbit/s, 1 va 10 Gbit/s portlarning hosil bo‘lishi, abonent ulanish tarmog‘ining o‘tkazish qobiliyatini sezilarli darajada oshirdi va keng polosali ulanish xizmatlarini ta’minlash imkonini berdi. Birinchi navbatda bu 50 Mbit/s gacha tezlikli trafik bitta foydalanuvchni axborotli oqimga generatsiyalanadigan audio va video oqimlarga taalluqli. IP tarmoq barcha axborotli oqimlarga xizmat ko‘rsatish imkoniga ega. IP tarmoq orqali VoIP tovush signalini va barcha raqamli formatdagi video tasvirlarni uzatishi mumkin.

Bugungi kunda multiservisli tarmoq deganda faqatgina kanal sathidagi turli xizmatlarni (FR, IP, ISDN, ATM, SDH xizmatlari) yoki tarmoq marshrutlashlarnigina (VLAN yoki VPN) emas, balki axborotli xizmatlarni (ISP, ASP va SSP) ham taqdim etish imkoni tushuniladi.

Operatorlik xizmati – bu, foydalanuvchi xizmatlari bilan shartnomali kelishuv va sifat kafolati. Shuning uchun umumiy foydalanish multiservisli tarmoqning operatori uchun xizmatlarni amalga oshirish mezoni, ularning sifati va kafolati hisoblanadi. Ya’ni parametrlarni sozlash va sifatni nazorat qilishning samarali mexanizmlarining mavjudligi, abonent foydalanadigan barcha xizmatlar paketini kafolatli taqdim etishning mavjudligi.

IP-texnologiyasini keng tarqalishi uning bir qator xususiyatlari bilan aniqlanadi.

Universallik. Hozirgi kunda IP protokollari barcha tarmoq segmentlarida qo‘llanilmoqda, lokal tarmoqlardan magistral tarmoqlargacha. IP texnologiyasi ovoz va video axborotlarni, ma’lumotlarni uzatish uchun qo‘llaniladi. IP asosida qayd etilgan va simsiz aloqa tarmoqlari quriladi.

Masshtablashtirish. Yirik masshtabli tarmoqlar oson rivojlanish imkoniga ega bo‘lishi kerak.

Ochiqlik. Internet tarmog‘i ochiq tizim prinsipiga asoslangan.

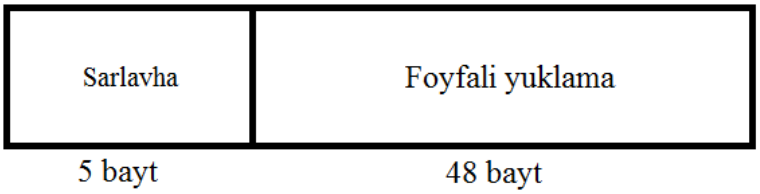
ATM texnologiyasi ma’lumotlar uzatishni turli texnologiyalari qo‘llanilgan tuzilishli tarmoqlarni birlashtirish masalasini yetarli darajada samarali yechish imkoniga ega. Telekommunikatsiyaning barcha

operatorlari bu texnologiyani qo‘llaydi va multiservisli tarmoqni yaratishda asosiy raqobat ATM va MPLS texnologiyalari orasidadir.

ATM texnologiyasida qayd etilgan o‘lchamdagi (53 bayt) paketlar qo‘llaniladi. Xatoliklarni aniqlash va to‘g‘rilash faqat sarlavhada amalga oshiriladi. Axborotli yacheyka ichidagi uchun xech qanday tekshirish va qayta tiklash bajarilmaydi va ulanishga mo‘ljallangan axborot uzatish qo‘llaniladi. ATMni amalga oshirish odatda qurilmali ta’minot yordamida amalga oshiriladi. Buning hammasi multipleksorlash bilan birgalikda kechikish vaqtini kamaytiradi, bu esa real vaqtdagi trafikni uzatishda zarurdir.

ATM texnologiyasi, trafikni boshqarish usullarini va xizmat ko‘rsatish sifati mexanizmlarini taqdim etadi. Bu shuni bildiradiki, ATM tarmoqlarida o‘tkazish qobiliyatini talab etilgan qiymatini kafolatlaydigan resurslarni, uzatishni kechikishi va yacheykalar yo‘qolish sathini zahiralashi mumkin.

Yacheykaning standart tuzilishi 2.13-rasmda keltirilgan. ITU standartiga binoan ATM yacheykasining uzunligi 53 baytni tashkil etadi. Yacheykaning sarlavhasi va foydali yuklama maydoni mos holda 5 va 48 baytdan iborat. Bundan tashqari foydali yuklama maydonida birdan ikki baytgacha uzunlikdagi katta bo‘lmagan sarlavha bo‘lishi mumkin. Foydali yuklama blokidagi foydalanuvchining ma’lumoti segmentatsiya deyiladi. Foydali yuklama blokiga sarlavhani qo‘shilishi inkapsulyatsiya jarayoni sifatida aniqlangan.



2.12-rasm. ATM yacheykasining tuzilishi

Ethernet texnologiyasi. Hozirda ko‘pgina lokal tarmoqlar kanal sathidagi Ethernet texnologiyasi bo‘yicha qurilgan. Kanal sathidagi Ethernet texnologiyasini farq qiluvchi xususiyati uni ikkita sath bo‘yicha ajratishdir: muhitga ulanish bilan boshqarish (Media Access Control, MAC) va logik kanal bilan boshqarish (Logical Link Control, LLC). MAC sathi muhitga ulanish algoritmini, tarmoqda ishchi stansiyalar adresini aniqlaydi, shuningdek fizik muhitni birgalikda qo‘llanilish vazifasini qo‘llaydi. LLC sathi quyidagi xizmatlarni qo‘llaydi:

- ulanishni o‘rnatmasdan va tasdiqlamasdan xizmat ko‘rsatish;
- ulanishga mo‘ljallangan xizmat ko‘rsatish;
- ulanishni o‘rnatmasdan tasdiqlaydigan xizmat ko‘rsatish.

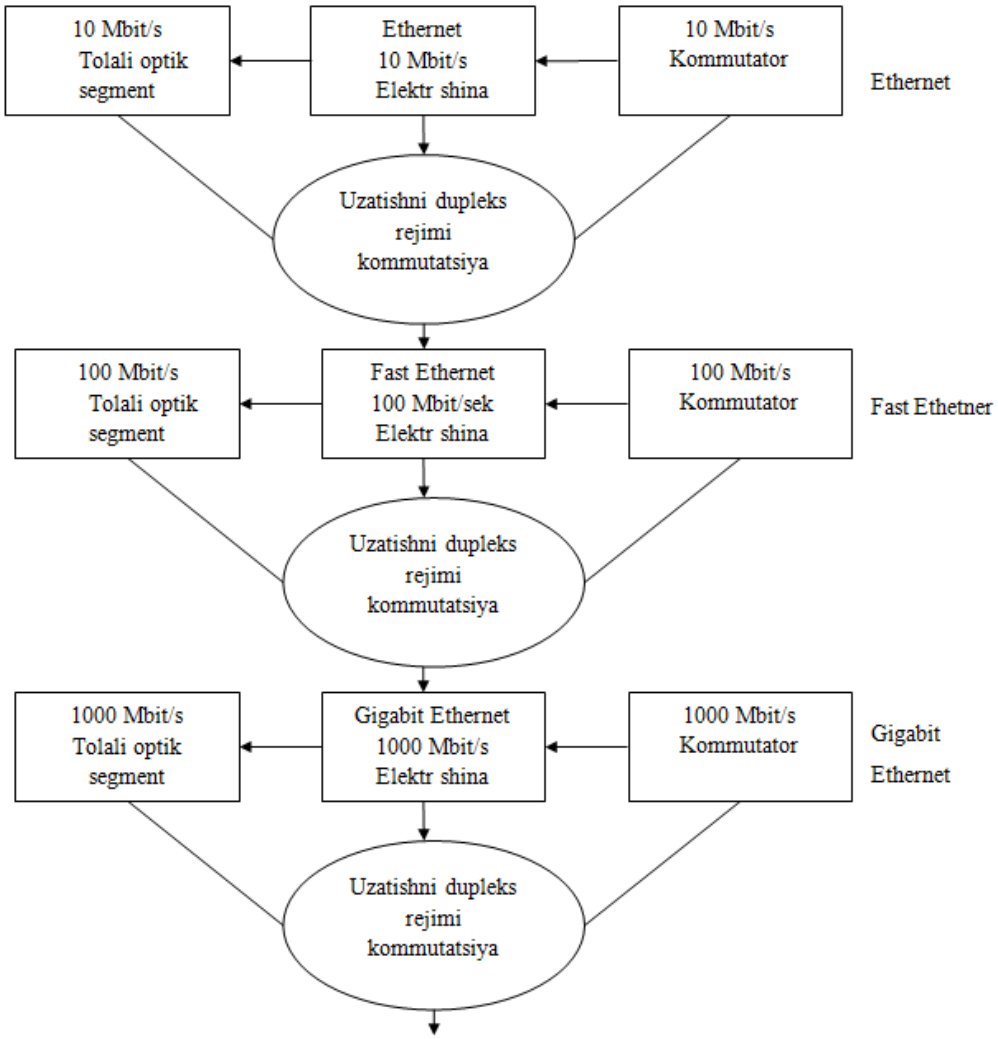
Texnologiyaning asosiy kamchiligi muhitga raqobatli ulanish hisoblanadi. Shuningdek bu kamchilik qurilma narxini yetarlicha kamaytirish imkonini beruvchi afzallik hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda o‘ngigabitli Ethernet (Gigabit Ethernet, GE) fizik sathda DWDM texnologiyasini qo‘llaydi. Shuningdek Gigabit Ethernet texnologiyasi zamonaviy raqamli tarmoqlar uchun bazaviy tarmoq texnologiyasi tarkibiga kirgan. OTO‘B/OSI modelida GE standarti kanal va fizik sathga mos keladi. Ethernet ustidan ovoz, ma’lumotlar, videoni uzatish mumkin. Ko‘p adresli texnologiya har bir foydalanuvchiga chegaralanmagan sondagi televizion va telefon kanallarni yetkazish imkoniga ega, ma’lumotlar uzatish muhitining tezligi sekundiga yuz megabit va gigabit tezliklarda foydalanuvchilarni xizmatlarga ulanish imkonini ta’minlaydi.

MPLS asosidagi multimediali aloqa tarmog‘ining transport telekommunikatsiya texnologiyalari. Zamonaviy tarmoq infratuzilmasini qurishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri axborotni uzatish muhitlari va tizimlarining turli xil ko‘rinishlarini birlashtirishga imkon beruvchi yuqori tezlikli magistral tarmog‘ini va yagona signalizatsiya tizimini tashkil etish uchun optik texnologiyalardan foydalanish hisoblanadi. Bunday birlashtiruvchi texnologiya sifatida hozirgi vaqtda “Multiprotokol Label Switching - MPLS” (belgilar bo‘yicha ko‘p protokolli kommutatsiyalash) telekommunikatsiya texnologiyasi ko‘rib chiqiladi. Mazkur texnologiya IP-paketlarni ilgari surishni tezlashtirishga, trafikni boshqarish va ATM tarmoqlarida qo‘llaniladigan xizmat ko‘rsatish sifatini saqlab qolish mexanizmlari yordamida IP-tarmoqlar uchun xos moslashuvchanlikni saqlab qolishga urinishdan iborat. MPLS texnologiyasini joriy qilish IP-over-ATM arxitekturasiga tegishli bo‘lgan barcha yaxshi xususiyatlarni (samarali multipleksorlash va trafikning moslashuvchanligi, yuqori unumdorlik) saqlab qolishga imkon beradi va shu bilan birga u tarmoqlarning miqyosini yanada qo‘proq orttiradi, ularni qurishni va foydalanishni soddalashtiradi. Shunisi ham muhimki, MPLS faqat ATM bilangina qo‘llanilmasdan, balki kanal darajasidagi istalgan boshqa texnologiya bilan birga qo‘llanilishi mumkin. MPLS texnologiyasi X.25, Frame Relay tarmoqlarida qo‘llaniladigan virtual kanallar konsepsiyasini rivojlantiradi, bunda uni IP tarmoqlarni marshrutlashtirish protokollari yordamida olinadigan topologiya va joriy yuklanish to‘g‘risidagi axborot

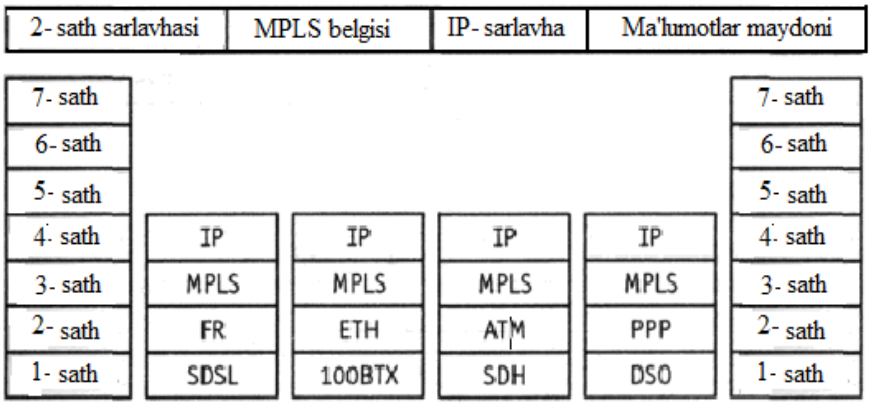
asosida yo‘llarni tanlash texnikasi bilan birlashtiradi. Bu SDH/WDM yoki IP/WDM texnologiyalari asosida Internet tolali-optik magistrallarini keyingi avlodiga o‘tishni soddalashtiradi.

MPLS - bu belgilardan foydalanishga asoslangan ko‘p protokolli tarmoqlarda paketlarning tez kommutatsiya qilish texnologiyasidir. MPLS o‘zida kanal darajasidagi texnologiyalar uchun xos bo‘lgan trafikni boshqarishni, tarmoq darajasidagi protokollarning miqyosliligi va moslashuvchanligini mujassamlashtirgan.



2.13-rasm. Ethernet texnologiyasining rivojlanish bosqichlari

Texnologiyalarning nomidagi “ko‘p protokollilik” shuni anglatadiki, MPLS – inkapsulyatsiyalovchi protokol va boshqa protokollar to‘plamini tashishi mumkin (2.15-rasm). Bugungi kunda Internet provayderlar qatoridagi tarmoqlar ko‘p sathli model asosida tuzilgan, ya’ni mantiqiy marshrutlanuvchi IP–tarmoq ikkinchi sathning kommutatsiyalanuvchi topologiyasi (ATM yoki Frame Relay) ustida ishlaydi. Ikkinchi sathning kommutatorlari yuqori tezlikda ulanishni ta’minlaydi. Shunday qilib, MPLS - bu Internet tarmog‘ini evolyutsion rivojlantirish yo‘lida uning infratuzilmasini ikkinchi (kommutatsiya) va uchinchi (marshrutlashtirish) sathlari vazifalari integratsiyasi yo‘li bilan soddalashtirish tomoniga qo‘yilgan qadamlardan biridir.



2.14-rasm. IP-tarmoqlarda MPLS texnologiyasi va OSI/ISO modeli

MPLS texnologiyasi spesifikatsiyasida oqimlarni tashish va ularni boshqarish vazifalarini ajratish prinsipini asos qilib olinadi. Boshqaruvchi komponentlarni jo‘natuvchidan ajratish, ulardan har birini mustaqil ishlab chiqish va modifikatsiyalash imkonini beradi. Tabiiy majburiy talab shundan iboratki, bunda boshqariladigan komponentni uzatib beruvchi, komponentga axborotli paketlarni jo‘natish jadvali orqali uzatishi mumkin bo‘lsin. Boshqariladigan komponentning boshqa marshrutizatorlar bilan axborot almashishi uchun marshrutlashtirishning standart protokollarini (JCPF, IS-IS, BGP-4) ishga tushiradi. Shu axborot asosida avval marshrutlashtirish jadvali, keyin esa har bir interfeysdagi qo‘shni tizimlar to‘g‘risidagi axborotni hisobga olgan holda paketlarni jo‘natish jadvali shakllantiriladi va modifikatsiyalanadi. Tizim yangi paketni olganda jo‘natuvchi komponentni, uning sarlavhasidagi axborotni tahlil qiladi, jo‘natish jadvalidagi tegishli yozuvni izlaydi va paketni chiqish

interfeysiga yo‘naltiradi. Deyarli barcha ko‘p sathli kommutatsiya tizimlarining jo‘natuvchi komponenti, shu jumladan, MPLS ham paketlarning ketma-ket belgilaridan foydalanishga asoslangan. Belgi – bu paket sarlavhasida qayd qilingan uzunlikdagi qisqa maydondir.

MPLS yordamida quyidagi masalalarni hal etish mumkin:

- ATM va Fram Relay-ni IP bilan integratsiyasini;
- operator tarmog‘i ichida paketlarni eng qisqa an’anaviy marshrutlar bo‘yicha tezkor siljitish;
- virtual xususiy tarmoqlarni (VPN) yaratish;
- resurslarning (Traffic Engineering, TE) yuklanishini hisobga olgan holda yo‘nalishlarni tanlash va o‘rnatish.

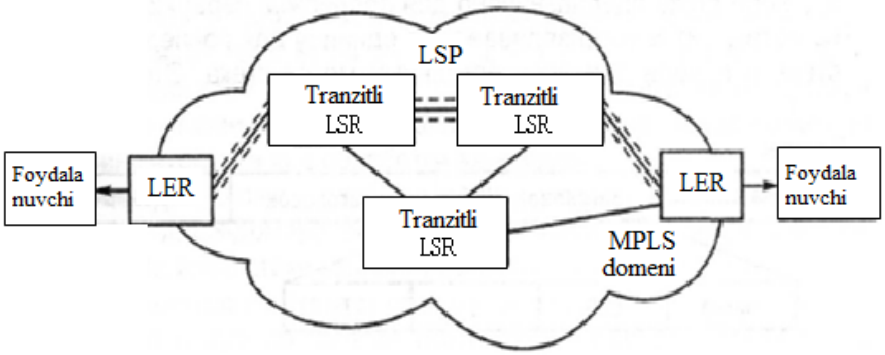
MPLS tarmog‘i elementlari. MPLS – belgilar bo‘yicha ko‘p protokolli kommutatsiyalash tarmoqlarida tarmoq uzellarining ikki turidan foydalaniladi. MPLS tarmog‘i chegaralarida joylashgan marshrutizatorlar kelayotgan IP-oqimlarni ajrata olishi va tahlil qila olishi va ularni to‘g‘ri keladigan marshrutlar bo‘yicha yo‘naltirishi kerak. Bu qurilmalar belgilar kommutatsiyasi bilan chegaraviy marshrutizatorlar deb ataladi (Label Edge Router-LER). Kiruvchi va chiquvchi LER bir-biridan farq qiladi. Kiruvchi LER oddiy marshrutizator kabi IP-sarlavhalarni tahlil qiladi va paketni keyingi uzatish uchun adresni tanlashda u ekvivalent xizmat ko‘rsatishning qaysi sinfiga (Forwarding Eguivalencu Class - FEC) tegishli ekanini aniqlaydi. FEC - tarmoq darajasidagi paketlar sinfi bo‘lib, ular paketni yo‘naltirish yo‘lini tanlashda ham, resurslarga ulanish nuqtai nazaridan ham tarmoqdan bir xil xizmat ko‘rsatishni oladi.

Alohida paketlarni FEC ekvivalentlik sinfiga (yoki ekvivalent xizmat ko‘rsatish sinfiga, buning ikkalasi bir xil) abstraksiyalash, bir xil qayta ishlashni talab etuvchi katta miqdordagi trafik oqimlarini birlashtirish imkonini beradi. FEC ekvivalentlik sinfiga birlashtirilgan trafik oqimlari aynan bitta MPLS – belgi bilan identifikatsiyalanadi. Belgilangan tarmoq adresiga bog‘liq bo‘lmagan holda trafik oqimlarini birlashtirish imkoni qisman MPLSni masshtablashtirishga bo‘lgan imkoniyatini oshiradi, ya’ni marshrutizatorlarda belgilarni kommutatsiyalashning (LSR-marshrutizatorlari yordamida) qayta ishlanadigan, saqlanadigan va yo‘nalishlar haqidagi axborotlar hajmini kamayishi hisobiga.

IP- deytagramma MPLS texnologiyasidagi protokolning (Protocol Data Unit, PDU) ma’lumotlar moduliga kiritiladi, MPLS sarlavha esa deytagrammaga biriktiriladi. Agar sarlavha xizmat ko‘rsatish sifati QoS (masalan, DiffServ) amali bilan birlashtirilgan bo‘lsa, kiruvchi LER

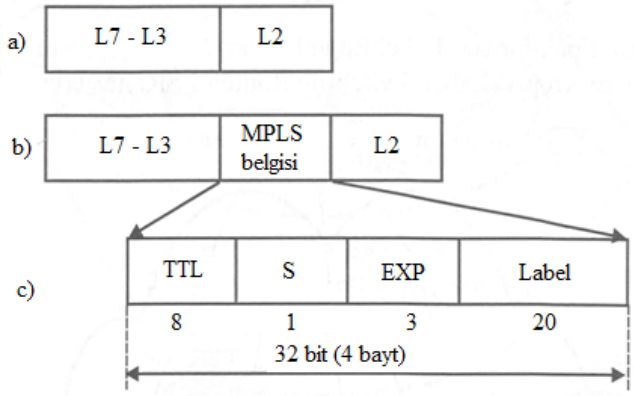
marshrutizatori trafikni DiffServ qoidalariga binoan ko‘radi. So‘ngra LER berilgan paket uchun yo‘nalishni tanlash haqida qaror qabul qiladi, ya’ni paketni mos keluvchi tranzit belgilar kommutatsiyali marshrutizatorga (Label Switch Routers, LSR) yo‘llaydi.

Mazkur LSR uchinchi sathning sarlavhasini qayta ishlashni bajarmaydi (IP-sarlavha), balki jo‘natish to‘g‘risidagi qarorni marshrutlash jadvali asosida emas, balki paket belgisi asosida qabul qiladi va paketni jo‘natadi. So‘ng paket umumiy holda bir necha LSR orqali o‘tib, paket chiqish LER ga kelib tushadi, bu yyerda LER PDU tahlil qilish operatsiyasini bajaradi, ya’ni paketdagi belgini olib tashlaydi, paketning sarlavhasini tahlil qiladi va uni MPLS - tarmog‘idan tashqarida joylashgan manzilga yo‘llaydi. (2.16-rasm)



2.15-rasm. MPLS tarmog‘i elementlari

FEC ning bitta sinfiga tegishli bo‘lgan paketlar, kirish LER dan to chiqish LER gacha belgilar bo‘yicha virtual kommutatsiyalanuvchi traktni yoki yo‘lni (Label Switched Parh, LSP) hosil qilib, juda ko‘p tranzit LSR lardan o‘tadilar. O‘rnatilgan ulanish simpleks hisoblanadi. Yarimdupleksli ulanishni tashkil etish uchun ikkita LSP o‘rnatilishi kerak. LSP doim tarmoqning chetidan boshlanadi va bir necha tranzit marshrutizatorlar orqali o‘tib qarama-qarshi tamonda tugaydi.

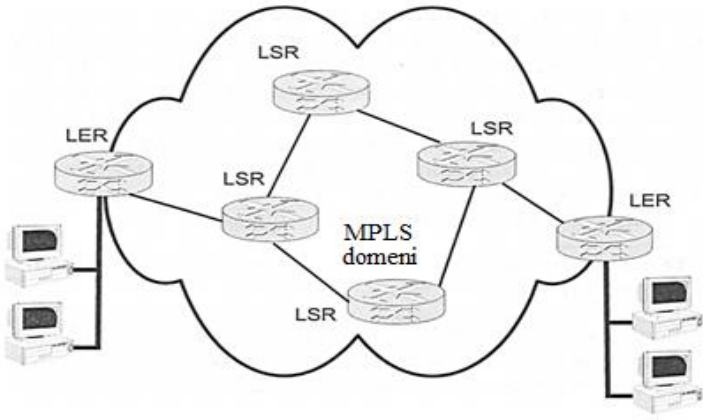


2.16-rasm. MPLS belgisining o‘rni va uning formati

MPLS texnologiyasi belgilar yordamida paketlar kommutatsiyasidan foydalanadi va axborotni NGN transport tarmog‘iga yetkazib berish uchun qo‘llaniladi (2.17-rasm).

Belgi formatida to‘rtta maydon bor: paketning yashash vaqti (Time tolire) – 8 bit; belgilar stekining indikatori (Stek Mentilirs) – 1 bit (S=1-stekning oxirgi belgisi); kadrning ustunlilik belgisi (Exp) – 3 bit; belgining o‘zi (Label) – 20 bit.

2.18-rasmda belgilar yordamida paketlarni kommutatsiyalovchi MPLS domenining chegaraviy (Label Edge Router, LER) va tranzit marshrutizatorlari (Label Switshing Router, LSR) ko‘rsatilgan.

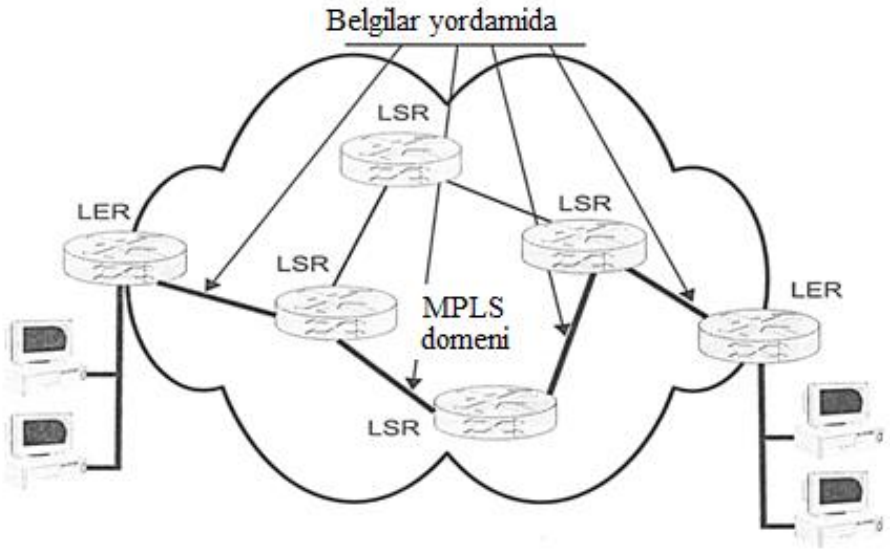


2.17-rasm. MPLS domenining chegaraviy (Label Edge Router, LER) va tranzit (Label Switshing Router, LSR) marshrutizatorlari

2.19-rasmda LSR yordamida ikkita chegaraviy marshrutizatorni bog‘lovchi yo‘l (Path) ko‘rsatilgan. LSRda paketlar belgilar yordamida kommutatsiyalanadi.

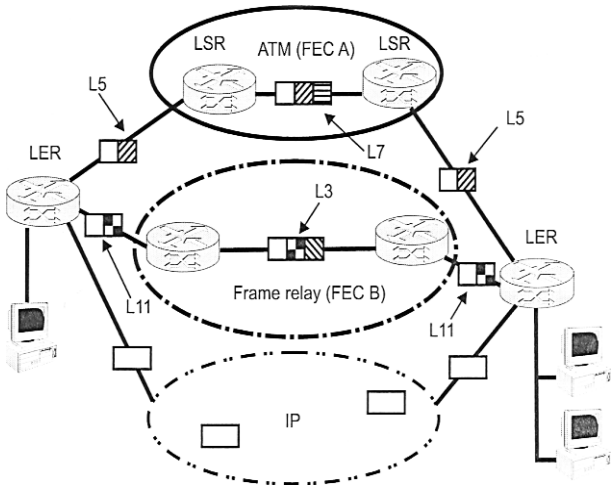
2.20-rasmda MPLS domenida ikki sinfdagi ma’lumotlarni yetkazib berish usuli (Forwarding Eguivaleme Class, FEC) ko‘rsatilgan.

IP paketlar oqimini Internet orqali eltib berish sifati kafolatlanmagan holda uzatiladi. Agar foydalanuvchilarning axboroti kechikishlarga, yo‘qolishlarga, kechikish djitteriga sezgir bo‘lsa, bu holda paketlar uchun MPLS domenida dastlabki yo‘l yaratilishi mumkin, unda eltib berish ko‘rsatkichlari sifati kafolatlanadi. Paketlarni eltib berishning har bir sinfi uchun (FEC) alohida yo‘l yaratilishi mumkin.

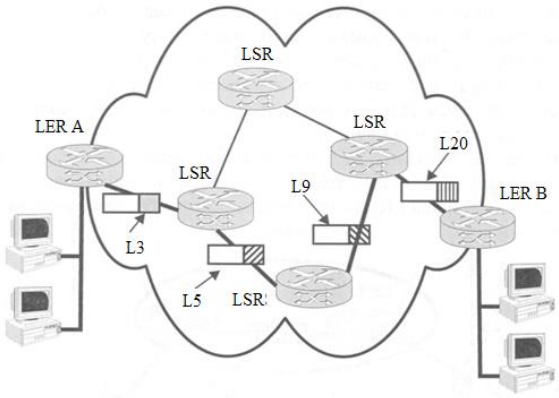


2.18-rasm. Ikki chegaraviy marshrutizatorni LSR yordamida bog‘lovchi yo‘l (Path); LSRda paketlar belgilar yordamida kommutatsiyalanadi

2.20-rasmda A (ATM texnologiyasi bilan domenning 1.5, 1.7 belgilar steki) va B (FR texnologiyasi bilan domenning 1.11, 1.33 belgilar steki) sinflaridagi belgilangan paketlar uchun axborotlarni aniq sifat kafolati bilan yetkazishni ikkita yo‘nalishi ko‘rsatilgan.



2.19-rasm. MPLS domenida ikki sinf (FEC – Formarding Eguivaleme Class) ma’lumotlarini yetkazib berish

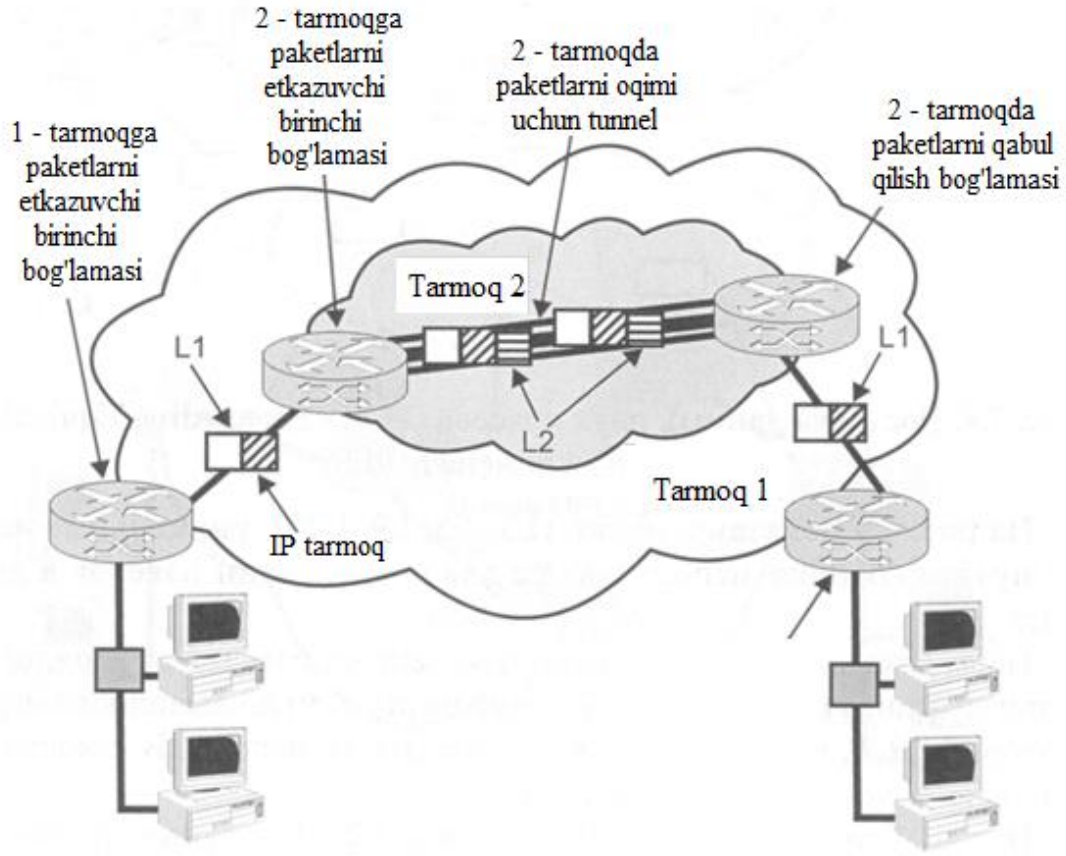


2.20-rasm. Har bir bo‘g‘inda noyob bo‘lgan belgilar MPLS domenida paketlar kommutatsiyasi uchun foydalaniladi

2.21-rasmda har bir yo‘lda noyob bo‘lgan belgilar (1.3, 1.5, 1.9, 1.20) va MPLS domenida paketlarni kommutatsiyalash uchun foydalaniladigan belgilar ko‘rsatilgan.

Belgilar qo‘yilgan paketlarni kiruvchi chegaraviy LER A marshrutizatordan (2.21-rasmda chapda) to chiquvchi LER B marshrutizatorgacha yetkazib berish uchun yaratilgan yo‘l bir necha bo‘g‘indan iborat bo‘lishi mumkin. Har bir bo‘g‘inda noyob belgidan foydalaniladi.

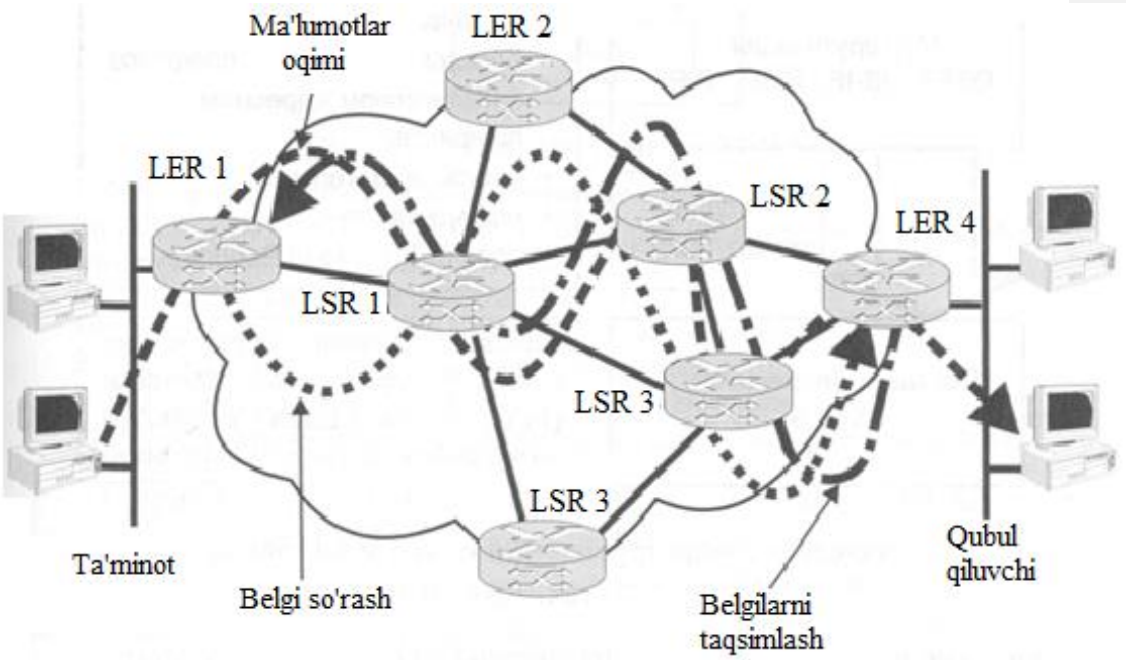
2.22-rasmda belgilar (L2/L1) steki (Push) va 2 tarmoq orqali paketlar oqimini tunellash ko‘rsatilgan.



2.21-rasm. Belgilar steki (Push) va paketlar oqimini 2 tarmoq orqali tunellash

1-tarmoq bir operatorga, 2-tarmoq esa boshqa operatorga tegishli bo‘lishi mumkin. Belgi qo‘yilgan paketlarni eltib berish yo‘li ikki va undan ortiq tarmoq orqali o‘tishi mumkin. 1-tarmoqda ikki chegaraviy marshrutizator orasidagi paketlarni eltib berish uchun L1 stekning quyi belgisi qo‘llanilishi mumkin, 2-tranzit tarmoq orqali paketlarni uzatish uchun L2 stekning yuqori belgisi qo‘llaniladi. Shu tarzda 2-tarmoqda L1 belgili belgilangan paketlar uchun tunnel shakllanadi.

2.23-rasmda belgilar yordamida kommutatsiyalanuvchi yo‘lning yaratilishi (Label Switehed Path, LSP) yordamida kommutatsiyalanadigan yo‘lni yaratish va IP paketlarni MPLS domenlari orqali eltib berish ko‘rsatilgan.



2.22-rasm. Belgilar (LSP) yordamida kommutatsiyalanadigan yo‘lni yaratish va IP paketlarni MPLS domenlari orqali eltib berish:
LER1 – kiruvchi chegaraviy marshrutizator;
LER4 – chiquvchi chegaraviy marshrutizator;
LSR1, LSR2, LSR3 – paketlarni belgilar yordamida kommutatsiyalovchi tranzit marshrutizatorlar.

IP paketlarni eltib berish o‘z tabiatiga ko‘ra ulanishni o‘rnatishni talab etmaydi, chunki har bir paketning marshrutlanishi uning sarlavhasidagi axborot asosida amalga oshiriladi. LER1 kiruvchi portga kelayotgan paketlar yig‘indisiga eltib berish sinfi (Forwarding Eguavalence Class, FEC) beriladi. Bu paketlar yig‘indisini eltib berish uchun LER1 belgini LER4 dan talab qilib oladi. Belgilarni taqsimlash protokoli (Label Distri Pution Protocol - LDP) belgilar yordamida kommutatsiyalanuvchi yo‘l bo‘ylab belgilarni taqsimlab LER1 dan LER4 gacha bo‘lgan yo‘lni tayyorlaydi, Shundan so‘ng belgi qo‘yilgan paketlar manbadan (Source) oluvchiga (Destination) MPLS domenining “LER1–LER1–LER1–LER2–LER3–LER4” virtual birikmasi bo‘ylab uzatiladi. Belgilarni taqsimlanishi qo‘shni marshrutizatorlarda belgilarni FEC (eltib

berish sinfi)ga bog‘lanishining umumiy akslanishi mavjudligini ta’minlaydi.

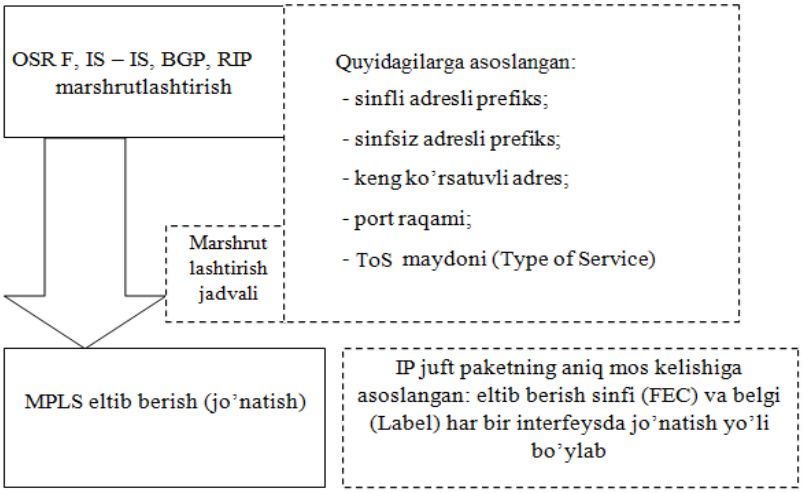
MPLS texnologiyasida marshrutlashtirish va eltib berishni (jo‘natilishini) ajratish prinsipi qo‘llaniladi. 2.24-rasmda amaliy sathdagi marshrutlashtirish protokollari keltirilgan bo‘lib, ular kommutatsiyalovchi LER va LSR marshrutizatorlari uchun marshrutlashtirish jadvallarini va kommutatsiyalash jadvallarini shakllantirish uchun axborotni taqsimlash rejasini va tarmoq topologiyasini qo‘llaydi.

MPLS ning asosiy komponentlari quyidagi sathlarga bo‘lingan:

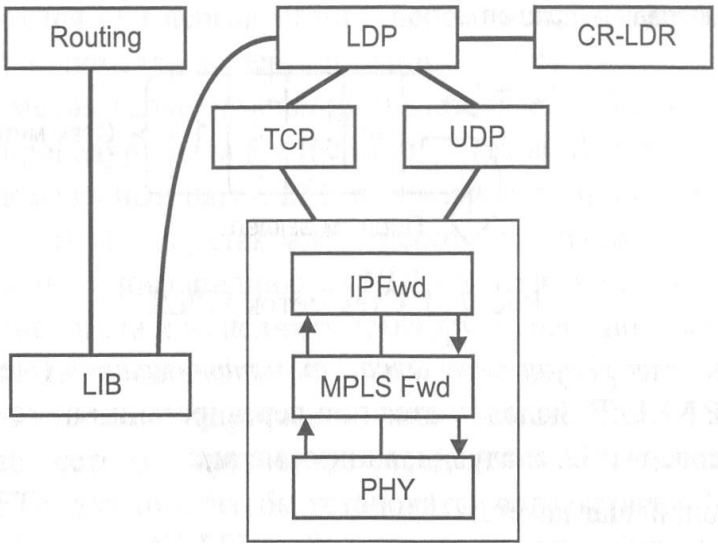
- tarmoq sathidagi marshrutlashtirish protokoli (network layer IP routig protocols);
- ma’lumotlarni tarmoq sathidan tashqarida eltib berish (edge of network layer forwarding);
- tarmoq yadrosida belgilardan foydalangan holda kommutatsiyalash (Core network label-pased switching);
- belgilar texnika sxemasi va detalizatsiyasi (label schematics and granularity);
- belgilarni taqsimlash uchun signalli protokol (signaling protocol for Cabel distribution);
- trafikni boshqarish (traffic engineering);

ikkinchi protokol sathida ma’lumotlarni eltib berish variantlarining qo‘shilishi (ATM, Frame Relay, PPP).

2.25-rasmda MPLS protokollarining steki keltirilgan. Marshrutlashtirish va belgilarni taqsimlash (LDP) masalalari amaliy sathda hal etiladi. LDP protokolining signalli xabarlarini yetkazib berish, Internetning trasport darajasidagi TCP va UDP protokollari tomonidan amalga oshiriladi. Marshrutlashtirish va belgilarni taqsimlash protokollari dasturlar va ma’lumotlarning (LIB) tezkor axborotidan foydalanadi. MPLS funksiyali IP marshrutizatorining protokoli paketlarga belgi berish uchun kommutatsiyalash jadvalidan (MPLSFwd) foydalanadi. IP paketlar sarlavhasida bo‘lmagan va yuqori sathlarning protokollarini talablarini hisobga oluvchi qo‘shimcha ma’lumotlar, dasturlar va ma’lumotlar kutubxonasidan olinishi mumkin.



2.23-rasm. MPLS texnologiyasi qo‘llanilganda marshrutlashtirish va eltib berish (jo‘natish)ning ajratilishi



2.24-rasm. MPLS protokollari steki:

LDP (Label Distribuion Protokol) – belgilarni taqsimlash protokoli;

CR–LDP– “Constraint” based “Routing” cheklashlar asosida marshrutlashtirish;

HB (Library)–dasturlar va ma’lumotlar kutubxonasi;

MPLSFwd – ma’lumotlarni IP protokoli yordamida yetkazish;

TCP (Transmission Control Protocol) – uzatishni boshqarish protokoli;

UDP (Uzer Datagrem Protocol)– foydalanuvchining datagrammalarini uzatish protokoli

Nazorat savollari

1. Aloqa arxitekturasini tushuntiring.
2. Ochiq tizimlarning o‘zaro bog‘lanish etalon modelining vazifasi nimadan iborat?
3. OTO‘B etalon modeli sathlarining vazifasini tushuntiring.
4. Axborotni uzatish muhiti sifatida qanday liniyalardan foydalaniladi?
5. Misli kabellarning qanday turlari mavjud va ular qayyerda qo‘llaniladi?
6. Optik tolalarning qanday turlari mavjud?
7. Qaysi optik tola turi katta o‘tkazish oralig‘iga ega?
8. SDH ning vazifasi va sathlarini tushuntirish.
9. SDH qanday afzalliklarga ega?
10. Transport tarmoqda SDH ni qo‘llash qanday istiqbolga ega?
11. To‘lqinli zichlashtirish texnologiyasining mohiyati nimada?
12. CWDM, DWDM, HDWDM texnologiyalari nimasi bilan farqlanadi?
13. IP – texnologiyasining vazifasi va xususiyatlarini tushuntiring.
14. ATM - texnologiyasining vazifasi va yacheykasining tuzilishini tushuntiring.
15. Multiservisli aloqa tarmoqlarida Ehternet texnologiyasini qo‘llash qanday istiqbolga ega?
16. MPLS texnologiyasining vazifasi nima?
17. MPLS tarmog‘i elementlarini tushuntiring.
18. MPLS belgisi va uning formati tuzilishini tushuntiring?
19. MPLS ni asosiy komponentlari qanday sathlarga bo‘lingan?
20. MPLS stek protokollarining vazifasi nimadan iborat?

3.3. Multimediali aloqa tarmoqlarida xizmat ko‘rsatish sifatini ta’minlash usullari va vositalari

Xizmatlar klassifikatsiyasining prinsiplari. Hozirda aloqa operatorlarining xizmatlari ko‘pincha bir darajali prinsip bo‘yicha klassifikatsiyalanadi va bunday xizmatlarning ro‘yxatlarida IP, VPN, DSL, telefon aloqalarini ko‘rish mumkin. Xizmatlarning aniq bo‘lmagan klassifikatsiyasi tijorat siyosatidagi va marketingdagi muammolarga olib keladi, bu yaratilgan infrastruktura va kapital xarajatlar samaradorligida va muddatlarida namoyon bo‘ladi.

Shuning uchun aloqa operatori xizmatlarning ko‘p o‘lchamli strukturasini ishlatgan holda, klassifikatorlar tizimlariga asoslanib, klassifikatsiyalash maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Ularning asosiylari muhimlilik darajasi bo‘yicha quyida keltirilgan:

- uzatilayotgan axborot turini tartibi bo‘yicha xizmatlar klassifikatsiyasi (kontent);
- mijozning xizmatga ulanishini ta’minlash usuli bo‘yicha xizmatlar klassifikatsiyasi;
- mijoz turi bo‘yicha xizmatlar klassifikatsiyasi;
- axborot almashish turi bo‘yicha xizmatlar klassifikatsiyasi.

Bundan tashqari, yuqorida keltirib o‘tilgan klassifikatsiyalardan tashqari, xizmatlarning har bir turi uchun ularni quyidagi belgilar bo‘yicha ajratish mumkin:

- tadbiq etish va muhimlilik darajasi bo‘yicha – asosiy xizmatlar va qo‘shimcha (narxlar qo‘shilgan xizmatlar) xizmatlar, bunda ko‘rsatilgan qo‘shimcha xizmatlar faqatgina asosiy xizmatlar mavjud bo‘lgandagina ko‘rsatiladi;
- marketing funksiyasi bo‘yicha – foyda olish uchun qaratilgan xizmatlar va mijozlarning e’tiborini o‘ziga tortishga qaratilgan xizmatlar (bunda mijozlarning e’tiborini qaratish usuli bilan mijozlarni xizmatlardan foydalanishi hisobiga foyda olinadi).

Uzatilayotgan axborot turiga qarab xizmatlarni klassifikatsiyasi asosiy hisoblanadi. Biroq klassifikatsiyaning boshqa usullari ham kerakli hisoblanadi, chunki taqdim etilayotgan xizmatlarning xususiyatlarini ajratib beradi, bunda u uning qo‘llanilish sohalarini aniq ko‘rsatib beradi.

Uzatilayotgan ma’lumot turiga qarab xizmatlar klassifikatsiyasi (kontent). Ushbu usulga mos ravishda xizmatlar klassifikatsiyasi quyidagilarga bo‘linadi:

- telefon (va videotelefon) xizmatlari;
- ma’lumotlar uzatish xizmatlari;
- keng eshittirishli xizmatlar;
- ajratilgan kanallarning xizmatlari (uzatilayotgan ma’lumotlar turiga umuman bog‘liq bo‘lmagan xizmatlar);
- infrastrukturali xizmatlar.

Telefon xizmatlari deganda tovush uzatishni tushunish mumkin. Bunda oxirgi foydalanuvchi sifatida boshqa huddi shunday mijozlar bilan interaktiv rejimda o‘zaro munosabatda bo‘ladigan individual mijozlar bo‘lishi mumkin. Bu xizmatlar o‘z navbatida qayd etilgan va uyali telefon aloqasi xizmatlariga bo‘linishi mumkin. Bundan tashqari, hozirda ushbu turdagi xizmat turlaridan bosqichma bosqich video uzatish xizmat turi (videotelefoniya) ajralib chiqmoqda. Masalan, bu xizmatlarning asosiy turlaridan biri videokonferens aloqa hisoblanadi.

Hozirda sodir bo‘layotgan tarmoqlarning konvergensiyasida telefon va boshqa turdagi xizmat turlari orasidagi chegara unchalik ajratilmaydi. Biroq hozirgi kunda telefon xizmat turlarini boshqa xizmat turlaridan ajratishimizning asosiy sabablaridan biri, bu abonent tamonidan chaqiriladigan manzillar tahlili asosida kanallar kommutatsiyasi bilan bog‘liq.

Telefon xizmatining asosiy hisob birligi “ulash minuti” hisoblanadi va bu tarmoqning infrastrukturasiga (TDM, VoIP), mijoz turiga (subprovayderlarga va korporativ mijozlarga “minutlar” ulgurji sotilishi mumkin) va ulanish turiga bog‘liq emas. Qo‘shimcha hizmatlar (masalan, intellektual tarmoq xizmatlari) ham “minut” birligi sifatida hisoblanadi. Trafikni “chegaralanmagan” tariflash xizmat turlari ham uchrab turadi. Agar minut bo‘yicha tariflash xizmati operator tomonidan olib borilmasa, telefon xizmatlariga berilgan xizmat mezonlariga bog‘liq holda operator tarmog‘ida telefon kanalini kommutatsiyalash amalga oshirilishi mumkin.

O‘z navbatida ma’lumotlar uzatish xizmatlari IP, ATM, FR, X.25 va boshqa shu kabi xizmatlarga bo‘linadi. Bu xizmatlar abonentni manzil (kommutatsiyalash) bilan ulashni amalga oshiradigan paketlar sarlavhasini tahlil qilish asosidagi protokollarga bog‘liqligi bilan farqlanadi. Hisoblashlar uzatiladigan trafikdan kelib chiqqan holda amalga oshiriladi, ya’ni bilvosita yoki bevosita o‘lchash amalga oshiriladi, masalan, xizmat ko‘rsatish sathi haqida kelishuv (SLA) asosida yoki kanal sig‘imi va uni ishlatish vaqtiga bog‘liq uzatilayotgan trafikdan kelib chiqqan holda amalga oshiriladi. Xizmat ko‘rsatish ko‘p protokolli ma’lumotlar uzatish muhitidan foydalanilgan holda taqdim etilganda va tarmoqda ko‘p turdagi trafik mavjud bo‘lganda xizmat turini “ajratish” oson bo‘lmaydi, ya’ni ulardan o‘tayotgan trafik qismini belgilash oson bo‘lmaydi. Bularni IP – paketlari, ATM – yacheykalari, FR va X.25 kadrlari asosida hisoblash oson bo‘ladi. Bu hisoblashlarning natijalarini foydalanuvchiga ishlatilgan pul qiymati sifatida uzatiladi. Ko‘p protokolli tarmoqda trafikning tarifikatsiyasi mavjud bo‘lmagan holatda, xizmat turini ajratilgan kanallar xizmati turiga kirgizishimiz mumkin.

Keng eshittirishli xizmatlar bir vaqtda ko‘p sonli mijozlarga ma’lumotlarni bir yo‘nalishda uzatishni taqdim etadi. Unga birinchi navbatda tele va radio eshittirishlar kiradi. Hozirda bu xizmat turlarini kengaytirish ishlari olib borilmoqda. Bu harakatlar tufayli interaktiv televideniya vujudga keldi.

Ajratilgan kanallar xizmatlari orqali ma’lumotlar yetkazib berish tarif siyosatiga ega kanallarni taqdim etadi. Bu siyosatda trafikning turi,

qiymati va kanalni ishlatish darajasi hisobga olinmaydi. Turli xil tariflarni farqini, kanalning turi va uning eng katta o‘tkazuvchanlik qobiliyati bo‘yicha ajratish mumkin.

Mijozlarga ma’lumotlar yetkazib berish bilan bog‘liq bo‘lmagan xizmatlarni infrastrukturali xizmatlar deb atash mumkin. Bu xizmat turlariga misol tariqasida infrastrukturani (qurilma yoki joy) ijaraga berishni va turli maslahatli xizmatlarni olish mumkin. Bundan tashqari bir turdagi ish ham bo‘lishi mumkin. Masalan, boshqa operator yoki korporativ mijozning telekommunikatsiya tarmog‘ini loyihalash yoki qurish.

Mijoz turiga nisbatan xizmatlarni klassifikatsiyalash. Mijoz turiga nisbatan xizmatlarni klassifikatsiyalash quyidagi xizmatlar guruhidan tashkil topgan:

- boshqa aloqa operatorlariga ko‘rsatiladigan xizmatlar (provayderlarga);
- korporativ mijozlarga ko‘rsatiladigan xizmat turlari;
- individual foydalanuvchilarga ko‘rsatiladigan xizmat turlari.

Bu guruhlar bir-biridan xizmatlar nomenklaturasiga va operator infrastrukturasini rivojlantirish darajasiga bo‘lgan talablarga nisbatan ajralib turadi.

Boshqa operatorlarga ko‘rsatilayotgan xizmatlar nomenklaturasi bir qator ustunliklarga ega. Chunki boshqa operatorlar bilan munosabat yoki resurslarni ulgurji sotish uchun “ulgurji operator” – “chakana operator” sxemasi asosida quriladi yoki ma’lumotlar almashish xizmatiga olib keladigan teng kuchli munosabat asosida quriladi.

Korporativ mijozlar, yirik va kichik bo‘lishi mumkin. Kichik korporativ mijozlar, individual foydalanuvchilar ishlata oladigan xizmatlar (bazaviy telefon, kommutatsiyalangan ulanish, DSL va boshqalar) to‘plamidan foydalanishlari mumkin.

Mijozning ulanishi bo‘yicha xizmatlar klassifikatsiyasi. Mijozning ulanishi bo‘yicha xizmatlar klassifikatsiyasi bazaviy xizmatlarni taqdim etish usulini aniqlashtirishga imkon yaratib beradi va ushbu xizmatni yetkazib berish uchun ishlatiladigan infrastruktura asosida yotuvchi tarmoq ierarxiyasining quyi sathlarini ko‘rsatadi. Ulanish usullari quyidagilar bo‘lishi mumkin:

- kommutatsiya qilinayotgan telefon kanallari yoki ISDN kanallari;
- turli xil o‘tkazuvchanlik qobiliyatiga ega SDH kanallari;
- turli xil o‘tkazuvchanlik qobiliyatiga ega Frame Relay kanallari;
- turli xil o‘tkazuvchanlik qobiliyatiga ega ATM kanallari;

- turli xil o‘tkazuvchanlik qobiliyatiga ega Ethernet kanallari;
- xDSL (ADSL, SDSL, SHDSL) texnologiyalari;
- passiv optik tarmoqlar (Passive Optical Network, PON);
- koaksial sim va optik tola asosidagi gibrid tarmoqlar (HFC);
- simsiz aloqa tarmoqlari.

Yuqorida keltirilgan klassifikatsiyalar asosida tavsiflab berilgan xizmatlarni aniqlashtirish mumkin. Masalan, «Internet tarmog‘iga Frame Relay kanali bo‘yicha va ADSL texnologiyasini ishlatgan holda ulanish» ikkita turli xil xizmatlarga bo‘linadi. Ulardan birinchisi operatorlar va korporativ mijozlar uchun mo‘ljallangan, ikkinchisi korporativ va individual mijozlar uchun mo‘ljallangan.

Axborotlar almashish turi bo‘yicha xizmatlarni klassifikatsiyalash.

Mijozlar va hamkorlar bilan munosabatlar teng huquqli bo‘lishi va teng huquqli bo‘lmasligi mumkin va shunga bog‘liq holda u quyidagi turlarga bo‘linadi:

- o‘zining tarmog‘idagi resurslardan foydalana olish (o‘zining tarmog‘idagi resurslar orqali boshqa tarmoq resurslaridan foydalanish);
- ikki tomonlama axborot almashish;
- tranzit;
- axborot almashish markazi (hisoblash markazi bilan yoki u bo‘lmagan holda).

Tarmoq resurslaridan foydalana olish huquqi – bu korporativ va individual mijozlar bilan o‘zaro munosabatning asosiy formasi, biroq bu xizmat operatorlarga ham ko‘rsatilishi mumkin. Shu bilan birga agar operator o‘zining tarmog‘i orqali boshqa tarmoq resurslariga ulanishni ta’minlasa, u holda ulanish hududiy, mahalliy va xalqaro turlarga bo‘linishi mumkin.

Axborotlar almashish haqidagi ikki tomonlama kelishishda (trafik terminatsiyasi), operatorlar xizmatlarni taqdim etishlari yoki hamkorning xizmatlaridan foydalana olishlari mumkin. Bunda ular trafik terminatsiyasidan yoki xizmat turiga bog‘liq holda trafikdan foyda oladilar. Bunday almashish kelishishga bog‘liq holda mahalliy, hududiy va xalqarolarga bo‘linishi yoki bo‘linmasligi mumkin. Tranzit haqida kelishish, ikkita yoki bitta operator (yoki korporativ mijoz) bo‘lgan nuqtalar orasida axborot uzatish uchun operator tarmog‘i resurslarini ishlatish imkonini beradi va hududiy prinsip bo‘yicha bo‘linishi mumkin. Uzatilayotgan trafik tarifikatsiyasi mavjud bo‘lmagan holda bunday xizmat turi ajratilgan kanalni ijaraga berish bilan mos tushadi.

Operatorda tranzit haqida katta miqdorda ikki tomonlama kelishish bo‘lgan holda, operator tarmog‘i asosidagi ma’lumotlar almashish Markazi (balkim – clearing house) bo‘lishi mumkin. Bu holda Markaz xizmatlaridan foydalanadigan operatorlar, boshqa operatorlar bilan o‘zaro ma’lumot almashish to‘g‘risida ikki tomonlama kelishish tuzmaydilar. Umuman olganda ular boshqa operatorlar bilan ma’lumot almashish uchun Markaz tomonidan yetkazib berilayotgan tranzit xizmatlardan foydalanishadi. Tabiiyki, bunday turdagi Markazni tashkil etish har biri bir-biri bilan ikki tomonlama kelishish bitta Markaz bilan kelishishga qaraganda kamroq foydaliroq bo‘ladi. Bu infrastruktura va umumiy harajatlarni kamaytirish hisobiga yuzaga keladi va bu qo‘shimcha xizmat turlarini yuzaga keltiradi.

Agar korporativ mijozlar uchun o‘zining ofislarini birlashtirib turadigan va turli xil ulanish texnologiyalari qo‘llaniladigan mobil va uy foydalanuvchilari uchun ma’lumotlar almashish Markazi xizmatini ko‘rib chiqadigan bo‘lsak, bu holda bu xizmat turi mijozning virtual hususiy tarmog‘i xizmatini namoyon etadi.

Asosiy va qo‘shimcha xizmatlar. Katta foyda keltiruvchi va marketing funksiyasini amalga oshiruvchi xizmatlar. Asosiy xizmatlar bilan birga beriladigan qo‘shimcha xizmatlar, asosiy xizmatlardan keladigan foyda bilan bir xil, ba’zi hollarda ko‘proq ham bo‘lishi mumkin. Ba’zi hollarda qo‘shimcha xizmatlar foyda keltirmasligi ham mumkin, ba’zi hollarda esa, ya’ni asosiy xizmatlarni hisobga olmagan hollarda zarar keltirishi ham mumkin. Bu holni asosan mijozlarni asosiy xizmatga jalb qilishda ishlatilishida ko‘rish mumkin.

Bir necha bunday qo‘shimcha xizmatlarni keltirib o‘tamiz.

1. O‘zining tarmog‘ida Internetga kommutatsiyalanadigan ulanish serverini o‘rnatish. Bu xizmat turi operatorlar uchun foydali bo‘lib, tarif turiga qarab Internetdan foydalanuvchilardan qo‘shimcha foyda olishadi. Biroq umumiy foydalanish telefon tarmog‘ining (UFTT) barcha foydalanuvchilari tomonidan operator tarmog‘ida amalga oshirilayotgan qo‘ng‘iroqlar operator tarmog‘ida terminlashtiriladi. Shuning uchun har bir shunday qo‘ng‘iroq uchun operator qo‘shimcha “terminlashtirilgan minut”ga ega bo‘ladi. Bu “terminlashtirilgan minut” operatorlar orasida kelishish asosida bo‘lib, buning uchun qaysi operator bilan kelishish amalga oshirilganiga qarab operatorlar to‘lovlarni amalga oshiradilar. Shuning uchun Yevropa va AQSh da hozirda “Internetga bepul ulanish” xizmati mashhur bo‘lib ketgan. Bu shunchaki bepul emas, foyda Internetga

ulanishdan olinmaydi, balki mijozning operatorlar to‘lovi asosida so‘zlashuvlarga vaqtinchalik xaq to‘lash hisobiga amalga oshiriladi.

2. Intellektual xizmatlarni taqdim etish ikki barobar foyda keltiradi. Birinchidan, bu xizmat turlari yaxshigina foyda keltiradi, shuningdek bunday har bir qo‘ng‘iroq avvalgi misolimizda ko‘rganimizdek qo‘shimcha foyda keltirgan holda operator kirish trafigidan oshib ketadi.

3. Xosting xizmati, masalan, mijozlarning Web-serverlari unchalik katta foyda keltirmaydilar. Biroq katta kontent-provayderning Web-sahifasi, ma’lum bir ma’lumotga murojat qiluvchi boshqa operatorlarning mijozlari hisobiga chiquvchi IP – trafigi oshib ketishi mumkin. Bu esa boshqa Internet (Internet Service Provider, ISP) provayderlari bilan tuzilgan axborot almashish shartnomasi bo‘yicha qo‘shimcha foyda keltirishi mumkin. Shuning uchun odatda bepul Web-xosting ham katta foyda olib kelishi va trafikni oshishiga olib kelishi mumkin.

Telefon xizmati guruhiga kiruvchi xizmatlar. Eng ko‘p ishlatiladigan xizmatlar bu individual mijozlarga ko‘rsatiladigan xizmatlardir. Shu bilan birga aloqa operatorlari va korporativ mijozlar uchun xizmatlar bozori, xizmatlarni umumiy sonda sotish hisobiga katta foyda olib kelishi mumkin. Shu tarzda, barcha uchta mijozlar segmentlari uchun xizmatlar to‘plamini baholash zarur.

Individual mijozlar uchun:

- telefon aloqasi xizmatlarini taqdim etish;
- qo‘shimcha narxlarga ega bo‘lgan qo‘shimcha xizmatlarni ko‘rsatish.

Aloqa operatorlari uchun (hududiy va xalqaro):

- xalqaro operatorlarning trafigining tranzit/terminatsiyasi;
- shaharlararo operatorlarning trafigining tranzit/terminatsiyasi;
- IP-telefoniya trafigining tranzit/terminatsiyasi;
- telefoniya va IP-telefoniya (clearing house) operatorlari orasidagi o‘zaro hisob kitob xizmatlarni taqdim etish;
- telefon va IP-telefoniya operatorlari uchun xalqaro ulanish shlyuzlarini tashkillashtirish;
- narxlar qo‘shilgan qo‘shimcha xizmatlarni taqdim etish (intellektual xizmatlar).

Korporativ mijozlar uchun (davlat tashkilotlari, tijorat tashkilotlari va boshqalar):

- telefon aloqasi xizmatlarini taqdim etish;
- “tovushli VPN”ni tashkillashtirish;
- xalqaro (shaharlararo) ulanish xizmatlarini tashkillashtirish;

- narxlar qo‘shilgan qo‘shimcha xizmatlarni taqdim etish (intellektual xizmatlar).

Bu yyerda ajratilgan kanallarni taqdim etish bilan bog‘liq bo‘lgan telefon xizmatlari haqida alohida gapirilmayapti.

Ma’lumotlar uzatish xizmatlari. Yuqorida aytib o‘tilganidek, aloqa xizmatlarini tizimlashtirish bir muncha qiyinchiliklar yaratadi. Bunda ma’lumotlar uzatish xizmatlarini tartiblash ham oson bo‘lmaydi, chunki ularni turli xil klassifikatsiya bo‘yicha ko‘rib chiqiladi. Aloqa xizmatlari klassifikatsiyasining turlaridan biri axborot uzatish turi bo‘yicha xizmatlarni ajratish (kontent):

- ATM protokoli bo‘yicha ma’lumotlar uzatish xizmati;
- FR protokoli bo‘yicha ma’lumotlar uzatish xizmati;
- IP va boshqa protokollar bo‘yicha ma’lumotlar uzatish xizmati.

Biroq yuqoridagi ro‘yxat telekomunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari bilan amalga oshiriladigan asosiy, formal funksiyalarni tavsiflaydi. Bu bo‘limda xizmatlarni axborot almashish turi bo‘yicha tizimlashtirish taklif etiladi. Bu holda xizmatlar nomenklaturasi yuqorida ko‘rsatilgan asosiy xizmatlarni kombinatsiyalashni amalga oshiradi va u quyidagi asosiy xizmatlardan tashkil topgan:

- IP, ATM, FR, X.25 protokollari asosida magistral aloqa tarmog‘i xizmatlari va resurslariga ulanishni taqdim etish;
- IP, ATM, FR, X.25 protokollari bo‘yicha ma’lumotlar trafigi bilan almashish;
- IP, ATM, FR , X.25 trafigining tranziti;
- IP, ATM, FR, X.25 protokollari asosida virtual xususiy tarmoqlarni tashkil etish.

Bundan tashqari, ma’lumotlar uzatishga asoslangan xizmatlar mavjud:

- ajratilgan kanallar xizmatlari, N*64 Kbit/s, E1, E3 tezlikdagi raqamli kanallarni ijaraga berish;
- keng polosali videokonferensiyalarni tashkil etish xizmatlari;
- tele va radioeshittirish dasturlarini taqsimlash tarmog‘ini tashkil etish xizmatlari.

Oxirgi yillarda ma’lumotlar uzatish xizmatlarining eng ko‘p qo‘llaniladigani, IP protokoli bo‘yicha ma’lumotlar uzatish xizmati hisoblanadi. Bu xizmatlarning ko‘p tarqalishi Internetning va uning asosida taqdim etiladigan xizmatlarning tarqalishi hisoblanadi (oxirgi foydalanuvchilar va Internet provayderlar resurslariga ulanish, elektron savdo xizmatlari va boshqalar). Biroq Internet xizmatlarining keng

qo‘llanilishining oshishi, ushbu xizmatlarni yetkazib beradigan aloqa operatorlarining foydasi ko‘payishidan dalolat bermaydi va bu Internet xizmatlari yetkazib beradigan tariflarning narxlarini tushib ketishiga olib keladi. Bundan tashqari odatiy muammolar: aholidan kam foyda kelishi va hududiy kompaniyalarning noodatiy siyosati. Buning oqibatiga aholining katta qismi Internet xizmatlarining doimiy foydalanuvchilari bo‘lib hisoblanadilar.

Biroq Internet xizmatlari bozori yetarlicha istiqbollidir, shuning uchun Internet xizmatlarini taqdim etish, boshqa ma’lumotlar uzatish xizmatlarini taqdim etish bilan bir qatorda yagona multiservisli aloqa tarmog‘i asosida tashkil etilishi zarur.

Xizmat sifati konsepsiyasi (Quality of Service, QoS). Telekommunikatsiya xizmatlarining sifati bo‘yicha asosiy tushunchalarni ko‘rib chiqamiz. ITU-T I.112 tavsiyalarida, telekommunikatsiya xizmatlarining barcha majmuasi ikki turga bo‘lingan:

- ma’lumotlarni eltish (bo‘lib yetkazish) (Bearer Service, BS);
- aloqani taqdim etish (Teleservice, TS).

Service tushunchasi quyidagilarni qamrab oladi:

- har xil aloqa turlari (telefon, ma’lumotlarni uzatish, faksimil, xujjatlarni izlash va boshqalar);
- asosiy va qo‘shimcha xizmatlar;
- har xil kommutatsiyalash usullarini qo‘llagan holda ma’lumotlarni uzatish (kanalli kommutatsiya, paketli kommutatsiya va gibrid);
- turli uzatish muhitlarini taqdim etish (simli, optik tolali, radio va boshqalar);
- standart tezliklari bilan farqlanuvchi (64 Kbit/s, 384 Kbit/s, 2.048 Mbit/s dan kichik, teng yoki katta) turli kanal va traktlarni taqdim etish;
- ijaraga olingan, maxsus kelishilgan vaqt davomida, seans vaqtida resurslarni taqdim etish.

Ma’lumotlarni yetkazish xizmati (Bearer Service), “foydalanuvchi-tarmoq” interfeyslari orasida foydalanuvchilarga ma’lumotlarni hech qanday tahlilsiz va uning tarkibini qayta ishlamasdan shaffof holda uzatishni ta’minlaydi.

Aloqani taqdim etish xizmati (Teleservice), bu shunday xizmat turiki, terminal qurilmalar va tarmoq protokollarining xususiyatlarini hisobga olgan holda foydalanuvchilarni aloqaning barcha imkoniyatlari bilan ta’minlaydi.

Mana shu ta’riflardan ko‘rinib turibdiki, ma’lumotlarni taqdim etish xizmatlari, aloqani taqdim etish xizmatini tarkibiy qismi hisoblanadi.

Ma’lumotlarni eltish xizmatlari OTO‘B modelining uchta quyi sathi funksiyasini, aloqani taqdim etish xizmatlari esa shu modelning yuqori sathining bir qismini yoki barcha yettita sathining vazifasini amalga oshiradi.

Kompyuter tarmoqlari va ma’lumotlar uzatish tarmoqlari uchun X seriyali tavsiyalarda (X.25, X.28, X.32, X.36) qo‘shimcha (Supplementary) xizmatlar aniqlangan.

Telekommunikatsiya xizmatlari sohasidagi ierarxiya tushunchasi 3.1-rasmda keltirilgan (E.800 tavsiyasi). Xizmat ko‘rsatish sifati amaliy natija, xavfsizlik, ta’minlanganlik va foydalanishga qulaylik tushunchalarini birlashtiradi. Amaliy natijalar guruhi - ulanish, butunlilik va uzluksizlik bitta tushuncha bilan ifodalanadi - “foydalanish” (3.1-rasmning o‘ng tarafidagi yuqori burchagida to‘g‘ri burchak bilan ajratilgan).

Xizmat ko‘rsatish sifati xuddi xususiyatlar majmuasi kabi ko‘riladi:

- ta’minlanganlik;
- foydalanishning qulayligi;
- xizmat ko‘rsatish xavfsizligi;
- xavfsizlik;
- ulanish;
- uzluksizlik;
- butunlik (tarmoq orqali transportlashda foydalanuvchi ma’lumotlarining mosligi) kiradi.

Foydalanish - xizmat ko‘rsatish xususiyati bo‘lib, har doim foydalanuvchiga zarur bo‘lgan seans vaqtida xizmatni taqdim etishdan iborat.

Foydalanish tushunchasining mohiyati quyidagicha aniqlanadi:

- kirish – xizmat ko‘rsatish xususiyati foydalanuvchiga zarur bo‘lganda har qanday joyda va lahzada taqdim etilishi kerak;

- butunlik - operatorning uzatish sifatini pasaytirmagan holda xizmatlarni taqdim etish qobiliyati;

- uzluksizlik - ma’lum bir ekspluatatsiya sharoitida, talab qilingan vaqt oralig‘i davomida, operatorning uzluksiz xizmat ko‘rsatishni taqdim etish xususiyati.

Xizmat ko‘rsatish sifatining qolgan uchta xususiyati quyidagi ta’riflar orqali ifodalanadi:

- ta’minlanganlik – foydalanuvchilar xizmatlarni qo‘llaganda aloqa operatorining xizmatlar majmuasini taqdim etishi va yordam berish qobiliyati;

- foydalanishning qulayligi - qo‘llashning soddaligidan iborat bo‘lgan xizmat ko‘rsatish xususiyati;

xavfsizlik - bu xizmat ko‘rsatishning ruxsat etilmagan kirishlardan, yomon niyatlarda foydalanish va noto‘g‘ri foydalanish, ataylab (g‘arazli) buzish, tabiy ofatlar va insonlar xatosi kabilardan himoyalanganlik xususiyati.

Telekommunikatsiya tarmoqlarining ishlab turish sifati (Network Performance - NP), trafikka xizmat ko‘rsatish samaradorligini xarakterlaydi.

Telekommunikatsiya tarmoqlaridan foydalanuvchi odatda, telekommunikatsiya tarmoqlarining tuzilishi va zarur bo‘lgan xizmatlar qanday yetkazilishi bilan qiziqmaydi. Ayni shu paytda u shunga o‘xshagan xizmatlar bilan uni solishtirgan holda his qilib mazkur xizmat sifatini baholaydi.

Talablarni asoslash, foydalanuvchilarning kutishi va operatorning xarajatlarini optimallashtirish uchun quyidagilarni ta’minlash zarur:

- xizmatlar sifatiga tegishli bo‘lgan terminlarni qat’iy shakllantirish;

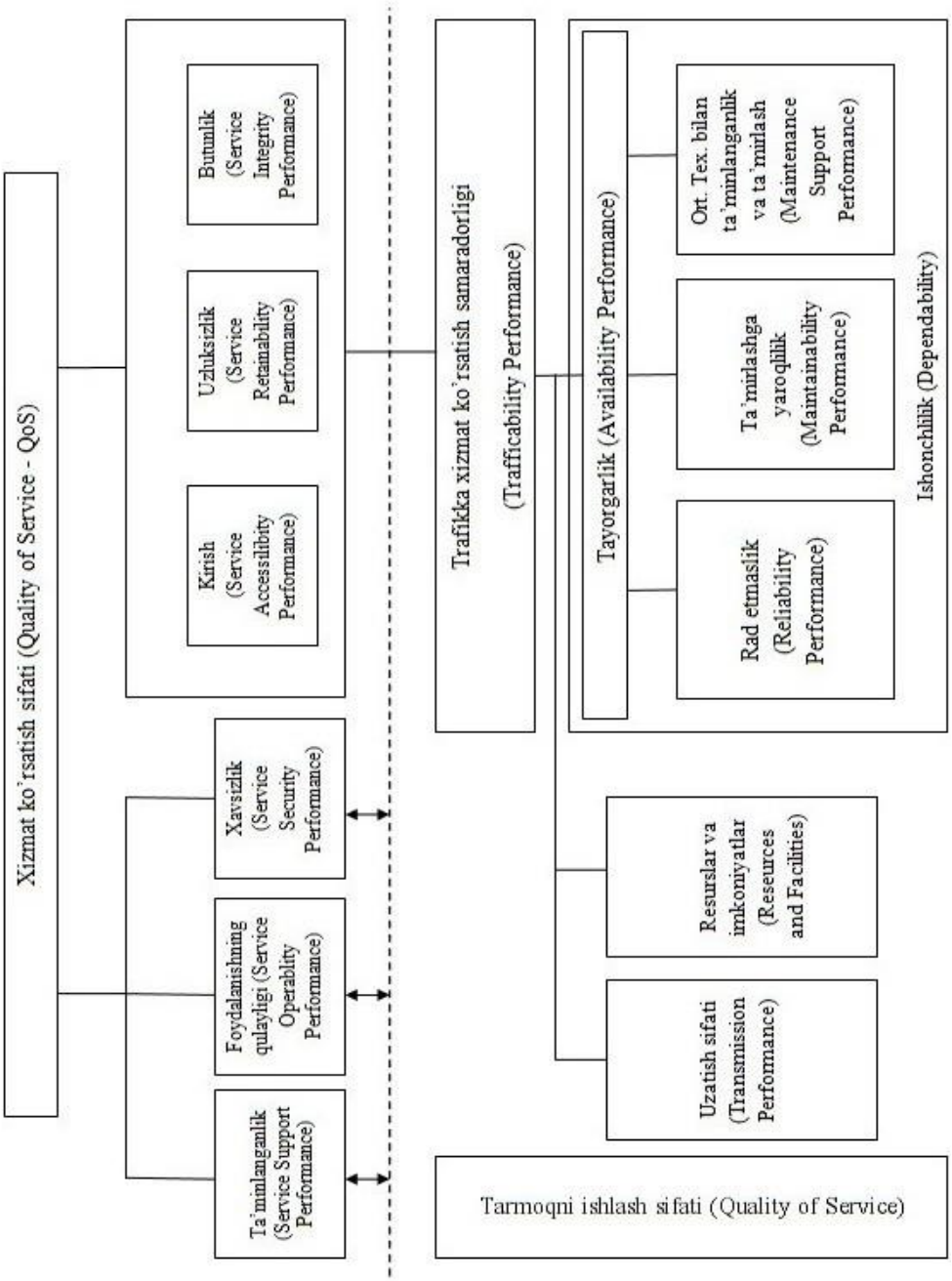
- kutish haqidagi obyektiv ma’lumotlarni, foydalanuvchi talablarini taqdim etish.

Xizmat ko‘rsatish sifati, “xizmat ko‘rsatish bilan foydalanuvchilarni qoniqqanlik darajasini aniqlovchi yig‘indi effekt” kabi ITU-T E.800 tavsiyasiga binoan aniqlangan.

Foydalanuvchi nuqtai nazaridan xizmat ko‘rsatish sifati, parametrlar majmui sifatida ifodalanishi mumkin. Bu parametrlar xizmat va foydalanuvchi terminlarida ham ifodalanadi va tarmoq tuzilishiga bog‘liq emas. Ular foydalanuvchi tomonidan qabul qilinadigan effektning afzalligiga mo‘ljallangan va foydalanuvchiga xizmatlar, xizmatlarga ulanishda (ITU-T I.350 tavsiyasi bo‘yicha) osongina obektiv o‘lchashni kafolatlashi lozim.

Tarmoq xarakteristikasi (NP), foydalanuvchilar orasida aloqani ta’minlash qobiliyati kabi aniqlanadi. NP deganda hisoblanishi va o‘lchanishi mumkin bo‘lgan parametrlar yig‘indisi tushuniladi. Tarmoq xarakteristikasi eng avvalo egasi tomonidan qo‘llaniladi. Ular tizimni ishlab chiqish, xalqaro yoki milliy darajada tarmoqni loyihalash, ekspluatatsiya qilish va texnik xizmat ko‘rsatishga mo‘ljallangan.

Telekommunikatsiya tarmoqlari foydalanuvchilarga ma’lumotlarni yetkazish vazifasini amalga oshiradi.



3.1-rasm. Xizmat ko’rsatish sifati sohasida va telekommunikatsiya tarmoqlarini ishlashi haqidagi tushunchaning ierarxiyasi

3.1-jadvalda xizmat ko‘rsatish sifati va tarmoq xarakteristikasi orasidagi farq ko‘rsatilgan.

3.1- jadval

Xizmat koʻrsatish sifati va tarmoq xarakteristikalari orasidagi farq

Xizmat koʻrsatish sifati (QoS)	Tarmoq xarakteristikalari (NP)
Foydalanuvchiga moʻljallangan	Tarmoq operatoriga moʻljallangan
Xizmatlarning xususiyatlarini tavsiflaydi	Ulanish elementlarining xususiyatlarini tavsiflaydi
Foydalanuvchi tomonidan qabul qilinadigan effektga moʻljallangan	Ishlab chiqish, loyihalash, ekspluatatsiya qilish va texnik xizmat koʻrsatishga moʻljallangan.
Xizmatlarga ulanish nuqtalari orasida oʻlchanadi	Ulanish elementlarining imkoniyatlari va ikki tomonlama ulanishni tavsiflaydi

Har bir xizmat xususiyatlar majmuasi bilan xarakterlanadi, ularning asosiylari xizmat koʻrsatish sifatini aniqlaydi.

Tarmoq xarakteristikalari (parametrlari) foydalanuvchi qabul qiladigan xizmat koʻrsatish sifatini aniqlaydi. Bunday tarmoq xarakteristikalariga trafik, chaqiriqlarning yoʻqolishi, aloqa yoʻnalishidagi samarali chaqiriqlar koeffitsienti va boshqalar misol boʻlishi mumkin.

QoS va NP parametrlari orasida oʻzaro bogʻlanish bor. Tarmoq orqali foydalanuvchilarga samarali xizmat koʻrsatish uchun ular orasidagi qiymatlarni mosligini oʻrnatish asosiydir. NP parametrlarini aniqlash, ulanish elementlari chegarasida kuzatish mumkin boʻlgan hodisalarga va holatlarga asoslangan.

Tarmoq xarakteristikasi konsepsiyasi. Telekommunikatsiya tarmoqlarini ishlash sifati (Network Performance) – bu foydalanuvchilar orasida ma’lumotlar almashishni ta’minlash qobiliyatidir. Telekommunikatsiya tarmoqlarining asosiy xarakteristikasi – bu trafiklarga xizmat koʻrsatish samaradorligidir (3.1-rasm).

Trafiklarga xizmat koʻrsatish samaradorligi (oʻtkazuvchanlik qobiliyati), tarmoq obyekti kabi xizmat koʻrsatish sifati va ma’lum bir texnik holatda (ishga qobiliyatli va qobiliyatli boʻlmagan kanal/liniyalarning miqdoriy munosabati) ma’lum bir jadallik bilan tushayotgan trafiklarga xizmat koʻrsatuvchi kommutatsiyalash tugunlarining xususiyatidir.

Kommutatsiyalash tugunining qobiliyati trafikga xizmat ko‘rsatishdan iborat. U trafikning ishonchliligi, uzatish sifati, ega bo‘lgan resurslari va imkoniyatlariga bog‘liq.

Uzatish sifati - bu tayyorgarlik holatida bo‘lgan tarmoq obyektining qabul qiluvchi punktida signalni qayta tiklash sathidir.

Tarmoq resursi deganda - kommutatsiyalash, marshrutlash, qayta qabul qilish, tarmoq obyektida ma’lumotni saqlash, rasmiyatchilik (bu tushuncha ITU-T tavsiyasida hali aniqlanmagan va aniqlashtirilmagan).

Ishonchlilik - umumlashtirilgan termin bo‘lib, tayyorgarlik xususiyatini, rad etmasdan ishlash xususiyatini, ta’mirlashga yaroqlilik, texnik xizmat ko‘rsatishni va ta’mirlashni tavsiflashda qo‘llaniladi.

Tayyorgarlik - tarmoq obyektining ixtiyoriy vaqt lahzalarida (rejalashtirilgan davrdan tashqari, bu davrda tavsiyaga ko‘ra obyektni qo‘llash ko‘rib chiqilmaydi) trafikni qayta ishlash va shu lahzadan boshlab berilgan vaqt oralig‘ida rad etmasdan ishlash qobiliyati.

Rad etmasdan ishlash - obyektning, berilgan vaqt davomida ishga qobiliyatliligini uzluksiz saqlash qobiliyati.

Ishga yaroqlilik - tarmoq obyektining xususiyati bo‘lib, ogohlantirishga moslashganlik va rad etish sabablarini aniqlash, texnik xizmat ko‘rsatish va ta’mirlashni o‘tkazish yo‘li bilan ishga yaroqlilik qobiliyatini qayta tiklashdan iborat.

Texnik xizmat ko‘rsatish va ta’mirlashni ta’minlash – tarmoq obyektlariga texnik xizmat ko‘rsatish uchun xizmat operatorining vositalarni ta’minlash qobiliyati (belgilangan ekspluatatsiya sharoitlarida va qabul qilingan texnik xizmat ko‘rsatish usulida).

Xususiyatning har biri xarakteristikalar majmuasi bilan tavsiflanishi mumkin (ko‘rsatkichlar, atributlar). Masalan, xizmat ko‘rsatishga tayyorgarlik quyidagi xarakteristikalar bilan aniqlanadi: tarqalish muhitlari, qurilmaning ishga qobiliyatliligi, stansiyaning va tarmoq uzellarining o‘tkazuvchanlik qobiliyati.

ITU-T E.862 (1992 y.) tavsiyalarida texnik vositalarning rad etishi bilan bog‘liq bo‘lgan operatorning va foydalanuvchining iqtisodiy yo‘qotishlarini (rejalashtirishda, loyihalashtirishda, ekspluatatsiyada va telekommunikatsiya tarmoqlariga texnik xizmat ko‘rsatishda) hisobga olish mumkin bo‘lgan yondashishlar keltirilgan.

Tarmoq operatorlari, bozor sharoitida ishlagan holda, rad etishlar tufayli mumkin bo‘lgan yo‘qotishlarni baholash va o‘zining texnik vositalarining ishonchliligini oshirishga ketadigan xarajatlar bilan ularni

qiyoslashga qiziqadi. Har bir xarakteristika bir yoki bir necha hodisalar, holatlar yoki ta’sirlar bilan bog‘liq.

Xizmat ko‘rsatish sifati va tarmoqning ishlash xarakteristikalarining (atributlarni) barcha yig‘indisi ikkita kategoriyaga bo‘linadi:

- birlamchi, xizmatga ulanish nuqtasida to‘g‘ri kuzatish yo‘li bilan aniqlanadigan va vaqtning ma’lum bir lahzalariga tegishli bo‘lgan (masalan, stansiyadan javobning kechikishi);
- keltirib chiqilgan, bir yoki bir necha birlamchi atributlarga yoki ayrim vaqt intervaliga yaqinlashtirishga asoslangan holda aniqlanadigan (masalan, tayyorgarlik koeffitsienti).

ITU-T I.350 tavsiyasida tarmoqda va uning xizmatida qo‘llaniladigan uchta funksiya va har bir funksiyada uchta xarakteristika aniqlangan. Xuddi shu tarzda to‘qqizta birlamchi parametr (“matritsa 3x3”) olingan. Ular QoS va NP spetsifik parametrlarni aniqlash uchun qo‘llaniladi (3.2-rasm):

- tezlik bilan ulanish;
- xatosiz ulanish;
- ulanishning ishonchliligi (resursga ulanishda rad etish ehtimolligi);
- ma’lumotlarni ko‘chirishning tezkorligi;
- ma’lumotlarni xatosiz ko‘chirish;
- ma’lumotlarni ko‘chirishning ishonchliligi;
- bo‘shatishning tezkorligi;
- bo‘shatishning xatosizligi;
- bo‘shatishning ishonchliligi.

Tarmoq xizmati aloqaning ikki funksiyasini qo‘llaydi (3.2-rasm): xizmat resursiga foydalanuvchilarni ulanishini ta’minlash, o‘rnatilgan ulanish bo‘yicha ma’lumotlarni ko‘chirish masalasini hal etadi va aloqa seansi tugaganidan keyin oldin taqdim etilgan resurslarni bo‘shatish. Ulanish deganda xizmatlar resurslarini olishga bo‘lgan imkon tushuniladi.

3.2-rasm. Tayyorgarlik holatini aniqlash uchun 3x3 matritsali usul

Ulanish jarayoni, “foydalanuvchi-tarmoq” interfeysida foydalanuvchidan so‘rov paydo bo‘lgan lahzadan boshlanadi va uning terminalida bir bitgina paydo bo‘lishi bilan tugaydi.

Foydalanuvchilarning ma’lumotlarini ko‘chirish jarayoni, ulanish tugagan lahzadan harakatga tushadi va aloqa seansi tugashidan darak bo‘lganda bo‘shatish so‘rovini uzatish lahzasida tugaydi.

Bo‘shatish jarayoni, bo‘shatish so‘rovi signali uzatish lahzasida amalga oshadi va har bir foydalanuvchi uchun aloqa seansi vaqtida ajratilgan xizmatlar resurslari bo‘shagandan keyin tugaydi.

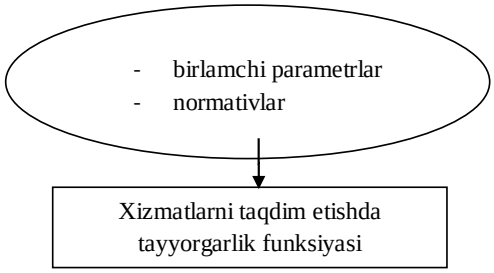
Bo‘shatish jarayoni, xuddi bog‘lanish kabi oldingi mavjud ulanishni buzish va yuqori sath protokollarining ishini tugatilishi bilan bog‘liq.

Xizmatlar funksiyasini qo‘llashda xizmat sifati uchta parametr bilan tavsiflanadi: tezkorlik (tezlik), xatosizlik (aniqlik), ishonchlilik.

Tezkorlik, vazifani bajarish uchun zarur bo‘lgan vaqt oralig‘ini yoki bajarish tezligini xarakterlaydi.

Xatosizlik, vazifani bajarilishini to‘g‘riligining darajasini xarakterlaydi.

Xizmatlar xarak-teristikasi / Xizmatlar funksiyasi	Tezkorlik (Speed)	Xatosizlik (Accuracy)	Ishonchlilik (Dependability)
Ulanish (Access)			
Ma’lumotni ko‘chirish (User information transter)			
Bo‘shatish (Release)			



…..11011111111111101100110101000…… Ketma – ket vaqt lahzalari davomida tayyorgarlik holati

Ishonchlilik, ma’lum bir berilgan kuzatish vaqti oralig‘ida vazifani bajarishda ishonchlilik darajasini aniqlaydi (bajarish tezkorligi va xatosizligiga bog‘liq bo‘lmagan holda).

Xizmatlar sifatining har bir birlamchi parametri uchun me’yorlar o‘rnatilgan bo‘lishi kerak. Bu me’yorlar orqali xizmatlarni taqdim etish jarayonida o‘lchangan qiymatlarni solishtirish mumkin bo‘lishi kerak.

Xizmat ko‘rsatish sathi haqida kelishuv SLA (Service Level Agreements), telekommunikatsiya xizmatlari bozorida raqobatbardoshlik

kuchaygan sharoitda mijozlarni jalb etish va saqlab qolish uchun juda kuchli vosita hisoblanadi. Foydalanuvchilarning so‘rovidan aniqlanishi bo‘yicha, bunday kelishuvning natijaviy imkoniyatlari ta’minlovchining xizmatlarini tanlashda muhim omillardan biridir. Qisqa qilib aytganda SLAning ma’nosi shundan iboratki, xizmatlarni ta’minlovchi va mijozlar orasidagi shartnomada, ta’minlovchi tomonidan bajarilishi kafolatlanadigan xizmat ko‘rsatish sifatiga QoS (Quality of Service) bo‘lgan ma’lum bir talablar o‘rnatiladi.

Agar shu kafolatlar bajarilmasa, xizmatlarni ta’minlovchiga nisbatan jarima solinadi. Boshqa tomondan, kafolatlangan sifatni bergan ta’minlovchi o‘zining xizmatlarining narxini oshirish imkoniga ega bo‘ladi.

Xalqaro tashkilotlar xujjatlari va ta’riflar. Xizmat ko‘rsatish sathi bo‘yicha kelishuv xalqaro tashkilotlarning bir qator xujjatlarida ko‘rib chiqiladi:

- ITU-T (XEAI-T) E.860 tavsiyasi, “Framework of a Service Level Agreement”, 2002y. va E.801 “Framework for Service Quality Agreement”,1996 y.;
- ETSI - qo‘llanmasi EG. 202 009-3 “User Group; Quality of telecom services; Part 3: Template for Service Level Agreements (SLA)”, 2002 y.;
- Frame Relay Forum - FRF. 13 “Service Level Definitions Implementation Agreement”, 1998 y.; TeleManagement Forum (TMF) - GB917 “SLA Management Handbook”, 2001 y.

Bu ro‘yxatlarning ichida eng birinchi ITU-T E.801 yaratilgan. Unga “Xizmat ko‘rsatish sathi haqida kelishuv” (Service Quality Agreement, SQA) kiritilgan va u o‘zaro bog‘langan operatorlar yoki xizmatlarni ta’minlovchilar orasida, oxirgi foydalanuvchilar va boshqa talabgorlarni qoniqtirish uchun monitoringning rasmiy dasturlarini kiritish, o‘lchash va me’yorlarni o‘rnatish haqida.

Frame Relay Forum o‘zining FRF.13 tavsilotli ro‘yxatida, kadrlarni retranslyatsiya xizmati sifat parametrlarini o‘rnatdi va bu parametrlar SLA da qo‘llanilishi mumkin. Rasman bu xalqaro xujjatlarda birinchi marta ko‘rsatib o‘tilgan. So‘ngra TMF GB917 ma’lumotnomasida va ITU-T E.860 tavsiyasi ishlab chiqildi.

E.860 tavsiyasida xizmat ko‘rsatish sifati haqida yangi tushunchalar yuzaga keldi (SQA, boshqa nomi QoS Agreement): hozirda u xizmat ko‘rsatish sifatiga tegishli bo‘lgan SLA ning qismi kabi qaraladi. Shuning uchun ham E.860 tavsiyasida bu ta’rif aniqlashtirilgan va QoS deb atalgan.

QoS - bu ta’minlovchidan foydalanuvchiga taqdim etilgan xizmat ko‘rsatish darajasiga moslik va ular orasidagi kelishuv.

Differensiallashgan xizmatlar (Differentiated Services, DiffServ) modelida qo‘llaniladigan yana bir yaqin tushuncha bor, IETF – tavsilotli ro‘yxatidagi xizmat ko‘rsatish sathi (Service Level Specification, SLS).

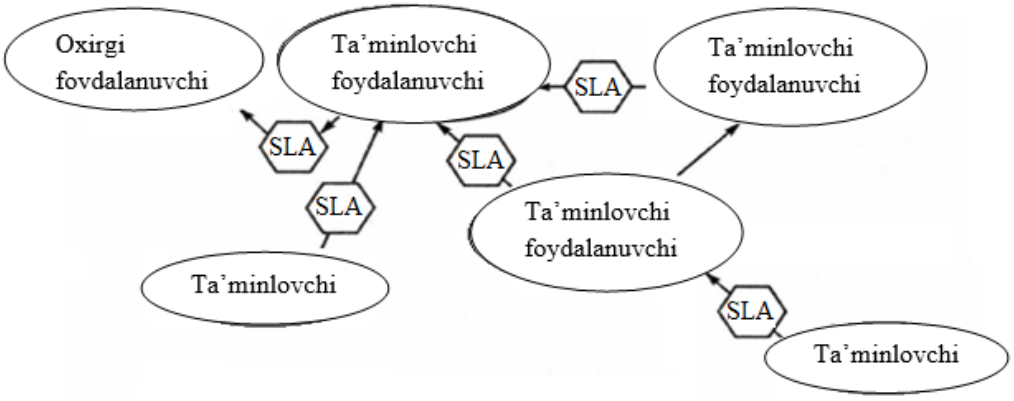
Birgalikda xizmat ko‘rsatishni aniqlaydigan bu parametrlar majmuasi va ularning qiymati, DiffServ domenida trafiklar oqimiga taqdim etiladi. DiffServ modelida QoS ni ta’minlash uchun qo‘llaniladigan SLS, SLAning bir qismi bo‘lishi mukin.

Mijozlar bilan o‘zaro bog‘lanishdan tashqari, u chekkadan bu chekkaga xizmatlarni taqdim etishda qatnashadigan xizmatlarni ta’minlovchilar orasidagi o‘zaro bog‘lanish ham muhim ahamiyatga ega bo‘lishi mumkin.

Bir necha ta’minlovchilar mavjud bo‘lgan holda xizmat ko‘rsatish sifatini ta’minlash juda murakkab bo‘lib qoladi. Bu muammoni yechishga oxirgi foydalanuvchi oldida yagona javobgarlik (one-stop responsibility) deb ataluvchi tushuncha yordam beradi. Boshqa ta’minlovchilarning xizmatlarini qo‘llash 3.3-rasmda ko‘rsatilgan.

SLA ning xarakteri va tuzilishi. Amalda qo‘llaniladigan SLA turlicha va doimiy emas. SLA ning xarakteristikalarini aniqlovchi asosiy omillarga quyidagilar kiradi:

- taqdim etiladigan xizmat turlari;
- xizmatlarni ta’minlovchida mavjud bo‘lgan texnik baza;
- foydalanuvchilarning talabi;
- sheriklarning muomalasi;
- raqiblarning xulq atvori.



3.3-rasm. Yagona javobgarlik prinsipini qo‘llash

Normativ xujjatlarning umumlashgan tavsiyasi va amaliy tajribalar, SLA ning quyidagi tarkibini tavsiya etishi mumkin:

- taqdim etiladigan xizmatlar tavsifi;
- sifat koʻrsatkichlari va ular uchun meʼyorlar;
- nazorat usullari va vositalari;
- foydalanuvchining shikoyatini qayta ishlash jarayoni;
- jarima sanksiyasi;
- xizmatlarni taʼminlovchilarning javobgarligini chegaralanganligi;
- hisobot;
- oʻlchash jarayonini kiritish;
- qoʻshimcha sharoitlar (sir saqlanishi, uni himoya qilishga javobgarlik va boshqalar).

Xizmat koʻrsatishning sifat koʻrsatkichlarini tanlash va ular uchun normativlar. SLA da markaziy oʻrinni xizmat koʻrsatishning sifat koʻrsatkichlari va ular uchun xizmat koʻrsatish sathining meʼyorlari deb ataluvchi meʼyorlar (Service Level Objectives, SLO) egallaydi.

Bu yyerda, SLA doirasida taʼminlanishi mumkin boʻlgan, xizmat koʻrsatish sathini aniqlovchi, taʼminlovchi va xizmatlar istemolchisi orasida kelishilgan sifat koʻrsatkichlarining chegara qiymatlari nazarda tutilgan.

Xizmat koʻrsatishning sifat koʻrsatkichlari SLA bilan birgalikda ikki kategoriyaga boʻlinadi:

- maxsus - xizmatga yoki texnologiyaga bogʻliq boʻlgan;
- umumiy - xizmatga yoki texnologiyaga bogʻliq boʻlmagan.

Sifat koʻrsatkichlari, ITU-T tavsiyasiga mos keluvchi xizmatlar yoki tarmoq turi va boshqa xalqaro tashkilot xujjatlari uchun oʻrnatilgan boʻlsa maxsus hisoblanadi. Masalan, raqamli kanallarni ijaraga berishda bu tavsiya ITU-T G.82x seriyasi, ATM uchun ITU-T I.356 tavsiyasi va ATM Foruma Aftm-0056.000 tavsilotlar roʻyxati, Frame Relay uchun ITU-T X.144-X.146 tavsiyalari va Frame Relay Foruma FRF.13 tavsilotlar roʻyxati, IP uchun ITU-T Y.1540 va Y.1541 tavsiyalari shular jumlasiga kiradi.

Umumiy koʻrsatkichlar sifatida odatda ishonchlilik (tayyorgarlik va ishga yaroqlilik) koʻrsatkichlari qoʻllaniladi, shuningdek SLA da eng koʻp tayyorgarlik koʻrsatkichlari qoʻllaniladi. ITU-T E.800 tavsiyasiga binoan ishonchlilik xizmat koʻrsatish sifatiga taʼsir koʻrsatuvchi eng muhim omillardan biri hisoblanadi. Ishonchlilik konsepsiyasining markaziy oʻrnini tayyorgarlik (availability) egallaydi.

Bu, “Texnikada ishonchlilik. Ishonchlilik bo‘yicha talablarga berilgan umumiy qoidalar va tarkib” DAST 27.003-90 (davlat standarti) holatiga mos keladi va uzluksiz bog‘langan qayta tiklanadigan obyektlar uchun asosiy ishonchlilik ko‘rsatkichi hisoblanadi. Qoida bo‘yicha aloqa vositalari xuddi shunday obyekt hisoblanadi. SLA da qo‘llaniladigan tayyorgarlik ko‘rsatkichlarining turlari 3.2-jadvalda keltirilgan. Tayyorgarlik koeffitsienti asosan muxandislik ishlarida hisoblashlar, solishtirishlar va e’lonlar uchun qulay.

3.2-jadval

Tayyorgarlik ko‘rsatkichlarining turlari

Ko‘rsatkich	Formulalarni qayta hisoblash	Topshiriq namunasi
Tayyorgarlik koeffitsienti (K_t)	$K_t = 1-K_o = T-t_{n\Sigma}/T$	0,999 yoki 99,9%
Turib qolish koeffitsienti ($K_{t.q.}$)	$K_{t.q.} = 1-K_t = t_{n\Sigma}/T$	0,001 yoki 0,1%
Berilgan vaqt oralig‘ida (T) turib qolish vaqtining o‘rtacha yig‘indisi (t_n)	$t_{n\Sigma} = K_{t.q.}T = (1-K_t)T$	8,76 soat bir yilda

Biroq SLA da o‘xshash vazifalarni tekshirish bir qator muammolarni tug‘diradi. Agar shartlangan vaqt oralig‘ida turib qolishning yig‘indi vaqti me’yordan oshib ketmasa, unda talab bajariladi, agar oshib ketsa talab buziladi.

Shuningdek SLA da sutkaning 24 soatida, xaftaning 7 kunida va yilning 365 kunida qayta tiklanish vaqti kafolatlanadimi yoki bu faqat ishchi kuniga va soatiga taalluqliligi kelishiladi.

Ayrim hollarda turib qolishning davomiyligini chegaralanganligi o‘rtacha tiklanish vaqtini qo‘llashni taklif etadi, lekin bu ko‘rsatkich murakkab kamchilikka ega. Odatda ko‘pgina o‘rtacha xarakteristikalar, turib qolishning davomiyligi juda ko‘p qisqa sonlarning kompensatsiyalangani bo‘lishi mumkin.

Zamonaviy multimediali ilovalar. Internet tarmoqlarida IP ustidan so‘zlashuvni uzatish xizmati bilan bir qatorda, o‘zining tarkibiga video, audio, matn, grafika va ma’lumotlarni kirituvchi multimediali trafikni uzatish xizmatlari rivojlanib bormoqda. Bu texnologiyalarning yig‘indisi IP-telefoniya terminini yangi terminga o‘zgartirishga olib keldi.

IP-kommunikatsiya. Hozirgi kunda VoIP – texnologiyasi taxminan qayd etilgan telefon tarmoqlaridan 20% trafikni olish imkoniga ega bo‘ldi va ananaviy telefoniyada jiddiy raqobat sifatida ko‘riladi.

Rivojlanish boshidagi boshqa texnologiya – IPTV, operatorlarga istiqbolli multiservisli xizmatlarni taqdim etish imkoniga ega, ya’ni birinchi navbatda turli raqamli kontentga talablar bo‘yicha ulanish imkoniyati bilan bog‘langan.

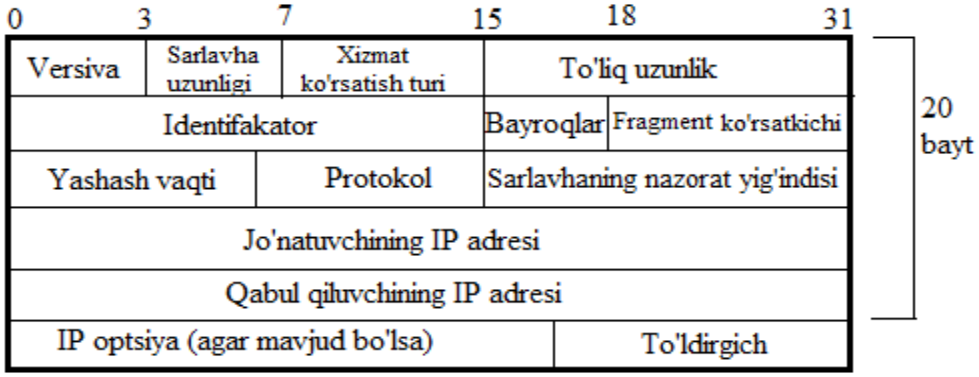
So‘zlashuvni uzatish uchun IP tarmoqni qo‘llashning xususiyati shu bilan bog‘langanki, IP infrastrukturasi so‘zlashuv va signalli paketlarni VoIP tizimi elementlariga kafolatli yetkazishi kerak. Tarmoq, so‘zlashuv trafigi va ma’lumotlar trafigini turli usullarda qayta ishlashi kerak. Agar IP tarmoqda ikkala turdagi trafik uzatilsa, so‘zlashuv trafigiga ustunlik bo‘yicha xizmat ko‘rsatishni ta’minlash zarur. VoIP tarmog‘i va telefon tarmog‘i komponentlari orasida ma’lum bir moslik mavjud, biroq yetarli darajada katta farqga ega. Umum foydalanish telefon tarmoqlarida har bir aloqa seansida, kafolatlangan o‘tkazish oralig‘i bilan kanallarni ajratuvchi kanallarni kommutatsiyalash prinsipi qo‘llaniladi. IP tarmoqlarda, asosida statik zichlashtirish imkoniyati bo‘lgan paketlar kommutatsiyasi qo‘llaniladi. Xizmat ko‘rsatish sinfi tushunchasini kiritish shuki, aniq ilovalarga tegishli paketlar berilgan ustunlikka ega. Ustunlikli tizimni kiritish haqiqiy vaqtdagi ilovalar uchun talab etiladi, ya’ni so‘zlashuv trafigiga boshqa turdagi trafik ta’sir ko‘rsatmasligini kafolatlash uchun.

IPv4 datagramma sarlavhasining tuzilishi. Foydali yuklamani tashuvchi IPning barcha datagrammasi o‘zining tarkibiga sarlavha va ma’lumotlarni kiritadi. 3.4-rasmda 4-turga mos keluvchi IP datagrammasining sarlavhasi ko‘rsatilgan. 4-turni birinchi amalga oshirilgani 1980-yillar boshiga taalluqli va bu tur hozirgi kunda keng tarqalgan.

Sarlavha turli qo‘shimcha opsiyalarni ta’minlovchi 4 ta baytgacha qo‘shish yo‘li bilan kengaytirish imkoniyatiga ega bo‘lgan kamida 20 baytdan iborat. Sarlavhani qulayligi uchun har biri 4 baytdan iborat bo‘lgan qatorlar to‘plami ko‘rinishida ifodalangan. Bunday maydonlarning umumiy soni 5 yoki 6 ga teng.

“Versiya” maydoni 4 bit, IP-sarlavhasini identifikatsiyalaydi. “Sarlavha uzunligi” maydoni sarlavha o‘lchamini aniqlaydi (20 yoki 24 bayt). “Xizmat ko‘rsatish turi” (Type of Service, ToS) maydoni 8 bitdan iborat. Birinchi 3 ta bit datagrammani ustunligini aniqlaydi (000 – ustunliksiz, 111 – ustunlikga ega). Keyingi uchta bit minimal ushlanib

qolish, yuqori o‘tkazish qobiliyati va yuqori ishonchlilikni (har bir bit birga teng) aniqlaydi. Oxirgi ikkita bit qo‘llanilmaydi. Shuni aytish kerakki, 1990-yillarda Internet tarmoqlarida ToS maydoni qo‘llanilmagan.



3.4-rasm. IP datagramma sarlavhasining fragmenti (IPv4 turi)

“To‘liq uzunlik” maydoni 16 bit, datagrammani to‘liq uzunligini baytlarda aniqlaydi, ya’ni paketda uzatiladigan sarlavha va ma’lumotlar kiradi. Maydon uzunligi 16 bitga teng, datagrammaning maksimal uzunligi 2^{16}-1=65535 baytga teng. Qochonki marshrutizatorlar to‘liq o‘lchamdagi datagrammaga ishlov bera olmasa, uning uzunligiga bog‘liq holda datagramma bloklarga (fragmentlarga) bo‘linishi mumkin.

“Identifikator”, “Bayroq” va “Fragment ko‘rsatkichi” maydonlari qabul qilish oxirida fragmentlardan datagrammani qayta tiklashda qo‘llaniladi.

“Identifikator” maydoni 16 bit, belgilangan punktda fragmentdan datagrammani qayta tiklash imkonini beradi.

“Bayroq” maydoni 3 bit, qabul qilish oxirida datagrammani qayta tiklash uchun qo‘llaniladi. “Fragment ko‘rsatkichi” maydoni 13 bit, berilgan datagramma boshlanishiga nisbatan fragmentni siljishini aniqlaydi.

“Yashash vaqti” maydoni 8 bit, tarmoqda datagrammani mavjud bo‘lish davomiyligini chegaraviy vaqtini aniqlaydi.

Sakkiz bitli “Protokol” maydoni transport sathda qo‘llaniladigan protokolni aniqlaydi.

“Sarlavhani nazorat yig‘indisi” maydoni 16 bit, siklik kod yordamida sarlavhada (butun datagrammada emas, faqat sarlavhada) xatolikni nazorat qilish uchun mo‘ljallangan. Bu tekshirish har bir marshrutizator orqali datagramma yoki uning fragmenti o‘tganda amalga oshiriladi.

Keyingi 2 ta maydon jo‘natuvchi va qabul qiluvchining adreslari uchun mo‘ljallangan.

“Opsiya” maydoni, maksimum 4 bayt, turli vazifali testlashtirish va nazoratni kiritish uchun qo‘llaniladi.

“To‘ldirgich” maydoni “Opsiya” qatorini 32 bit to‘liq uzunligigacha to‘ldirish uchun qo‘llaniladi.

Datagramma va datagramma fragmetlarini uzatganda tarmoq uzellarida tushib qolishi yoki yo‘qolishi mumkin, yoki alohida fragmentlarning katta kechikishi tufayli datagrammalarni qabul qilish joyida uni yig‘ish jaroyonida yo‘qolishi mumkin. Shu tarzda 4-tur qo‘llanilganda IP rejim xizmat ko‘rsatish sifatini minimal sathini ta’minlaydi.

Biroq, hozirgi vaqtda IP-tarmoqlarda turli ko‘rinishdagi trafiklar uzatilmoqda, shu navbatda haqiqiy vaqtdagi interaktiv trafik kechikishlarga (IP ustidan so‘zlashuv, videokonferensiya, interaktiv o‘yinlar va boshqalar), shuningdek, ishonchlilikka, ruxsatsiz ulanishdan axborotni himoyalash va boshqalarga sezgir. Bu talablar Internet tarmoqlari uchun yangi protokollarni ishlab chiqishga olib keldi va bu kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida IPv6 protokoli ishlab chiqildi.

IPv6 datagramma sarlavhasining tuzilishi. 90-yillar oxiridan boshlab Internetni jadal rivojlanish jarayoni boshlandi. Bu sharoitlarda abonentlar va turli qurilmalarni adresli muhitni qo‘llashi Internetni tarqalishini chegaralaydi.

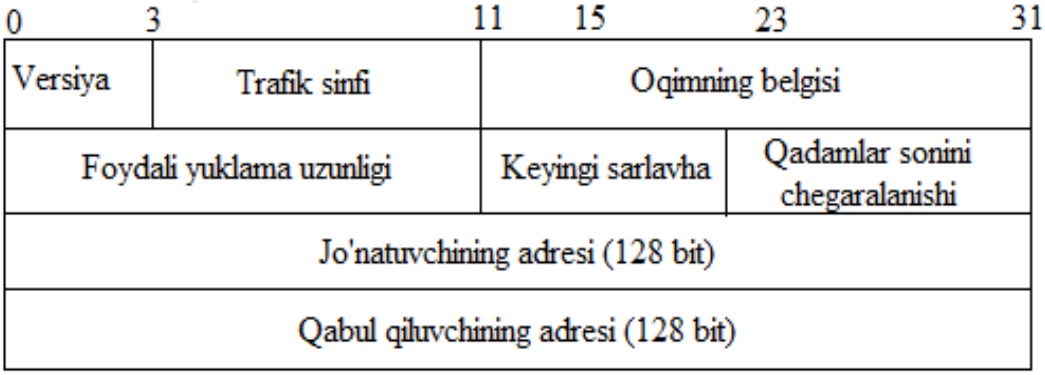
Internet tarmog‘i rivojlanishi uchun adresli muhitga ulanishni oshirish zarur. Bu esa IP protokolini yangi IPv6 turini ishlab chiqilishiga olib keldi. Biroq yangi turni ishlab chiqishda adreslar muammosidan tashqari 4-turning bir qator kamchiliklari hisobga olindi.

Sarlavha tuzilishi asosida olingan mukammallashgan IPv6 protokolning asosiy xususiyatlari quyidagilar hisoblanadi;

- ulanishli IP adreslar sonini oshirishni va ularning konfiguratsiya jarayonini soddalashtirishni ta’minlaydigan adres maydonining yangi o‘lchamini kiritish;
- xizmat ko‘rsatishning kafolatli sifatini ta’minlovchi mexanizmlarni ishlab chiqish;
- axborotni himoyalash va audentifikatsiya vositalarini qo‘llash imkoniyati.

3.5-rasmdan ko‘rinib turibdiki, IPv6 sarlavhasining uzunligi 40 baytga teng, bu 4-turga qaraganda ikki baravar katta. Birinchi 2 ta qator (8

bayt) nazorat vazifasini ta’minlaydi va bu 2 ta qatorning tuzilishi IPv4 sarlavhasining adresli qismining ustida joylashgan qator tuzilishidan farq qiladi.



3.5-rasm. IPv6 datagramma sarlavhasining formati

“Versiya” maydoni 4 bit, paket IPv6 sarlavhasiga egaligini ko‘rsatadi.

“Trafik sinfi” maydoni 8 bit va “Oqim belgisi” maydoni 20 bit, aniq manba adreslari jufti va belgilangan punkt uchun xizmat ko‘rsatish sifatining dastlabki belgilangan sathini aniqlaydi.

Internetda xizmat ko‘rsatish sifati tarmoqning o‘tkazish qobiliyati, paketlarni kechikishi va djitter, shuningdek paketlarni yo‘qolishi orqali aniqlanadi.

“Foydali yuklama maydoni uzunligi” maydoni 2 bayt, sarlavha uzunligidan tashqari baytlarda paket uzunligini aniqlaydi. Shuningdek maydon uzunligi 16-bitga va paketning maksimal uzunligi 2^{16}-1=65535 baytga teng.

“Keyingi sarlavha” maydoni 8 bit, IPv6 asosiy sarlavhasidan keyingi keluvchi qo‘shimcha sarlavhalar turini aniqlaydi. Qo‘shimcha sarlavhalar joylashgan maydon, IP sarlavhasi, TCP va UDP sarlavhalari orasiga joylashtiriladi. Qo‘shimcha sarlavhalar o‘ziga katta funksiyalar yig‘indisini kiritadi, ular marshrutlash, fragmentlash, axborot xavfsizligi, autentifikatsiyadir.

“Qadamlar sonini chegaralash” maydoni 8 bit, 4-turdagi “Yashash vaqti” maydonining vazifalarini bajaradi.

Jo‘natuvchi va qabul qiluvchilarning adreslari har biri 16 baytga ega (128 bayt) ya’ni 4-turga qaraganda 4 marta ortiq.

IPv6 protokolni kiritish bilan bog‘liq ishlar 10 yildan ko‘p vaqt davomida olib borilishiga qaramay, IP tarmoqlarda apparat-dasturiy

modulning asosiy qismini 4-turning IP protokoli amalga oshiradi. Bu bilan bog‘liq holda, IPv6 yangi tur protokollar oilasiga o‘tishda muammolar yuzaga keladi.

VoIP – texnologiyasi. IP tarmoq orqali so‘zlashuv signalini uzatish tizimi arxitekturasiga o‘tishdan avval, VoIP texnologiyasida amalga oshiriladigan asosiy jarayonlarni ko‘rib chiqamiz. VoIP tizimi so‘zlashuv signaliga nisbatan, oddiy telefon tarmoqlari singari vazifalarni bajarishi kerak. Bu asosiy vazifalarga quyidagilar kiradi:

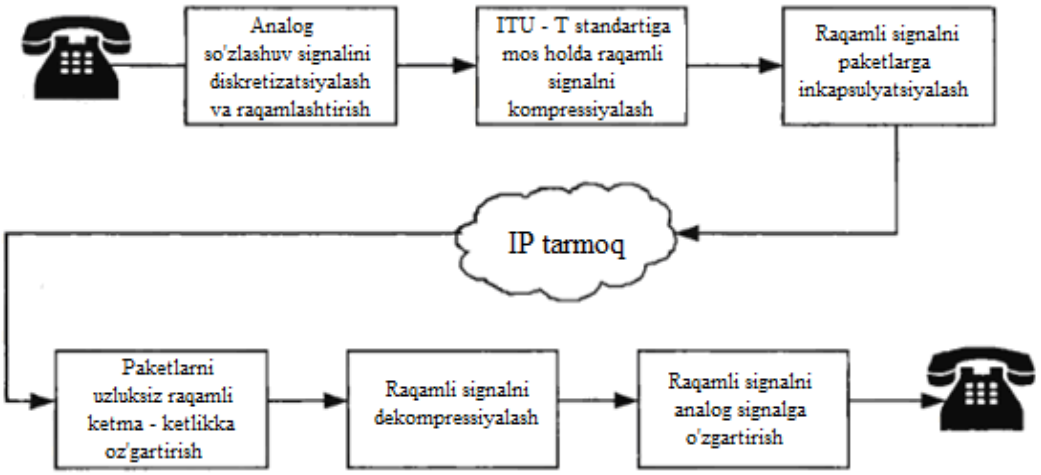
- ***uzatuvchi tomonda*** - analog signalni raqamli signalga o‘zgartirish va raqamli signalni tarmoq orqali uzatish uchun zarur bo‘lgan ko‘rinishda taqdim etish (IP tarmoq orqali); so‘zlashuv signali IP protokoli paketlariga inkapsulyatsiyalanadi;
- ***IP tarmoqda*** - telefonli chaqiriqqa xizmat ko‘rsatishni boshqarish (ulanishni yaratish, so‘zlashuv almashishni ta’minlash, uzish) va paketlarni transportlash;
- ***qabul qilish qismda*** - qabul qilingan paketlardan va diskret signaldan analog so‘zlashuv signalini qayta tiklash.

3.6-rasmda so‘zlashuv signali IP tarmoq orqali o‘tgandagi qayta ishlash jarayoni keltirilgan. Bu yyerda bloklar ko‘rinishida yuqorida sanab o‘tilgan vazifalar keltirilgan - kodlash, IP paketlar ko‘rinishida ifodalash, tarmoq orqali paketlarni uzatish, paketlarni taqsimlash va analog so‘zlashuv signalini qayta tiklash.

Chaqiriqqa (ulanish, so‘zlashuv almashishni ta’minlash va uzish) xizmat ko‘rsatishni boshqarish. VoIP texnologiyasida telefon aloqasiga aynan o‘xshashi bo‘yicha abonentlar orasida ulanishni o‘rnatish zarur. Bu signalizatsiya tizimi bilan amalga oshiriladi, ya’ni terminal qurilma yordamida tarmoqda aloqa bo‘ladi, ya’ni chaqiriqqa xizmat ko‘rsatish uchun zarur bo‘lgan tarmoq elementlari ishini koordinatsiyalaydi va faollashtiradi. VoIP tarmoqda signalizatsiyani, tarmoq komponentlari orasida IP datagrammalarni almashishi ta’minlaydi.

Ulanish 2 ta oxirgi punktlar orasida o‘rnatiladi. Bu punktlarning identifikatsiyasi maxsus ma’lumotlar bazasi orqali ishlab chiqiladi. UFT tarmog‘i singari oxirgi punktni identifikatsiyalash uchun telefon nomerlari qo‘llaniladi. VoIP tarmog‘ida ham buning uchun ma’lumotlar bazasida saqlanuvchi IP-adres qo‘llaniladi. VoIP datagrammasini transportlash, IP marshrutizatorlarida so‘zlashuv paketlarini ketma-ket qabul qilish yo‘li orqali bajariladi.

IPTV texnologiyasi - interaktiv rejimda va eshittirish rejimida IP tarmoqlari bazasida multimediali xizmatlarni (TV, audio/video, matn) yetkazish texnologiyasini o‘zida namoyish etadi.



3.6-rasm. VoIP tarmog‘i orqali so‘zlashuv signalini uzatishda ishlov berish

IPTV texnologiyasi quyidagi asosiy xususiyatlar bilan xarakterlanadi:

- Interaktiv TV. IPTV imkoniyatlari, ikki tomonlama uzatishni ta’minlash, Operator-Provayderga interaktiv ilovalarning keng spektrida xizmat ko‘rsatish imkonini beradi; standart televideniya, yuqori aniqlikdagi televideniya, interaktiv o‘yinlar, Internetga yuqori tezlikda ulanish.

- Personalizatsiya. IPTV tizimi ikki tomonlama aloqani ta’minlaydi va foydalanuvchilarga, ularning xohishlariga binoan ko‘rish imkonini beradi (masalan, VoD - talab bo‘yicha video xizmati - abonent buyurtmasi bo‘yicha Operator videoserveridan filmlarning translyatsiyasi).

- Qoldirib ko‘rish. Videomagnitofon bilan IPTV kombinatsiyasi - keyin ko‘rish uchun IPTV kontentini yozish uchun mexanizmni ta’minlaydi.

- Turli tipdagi terminallar qo‘llanilgandagi IPTV xizmatiga ulanish - IPTV kontentini ko‘rish faqatgina televizion qabul qilgichlar orqali chegaralanmaydi. IPTV xizmatlariga ulanish uchun foydalanuvchilar o‘zlarining personal kompyuterlari va mobil qurilmalaridan foydalanishlari mumkin.

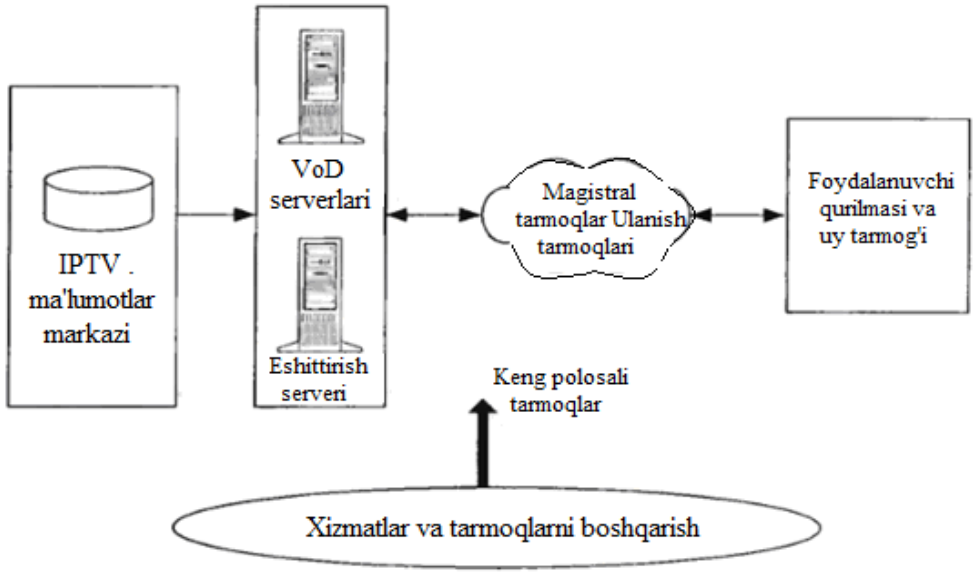
IPTV arxitekturasi

IPTV tizimi arxitekturasining umumiy koʻrinishi 3.7-rasmda keltirilgan. Arxitektura oʻzining tarkibiga quyidagi funksional bloklarni kiritadi:

- kontent manbalari. Kontent manbai IPTV ma'lumotlar markazi sifatida aniqlanadi, ishlab chiquvchidan video kontentni qabul qiluvchi (eshittirish dasturlari, filmlar, oʻyinlar va boshqalar). Soʻngra kontent kodlanadi va foydalanuvchilarga uzatiladi yoki VoD xizmati uchun ma'lumotlar bazasida yigʻiladi;

- IPTV xizmati bogʻlamalari. Xizmatlar bogʻlamasi turli formatlardagi video oqimlarni qabul qilish komponentini oʻzida ifodalaydi. Soʻngra bu video oqimlar IP tarmoqda uzatish uchun paketlarga inkapsulyatsiyalanadi;

- keng polosali tarmoqlar. Magistral tarmoqlar va ulanish tarmoqlaridan iborat boʻlgan keng polosali tarmoqlar, yuqori oʻtkazish qobiliyati, yuqori koʻrsatkichli xizmat koʻrsatish sifati va taqsimlovchi imkoniyatlar bilan xarakterlanadi. Bunday tarmoqlarning asosiy xususiyati, xizmatlar bogʻlamasidan foydalanuvchilar qurilmasiga IPTV ma'lumotlar oqimini ishonchli taqsimlash uchun zarur boʻlgan koʻp adresli joʻnatish (multikasting) hisoblanadi. IPTV magistral tarmoqlarda tolali optik liniyalar, ulanish tarmoqlarida turli keng polosali - simli va simsiz texnologiyalar qoʻllaniladi;



3.7-rasm. IPTV tizimining soddalashtirilgan arxitekturasi

- foydalanuvchi qurilmasi. IPTV foydalanuvchi qurilmasi tarkibiga, keng polosali tarmoq oxiri bilan shakllanuvchi interfeys vositasi kiradi. Bu yyerda uy tarmog‘ini tashkil qiluvchi shlyuzlar qo‘llanilishi mumkin. Foydalanuvchi qurilmasidagi IPTV trafikni terminallashtiruvchi funksional blok IPTV mijozi deyiladi. Odatda bu blok TV – qo‘shimcha ko‘rinishida qo‘llaniladi. TV-qo‘shimchaning asosiy vazifasi o‘zining tarkibiga xizmatlar bog‘lamasi bilan ulanishni o‘rnatish, video oqimlarni dekoderlash, foydalanuvchi tomonidan boshqarishni aks etishi va monitorga ulanishni kiritadi.

IPTV tarmoqlarida turli xalqaro tashkilotlar tomonidan ishlab chiqilgan standartlarning katta to‘plami qo‘llaniladi: ITU-T, ETSI, IETF, MPEG. TV – signalini siqish standartlari talab etilgan o‘tkazish oralig‘ini o‘n va yuz martaga kamaytirish imkonini beradi. Raqamli eshittirish standartlarini keng tarqalgani yevropa standarti DVB, amerika standarti ATSC va yaponiya standarti ISDB hisoblanadi. IPTV xizmatlarini taqdim etuvchi tarmoq protokollarining katta soni orasida quyidagi ayrimlarini aytamiz: transport protokollari UDP, RTP va RTCP; signalizatsiya protokollari SIP, H.323; mashrutizatsiya protokollari RIP, OSPF, ko‘p adresli jo‘natish protokoli IGMP.

Internet tarmog‘idagi xizmatlar

Internet tarmoqlarida amalga oshiriladigan ilovalarga World Wide Web (WWW), elektron pochta, haqiqiy vaqtda Internet orqali axborot almashish (chat rooms), oqimli video, muzikali saytlarga ulanish kiradi. WWW qo‘llanilgan holatda foydalanuvchi kompyuter ekranida matn va grafik obyektlarni ko‘radi, belgilangan obyektga sichqoncha tugmasini bosadi va mos kelgan sahifa ekranda paydo bo‘ladi.

Boshqa ilovalar oqimli video xizmati hisoblanadi. Oqimli video - video yozishni bajarish uchun manba va qabulqilgich mos keluvchi qurilmaga ega bo‘lishi kerak. Internet protokollari va vositalarini qo‘llash bilan video oqim manbadan qabul qiluvchiga jo‘natiladi. Bu xizmat talab bo‘yicha video (Video on Demand, VoD) ilovalardan biri singari ko‘rilishi mumkin.

Oxirgi servyerda joylashgan, o‘chirilgan ma’lumotlar fayllariga ulanish usullaridan biri, mijoz so‘rovi bo‘yicha fayl nusxasini uzatish hisoblanadi. Bu maqsadda Internet tarmoqlarida standart protokol FTP (File Transfer Protocol) -fayllarni qayta uzatish protokoli qo‘llaniladi.

FTP protokoli server va mijoz orasida ma’lumotlar fayllarini almashish uchun qo‘llaniladi. Har bir oxirgi nuqta fayllarni uzatish va olish/so‘rash imkoniga ega. Bunday fayllarga matn, grafika, tasvirlar, ovoz, video va multimediali axborot bo‘lishi mumkin. Shuningdek FTP protokoli, mijoz kompyuteriga dasturiy ta’minotni yuklash uchun ham qo‘llaniladi. Foydalanuvchi FTP protokoli yordamida olinadigan fayllarni to‘g‘rilashi mumkin (o‘chirish, nomini o‘zgartirish, nushalash va boshqalar).

Texnik nuqtai nazardan WWW, yagona HTTP (Hypertext Transfer Protocol) protokoli yordamida muloqot qilinadigan ko‘pgina mijozlar va serverlar sifatida ko‘riladi. Internetda gipermatnni aks ettirish, yaratish va saqlashni yengillashtirish uchun HTML (Hypertext Markup Language) dasturlash tili qo‘llaniladi. HTTP va HTML protokollarining kombinatsiyasi Internet global tarmog‘i orqali matn, grafika, ovoz, video va boshqa multimediali fayllarni yetkazishni ta’minlaydi.

Elektron pochta IP tarmoqda eng eski ilovalardan biri hisoblanadi. Hozirgi kunda millionlab odamlar har kuni elektron pochta orqali axborot almashadi. Bu almashish SMTP (Simple Mail Transfer Protocol – pochta xabarlarini eltishni oddiy protokoli) protokoli yordamida amalga oshadigan mijoz va server orasida ma’lumolar almashishni yana bir ko‘rinishi hisoblanadi.

IP tarmoqlarda multimediali trafik xususiyatlarini tahlil qilish

Hozirgi kunda Internetning barcha tarmoq trafigini ikki sinfga ajratish mumkin – TCP protokoli asosida boshqariladigan trafik va UDP protokoli asosida boshqariladigan trafik. Oxirgi 5 – 7 yil davomida TCP va UDP trafiklarining proporsiyasi juda keng o‘zgardi. Taxminan trafikning 90% TCP ulanishi orqali uzatiladi. TCP trafigining o‘sishiga ta’sir etuvchi ilovalar juda tez rivojlanmoqda, birinchi navbatda turli Web ilovalar va bir darajali tarmoqlararo ulanishlar tufayli. Xuddi shu vaqtda VoIP, IPTV va boshqa taniqli yangi ilovalarni o‘sishiga bog‘liq holda UDP trafigining taxminiy hajmi taxminan 90% ni tashkil etadi. Biroq yaqin yillarda bu trafik sinfining amaliy o‘sishini kutish kuzatiladi.

Shuningdek, IP tarmoqni boshqarish va signalizatsiyani turli protokollari bilan shakllanuvchi boshqarish trafigi mavjud. Boshqarish trafigini qayta ishlash tarmoqni normal ishlashi uchun zarur, uning hajmi nisbatan kam (1-1.5%) va tarmoq ishlashining xarakteristikalariga ta’sir qilmaydi.

Internet tarmoqlarida transport protokoli turiga bog‘liq holda sinflarga ajratishdan tashqari, trafikni 3 ta asosiy tipga farqlash qabul qilingan: elastik, oqimli va haqiqiy vaqtdagi.

Elastikli termini – TCP protokolini boshqaruvchi ma’lumotlar uzatishni yaratishdagi trafikka nisbatan qo‘llaniladi. Uning nomi, tarmoqda yuklama o‘zgarishiga javoban uzatish tezligi keng oraliqlarda o‘zgarishi mumkinligi bilan bog‘langan. Bu turdagi trafik yo‘qotishlarga sezgir va kechikishlarga nisbatan moil emas.

Oqimli trafik – audio va video axborot uzatish bilan bog‘liq bo‘lgan ilovalar natijasida yuzaga keladi. Bu ilovalar aloqa seansi vaqtida kechikishlarni chegaralash yo‘li bilan saqlangan, aniq uzatish tezligiga ega bo‘lgan paketlar oqimini generatsiyalaydi. Lekin bunda real vaqtdagi trafik bilan taqqoslash bo‘yicha kattaroq kechikishlarga yo‘l qo‘yilishi mumkin va bu turdagi trafik yo‘qotishlarga nisbatan kam sezgir.

Real vaqtdagi trafik – nisbatan katta bo‘lmagan uzunlikdagi kechikishlarni beradi va yo‘qotishlarga kam sezgir. Bu turdagi trafik IP-telefoniya tizimlarida va videokonferens aloqada mavjud. Oqimli trafik va real vaqtdagi trafik UDP protokoli boshqaruvi ostida uzatiladi.

IP klassik tarmoqlarda faqatgina best effort prinsipi bo‘yicha xizmat ko‘rsatilgan elastikli trafik mavjud edi. Barcha uchta turdagi trafik mavjud bo‘lgan zamonaviy IP tarmoqlar uchun, best effort sathi parametrlaridan boshlanib va haqiqiy vaqt trafigiga mos keluvchi parametrlar bilan tugaydigan xizmat ko‘rsatish sifatining parametrlarini ko‘rsatkichlarining keng ko‘lami talab etiladi.

IP tarmoqlarda turli ilovalar uchun taqsimot

Odatda tarmoq yadrosiga oqimlarni kelib tushish jarayoni katta sonli bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan seanslarni super holatini o‘zida namoyon etadi. IP tarmoqlarda oqimlar xarakteri haqidagi statik ma’lumotlar shundan dalolat beradiki, kiruvchi oqim va xizmat ko‘rsatish vaqti keltiradigan taqsimlashning ko‘pgina holatlarini eksponensial hisoblash mumkin.

Shu o‘rinda elastikli trafikni statik tadqiq qilish shuni ko‘rsatadiki, oddiy taqsimlash bilan bir qatorda, kelib tushish hamda xizmat ko‘rsatish jarayonlari sekin so‘nuvchi taqsimlanishlar bilan tasvirlanishi mumkin. Shuningdek, ko‘pgina ilovalarda oqimli trafik va haqiqiy vaqtdagi trafikning tuzilishi sekin so‘nuvchi taqsimlanishlarga kiradi. Bunday taqsimlanishlarda dispersiya katta bo‘lishi mumkin.

Sekin so‘nuvchi taqsimlanishli tasodifiy jarayonlar o‘ziga o‘xshash jarayonlar sinfiga kiradi. Ko‘rsatilgan turni taqsimlanishini keng tarqalgani Pareto, Vebulla va mo‘tadilli taqsimlanish hisoblanadi.

3.3-jadvalda IP tarmoqlarda turli ilovalar uchun statik tadqiq qilishni umumlashtirilgan natijalari keltirilgan. Bu yyerda A orqali kiradigan oqimlarni taqsimlanishi, V orqali bloklarning uzunligini taqsimlanishi belgilangan.

Jadvaldan ko‘rinadiki pochta trafigi (SMTP protokoli) eksponensial taqsimlash sifatida ifodalanadi, u holda taniqli IP ilovalarning katta soni sekin so‘nuvchi taqsimlanishga mos keladi.

3.3-jadval.

IP tarmoqlarda turli ilovalar uchun statik tadqiq qilishni umumlashtirilgan natijalari

Trafik turi	IETF modeli sathi	Taqsimlanish	
		A	V
VoIP/UDP	Ilovali / transportli	P	P
FTP/TCP	Ilovali / transportli	P	W va LN
SMTP/TCP	Ilovali / transportli	M	M
HTTP/TCP	Ilovali / transportli	P	LN va P
IP	Tarmoqli	P	P
Ethernet	Ma’lumotlar zvenosi	P	P

Ilova: P – Pareto taqsimlanish;
M – eksponensial taqsimlanish;
W – Veybulla taqsimlanish;
LN – mo‘tadilli taqsimlanish.

Xizmat ko‘rsatish sifati sohasida terminlarni tushuntiruvchi ITU-T modeli

Ingliz tilida “Xizmat ko‘rsatish sifati” terminiga Quality of Service (QoS) so‘z birikmasi mos keladi. “Xizmat ko‘rsatish sifati” termini telefon tarmoqlarining ishlab turishida turli aspektlarning tavsiflarida qo‘llaniladi.

ITU-T xujjatlarida xizmat ko‘rsatish sifatiga tegishli bo‘lgan terminlar E.800 tavsiyasi bilan aniqlanadi. Bu tavsiyada QoS ko‘rsatkichlari, xizmat ko‘rsatish xarakteristikalarining birgalikda paydo bo‘lishi kabi qaraladi. Quyidagi 3.8-rasmda xizmat ko‘rsatish sifati komponentlarini va ularning o‘zaro aloqasini aniqlovchi model ko‘rsatilgan.

Kutiladigan xizmat ko‘rsatish sathi quyidagi xarakteristikalar bilan baholanadi:

– Xizmat koʻrsatishni qoʻllab-quvvatlash (service support);
– Xizmat koʻrsatishning qulayligi (service operability);
– Xizmat koʻrsatishni taqdim etish (service ability);
– Xizmat koʻrsatish xavfsizligi (service security).

Xizmat koʻrsatishni qoʻllab-quvvatlash xarakteristikasi, operator xizmatini taqdim etish qobiliyatini va uning qobiliyatliligini qoʻllashni aks ettiradi. Oʻz navbatida xizmat koʻrsatishni taqdim etish xarakteristikasi quyidagi uchta guruhga boʻlinadi:

– Xizmatlarga ulanish (service accessability);
– Xizmat koʻrsatish moʻtadilligi (service retainability);
– Xizmat koʻrsatishning toʻliqligi (service integrity).

Xizmatlarga ulanish xarakteristikasi, foydalanuvchining talablari boʻyicha ularni olish imkonini va soʻralgan vaqt oraligʻida yomonlashishi sezilmaydigan holatda xizmat koʻrsatishni davom ettirishni baholaydi.

Xizmat koʻrsatish moʻtadilligining xarakteristikasi, soʻralgan vaqt oraligʻi davomida berilgan atributlar bilan, olingan xizmatlardan foydalanish imkonini aniqlaydi.

Xizmat koʻrsatishning toʻliqlilik xarakteristikasi, koʻrsatiladigan xizmatlar toʻlaligicha, yomonlashmasdan amalga oshiriladi.

Xizmat koʻrsatish xavfsizligi xarakteristikasi, telekommunikatsiya tarmoqlarining quyidagi ishlash aspektlari bilan bogʻliq: ruxsat etilmagan monitoring, gʻirromlikni qoʻllash, buzuq niyatda shikast yetkazish, notoʻgʻri qoʻllash, inson xatolari, tasodifiy falokatlar.

Yuqorida qayd etilgan barcha xizmat koʻrsatish xarakteristikalari tarmoqning ishlash sifatiga, shuningdek funksional imkoniyatlariga bogʻliq. Mos keluvchi bogʻlanishlar 3.8-rasmning past qismida chiziq liniyalar bilan belgilangan.

Platalarning ustama xarakteristikasi (charging performance), aloqa turi, belgilangan punkt, sutkadagi vaqt va ulanishning davomiyligi nuqtai nazaridan toʻgʻrilangan ustama platalar ehtimolligi orqali aniqlanadi.

Trafikka xizmat koʻrsatish xarakteristikasi (traffic ability performance), ma’lum bir parametrga ega boʻlgan trafikka xizmat koʻrsatuvchi texnik vositalarning qobiliyatini aniqlaydi. Bu xarakteristika uchta katta guruhga boʻlingan.

Birinchi guruh uchun terminlar, “Resurslar va qurilmalar” deb ataladi va ular hali aniqlanmagan. Umuman olganda rejalashtirish xarakteristikalari uchun ta’rif (planning performance), xizmatlarni taqdim etish (provisioning performance) va ma’muriy boshqarish yaqin vaqtlarda ishlab chiqiladi.

Ikkinchi guruh, funksional ishonchlilik (depend ability) deb ataladi. Bu yig‘ma termin, asosiy ta’sir qiluvchi omillarni inobatga olgan holda ishga qobiliyatlilik xarakteristikasida ko‘rsatiladi va to‘rtta muhim xarakteristika ajratiladi:

– tayyorgarlik (availability) – berilgan vaqt lahzasida yoki har qanday berilgan vaqt oralig‘i lahzasida texnik vositalarni talab qilingan vazifani bajarish qobiliyati (agar zarur bo‘lsa mos keluvchi tashqi resurslarni qo‘llagan holda);

– ishonchlilik (reliability) – ma’lum bir sharoitda, belgilangan vaqt oralig‘i davomida texnik vositalarni talab qilingan vazifani bajarish qobiliyati;

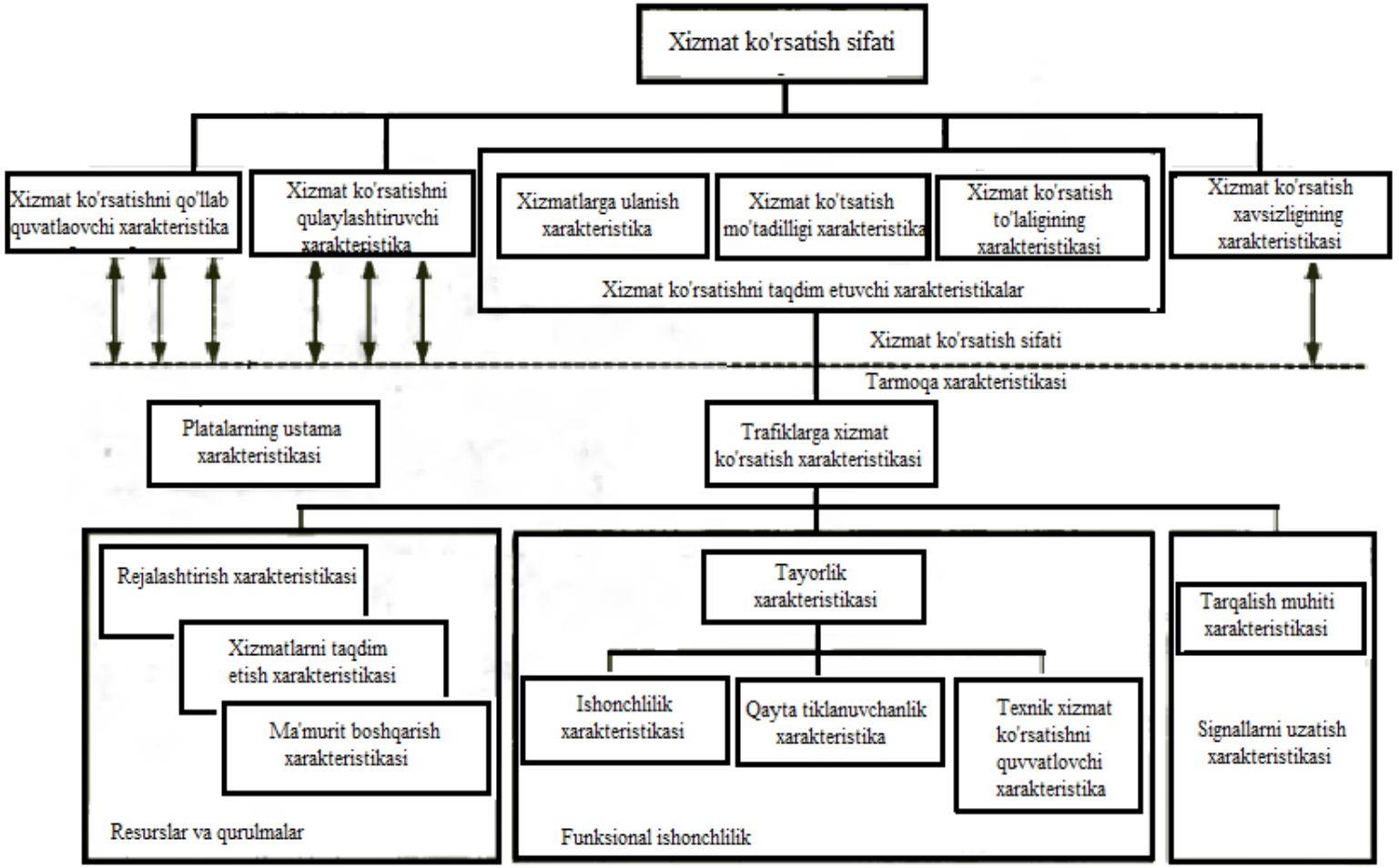
– qayta tiklanuvchanlik (maintainability) – o‘rnatilgan sharoitda texnik vositalarni qo‘llashda xuddi shunday holatda tiklanishini qo‘llab quvvatlash, shuningdek, belgilangan jarayon va resurslarni qo‘llash yordamida talab qilingan vazifani bajarishi mumkin bo‘lgan texnik xizmat ko‘rsatish qobiliyati tushuniladi;

– texnik xizmat ko‘rsatishni qo‘llab quvvatlash (maintenance support) – texnik xizmat ko‘rsatishni belgilangan qoidalarida, talab bo‘yicha ma’lum bir texnik vositalarni ishga qobiliyatliligini ta’minlash uchun zarur bo‘lgan resurslarni qo‘llash imkonini beruvchi ekspluatatsion kompaniyalarning qobiliyati tushuniladi.

Uchinchi guruhga, signallarni uzatish xarakteristikalari (transmission performance) kiradi. Ular ishga qobiliyatli holatda bo‘lgan aloqa tizimi orqali uzatilgan, qayta tiklangan signalning sathi kabi aniqlanadi.

ITU-T E.800 tavsiyasida tarqalish muhitining xarakteristikalari (propagation performance) ajratilgan. Ular, shu jarayonni sun’iy boshqarishsiz, belgilangan ulanish bilan signallarni o‘tishini ta’minlovchi muhit qobiliyati bilan aniqlanadi.

Bugungi kunda kanalli kommutatsiyalash va paketli kommutatsiyalash tarmoqlari IP-infrastrukturasiga asoslangan tarmoqlarga asta-sekinlik bilan birlashmoqda. Bunday tarmoqlar UFTT (umum foydalanuvchi telefon tarmog‘i) trafiklari kabi odatdagi Internet trafiklarini ham tashiydi. Konvergensiyaning bunday tuzilishi, texnologiyalarni birlashtirish orqali tannarxning kamayishiga olib kelishi kabi yangi xizmatlarni yaratish orqali industriyaning rivojlanishi yuz beradi. Lekin amalda konvergensiya juda sekin amalga oshmoqda. Texnik nuqtai nazardan eng qiyini xizmat ko‘rsatish sifatini ta’minlash muammolari bilan bog‘liq.



3.8-rasm. Xizmat koʻrsatish sifati sohasida terminlarni tushuntiruvchi ITU-T modeli

Odatdagi IP tarmoqlar foydalanuvchilarga taqdim etiladigan tarmoq resurslarining mumkin bo‘lgan haqqoniy ulushini sifatli “eng yaxshi urinish” (best effort)ni qo‘llaydi. Lekin bularni ishlab chiqarish sathida bajarilishi kafolatlanmaydi.

Best effort prinsipi haqiqiy bo‘lmagan vaqt masshtabida (elektron pochta, fayllarni uzatish) ilovalarni qo‘llab quvvatlash uchun yetarli darajada samarali va vaqtning haqiqiy masshtabiga yaqin bo‘lgan ilovalar (audio/video eshittirish, Web ni ko‘rish) uchun kengaytirildi. Biroq foydalanuvchilardan kutiladigan interaktiv ovozli telefoniya va haqiqiy vaqtning boshqa ilovalarining sifatini ta’minlash kam ehtimollidir, o‘tkazish qobiliyatini chegaralash, paketlarni yo‘qolishiga yoki kechikish kattaligini jiddiy ravishda oshishiga olib keladi.

Kelajakda, IP-tarmoqlariga asoslangan konvergensiyaning to‘liq foydali samaradorligini qo‘llash uchun, IP (VoIP)dan yuqori ovozga ega bo‘lgan ko‘p va turli tuman foydalanuvchi ilovalar uchun QoSni differensiallashni ishonchli ta’minlash qobiliyatiga ega bo‘lgan resurslarni taqsimlashni yangi prinsipini qo‘llash kerak.

QoSni boshidan oxirigacha IP uchun hal qilish, qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan IP/UFTTni muvaffaqiyatli konvergensiyalash imkonini beradi, masalan quyidagi uchta qadamni:

- IP ni ishlab chiqish parametrlarining umumiy majmuasiga nisbatan tarmoq provayderlarining shartnomalari va QoS talablarini amalga oshirish;
- terminal uchastkada QoS ning belgilangan talablarini qo‘llab-quvvatlovchi tarmoq mexanizmlarini tarqatish;
- kafolatlangan QoS bilan IP-protokollari so‘rovi bo‘yicha signalizatsiya protokollarida QoS talablarini joriy qilish imkonini yaratish.

Oxirgi vaqtlarda IP tarmoqlarda xizmat ko‘rsatish sifati (QoS) savollari juda dolzarb bo‘lib qoldi, chunki bunday masalalarning hal qilinishi kelajakdagi XXI asr aloqa tarmoqlari bilan to‘g‘ridan to‘g‘ri bog‘liq.

O‘tgan bir necha yillar davomida IETF tashkiloti doirasida, QoS ni ta’minlash bilan bog‘liq bo‘lgan katta yoki kichik darajadagi bir qancha arxitekturalar va mexanizmlar taklif qilindi. Bulardan anchagina taniqli bo‘lgani va qo‘llanilgani IntSerf, DiffSerf, MPLS (GMPLS)lar, shuningdek majburiy marshrutlashtirish mexanizmi hisoblanadi.

Optik IP-tarmoqlarda xizmat ko‘rsatish sifatini ta’minlash xususiyatlari

Zich to‘lqin uzunligi bo‘yicha zichlashtirishga (Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM) ega bo‘lgan texnologiya tomonidan tavsiya etilgan, yetarli chastota oralig‘i bilan birgalikda keng tarqalgan IP texnologiyasi, IP-over-DWDM kabi ma’lum va keyingi avlodning (Next Generation, NG) Internet tarmoqlarida katta masofalarga ma’lumotlarni uzatishda yetakchi hisoblanadi.

DWDM – bu zich to‘lqin uzunligi bo‘yicha zichlashtirish texnologiyasi bo‘lib, juda ko‘p chastotalarda yoki to‘lqin uzunliklarida ma’lumotlar paketlarini bir vaqtda uzatish orqali, optik tola resurslaridan samarali foydalanishga imkon beradi.

Ovozli paketlarni va videoni haqiqiy vaqt oralig‘ida uzatish kabi ayrim xizmatlarni kafolatlash uchun xizmat ko‘rsatish sifatini QoS ta’minlash muammosi, optik magistrallar uchun amalda yechimini topmagan.

Optik DWDM texnologiyasi qo‘llanilgan tarmoqlarda QoSni ta’minlash muammolari, elektron kommutatorlarda va marshrutizatorlarda qo‘llaniladigan QoS usullaridan bir qancha fundamental farq qiladi.

Eng asosiy farq DWDM qurilmalarida, kechiktiruvchi optik liniyalarda buferlanishi mumkin bo‘lgan paketlar navbati konsepsiyasining mavjud emasligidir. Kechikish liniyasi (Fiber Delay Line, FDL) - bu ma’lum bir vaqt oralig‘ida optik signalni kechiktirish uchun qo‘llaniladigan uzun optik tolali liniyadir.

Optik tarmoqlarda navbat alternativasi sifatida, kelgusida ma’lumotlarni optik kommutatsiyalash yo‘li orqali chastota oralig‘ini zahiralash uchun signalli axborotlarni qo‘shimcha uzatish qo‘llaniladi.

Optik kommutatsiyalash texnologiyalari

DWDM texnologiyasiga asoslangan optik tarmoq bo‘ylab IP-trafiklarni uzatish uchun uchta asosiy kommutatsiyalash texnologiyasi tavsiya etilgan. Shunga mos holda IP-over-DWDM tarmoqlari quyidagicha sinflanishi mumkin:

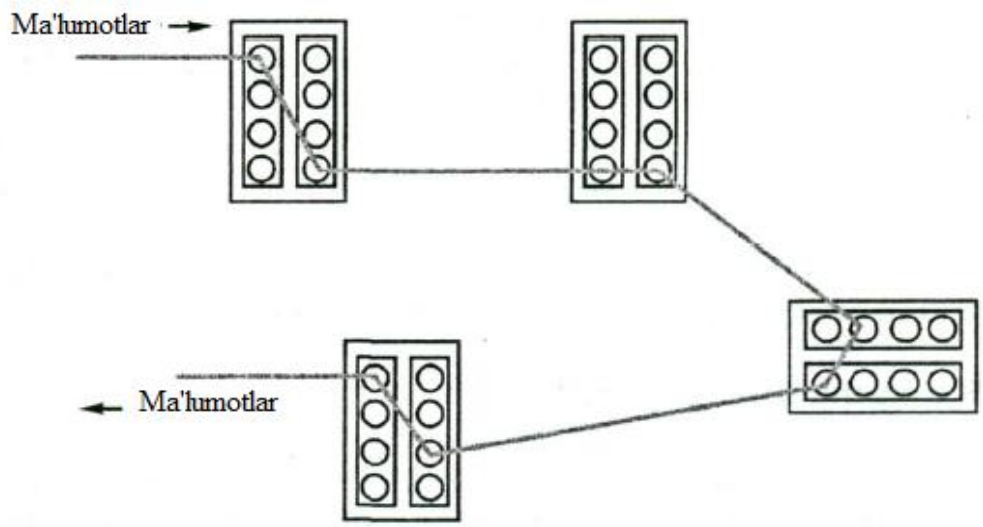
-to‘lqinli marshtutizatsiyaga ega bo‘lgan tarmoqlar (Wavelength Routing, WR);

-paketlarni optik kommutatsiyalashga ega bo‘lgan tarmoqlar (Optical Packet Switching, OPS);

-bloklarni optik kommutatsiyalashga ega bo‘lgan tarmoqlar (Optical Burst Switching, OBS).

To‘lqin uzunligi bo‘yicha marshrutizatsiyalashga ega bo‘lgan tarmoqlar.

To‘lqin uzunligi bo‘yicha marshrutizatsiyalashga ega bo‘lgan tarmoqlar (WR)da, tarmoqning ikkita yakunlovchi bog‘lamalari orasida to‘liq optik to‘lqinli yo‘l yaratiladi. Bu optik yo‘l *yorug‘lik yo‘li* (lightpath) deb ataladi va 3.9-rasmda ko‘rsatilganidek yo‘l bo‘ylab har bir zveno uchun to‘lqinli kanalni zahiralash yo‘li orqali yaratiladi.



3.9-rasm. Yorug‘lik yo‘lini hosil bo‘lishi

Barcha ma’lumotlar uzatilganidan keyin yorug‘lik yo‘li bo‘shaydi. WR tarmoqlari, bir-biri bilan ihtiyoriy topologiyalar orqali, optik tolali liniyalar bilan ulangan *optik kross-konnektor* (OXS)lardan tashkil topgan. OXS qurilmalari, ma’lumotlar oqimini qaysi kirish portiga tushganini va ular qanday to‘lqin uzunliklariga egaligini farqlash qobiliyatiga ega. Natijada yorug‘lik yo‘lining ikkita oxirgi nuqtalari orasidagi oraliq bog‘lamalarda birorta qayta ishlashni, ya’ni elektro-optik E/O o‘zgartirishni yoki ma’lumotlarni buferlashni amalga oshirish zarurati tug‘ilmaydi.

Biroq WR tarmoqlarda, kanallarni kommutatsiyalashga ega bo‘lgan tarmoq turlari kabi resurslarni statik taqsimlash qo‘llanilmaydi, bu esa mumkin bo‘lgan chastota oralig‘ini juda past qo‘llashga olib keladi.

Paketlarni optik kommutatsiyalashga ega bo‘lgan tarmoqlar.

Paketlarni optik kommutatsiyalashga (OPS) ega bo‘lgan tarmoqlarda IP-trafik, «paket ketidan paket» prinsipi bo‘yicha har bir marshrutizatorda

qayta ishlanadi va kommutatsiyalanadi. IP-paket sarlavhadan va foydali yuklamadan iborat. Paket sarlavhasi marshrutlash uchun zarur bo‘lgan axborotdan iborat va foydali yuklama kabi haqiqiy ma’lumotlarni taqdim etadi.

OPS tarmog‘ining kelajakdagi eng oliy maqsadi - optik muhit ichida paket sarlavhasini qayta ishlash. Texnologiyaning mazkur sathida bu mumkin emas. Bunday muammoning yechimi, optik muhitda foydali yuklamani saqlagan holda elektron muhitda sarlavhani qayta ishlash hisoblanadi.

OPSning asosiy afzalligi, chastotalar oralig‘ini taqsimlash uchun statik zichlashtirishni qo‘llash yo‘li bilan chastota diapazonini qo‘llashni oshirish imkonidir.

Bloklarni optik kommutatsiyalashga ega bo‘lgan tarmoqlar.

OBS tarmoqlari, oldin ko‘rib chiqilgan ikkita WR va OPS tarmoqlarning afzalliklariga ega. Bu yyerda oraliq uzellarda buferlashtirish va elektr qayta ishlashga xojat qolmaydi. Ayni shu paytda OBS chegaralangan vaqt davomiyligida kanallarni zahiralash yo‘li orqali tarmoqni qo‘llash koeffitsientini oshiradi.

OBS tarmoqlarida asosiy kommutatsiyalash birligi bu blokdir. Blok (burst), kirish uzelidan chiqish uzeliga birgalikda uzatiladigan va oraliq uzellarda birgalikda kommutatsiyalanadigan paketlar ketma-ketligidir.

Bloklar shakllanishi uchun bir qancha yondashishlar mavjud, masalan: agregatsiyaning chegaralangan vaqtiga ega bo‘lgan konteynerlash texnikasi (Containerization with Aggregation-Time out, CAT).

Blok ikki qismdan iborat: sarlavha va ma’lumot. Boshqaruvchi blok (Control Burst, CB) deb ataluvchi sarlavha, birinchi beriladigan ma’lumotlar bloki (Data Burst, DB) deb ataluvchidan alohida uzatiladi va uning DB siga mos kelishi uchun butun yo‘l bo‘ylab chastota oralig‘ini zahiralaydi. Undan keyin DBning o‘zi SV uchun zahiralangan yo‘l bo‘ylab harakatlanadi.

IP-over-DWDM tarmoqlarda xizmat ko‘rsatish sifati

WR tarmoqlarda QoS. Bu yyerda WR tarmoqlarda xizmatlarni ta’minlashni asosiy yo‘nalishlari ko‘rib chiqiladi. Bu usullar differensial optik xizmatlar (Differentiated optical Services, DoS) modelini kengaytiradi.

DoS modeli yorug‘lik yo‘nalishini ajoyib optik xarakteristikalarini e’tiborga tortadi. Bu optik parametrlarga quyidagilar kiradi: xatoliklarni yuzaga kelish chastotasi (Bit Error Rate, BER), kechikish, djitter va

himoyalash, nazorat va ishonchlilik rejimlari. Bu optik parametrlar va rejimlar berilgan yo‘nalishga tegishli optik xizmatlar sifatini o‘lchash uchun asos hisoblanadi. Bu o‘lchashlarning maqsadi – IP da QoS ekvivalent sinflarida optik xizmatlar sinfini aniqlaydi.

QoS tuzilishi 6 ta komponentdan iborat.

Xizmatlar sinfi. QoSda xizmatlar sinfi yorug‘lik yo‘nalishi bo‘ylab uzatiladigan optik signallarni buzilishi va sifatini xarakterlaydigan parametrlar yig‘indisi bilan aniqlanadi. Bu parametrlar kechikish, BERning o‘rtacha qiymati, djitter va o‘tkazish oralig‘i yoki funksional vazifalarga asoslangan imkoniyatlar – nazorat, himoyalash, ishonchlilik bilan aniqlanishi mumkin.

Marshrutlash algoritmi va chastotalar vazifasi. Yorug‘lik yo‘nalishini yaratish uchun, unga mo‘ljallangan to‘lqin uzunliklari butun yorug‘lik yo‘nalishi o‘tadigan trassa bo‘ylab zahiralangan bo‘lishi kerak. Marshrutlarni tanlash uchun qo‘llaniladigan algoritm va yorug‘lik yo‘nalishini yaratishdagi to‘lqin uzunligi, marshrutizatsiya va to‘lqin uzunligi vazifasini (Routingand Wavelength Assignment, RWA) algoritmi sifatida ma’lum. WR tarmoqlarda QoSni ta’minlash uchun turli to‘lqinli kanallarning QoS xarakteristikasini hisobga oladigan RWA algoritmini qo‘llash zarur.

Yorug‘lik yo‘nalishlari guruhlari. Tarmoqda yorug‘lik yo‘nalishlari guruhlar bo‘yicha klassifikatsiyalanadi, ya’ni har bir guruh DoS xizmatiga mos kelishi kerak.

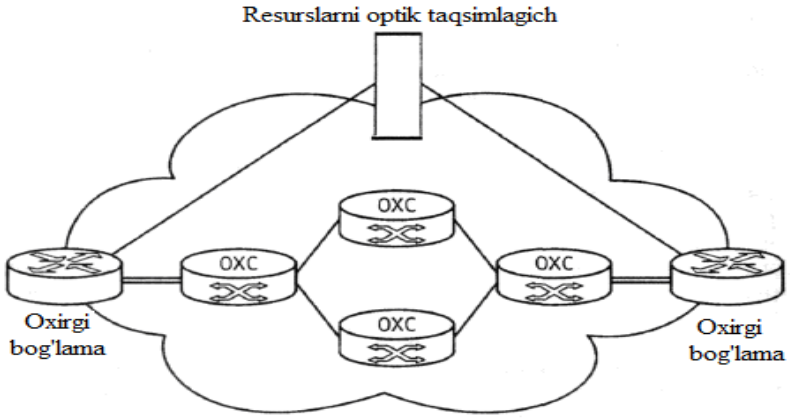
Trafikning klassifikatsiyasi. Joriy trafik tarmoq tomonidan ta’minlanadigan sinflardan biri bilan bog‘lanadi. Tarmoq ichida yagona klassifikatsiya qo‘llaniladi.

Yorug‘lik yo‘nalishlari vazifalarining algoritmi. Xizmat ko‘rsatish sinflarini farqlash uchun adabiyotlarda yorug‘lik yo‘nalishi vazifalarini ko‘plab algoritmlari tavsiya etilgan. WR tarmoqlarda QoSni ta’minlash uchun turli to‘lqin uzunligidagi kanallarning QoS xarakteristikalarini hisobga oluvchi RWA algoritmini qo‘llash zarur.

Ulanishni nazorati. DiffServ arxitekturasida, DWDM tarmoqlarda, yorug‘lik yo‘nalishlarini dinamik ifodalash uchun mo‘ljallangan resurslarni optik taqsimlagich mavjud. Resurslarni optik taqsimlagich resurslar (tashuvchilar soni, kross-konnektorlar, kuchaytirgichlar) holatini kuzatadi va yorug‘lik yo‘nalishi xarakteristikalarini (BERni hisoblash) va funksional imkoniyatlarini (himoyalash, nazorat, ishonchlilik) baholaydi.

Shuningdek resurslarni optik taqsimlagich zanjir bo‘ylab oxirdan oxirgacha chaqiriqlarni birinchi o‘rnatishga javobgar, ya’ni yorug‘lik yo‘li bilan kesishadigan boshqa optik domenlarni ifodalaydigan.

Yuqorida ko‘rib chiqilgan komponentlarning barchasi tarmoqning oxirgi qurilmalarida va/yoki resurslarni optik taqsimlagichda mujassamlangan. 3.10-rasmda oxirgi qurilmalardan iborat, resurslarni optik taqsimlagichli va OXS ichki qurilmali WR tarmog‘ini tuzilishi keltirilgan. Ichki OXSlar faqatgina yorug‘lik yo‘lini o‘rnatishda, tarmoqni kommutatsiyalanadigan yadrosini konfiguratsiyasi uchun zarurdir.



3.10-rasm.WR tarmog‘i

Paketlarni optik kommutatsiyalash tarmoqlarida QoS. OPSni ko‘pgina usullari asosida yotadigan g‘oya – ma’lumotlar o‘tishi va axborotni boshqarish yo‘lini ajratishdir. Bu holda, marshrutizatsiya funksiyalari va qayta yo‘naltirish paket sarlavhasini O/E o‘zgartirishdan so‘ng elektron mikrosxemani qo‘llash bilan bajariladi. Aynan shu vaqtda foydali yuklama shaffof holda xech qanday o‘zgartirishlarsiz, optik domenda kommutatsiyalanadi. Hozirgacha OPS tarmoqlarda xizmatlarni ajratishni ta’minlashning bir necha usullari tavsiya etilgan. Bu shu bilan bog‘liqki, OPS – nisbatan yangi texnologiya va o‘zini yechimida yana ko‘pgina muammolar kutiladi. Paketlarni kommutatsiyalashni barcha usullarida nizolar yuzaga kelishi mumkin, qachonki paketlarni katta soni chegaralangan vaqt davomida kam sonli chiquvchi zvenolar orqali uzatilishi mumkin bo‘lsa. Asosan, OPS tarmoqlarda QoS texnologiyalari, nizolar yuzaga kelganda xizmatlarni ajratishni ta’minlash maqsadida, to‘lqinli ajratish algoritmini va FDLni qo‘llaydi.

Paketlarni optik kommutatsiyalashda xizmatlarni ajratish uchun ikkita algoritm mavjud. Bu algoritmlarni OPS tarmoqlarda QoSni ta’minlashni asosiy texnologiyasi sifatida ko‘rib chiqamiz.

Eltuvchilarni taqsimlash (Wavelength Allocation, WA). Bu usulda barcha erishish mumkin bo‘lgan eltuvchilar alohida ko‘pginalarga ajraladi va har bir ko‘pginalar ustunlikning turli sathlari bilan bog‘lanadi, ustunlikning yuqoriroq sathi erishish mumkin bo‘lgan eltuvchilardan katta qismga ega. WA usuli xizmatlarni ajratish uchun faqat to‘lqin uzunligini qo‘llaydi va FDL buferlarini qo‘llamaydi.

Chegaraviy tashlashli eltuvchilarni kombinatsiyali taqsimlash (Combined Wavelength Allocation and Threshold Dropping, WATD). WA ga qo‘shimcha, bu usulda turli ustunliklar sinfi orasidagi farqni o‘rnatish uchun tashlab yuborish chegarasi qo‘llaniladi. Qachon FDL buferini to‘lishi o‘rnatilgan chegaradan oshsa, past ustunlikka ega paketlar tashlab yuboriladi. Bu jarayon paketning foydali yuklamasi, sarlavha to‘liq qayta ishlanmagungacha va paket sinflanmagunigacha ushlab turiladi, so‘ngra paketga eltuvchi belgilanadi. Biroq bunda kommutatsiyalash tezligini chegaralaydigan “paket paketdan keyin” prinsipi qo‘llaniladi.

Bloklarni optik kommutatsiyalash tarmoqlarida QoS. OBS tarmoqlarida QoSni ta’minlash signalli (zahiralash uchun) protokollarni talab etadi. Shuningdek, magistral kommutator bloklari uchun bloklarni loyihalashtirish algoritmi zarur. Bu algoritmning asosiy kamchiligi shundan iboratki, yuqori ustunlikli trafikni uzatishda yetarlicha kechikishni kiritadi.

OBSda rejalashtirish. Boshqaruvchi blok bog‘lamaga kelganida, mos kelgan ma’lumotlar bloki uchun kiruvchi zvenoda, to‘lqinli kanalni aniqlash uchun to‘lqinli kanallarni rejalashtirish algoritmi qo‘llaniladi. Rejalashtiruvchiga quyidagi axborotlar zarur, blokni kelish vaqti va boshqaruvchi blokka nisbatan uni siljishi. Rejalashtiruvchi har bir to‘lqinli kanalda erishish mumkin bo‘lgan vaqtli slotlarni kuzatadi. Agar bog‘lamada FDL qo‘llanilsa, ma’lumotlar blokini kechiktirish uchun bitta yoki bir necha FDLni tanlaydi, agar bu zarur bo‘lsa.

Xizmat ko‘rsatish sifati bilan bog‘liq bo‘lgan muammolar

Umumiy holda muammolar ikkita kategoriyaga ajraladi:

- tarmoq bilan bog‘liq bo‘lmagan;
- tarmoq bilan bog‘liq bo‘lgan.

Tarmoq bilan bog‘liq bo‘lmagan muammolarga quyidagilar kiradi:

O‘ta yuklangan serverlar (masalan, Web yoki pochta), foydalanuvchilar ulanishni o‘natishga urinishi. Bu holda QoSni

yaxshilashning umumiy yo‘nalishi serverlarni modernizatsiyalash yoki ular orasida yuklamani optimal ajratishli qo‘shimcha serverlarni qo‘llash hisoblanadi.

Tarmoq ishining xatoliklari. Marshrutizatorlar va kommutatorlarni konfiguratsiyalash jarayoni murakkab va tasdiqlangan xatoliklar hisoblanadi. Masalan, marshrutlash muammosiga olib keladigan xatolik tufayli IP-adresning dublikat konfiguratsiyasi tuzilishi mumkin.

Tarmoq bilan bog‘liq bo‘lgan muammolar:

Qurilmalar muammolari. Marshrutizatorlar va kommutatorlar sekundiga million paketlarni qayta ishlashi uchun zarur bo‘lgan murakkab qurilma va dasturiy ta’minlangan murakkab tizim hisoblanadi.

Ulanish tarmog‘ining o‘tkazish qobiliyatini kamchiligi. Iqtisodiy tomondan har doim past tezlikli ulanish kanallari (masalan, dial-up bo‘yicha) va o‘ta yuklangan kanallar mavjud. Berilgan muammo ko‘rinishi uchun texnik yechim oddiy va tushunarli:

- o‘tkazish qobiliyatini qo‘shish;
- keyingi qayta ishlash uchun trafikning klassifikatsiyasi va uni turli markirovkasi, ya’ni trafikni ko‘paytirish (policing) va chegaralashni (shaping) qo‘llash.

Ba’zi kanallarning o‘ta yuklanganligi sababli trafikni notekis taqsimlanishi. Bu magistral tarmoqlarda QoS bilan bog‘liq muammolarni umumiy sababi hisoblanadi. Bunday o‘ta yuklangan kanallar paketlarni katta kechikish vaqtiga, djitter yoki paketlarni yo‘qolishiga sabab bo‘ladi. Tarmoqda bunday “issiq nuqtalar”ning sababi quyidagilar bo‘lishi mumkin:

- kutilmagan holatlar, tola uzilishi yoki qurilmaning rad etishi;
- trafik modelining o‘zgarishi.

Magistral tarmoqda qo‘shimcha o‘tkazish oralig‘i har doim kerakli vaqtda va kerakli joyda yetarlicha bo‘lmasligi mumkin. Masalan, Web saytga kutilmagan ulanish yoki rejalashtirilmagan multimediali trafikni uzatish ba’zi bir kanallarning o‘ta yuklanishiga sabab bo‘lishi mumkin.

QoSni ta’minlashga bo‘lgan amaliy yondashuv

Yuqorida ko‘rib chiqilgan muammolarning yechimlariga yo‘nalishni ko‘rib chiqamiz.

Birinchi qadam: tarmoqni tartibli holatga keltirish. Boshida odatda tarmoq yaxshi loyihalashtiriladi va zahiralanadi. Qandaydir vaqtdan keyin tez va yaqinlashgan yechimlar tufayli muammolar yig‘iladi. Shuning uchun, doimiy “tozalash” ishlari olib borilishi kerak, bunda nosozliklarni alohida nuqtalari va tor joylari bartaraf etilishi kerak. Mos kelgan joylarga

o‘tkazish qobiliyati shunday qo‘shilishi kerakki, xattoki kanallar va keskin marshrutlarni rad etishi, tarmoqni ortiqcha yuklanishiga olib kelmasligi kerak. Bu IP – tarmoqda QoSni ta’minlash uchun kerak bo‘lgan asosiy va foydali ishdir.

Ikkinchi qadam: trafikni sinflarga bo‘lish. Xizmat ko‘rsatishning uchta sinfi tavsiya etiladi:

– premium (Premium);

– kafolatlangan (Assured);

– eng yaxshi urinish (Best effort).

Premium - xizmat ko‘rsatish kichik kechikish va kam djitterli ishonchli xizmat ko‘rsatishni ta’minlaydi. Haqiqiy vaqtdagi trafik (masalan, vodeokonferensiya) va yo‘qotishlarga moil trafik (masalan, moliyaviy yoki tarmoqni boshqarish trafigi), shuningdek qandaydir xizmat ko‘rsatish foydasiga olinishi mumkin.

Assured - xizmat ko‘rsatish, ishonchli xizmat ko‘rsatishni ta’minlaydi. Virtual hususiy tarmoqlarning (Virtual Private Network, VPN) haqiqiy bo‘lmagan vaqtdagi trafigi shunday xizmat ko‘rsatishdan ustun chiqishi mumkin.

Best effort - xizmat ko‘rsatish an’anaviy Internet-xizmat ko‘rsatish.

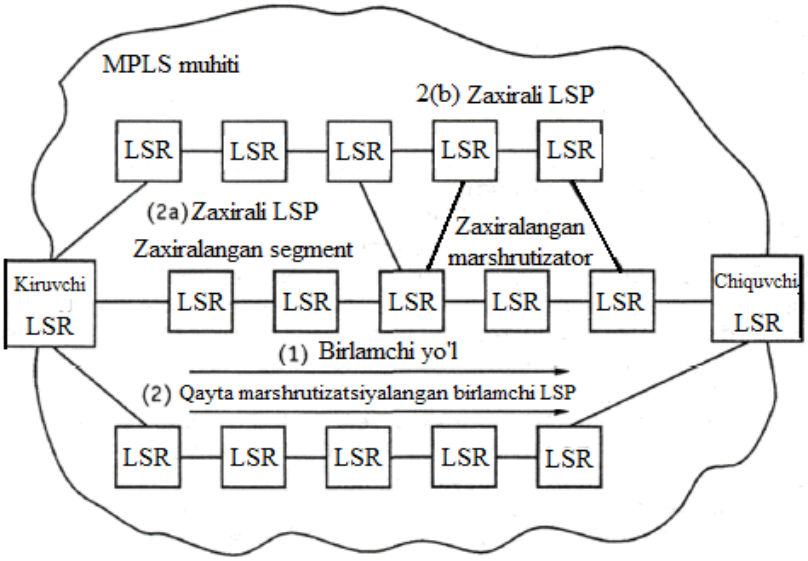
Uchinchi qadam: Premium trafikni himoyalash va trafik injiniringi. Tavsiya etilayotgan yo‘nalishda belgilar bo‘yicha ko‘p protokolli kommutatsiyalash (Multiprotocol Label Switching, MPLS) texnologiyasi trafik injiniringi va himoyalash uchun qo‘llaniladi.

Trafikni himoyalash. Avval tarmoqda belgilar bo‘yicha kommutatsiyalash yo‘li konfiguratsiyalanadi (Label Switched Path, LSP). Har bir kiruvchi marshrutizator chiquvchiga nisbatan ikkita LSPga ega. Birinchi LSP – Premium trafik uchun qo‘llaniladi, ikkinchi LSP - Assured va Best effort trafik uchun birgalikda qo‘llaniladi. Premium LSP tez qayta marshrutlash ruxsatiga ega. Tez qayta marshrutlashning asosiy g‘oyasi, kanal, marshrutizator yoki ko‘pgina kanallar va marshrutizatorlardan iborat segment yo‘li uchun konfiguratsiyalashdan oldin LSP vaqtli ulanish mavjudligidadir, bunday kanal marshrutizator yoki segment yo‘li himoyalangan segment deyiladi.

Himoyalangan segmentda rad etish yuzaga kelsa, himoyalangan segmentni marshrutizatori ikkinchi sathdan ma’lumot oladi. LSPni vaqtli ulanishi nosozlikni aylanib o‘tishi uchun qo‘llaniladi. Bu himoyalanish 50... 100 ms oraliqda amalga oshirilishi mumkin. Tez qayta marshrutlash vaqtida, LSP tufayli qabul qilingan yo‘l shartli ravishda optimal bo‘lishi

mumkin. Buni to‘g‘rilash uchun, himoyali marshrutizator axborotni LSPni kiruvchi marshrutizatoriga jo‘natadi, so‘ngra u LSP uchun yangi yo‘lni hisoblaydi va trafikni yangi LSP ga yo‘naltiradi. Bu jarayon 3.11-rasmda keltirilgan. Tez qayta marshrutlash, paketlarning yo‘qolishi yo‘l qo‘yilmaydigan ilovalar uchun zarur. Biroq tez qayta marshrutlash tarmoqning tuzilishini qisman murakkablashtiradi.

Tavsiya etilayotgan usulda Premium trafikni himoyalash, yuqori tayyorgarlikni ta’minlashga xizmat qiladi.



3.11-rasm. Tez qayta marshrutlash usuli

Trafik injiniringi. Tarmoqning topologiyasi va o‘tkazish qobiliyatini tez o‘zgartirib bo‘lmasligi natijasida, trafikni notekis taqsimlanishi tarmoqni ba’zi bir qismlarida o‘ta yuklanishga sabab bo‘lishi mumkin, xattoki tarmoqni umumiy o‘tkazish qobiliyati umumiy talablardan katta bo‘lsa ham. Tavsiya etilayotgan usulda har bir kiruvchi marshrutizator chiquvchiga nisbatan ikkita LSPga ega. Birinchi LSP – Premium trafik uchun qo‘llaniladi, ikkinchi LSP - Assured va Best effort trafik uchun birgalikda qo‘llaniladi. Mijozlardan keluvchi trafik kiruvchi marshrutizatorlarda, kiruvchi interfeyslarda klassifikatsiyalanadi va mos kelgan LSPga tushadi. Shuningdek tarmoq Operatorlari qo‘shimcha xizmatlar singari ko‘pgina maydonlar (jo‘natuvchi va qabul qiluvchining IP adresi, portlar raqami, protokollarning identifikatorlari va b.q) bo‘yicha klassifikatsiyani taqdim etishi mumkin.

Trafik injiniringi ikkita maqsadda xizmat qiladi:

- trafikni notekis taqsimlash tufayli yuzaga keladigan o‘ta yuklanish holatini (maksimal imkoniyatli bosqichda) oldini olish;
- agar o‘ta yuklanish yuzaga kelsa, uni tez bartaraf etish.

To‘rtinchi qadam: sinflarga bo‘lish asosida rejalashtirish va navbatlarni tashkil etish. EXP maydoni asosida, turli sinflardagi MPLS paketlarining sarlavhasi turli navbatlarda joylashtiriladi. Ishlab chiqarishni konfiguratsiyasi va navbatlar o‘lchami qiyin masala hisoblanadi. Imkoniyatli yo‘nalishlardan birini ko‘rib chiqamiz. Interfeysdagi har bir navbatni kiruvchi oqim tezligi, LSP berilgan navbatdagi barcha o‘tuvchi tezliklarning yig‘indisi bilan aniqlanadi. Bu LSPlarning tezligi SNMP protokoli yordamida olinishi mumkin. Har bir sinfni nisbatan muhimligiga (masalan, pulli bahosi) bog‘liq holda, ularga turli og‘irliklar kiritish mumkin.

Beshinchi qadam: boshqa trafikni boshqarish sxemalarini kiritish. Policing i Shaping. Qachon mijoz xizmat ko‘rsatish tarmog‘iga yozilsa, u xizmat ko‘rsatish sathi haqida kelishuv tuzadi, (trafik Service, agar kerak bo‘lsa har bir sinf uchun), ya’ni foydalanuvchi jo‘natishi va qabul qilishi mumkin.

Yondashuvning samaradorligi

Ko‘rib chiqilgan yondashuvni quyidagilar nisbatida tadqiq etamiz:

- trafikning turli sinflarining differensiallash;
- kechikish va djitter bo‘yicha ilovalar talabini qondirish.

Trafikning turli sinflarini differensiallash. Qachonki kanal yoki marshrutizator rad etsa, sekunddan minutgacha qayta konfiguratsiyalash uchun IGP, MPLS va BGP zarur. Bu vaqt davri davomiyligida paketlar katta kechikishga uchraydi yoki yo‘qoladi. Tez qayta marshrutlash MPLS qayta konfiguratsiyalash davrida Premium trafikni himoyalashi mumkin. Shuning uchun tarmoq Assured trafikka qaraganda Premium trafik uchun ochiqroq. Bundan tashqari, Premium navbati uchun chiqish tezligini kirish tezligiga nisbatini yuqori qiymati, Premium trafikka kichikroq kechikish va djitterga ega bo‘lish imkonini beradi. Best effort trafikka qaraganda Assured trafik uch marta katta resurslarni qo‘llashi mumkin. Ayniqsa rad etish va kanalda katta yuklanish yuzaga kelganda uni yetkazish uchun yaxshi sharoit bo‘ladi. QoSni ta’minlashni rejalashtiruvchi NSP amaliy faqat Premium va Best effort sinflarini qo‘llash bilan boshlanishi mumkin. Assured sinfi keyinroq zarurat yuzaga kelganida qo‘shilishi mumkin.

Kechikish va djitter bo‘yicha ilovalar talabini qondirish. Bu yondashuv global IP magistralida Global Crossihg operatorida to‘liq

amalga oshirilgan. MPLS trafik injiniringi 1999 yildan rivojlana boshlandi va kechikish, djitter bo‘yicha ilovalarning talabini qisman qoniqtirib samarali usul hisoblanadi. Umuman olganda, transkontinental kechikish AQShda “uzatish va qaytish” 80 ms dan quyi sathda, djitter esa 2 ms dan pastdir. Bu tarmoq ishining juda yaxshi ko‘rsatkichlari hisoblanadi. ITU-T G.144 tavsiyalarida ilovalar uchun kechikishni eng yaxshi parametrlari keltirilgan (3.4-jadval).

3.4-jadval

Kechikishga taalluqli ITU-T G.144 tavsiyalari

Bir tomonlama kechikish	Sifat xarakteristikalari
0 - 150 ms	Ko‘pgina foydalanuvchi ilovalari uchun ma’qul
150 - 450 ms	Ba’zi bir ilovalarni qoniqtirishi mumkin
450 dan yuqori	Umumiy maqsad uchun tarmoqli rejalashtirishda to‘g‘ri kelmaydi

Uzel yoki kanalning nosoz xolatida, trafik injiniringi trafikni avtomatik tarzda qayta marshrutlaydi va barcha o‘ta yuklanishlardan qutulish imkonini beradi. Bu trafikni ba’zi turlari uchun kechikishni katta bo‘lmagan ortishiga olib kelishi mumkin, ya’ni uzunroq yo‘nalish tanlanadi, lekin paketlarni yo‘qolishini bartaraf etadi va tarmoq qayta tiklanganidan so‘ng kichik djitterni ta’minlaydi.

Nazorat savollari

1. Qanday xizmatlar klassifikatsiyasiga asoslangan prinsiplarni bilasiz?
2. Uzatilayotgan ma’lumot turi bo‘yicha qanday xizmatlar klassifikatsiyasi mavjud?
3. Telefon xizmati turini boshqa xizmat turlaridan ajratishning asosiy sababi nimada?
4. Asosiy va qo‘shimcha xizmatlarga qanday xizmat turlari kiradi?
5. “Xizmat ko‘rsatish sathi haqidagi kelishuv” (SLA) tushunchaning ma’nosi nimadan iborat?
6. Xizmat ko‘rsatish sifati va tarmoq xarakteristikasi deganda nimani tushunasiz?
7. Xizmat ko‘rsatishning qanday sifat ko‘rsatkichlarini bilasiz?
8. IPv4 tarmoqlararo protokolning kamchiligi nimada?

9. IPv6 protokolini kiritish afzalligi nimada?
10. VoIP texnologiyasining vazifasi nima?
11. IPTV texnologiyasining vazifasi nima va u qanday xususiyatlarga ega?
12. Internet tarmog‘ida qanday zamonaviy ilovalar mavjud?
13. IP – optik tarmoqlarda xizmat ko‘rsatish sifatini ta’minlashning qanday xususiyatlari mavjud?
14. DWDM texnologiyasiga asoslangan optik tarmoqlarda IP trafikni uzatish uchun qanday kommutatsiyalash texnologiyalari qo‘llaniladi?
15. IP-over-DWDM tarmoqlarda xizmat ko‘rsatish sifati qanday ta’minlanadi?
16. Xizmat ko‘rsatish sifati bilan bog‘liq bo‘lgan muammolar nima tufayli yuzaga keladi?
17. Xizmat ko‘rsatish sifati bilan bog‘liq bo‘lgan muammolarning qanday yechimlari mavjud?

3.4. Multimediali aloqa tarmoqlari standartlari

Xalqaro elektr aloqa tavsiyalari va standartlari. ITU-T turli mamlakatlarning telekommunikatsiya tarmoqlarini o‘zaro bog‘lanishini ta’minlash bilan bog‘liq bo‘lgan tavsiyalarni ishlab chiqarish bilan shug‘ullanadi.

Umuman bu tavsiyalarni standart deb hisoblab bo‘lmaydi, lekin shunga qaramay ko‘pgina mamlakatlar ITU tavsiyasiga xuddi standart kabi qarashadi. Bunday amaliyot elektr aloqa tarmoqlari operatorlari uchun telekommunikatsiya tizimlarini o‘zaro bog‘lanishini ta’minlash, qurilmalarni ishlab chiqaruvchilar uchun esa ularni boshqa mamlakat bozorlarida milliy standartlarga hech qanday o‘zgartirishsiz sotish imkonini beradi.

1855-yilning may oyida Parijda Xalqaro Telegraf Ittifoqini - International Telegraph Union yaratish haqidagi konvensiyaga qo‘l qo‘yilgan. 1932-yil Madridda o‘tkazilgan konferensiyada Xalqaro Telegraf Birlashmasini shunga o‘xshagan radioaloqa masalalari bilan shug‘ullanadigan tashkilot bilan birlashtirish hal qilindi. Natijada ITU (International Telecommunication Union) nomi paydo bo‘ldi. Bu o‘zgartirish ingliz tilida ITU qisqartmasini o‘zgartirishni talab etmadi. 1947-yildan boshlab ITU ning statusi o‘zgardi. U Birlashgan Millatlar Tashkilotining maxsus muassasasiga aylandi. 1948-yildan boshlab ITU

ning masshtabi Jenevada joylashgan. O‘zbekiston Respublikasi 1992-yil iyuldan boshlab ITU a’zosi hisoblanadi va a’zolik vazifasini bajarish, axborot texnologiyalari va kommunikatsiyalarni rivojlantirish vazirligiga yuklatilgan. Hozirgi paytda (tuzilishlar bir qator o‘zgargandan keyin) ITU ning asosiy ishchi tashkilotlari uchta sektorda ifodalangan:

- telekommunikatsiyani standartlashtirish (ITU-T);
- radioaloqani standartlashtirish (ITU-R);
- telekommunikatsiyani rivojlantirish (ITU-D).

Uchta sektorning har birida asosiy faoliyat yuritadigan, ITU tavsiyalarini va boshqa xujjatlarni ishlab chiqaruvchi bir qator tadqiqot komissiyalari tuzilgan. Shuni ham aytish joizki, ITU aloqa sohasida standartlashtirishga tegishli bo‘lgan boshqa bir qator xalqaro, Yevropa, Shimoliy Amerika va Osiyo tashkilotlari bilan chambarchas bog‘liq holda ish olib boradi.

ITU tomonidan chiqariladigan, elektr aloqa standartlari sektorining tadqiqot komissiyasi ro‘yxati va tavsiyalarining seriya nomlarini http://www.itu.int saytidan topish mumkin. Bu saytda ITU tomonidan ishlab chiqilgan foydali xujjatlar joylashtirilgan.

1988-yil Yevropa Telekommunikatsiya standartlashtirish instituti – ETSI ta’sis etilgan. Uning standartlari turli milliy telekommunikatsiya tizimlarini moslashuvchanligini ta’minlash bilan bog‘liq, bu esa o‘z navbatida Yevropadagi integratsion jarayonning samarali sharti kabi qaraladi.

Rasman ETSI standartlari faqat Yevropa davlatlari uchun mo‘ljallangan. Yevropadan tashqarida joylashgan ayrim tashkilotlar ETSI a’zosi hisoblanadi. Bu bir qator sabablar bilan bog‘liq, shularning ichida ETSI ning samarali ishi va Yevropani xalqaro telekommunikatsiyani rivojlantirishdagi muhim hissasini aytib o‘tish joiz.

O‘zbekiston Respublikasidan ETSI ning a’zosi, O‘zbekiston Respublikasi axborot texnologiyalari va kommunikatsiyalarni rivojlantirish vazirligi tarkibidagi – UNICON.UZ - Ilmiy texnik va marketing tadqiqotlari markazi hisoblanadi.

Standartlashtirish sohasida ETSI ning asosiy ishini texnik komitet olib boradi. Uning ro‘yxati http://www.etsi.org saytida keltirilgan. Bu saytdan ETSI ning tashkiliy va texnik aspekti ishlariga tegishli bo‘lgan mukammal ma’lumotlarni olish mumkin.

ITU va ETSI ko‘pgina muammolar bo‘yicha uyg‘unlikda ishlashi mumkin. Bundan tashqari ular boshqa xalqaro tashkilotlar bilan samarali hamkorlikda ishlaydi. Ko‘p hollarda ITU va ETSI o‘zining ishini, Internet

tarmoqlari uchun shuningdek konsorsiumlar va forumlar uchun standartlar ishlab chiqishga javob beruvchi, Xalqaro standartlashtirish tashkiloti (ISO), Xalqaro elektrotexnik komissiya (IEC), IETF (Internet Engineering Task Force) tashkilotlari bilan muvofiqlashtiradi.

ITU-T va ETSI standartlari tavsiyalariga misollar.

E.800 ga qo‘shimcha, QoS savollari E.860 tavsiyasining “Xizmat ko‘rsatish sathi haqidagi kelishuv” tuzilishi, ITU-T ning E.430 “Xizmat ko‘rsatish sifatini baholash aspekti” tavsiyasini, ITU-T ning Y.1514 “Aloqa xizmatlarini taqdim etish uchun tarmoqning ishlash parametrlari” tavsiyasini, ITU-Tning Y.1540 “IP-paketlarni ko‘chirishni sifat parametrlari” tavsiyasini, shuningdek ITU-T ning Y.1541 tavsiyalarini mundarijasini misol sifatida olish mumkin.

ETSIda QoS savollari bo‘yicha amaliy ishlar olib borilmoqda va shuning natijasida aloqa xizmatlarining sifatiga bo‘lgan umumiy talablarni aniqlovchi ETR 003 texnik hisobotlar va qayd etilgan telefon aloqasi tarmoqlari uchun ko‘pgina QoS ko‘rsatkichlarini aniqlaydigan ETR138 texnik hisobotlar yaratildi (bir yil ichidagi abonent liniyalaridan tushgan shikoyatlar, muvaffaqiyatsiz chaqiriqlar, ulanishni o‘rnatish vaqti, telefon o‘rnatish buyurtmasini bajarish muddati, bunday buyurtmalarni vaqtida bajarilganlik qismi, nosozliklarni sozlash vaqti, kelishilgan muddatda nosozliklarni bartaraf etish qismi).

IP-tarmoqlarida va UFT tarmoqlarida konvergensiyani qo‘llab-quvvatlash uchun, IP-tarmoqlari foydalanuvchilarining turli tuman ilovalari uchun, telefoniya bilan birgalikda, QoSning differensiallashgan ishonchliligini ta’minlash zarur. U oxirdan bu oxirgacha QoSni ta’minlash uchun, IP-tarmoqlarning provayderlari IP-paketlarni uzatish va QoS masalalarini ishlab chiqish parametrlarini umumiy majmuasini kelishishi lozim.

Xalqaro Elektr Aloqa Ittifoqi - ITU-Tning 13 tadqiqot guruhi yaqinda ikkita xalqaro standartni (tavsiyani) ishlab chiqdi.

Birinchi tavsiya - Y.1540, IP-tarmoqlarda paketlarni uzatish uchun ishlab chiqilgan parametrlarning standartlarini aniqlaydi.

Ikkinchi tavsiya - Y.1541, tarmoq interfeyslarini tutashtirishga bo‘lgan talablarning (tarmoq interfeysi network-interface-tonetwork-interface, NI-NI Y.1540 tavsiyalari parametrlari uchun) standartlarini aniqlaydi va IP-tarmoqlar uchun QoSning 6 ta sinfi bo‘yicha talablarni guruhlaydi.

Keyingi 5 ta tarmoq xarakteristikasi, ikki tomonlama xizmat ko‘rsatish sifatiga (manbadan foydalanuvchigacha) ularning ta’siri nuqtai

nazaridan eng muhim bo‘lgan ITU-T Y.1540 tavsiyasida qarab chiqiladi. Ularga quyidagilar kiradi:

– tarmoqning o‘tkazuvchanlik qobiliyati;
– tarmoq /tarmoq elementlarining ishonchliligi;
– kechikish;
– kechikish variatsiyasi (djitter);
– paketlarning yo‘qolishi.

Tarmoqning o‘tkazuvchanlik qobiliyati (yoki ma’lumotlar uzatish tezligi), sekunddagi bitlarda o‘lchanadi va uzatishning samarali tezligi kabi aniqlanadi. ITU-T Y.1540 tavsiyasida turli ilovalar uchun o‘tkazuvchanlik qobiliyatining qiymatlari keltirilmagan. Lekin uning o‘rniga o‘tkazuvchanlik qobiliyati bilan bog‘liq bo‘lgan parametrlar ITU-T Y.1221 tavsiyasi yordamida aniqlanishi mumkin.

Tarmoq /tarmoq elementlarining ishonchliligi bir qator parametrlar bilan aniqlanadi, shularning ichida obyektning ishga qobiliyatlilik vaqtining kuzatish vaqtiga nisbati bilan aniqlanuvchi tayyorgarlik koeffitsienti eng ko‘p qo‘llaniladi. Ideal holatda tayyorgarlik koeffitsienti 1 ga teng bo‘ladi, bu esa tarmoqning tayyorgarligi 100% ekanligini bildiradi.

IP paketlarini eltish parametrlari. Umumiy holda aloqa seansi uchta fazadan tashkil topgan: ulanishni o‘rnatish, axborotni uzatish va uzish. ITU-T Y.1540 tavsiyasida bu fazalardan faqat ikkinchisi – IP paketlarini eltish fazasigina qarab chiqiladi. Bunday yondashish ulanishni o‘rnatishga mo‘ljallanmagan IP tarmoqlarning tabiatini aks ettiradi. ITU-T Y.1540 tavsiyasi IP-paketlarini eltishning quyidagi parametrlarini aniqlaydi:

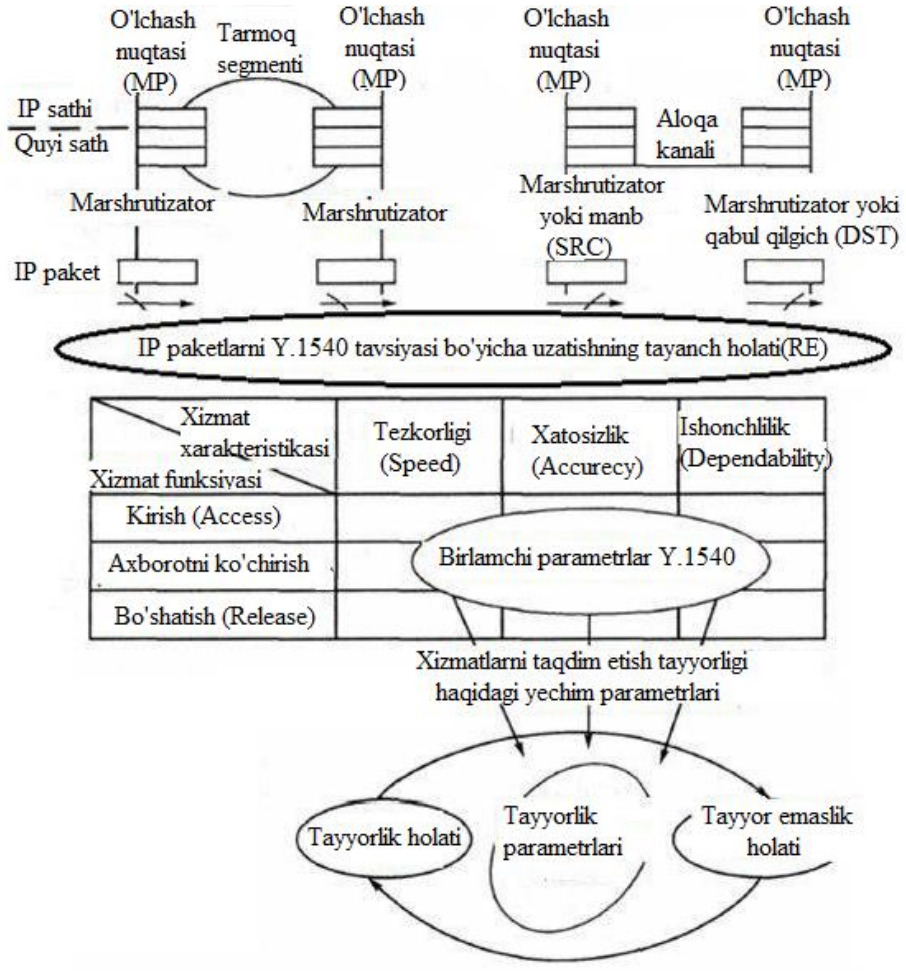
IPTD (IP packet transfer delay) paketlarni eltishning kechikishi, ikki hodisa orasidagi t_2-t_1 vaqt, ya’ni tarmoqning kirish nuqtasiga t_1 lahzada paketning kirishi va tarmoqning chiqish nuqtasidan t_2 lahzada paketning chiqishi kabi aniqlanadi. Bu yyerda $t_2 > t_1$ va $t_2 - t_1 \leq T_{max}$.

Umuman, IPTD barcha paketlar uchun manbadan foydalanuvchigacha paketni eltish vaqti kabi aniqlanadi. IP paketlarini eltishning o‘rtacha kechikishi, tanlangan majmuada uzatilgan va qabul qilingan paketlarning o‘rtacha arifmetik kechikishi kabi aniqlanadi. Yuklamaning oshishi va ulanadigan tarmoq resurslarining kamayishi, tarmoq uzellarida navbatlarning oshishiga olib keladi, natijada eltishning o‘rtacha kechikishi oshadi.

Ovozli ma’lumotlar va birmuncha video axborotlar kechikishga sezuvchan bo‘lgan trafikka misol bo‘lishi mumkin, ayni shunga asosan

ma’lumotlar ilovasi kechikishlarga kamroq sezgir. Unda paketni eltishdagi kechikish ma’lum bir qiymatdan T_{max} oshadi va paket tashlab yuboriladi. Bu esa, haqiqiy vaqt ilovalarida (masalan, IP-telefoniyada, videokonferensiya tizimida) ovoz sifatini pasayishiga olib keladi.

v_k – parametri, tarmoqning kirish va chiqish nuqtalari orasidagi IPDV (IP packet delay variation) IP-paketning kechikish variatsiyasi. Bu yyerda k indeksga ega bo‘lgan paketlarni eltishdagi x_k kechikish qiymati va tarmoqning xuddi shu nuqtalariga IP paketlarni eltishdagi kechikishning minimal qiymati - $d_{1,2}$ orasidagi $v_k = x_k - d_{1,2}$ farq.



4.1 rasm. Y.1540 tavsiyasining harakat muhiti va etalon modeli

IP paketlarining kechikish variatsiyasi (djitter), muntazam uzatilgan paketlar qabul qiluvchiga muntazam bo‘lmagan vaqt lahzasida yetib kelishi tufayli yuzaga keladi. Masalan, bu IP-telefoniya tizimlarida ovozni

buzilishiga olib keladi, natijada nutq noaniq bo‘lib qoladi.

IPLR (IP packet loss ratio) IP-paketlarining yo‘qolish koeffitsienti, tanlangan to‘plamda uzatilgan va qabul qilingan paketlardagi, uzatilgan paketlarning umumiy sonini yo‘qolgan paketlarning yig‘indi soniga nisbati kabi aniqlanadi.

Agar paketlar yo‘qolsa, unda ma’lumotlarni uzatishda qabul qiluvchi tomonning so‘rovi bo‘yicha ular qayta uzatilishi mumkin. VoIP tizimlarida qabul qiluvchiga kechikish bilan kelgan paketlar T_{max} dan yuqori bo‘lsa, tashlab yuboriladi. Bu o‘z navbatida qabul qilinadigan nutqning barbod bo‘lishiga olib keladi.

IPER (IP packet error ratio) IP-paketining buzilish koeffitsienti, buzilish bilan qabul qilingan paketlarning umumiy sonini, muvaffaqiyatli qabul qilingan paketlarning va buzilish bilan qabul qilingan paketlarning yig‘indisiga nisbati kabi aniqlanadi.

ITU-T Y.1540 tavsiyasi, xalqaro ulanishlarda IP tarmoqlarda amalga oshirilishi kerak bo‘lgan parametrlar uchun me’yorlarning sonli qiymatini aniqlaydi. Bu me’yorlar, xizmat ko‘rsatishning kafolatlangan sifatini ta’minlash uchun ilovalarga va tarmoq mexanizmlariga bog‘liq holda aniqlanadigan QoS sinflari bo‘yicha ajratilgan. 4.1-jadvalda muayyan yuqori tarmoq xarakteristikalari uchun me’yorlar taqdim etilgan.

4.1-jadval

Xizmat ko‘rsatish sifati sinflari bo‘yicha taqsimlangan IP-tarmog‘i xarakteristikalari uchun me’yorlar

Tarmoq xarakteristikalari	QoS sinflari					
	0	1	2	3	4	5
IP, IPTD paketlarini eltishdagi kechikishlar	100 ms	400 ms	100 ms	400 ms	1ms	M
IP, IPDV paketlarini kechikish variatsiyasi	50 ms	50 ms	M	M	M	M
IP, IPLR paketlarni yo‘qolish koeffitsienti	$1*10^{-3}$	$1*10^{-3}$	$1*10^{-3}$	$1*10^{-3}$	$1*10^{-3}$	M
IP, IPER paketlarni buzilish koeffitsienti	$1*10^{-4}$	$1*10^{-4}$	$1*10^{-4}$	$1*10^{-4}$	$1*10^{-4}$	M

Izoh: M–me’yorlanmagan

4.1-jadvalda keltirilgan parametrlarning qiymatlari mos holda, o‘rtacha kechikishlar uchun yuqori chegara, djitter, paketlarning yo‘qolishi va buzilishi uchun berilgan. Y.1541 tavsiyasi, xizmat ko‘rsatish sinflari va

ilovalar orasida moslik o‘rnatadi, masalan:

0 sinf - djitterga sezuvchan bo‘lgan va interaktivlikning yuqori darajasi bilan xarakterlanuvchi (VoIP, videokonferensiya) haqiqiy vaqt ilovasi;

1 sinf - djitterga sezuvchan bo‘lgan interaktiv (VoIP, videokonferensiya) haqiqiy vaqt ilovalari;

2 sinf- interaktivlikning yuqori darajasi bilan xarakterlanadigan ma’lumotlar tranzaksiyasi (masalan, signalizatsiya);

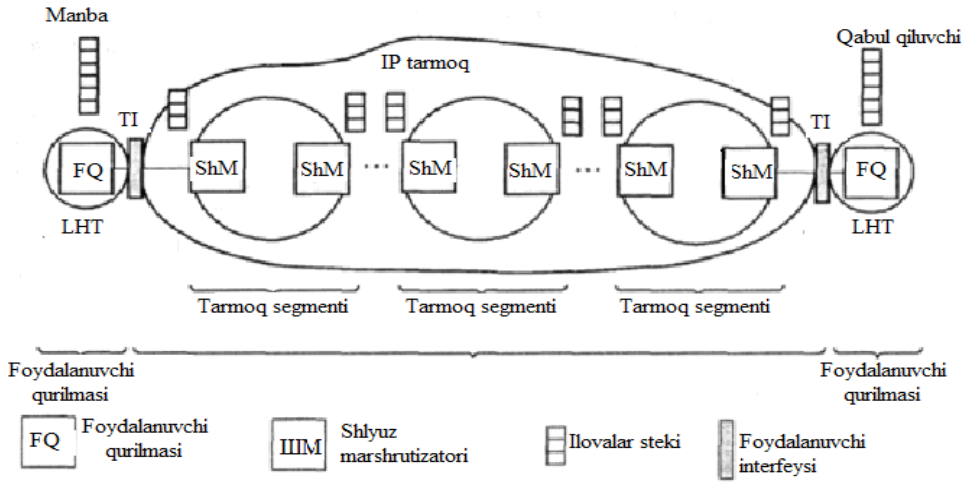
3 sinf - interaktiv ma’lumotlar tranzaksiyasi;

4 sinf - past sathli yo‘qotishlar mumkin bo‘lgan ilovalar (qisqa tranzaksiya, ma’lumotlar massivi, oqimlivideo);

5 sinf- IP tarmoqlaridagi an’anaviy ilova turlari.

Y.1541 tavsiyasining etalon marshruti. Y.1541 tavsiyalarida aniqlangan u oxirdan bu oxirga IP ishining xarakteristikalari, 4.2-rasmda ko‘rsatilganidek NI dan NI gacha qo‘llaniladi. IP- tarmog‘ida u oxirdan bu oxirga tarmoq marshruti, IP-paketlarni SRC dan DST gacha transportlaydigan tarmoq segmentlari, uzatish kanallari to‘plamidan iborat.

SRC va DST bilan birgalikda IP sathlarini o‘z ichiga olgan quyi ilovalar, IP-tarmog‘ining qismi kabi qaralishi mumkin. Tarmoq segmentlari operator sohasiga mos keladi va IP-tarmoqlariga ulanish arxitekturasidan iborat bo‘lishi mumkin. Mijoz uskunalari o‘ziga barcha terminal qurilmalarni, masalan xostlarni va boshqa har qanday oxirgi marshrutizatorlarni yoki lokal hisoblash tarmoqlarini birlashtirishi mumkin.



4.2-rasm. QoS vazifasi uchun manbadan qabul qilgichgacha bo‘lgan etalon yo‘l

Multimediali aloqa tarmoqlarining quyi sath protokollari. Quyi sath protokollari (1-4). OTO‘B modelidagi to‘rtinchi transport sathi, quyida joylashgan sathlarni qo‘llash bilan ikkita o‘zaro ta’sirlashuvchi tizimlar orasida axborotlarni uzatishni ta’minlash uchun xizmat qiladi. Bu sath yuqori turuvchi sathdan qandaydir ma’lumotlar blokini qabul qiladi va ularni uzoqdagi tizimlarga aloqa tarmog‘i orqali transportlashni ta’minlaydi. Transport sathidan yuqorida joylashgan sathlar, ma’lumotlar uzatiladigan tarmoqning o‘ziga xos xususiyatlarini hisobga olmaydi, ular faqat o‘zaro ta’sirlashuvchi uzoqdagi tizimlarni biladi. Transport sath, tarmoq qanday ishlashini, qaysi o‘lchamdagi ma’lumotlar blokini qabul qilishini bilishi kerak.

Keyingi uchta quyi sath tarmoq uzellarining ishlashini aniqlaydi. Bu sathning protokollari transport tarmoqga xizmat ko‘rsatadi. Barcha transport tizimlar singari, bu tarmoq axborotlarni transportlaydi, ya’ni uni tashkil etuvchilariga qaramaydi. Bu tarmoqning asosiy vazifasi – axborotni tez va ishonchli eltishdir. Uchinchi sathning asosiy vazifasi – axborotni marshrutlash, bundan tashqari u axborotli oqimlarni boshqarishni, tashkil qilishni va transport kanallarni qo‘llab quvvatlashni ta’minlaydi, shuningdek xizmatlarni taqdim etishni hisobga oladi.

4.2-jadval

Tizim sathlari bajaradigan vazifalar

Sath	Sath nomi	Sath amalga oshiradigan vazifalar
7	Amaliy	Axborot resurslardan foydalanish yoki taqdim etish. Amaliy dasturlarni boshqarish
6	Taqdim etish	Amaliy jarayonlardagi axborotlar tarkibidagi ma’noni (qiymat) taqdim etish
5	Seans	Amaliy jarayonlar orasida o‘zaro ta’sirlashish seanslarini o‘tkazish va tashkil etish
4	Transport	Turli usullarda kodlangan axborotlar massivini uzatish
3	Tarmoq	Axborotlarni kommutatsiyalash va marshrutlash, ma’lumotlar oqimlarini boshqarish
2	Kanal	Ulanishni o‘rnatish, ushlab turish va uzish
1	Fizik	Kanallarning fizik, mexanik va funksional xarakteristikalari

Kanalni boshqarish sathi (ikkinchi sath) yoki kanal – jarayonlar kompleksini va fizik ulanish asosida tashkil qilingan ma’lumotlar uzatish kanalini boshqarish usullarini (ulanishni o‘rnatish, uni qo‘llab quvvatlash va uzish) ifodalaydi. U xatoliklarni topish va to‘g‘rilashni ta’minlaydi.

Fizik (birinchi) sath – uzatish muhiti bilan o‘zaro aloqani ta’minlaydi. U ulanish, ulanishni qo‘llab quvvatlashni va fizik zanjirni (kanalni) o‘chirish uchun talab etiladigan elektrik va mexanik xarakteristikalarni aniqlaydi. Bu yyerda fizik kanal orqali har bir bitni uzatish qoidasi aniqlanadi. Kanal bir nechta bitni bir vaqtda (parallel holda) yoki ketma-ket uzatishi mumkin. Sathlarning qisqacha xarakteristikasi 4.2-jadvalda keltirilgan.

Internet ikkita asosiy protokollarga asoslangan – IP protokoli va TCP protokoli. TCP va IP, shuningdek bir qator kuzatuvchi protokollarning yig‘indisi TCP/IP Internet protokollar steki sifatida aniqlanadi.

TCP/IP bazasidagi turli tarmoqlar, Internet muhitini shakllantirib IP marshrutizatorlari yordamida bir-biri bilan ulanadi.

IP protokoli IETF modelini uchinchi sathida joylashgan va bu protokolning vazifasi OSI modelining tarmoq sathi vazifalariga o‘xshash.

Transport sathi protokollari TCP, UDP, RTP

TCP (Transmission Control Protocol) protokoli. IP tarmoqlarda transportlashning ishonchliligini oshirish uchun 1974-yilda datagrammani sifatli eltishni ta’minlovchi transport sathidagi TCP protokoli ishlab chiqilgan. TCP protokoli ulanish uchun mo‘ljallangan, shuningdek TCP paketi segment deb ataladi.

UDP (User Datagram Protocol) protokoli – Internet tarmoqlarida transport protokolining boshqa namunasini o‘zida ifodalaydi. Shuningdek TCP protokoli singari, UDP protokoli datagrammani eltishni ta’minlaydi. Biroq oxirgi nuqtalar orasida ulanish o‘rnatilmagan rejimda ishlaydi.

Sarlavha va ma’lumotlar maydonidan iborat UDP protokolining paketi, UDP datagrammasi deyiladi. UDP protokoli datagrammani ishonchli yetkazishga moil emas, uning vazifasiga ma’lumotlar uzatishni boshqarish va qabul qilishni tasdiqlash kirmaydi. Oxirgi bir necha yilda UDP protokoli Internet tarmoqlarida (Voice over IP, VoIP) so‘zlashuv axborotlarini uzatishda keng qo‘llanilmoqda.

RTP (Real-time Transport Protocol) transport protokoli. RFC 1889 va RFC 1890 tavsiyalarida yozilgan haqiqiy vaqt RTP (Real-time Transport Protocol) transport protokoli, haqiqiy vaqtda uzatiladigan ma’lumotlarni ikki tomonlama yetkazish xizmatini ta’minlaydi, masalan

interaktiv audio va video trafiklarni. RTP protokoli foydali yuklama turini identifikatsiyasini, paketlar ketma-ketligini raqamlash, vaqt belgisini qo‘yish va yetkazishni nazorat qilishni ta’minlaydi. Protokolda quyidagi vazifalar ko‘rib chiqilgan:

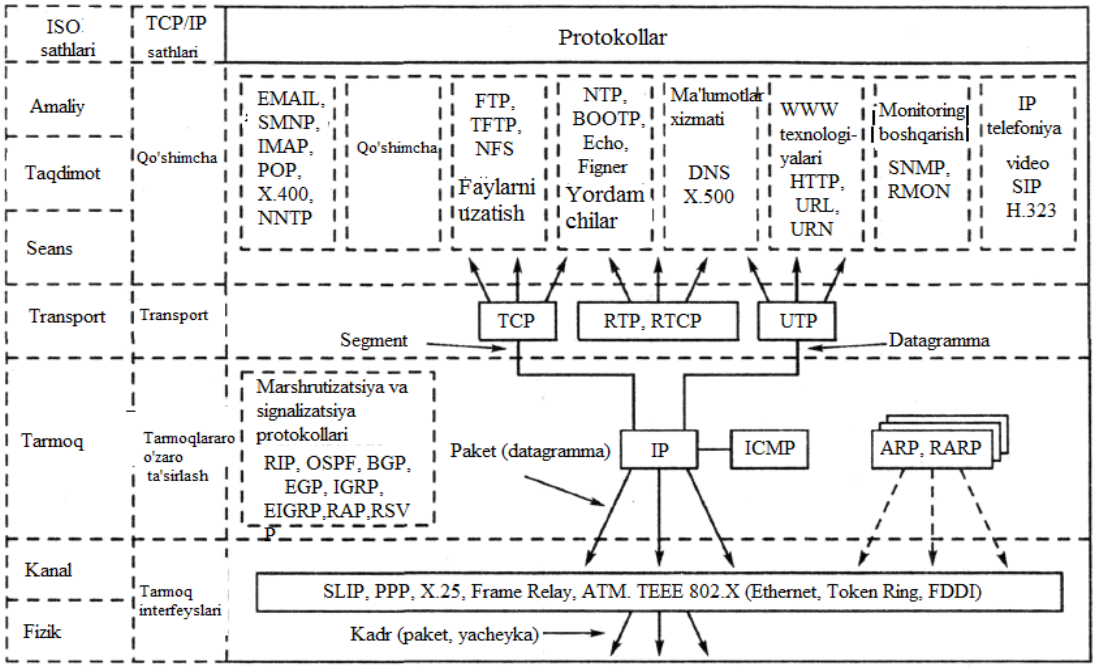
-xatolarni aniqlash;

-axborotni himoyalash;

-tarmoqda paketni kelish vaqtini nazorat qilish;

-kodlash sxemasini identifikatsiyalash;

-yetkazishni nazorat qilish.



4.3-rasm. TCP/IP protokollar stekining tuzilishi

RTP protokoli, RTCP (RTP Control Protocol) boshqarish protokoli bilan birga ishlaydi. RTCP protokoli VoIP seansi ishtirokchilariga boshqarish paketlarini uzatishni ta’minlaydi. Protokolning asosiy vazifasi shundan iboratki, RTP protokoli bilan taqdim etiladigan xizmat ko‘rsatish sifati sathi haqida ishtirokchilarni xabardor qiladi. RTCP protokoli uzatilgan va yo‘qolgan paketlar soni, kechikish va djitter qiymati haqidagi axborotni yig‘adi.

Turli arxitekturaga ega tarmoqlar orasida paketlarni uzatishni IP stekining asosiy protokoli ta’minlaydi. IP datagrammali protokol

paketlarni ishonchli uzatishni kafolatlamaydi. Biroq ko‘pgina tarmoqlar orqali ma’lumotlar uzatishda o‘tkazish qobiliyatini oshiradi.

Shuningdek tarmoq sathida quyidagi protokollar qo‘llaniladi:

- ICMP (Internet Control Message Protocol) boshqarish protokoli, xatoliklar va uzatishdagi uzilishlar haqida tarmoq uzellariga axborot uzatadi;

- adreslar muammolarini yechish protokollari: ARP (Address Resolution Protocol) tarmoq uzelining fizik adresiga (MAC –stansiya adresi) IP adresni o‘zgartiradi; RARP (Reverse Address Resolution Protocol) teskari funksiyani bajaradi, ya’ni MAC adres yordamida IP adresni aniqlaydi.

Marshrutizatsiya va signalizatsiya protokollari: RIP,OSPF, IGRP, EIGRP, EGP, BGP

Tarmoq sathining ishini marshrutizatsiya va signalizatsiyaning bir qator protokollari bajaradi: RIP (Routing Internet Protocol), OSPF (Open Shortest Path First), IGRP (Interior Gateway Routing Protocol), EIGRP (Enhanced IGRP), BGP (Border Gateway Protocol), RAP (Routing Access Protocol), RSVP (Resource Reservation Protocol) va boshqalar.

TCP/IP protokollar steki kanal sathida protokollarning katta soni va IP protokolning paketlarini inkapsulyatsiyalaydigan tarmoq texnologiyalari bilan o‘zaro ta’sirlashadi.

Marshrutlash usullari. Marshrutizatsiyalash protokollari o‘zida dinamik tarzda rivojlanayotgan Internet protokollarining murakkab guruhini ifodalaydi. Marshrutizatsiya deb – jo‘natuvchidan qabul qiluvchiga axborotni uzatishning optimal yo‘lini qidirish masalasini yechish tushuniladi. Bu masalani yechuvchi qurilma marshrutizator (router) deyiladi. IP-tarmoqlarda marshrutlashning asosiy parametri IP-protokoldagi adres hisoblanadi. Internet tarmog‘i domenlar (domains) yoki o‘zaro bog‘langan o‘zaro avtonom tizimlarning yig‘indisi sifatida tashkil etilgan. Avtonom tizim yagona ma’muriy boshqarish va umumiy marshrutlash strategiyasiga (policy routing) ega bo‘lgan IP tarmoqdan iborat. Domenlar chegarasida ichki marshrutlash protokollari qo‘llaniladi (Interior Gateway Protocol, IGP), ular orasida tashqi marshrutlash protokollari (Exterior Gateway Protocol, EGP) qo‘llaniladi.

RIP protokoli. RIP protokoli – bu katta bo‘lmagan domenlar uchun mo‘ljallangan ichki marshrutlash protokoli. RIP protokolini birinchi turi RFC 1058, ikkinchisi - RFC 1722 xujjatlarda standartlashtirilgan. RIP protokoli axborotni uzatish uchun UDP (520 port) protokolini qo‘llaydi.

RIP axboroti tarmoqning IP-adresidan va qadamlar sonidan (marshrutizatorlardan) iborat. Qadamlarning maksimal soni -15 ta. RIPning bitta xabarida 25 ta tarmoqlar haqida axborot bo‘lishi mumkin. RIP ishlaydigan marshrutizator boshqa marshrutizatorlardan RIP axborotini olib, boshqa tarmoqlarga yo‘nalishlar yozilgan o‘zining marshrutlash jadvalini har 30 daqiqada yangilaydi va ular yordamida tarmoq bo‘ylab paketlarning harakatlanishini bajaradi.

Protokolning kamchiligi:

- har doim eng samarali marshrutni tanlamaydi;
- sekin moslashishi tufayli logik ilmoqlar hosil bo‘ladi va marshrutizator ishida to‘xtab qolishdan keyin jadval sekin qayta yangilanadi;
- tarmoqqa yuklanadigan katta sondagi xizmat axborotlarini (marshrutlash jadvali) keng eshittirishli jo‘natmalari qo‘llaniladi;
- marshrutlash domenini o‘lchash chegaralangan (15 o‘tishlar);
- tarmoq tagi adreslari bilan ishlamaydi va avtonom tizimlarni farqlamaydi.

OSPF protokoli RFC 1370, 1578, 1793, 1850, 2328 xujjatlarda standartlashtirilgan. Kanallar holati algoritmini qo‘llash asosida ichki va tashqi marshrutizatlash uchun qo‘llaniladi. Bir nechta zonadan iborat bo‘lgan avtonom tizimga xizmat ko‘rsatishi mumkin. OSPF protokoli RIP protokolidan yetarli darajada samaralidir. OSPF protokoli asosida ishlaydigan marshrutizator, xizmat ko‘rsatish sifatini xarakterlaydigan metrikali tarmoq grafasini tahlil etib, yo‘nalishlarni optimallashtirish muammolarini yechadi.

Metrikalarning asosiy parametrlari quyidagilar hisoblanadi: o‘tkazish qobiliyati, kechikish, ishonchlilik, qo‘shimcha parametrlarga kanalning yuklanishi va xavfsizlik. Faqat tarmoq topologiyasi o‘zgarganda marshrutizator axborotlar bilan almashadi. RIPga qaraganda OSPF protokoli tez yo‘nalish jadvalini qayta tuzadi.

OSPF protokolining asosiy afzalliklariga quyidagilar kiradi:

- tarmoq topologiyasi o‘zgarganda qisqa axborotlarni guruhli uzatishni qo‘llash. Bu esa tarmoqni samarasiz yuklanishini kamaytiradi;
- o‘tkazish qobiliyatiga bog‘liq holda axborotlarni parallel kanallar bo‘yicha taqsimlashni ta’minlaydi. Bu esa butunlay tarmoq ishini yaxshilaydi.

IGRP va EIGRP protokollari. Bu protokollar Cisco Systems firmasi tomonidan ishlab chiqilgan va ichki marshrutlash uchun qo‘llaniladi. IGRP

“vektor-masofa” algoritmini qo‘llaydi, RIP protokoliga qaraganda qisman yaxshi xarakteristikalarga ega:

- murakkab topologiyali tarmoqlarda ishonchli ishlaydi;
- RIPga qaraganda eng yaxshi moslashishga ega;
- xizmat axborotlarini uzatish hajmini qisman kamaytiradi;
- bir xil metrikali kanallar orasida axborotni taqsimlaydi.

Protokol metrikasiga kanalning quyidagi parametrlari kiradi: o‘tkazish qobiliyati, kechikish, yuklanish, ishonchlilik. Bu parametrlar keng oraliqlarda o‘zgarishi mumkin. Masalan, o‘tkazish qobiliyati 1200 bit/s dan 10 Gbit/s gacha o‘zgarishi mumkin.

EIGRP protokoli “vektor-masofa” va “kanallar holati” algoritmlarining barcha afzalliklarini birlashtiradi. Protokol – tarmoq topologiyasi o‘zgarganidan so‘ng marshrutizatorga ishini tez qayta yangilash imkonini beruvchi – taqsimlangan yangilash algoritmi bazasida (Distributed Update Algorithm, DUAL) amalga oshirilgan.

Protokol quyidagilarga ega:

- qo‘shnini topish imkoni;
- DUAL algoritmi;
- axborotni IP ga mukammal kiritish mexanizmi.

EGP va BGP protokollari – Internet tarmog‘ini tashqi marshrutlash protokollariga kiradi. Marshrutlashni ichki protokollari yordamida tizim haqidagi axborotni yig‘uvchi, turli avtonom tizimlarni ajratilgan marshrutizatorlari EGP protokoli yordamida o‘zaro ta’sirlashadi. EGP prtokolining kamchiliklariga quyidagilar kiradi: metrika qo‘llanilmaydi, ya’ni intellektual marshrutlash bajarilmaydi, yo‘nalishlar ilmog‘ini hosil bo‘lishi kuzatilmaydi, xizmat axborotlari katta o‘lchamga ega.

Oxirgi vaqtlarda EGP o‘rniga mukammalroq BGP protokoli qo‘llanilmoqda, o‘z navbatida xizmat axborotlarini uzatish uchun TCP protokoli qo‘llaniladi. TCP protokoli marshrutli axborotni yetkazishni kafolatlaydi. BGP to‘liq EGP protokolining kamchiliklarini bartaraf etadi. Metrika sifatida kanalda uzatish tezligi, uning ishonchliligi qo‘llaniladi. Hozirda BGP (3-tur) – bu oxirgi avtonom tizimlarga yo‘nalishni aniqlaydigan Internet tarmog‘ining asosiy protokoli hisoblanadi.

Tarmoq interfeysi protokollari X.25, Fram Relay

X.25 protokoli. X.25 protokoli asosidagi paketlarni kommutatsiyalash tarmog‘i – 1970 yillar oxirlarida, analog uzatish muhiti orqali ikkita uzoqdagi punktlar orasida ma’lumotlar uzatishni ta’minlash maqsadida ishlab chiqilgan. Ularni qo‘llanilishining asosiy muhiti

terminallar va ishchi kompyuterlar orasidagi aloqa bo‘lgan. ITU-T da ishlab chiqilgan X.25 protokoli OTO‘B modelining uchinchi sathining protokoli hisoblanib, tarmoq orqali paketlarni uzatishni ta’minlaydi. X.25 protokolda axborotni butunligini saqlash masalasi tarmoqga qo‘yilgan, ya’ni halaqitlarga chidamli kodlarni qo‘llash, so‘rash va tarmoq uzellari orasida paketlarni takrorlash yo‘llari orqali erishilgan.

Qisqa masofali telefon tarmoqlari uchun ishlab chiqilgan X.25 protokollarida xatolik ehtimolligi (10^{-3} - 10^{-4}) katta (ma’lumotlar uzatish uchun), bu esa paketlarni yo‘qolishiga va ularni takror uzatish zaruratiga olib keladi. Yuqorida sanab o‘tilgan muammolarni yechimini Fram Relay texnologiyasi ta’minlaydi, ya’ni o‘zida X.25 protokolini soddalashtirilgan turini ifodalaydi.

Fram Relay protokoli. Fram Relay protokoli (kadrlarni kommutatsiyalash/retranslyatsiyalash) 90-yillar boshida standartlashtirilgan, kanalda xatolik ehtimolligi 10^{-6} tartibda. X.25 texnologiyasi singari Fram Relay protokoli ulanishni o‘rnatish uchun mo‘ljallangan. Fram Relay protokoli OTO‘B modelining birinchi ikkita sathida amalga oshiriladi. Fram Relay texnologiyasida protokolli bloklar sifatida kadrlar qo‘llaniladi. Fram Relay texnologiyasi kadrlarida foydali yuklama maydonining uzunligi 4096 baytgacha oshirilgan, X.25 protokolida esa 256 bayt.

Multimediali aloqa tarmoqlarining yuqori sath protokollari

Yuqori sath protokollari (5-7). Amaliy sath protokoli asosiy protokol hisoblanadi, aynan u tufayli qolgan barcha protokollar mavjuddir. U amaliy deyiladi, chunki u bilan boshqa ochiq tizimlarda joylashgan amaliy jarayonlar bilan birgalikda qandaydir masalani yechishi kerak bo‘lgan tizimning amaliy jarayonlari o‘zaro ta’sirlashadi. OTO‘B etalon modelning amaliy darajasi, ochiq tizimlar qandaydir oldindan ma’lum bo‘lgan masalani birgalikda yechishi jarayonida almashadigan ma’lumotlarning mazmuniy tarkibini aniqlaydi.

Oltinchi daraja *taqdim etish* darajasi deyiladi. U asosan uzatiladigan ma’lumotlarni kerakli tarmoq shaklida taqdim etish jarayonini aniqlaydi. Bu tarmoq turli oxirgi punktlarni (masalan, turli kompyuterlarni) birlashtirishiga bog‘liq. Agar tarmoqdagi barcha oxirgi punktlar bitta turda bo‘lganida edi, taqdim etish darajasini kiritish kerak bo‘lmas edi. Har xil turlardagi kompyuterlarni birlashtiradigan tarmoqda, tarmoq bo‘ylab uzatiladigan axborotlar ma’lum yagona taqdim etish shakliga ega bo‘lishi kerak. Aynan bu shaklni oltinchi daraja protokoli aniqlaydi.

Protokollarning navbatdagi beshinchi darajasi *sessiyalar* yoki *seanslar* protokoli deyiladi. Uning asosiy vazifasi amaliy jarayonlar orasidagi o‘zaro ta’sirlashish – amaliy jaryonlarning o‘zaro ta’sirlashishi uchun ularni ulash usullarini tashkil etish, jarayonlarning o‘zaro ta’sirlashishi va “ulanishni uzish” vaqtlari jarayonlari orasida ma’lumotlarni uzatishni tashkil etish hisoblanadi.

So‘ngra pastki makro sathning to‘rtta protokoli keladi. Pastki sath protokollarining asosiy vazifasi ma’lumotlarni tezkor va ishonchli uzatish hisoblanadi. Shuning uchun pastki sath protokollari ba’zan transport tarmog‘i protokollari deyiladi. Transport tarmog‘iga chiqish port orqali amalga oshiriladi. Har bir jarayon o‘z portiga ega bo‘ladi. Transport tarmog‘iga kirishdan oldin foydalanuvchining ma’lumoti, uni yaratgan jarayonning sarlavhasini oladi. Transport tarmog‘i pastki sath protokollarini qo‘llab, jarayon (xabar) sarlavhasiga ega foydalanuvchining ma’lumotini manzilga (adresga) uzatishni ta’minlaydi. Internet protokollarining arxitekturalari to‘rtta sathli hisoblanadi. Keyinroq paydo bo‘lgan ISO etalon modeli protokollarining yetti sathli arxitekturasini TCP/IP ning keyingi rivojlanishi sifatida qarash mumkin. Haqiqatdan ham, ikkkita arxitekturaning farqi shundan iboratki, TCP/IP arxitekturasidagi OSI modelining uchta yuqori sathlari (amaliy, taqdim etish, seanslar) bitta amaliy darajaga birlashtirilgan (4.3-rasm). TCP/IP tarmoq interfeyslarining sathi, OSI modelining ikkita kanalli va tarmoq sathlariga mos keladi.

TCP/IP amaliy sathi quyidagi an’anaviy xizmatlarni qo‘llab-quvvatlaydi:

- elektron pochtani uzatishning oddiy protokoli SMNP (Simple Mail Transfer Protocol) yordamida ishlatiladigan elektron pochta va yangiliklarni almashish;
- IMAP (Internet Massage Access Protocol), POP (Post Office Protocol) va X.400 pochta protokollari; NNTP (Network News Transfer Protocol) yangiliklarni almashish tarmoq protokoli;
- Telnet protokoli yordamida amalga oshiriladigan virtual terminal;
- fayllarni uzatish FTP (Fail Transfer Protocol), TFTP (Trivial Fail Transfer Protocol) NFS (Network File Systems) protokollari yordamida amalga oshiriladi;
- ma’lumotnoma xizmatlari DNS (Domain Name System) domen nomlari va X.500 tizimlari yordamida amalga oshiriladi;
- yordamchi protokollar: shaxsiy identifikatorlarni olish;
- BOOTR, vaqt - NTP (Network Time Protocol), diagnostika;
- Echo va tizim haqidagi ma’lumotlar – Finger.

1990-yillar o‘rtalarida URL (Universal Recourse Locator) va URN dan (Universal Recourse Names) foydalanib gipermatnni uzatish protokoliga HTTP asoslangan WWW (World Wide Web) texnologiyasi bazasidagi xizmatlar faol joriy etildi. Bugungi kunda SIP (Session Initiation Protocol), RTP (Real-time Protocol), RTCP (Real-time Transport Control Protocol) protokollari, H.323 tavsiyalari asosidagi paketli IP-telefoniya xizmatlari ommaviy hisoblanadi.

Stekdagi alohida o‘rinni quyidagi monitoring va boshqarish protokollari egallaydi:

- SMNP (Simple Management Transfer Protocol) –boshqaruv uzatishni oddiy protokoli ;
- RMON (Remote Monitoring) – masofaviy monitoring.

Bu protokollar yordamida tarmoqning holati kuzatiladi va uni ma’murlashtirish o‘tkaziladi.

FTP fayllarni qayta jo‘natish protokoli. Olisdagi servyerda joylashgan ma’lumotlar fayllariga ulanish usullaridan biri mijozning so‘rovi bo‘yicha fayl nusxasini uzatish hisoblanadi. Internet tarmog‘ida bu maqsad uchun FTP (File Transfer Protocol) standart protokoli – fayllarni qayta jo‘natish protokoli qo‘llaniladi. Eng eski protokollardan biri hisoblanadigan FTP protokoli (u oldingi asrning 70 - yillarning boshlarida ishlab chiqilgan) ilovalar sathi protokollariga kiradi va ma’lumotlarni uzatish uchun TCP transport protokolidan foydalanadi.

FTP protokoli mijozlar (mijozlar guruhi) va ma’lumotlarni saqlaydigan server (FTP serveri) orasida ma’lumotlar fayllarini almashish uchun qo‘llaniladi, binobarin, har bir oxirgi nuqta fayllarni uzatish va so‘rash/olish imkoniyatiga ega bo‘ladi. Bunday fayllar matnlar, grafik tasvirlar, tovushlar, video va multimediali ma’lumotlar bo‘lishi mumkin. FTP protokoli foydalanuvchining (mijoz) kompyuteriga dasturiy ta’minotni yuklash uchun ham ishlatiladi. FTP protokoli yordamida foydalanuvchi oladigan fayllarni to‘g‘rilashi (o‘chirishi, qayta nomlashi, ulardan nusxa ko‘chirishi va h.k.) mumkin. Ko‘pgina FTP-serverlarda yozish uchun ochiq bo‘lgan va server orqali fayllarni olishni ta’minlaydigan katalog (incoming, upload nomlarli va boshqalar) mavjud. Bu foydalanuvchilarga serverni yangi ma’lumotlar bilan to‘ldirishga imkon beradi.

XX asrning 90-yillar boshlanishigacha FTP protokoliniing hissasiga Internet tarmog‘idagi trafikning taxminan yarmi to‘g‘ri kelgan. Bugungi kunda ham protokol olisdagi serverlar va xostlarga ulanish uchun

qo‘llanilmoqda, lekin uning o‘rniga Butun Dunyo To‘ri texnologiyasiga asoslangan ulanish usullari kirib kelmoqda.

HTTP gipermatnli xabarlarni yuborish protokoli va Butun Dunyo To‘ri. 1989 yilda Tomas Berners-Li Jenevadagi Yadro tadqiqotlari bo‘yicha Yevropa kengashida (SERN) ishlashi bilan endi Butun Dunyo To‘ri (World Wide Web) sifatida ma’lum bo‘lgan loyihani taklif etdi. Loyihani amalga oshirish uchun Tomas Berners-Li, ularsiz zamonaviy Internetni tasavvur qilish mumkin bo‘lmagan uchta asosiy vositani - URI identifikatorlari, HTTP protokoli va NTML tilini ishlab chiqdi.

Texnik nuqtai nazardan WWW ni HTTP sifatida ma’lum bo‘lgan yagona protokol yordamida muloqot qiladigan ko‘pgina mijozlar va serverlar sifatida qarash foydali bo‘ladi. Butun Dunyo To‘rida gipermatnni yaratish, saqlash va aks ettirishni osonlashtirish uchun HTML gipermatnni belgilash tili qo‘llaniladi. HTTP va HTML protokollarining kombinatsiyasi matnlar, grafikalar, tovush, video va boshqa multimediali fayllarni Internet global tarmog‘i orqali yetkazishni ta’minlaydi.

SIP protokoli. IETF da VoIP tizimi uchun signalizatsiya protokollarini yaratish sohasidagi ishlar *draft-ietf-mmusic-cip-OO* spetsifikatsiyasini ishlab chiqilishi bilan boshlandi, bunda keyinchalik SIP/1.0 nomini olgan *Session Invitation Protocol* protokoli tavsif etilgan.

Bu hujjat faqat aloqa seansini o‘rnatilishiga so‘rovni spetsifikatsiyalaydi, lekin istiqbolda bu spetsifikatsiya o‘sha vaqtda yaratilgan konferensiyalarni multimediali arxitekturaga integratsiyalanishiga yo‘naltirildi, bu hujjatning nomi *MMUSIC - Multiparty Mulimedia Session Control*.

SIP protokoli foydalanuvchilar orasida aloqa seanslarini o‘rnatish uchun qo‘llaniladi.

H.323 protokoli. IP-telefoniya tarmoqlarini qurish uchun birinchi tavsiya H.323 tavsiyasi bo‘ldi. ITU tarixan UFTT muammolari bilan shug‘ullandi va taklif etilgan tavsiya haqiqatda IP-tarmoq ustiga qo‘yilgan ISDN (Integreted Services Digital Network) tarmog‘ini aniqlagan. Xususan, IP-telefoniya tarmog‘ida H.323 bo‘yicha ulanishni o‘rnatish jarayoni Q.931 tavsiyaga asoslanadi va ISDN tarmoqlardagi jarayonga deyarli aynan o‘xshash bo‘ladi.

H.323 tarmog‘ining asosiy qurilmalari terminal, shlyuz va konferensiyalarni boshqarish qurilmasi hisoblanadi.

SMTP elektron pochta protokoli. Elektron pochta IP-tarmoqlardagi eng eski ilovalardan biri hisoblanadi. Bugungi kunda elektron pochta orqali ma’lumotlarni almashish kuniga millionlab insonlar tomonidan

qo‘llanilmoqda. Mijoz va server orasidagi ma’lumotlarni almashishning yana bir shakli hisoblanadigan bu almashish SMTP (Simple Mail Transfer Protocol – pochta xabarlarini yetkazishning oddiy protokoli) protokoli yordamida qo‘llaniladi. RFC 822 tasnifi xabarning ikki qismini – sarlavha va asosni aniqlaydi. Har ikkala qismlar 7-razryadli ASCII kodi bilan kodlanadi. Shaxsiy pochta manzillari <username@domain> (foydalanuvchini ismi@tarmoq osti) ko‘rinishidagi formatga ega bo‘ladi. Pochta qutilarining bu manzillari SMTP sathida taniladi.

Odatda pochta xabari mijozdan SMTP lokal serveriga uzatiladi, ya’ni mijozlarning so‘rovi bo‘yicha pochtaning yetkazilishiga javob beradi. Servyerda pochtaning qayta ishlanish jarayoni, har bir yuboruvchi va oluvchining manzili, shuningdek yuborish vaqtiga ega bo‘lgan keluvchi xabarlarni to‘plashdan iborat. Dastlabki xabarni olgan lokal server yuborish punktidagi olisdagi serverning IP-manzilini identifikatsiyalaydi va bu olisdagi server bilan TCP seansini o‘rnatishga urinishni amalga oshiradi. Ulanish o‘rnatilganidan keyin, yuborish serverida pochta xabaridan nusha ko‘chiriladi. Server-yuboruvchi muvaffaqiyatli uzatishga tasdiqlanishni olishi bilan, xabar lokal server xotirasidan o‘chiriladi. Keyin olisdagi foydalanuvchi o‘z serveriga ulanishni olishi va yetkazilgan xabarni qabul qilishi mumkin.

MIME protokoli. SMTP protokolini ishlab chiqishda elektron pochta faqat oddiy matnni uzatish uchun foydalanilishi ko‘zda tutilgan. 1993 yilda RFS 822 tasnifi har xil turlardagi ma’lumotlar – audio, video, Word hujjatlarini uzatishni ta’minlash uchun kengaytirilgan. Bu maqsadlar uchun MIME (Multiprpose Internet Mail Extension – Internetning ko‘p maqsadli pochta kengaytirilishi) qo‘llaniladi. MIME protokoli elektron pochta yordamida har xil turlardagi ma’lumotlarni, shu jumladan ASCII kodidan farqli bo‘lgan kodlash turi qo‘llaniladigan tillardagi matnlar, musiqa, grafika va filmlarni uzatish mexanizmlarini aniqlaydi. MIME formatini o‘zgartirish odatda elektron xabarlarni uzatishda va qabul qilishda pochta serverlari yoki mijoz pochta dasturlari orqali amalga oshiriladi.

Nazorat savollari

1. Qanday xalqaro elektr aloqa standartlarini bilasiz?
2. Multimediali aloqa tarmoqlarining standartlarini ayting?
3. O‘zbekiston Respublikasi qaysi standartlashtirish tashkilotlarga a’zo hisoblanadi?

4. O‘zbekiston Respublikasida telekommunikatsiya sohasi bo‘yicha qaysi standartlashtirish tashkilotlari javob beradi?
5. ITU-T Y.1540 tavsiyasi qanday standartlarni aniqlaydi?
6. ITU-T Y.1541 tavsiyasi qanday standartlarni aniqlaydi?
7. Quyi sath protokollarining vazifasi nimadan iborat?
8. Transport sathi protokollarining vazifasini tushuntiring.
9. TCP, UDP, RTP – transport protokollarini bir-biridan farqi nimada?
10. Marshrutizatsiya va signalizatsiyani qanday protokollari mavjud?
11. Tarmoq sathi protokollarining vazifasini tushuntiring.
12. TCP/IP ni amaliy sathi qanday xizmatlarni amalga oshiradi?
13. RIP – protokolining vazifasi va xususiyatlarini tushuntiring.
14. OSPF - protokolining vazifasi va xususiyatlarini tushuntiring.
15. FTP – prtokolining vazifasi nimadan iborat?

3.5. Multimediali signalizatsiya va sinxronizatsiya tizimlari

Telefon aloqada signalizatsiyaning vazifasi

“Signalizatsiya” atamasining ta’rifi ITU tavsiyalarida keltirilgan. Signalizatsiya deb - ulanishni o‘rnatish va tugatish, shuningdek tarmoqni boshqarish va chaqiriqqa xizmat ko‘rsatish uchun maxsus mo‘ljallangan axborotlar almashish (avtomatik aloqada) tushuniladi.

Telefoniyada tarmoq ierarxiyasi nuqtai nazaridan ikki turdagi signalizatsiyani ajratish qabul qilingan: abonent va stansiyalararo. Ko‘pincha yana bir sinf kiritilgan – stansiya ichi signalizatsiyasi.

Signalizatsiya tizimini klassifikatsiyalashning yana bir foydali usuli, uzatilayotgan axborot vazifasiga asoslangan. Bu nuqtai nazardan odatda signallarni uchta turi ajratiladi:

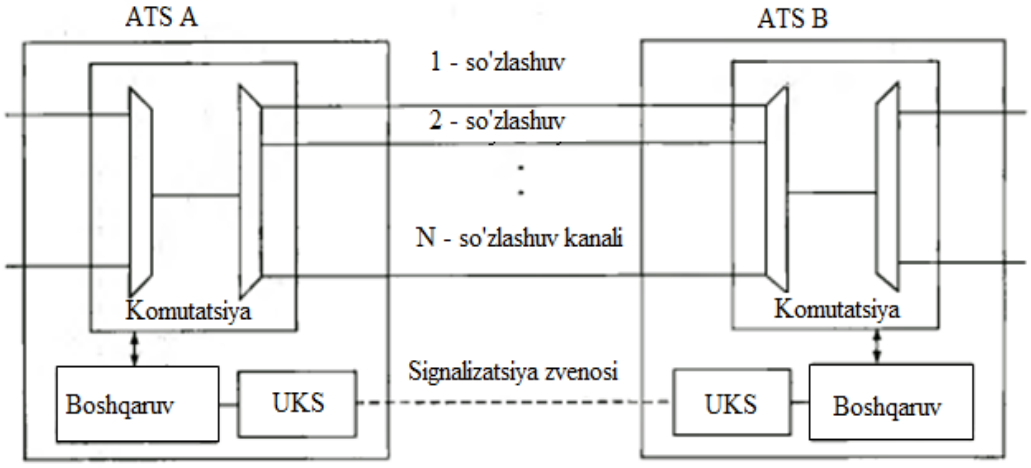
- akustik, chaqiriqqa xizmat ko‘rsatishni (masalan, “Stansiya javobi” va “Chaqiriqni jo‘natish nazorati”) asosiy fazalari haqida abonentni xabardor qiladi;
- liniyali, ulanishni o‘rnatish va tugatish jarayonida (jumladan, “Bandlik” va “Abonent javobi”) kommutatsiya qurilmasi va kanallar holatini aniqlaydi;
- boshqaruvchi, kanalli kommutatsiyaga ega bo‘lgan qayd etilgan telefon aloqa tarmoqlarida qo‘llaniladigan, stansiyalararo signalizatsiya aloqasini tashkil etish uchun zarur bo‘lgan, nomer va adres haqidagi xabardan iborat.

Hozirgi vaqtda UFTTda bitta va ikkita ajratilgan signalli kanal

(ASK) bo‘yicha signalizatsiya qo‘llaniladi. Transport tarmoq raqamli uzatish tizimi (RUT) bazasi asosida qurilgan holatlarda, odatda ikkita ASKli signalizatsiya qo‘llaniladi. ASKni tashkil etish uchun, resurslarni taqsimlash algoritmi standartlashtirilgan, ya’ni IKM-30/32 uzatish tizimining 16-kanal intervalida hosil qilingan.

Impulslar va pauzalar yordamida chaqiruvchi abonent tergan nomerni uzatish, ulanishni o‘rnatish jarayonini sekinlashtiradi. Bu kamchilikni kamaytirish maqsadida ko‘p chastotali signalizatsiya kiritilgan. Unda qo‘llaniladigan ko‘p chastotali kodni signalli kombinatsiyalari ikkita sinusoidal signallardan iborat. Uzatiladigan signallar, oltita imkoniyatlidan ikkita turli chastota nominalini qo‘llaydi. Mos keladigan usul ko‘pincha “6 dan 2” kodi deyiladi.

Umumkanal signalizatsiya (UKS) tizimi modelida funksional sathlarni ajratish prinsiplari bir qator spetsifik xususiyatlarga ega. Buning natijasida u OSI modelidan farqlanadi. 5.2-rasmda UKS tizimining modeli keltirilgan va standartlashtirish bo‘yicha xalqaro tashkilot tomonidan qabul qilingan, aynan o‘xshash tuzilishdan uni farqi ko‘rsatilgan. Bu yetti sathdan iborat tuzilish OSI abbreviaturasi bo‘yicha yaxshi ma’lum.



5.1-rasm. Umumiy kanal bo‘yicha signalizatsiya

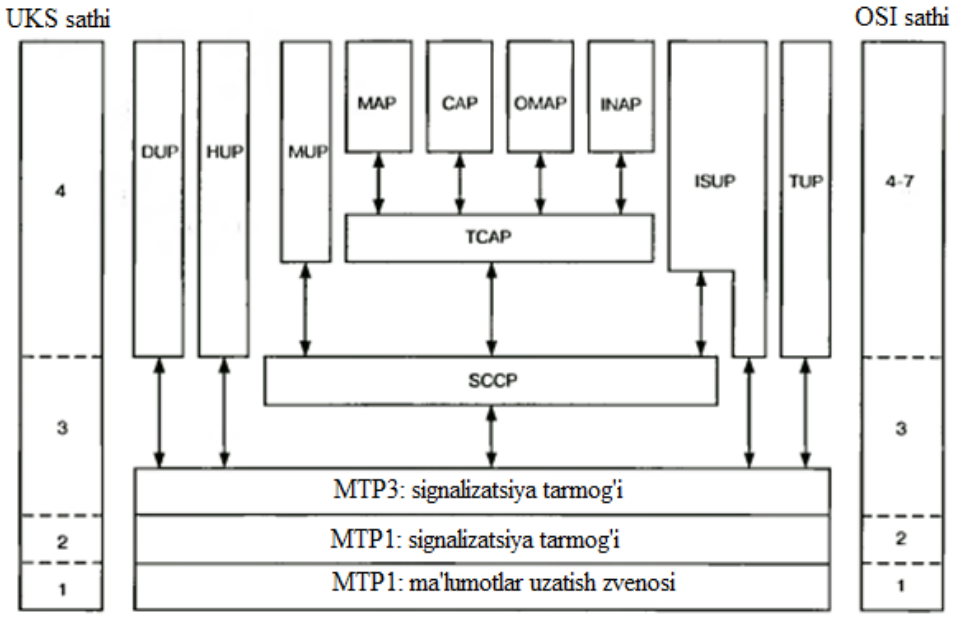
UKS tizimining uchta quyi sathi MTP (Message Transfer Part) xabarini tashuvchi tarmoq tagini hosil qiladi. Bu MTP sathlarning funksional imkoniyatlari, avval mavjud bo‘lgan uchta “nimtarmoq – foydalanuvchilar” signalli yuklamaga xizmat ko‘rsatish uchun yetarli edi:

- ma’lumotlar uzatish tarmog‘i - DUP (Data User Part);
- xendover jarayoni - HUP (Handover User Part);
- telefon tarmog‘i - TUP (Telephone User Part).

Signalli ulanishlarni boshqarish nimtarmoq SCCP (Signalling connection control part) OSI modelining 3-sathigacha MTRZ vazifalarini to‘ldiradi va keyingi “nimtarmoq – foydalanuvchilar” ishi uchun zarur:

- NMT-450 standartidagi harakatlanadigan aloqa - MUP (Mobile User Part);
- integral xizmat ko‘rsatuvchi raqamli tarmoq - ISUP (ISDN User Part).

Shuningdek SCCPning funksional imkoniyatlari, TCAP (Transaction Capabilities Application Part) tranzaksiyalarini qo‘llab-quvvatlash uchun nimtarmoq qo‘shimchalarida qo‘llaniladi.



5.2-rasm. Umumkanal signalizatsiya tizimining modeli

O‘z navbatida, TCAP nimtarmoq keyingi amaliy nimtarmoqlarini ishlashi uchun zarur:

- GSM standartidagi mobil aloqada - MAP (Mobile Application Part);
- ekspluatatsion boshqarish – OMAP (Operations, Maintenance and Administration Part);
- intellektual tarmoqlar - INAP (Intelligent Network Application Protocol);
- CAMEL protokoli - CAP (CAMEL Application Protocol).

Signalizatsiya tarmog‘ining tuzilishi

Dasturiy boshqarishga ega bo‘lgan kommutatsiya stansiyasini *signalizatsiya punkti* SP (Signaling Point) sifatida ko‘rish mumkin.

Signalizatsiya punkti signalli xabarlarni izohlash, shakllantirish, uzatish va qabul qilish vazifalarini bajaradi. Signalizatsiyaning ba’zi bir punktlari signalizatsiya signalini bir zvenodan boshqasiga o‘tishi vazifasini bajaradi. Ular signalizatsiyaning tranzit punktlari - STP (Signaling Transfer Point) deyiladi. SP va STP ning yig‘indisi, shuningdek ularni bog‘lovchi signalli zvenolar, o‘ziga hos tarmoqni hosil qiladi. U signalizatsiya tarmog‘i deyiladi.

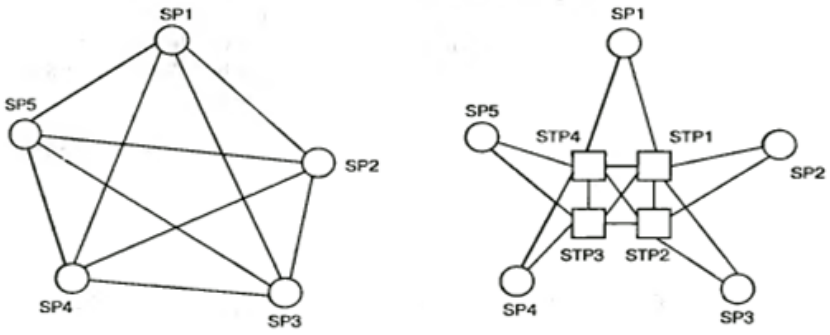
Orasida signalli xabar almashish imkoniyati bo‘lgan har qanday ikkita SP, *bog‘langan* deyiladi. Ikkita SP ni bog‘lanishi signalli zvenolarning to‘g‘ri tutami yoki STP yordamida tranzit tashkillashtirilgan signalizatsiya tarmog‘i vositasida ta’minlanadi. Birinchi holatda ikkita SP (signalizatsiya tarmog‘i tuzilishi nuqtai nazaridan) - *o‘zaro bog‘langan*, ikkinchi holatda – *o‘zaro bog‘lanmagan* hisoblanadi. Signalizatsiya tarmog‘ida o‘zaro bog‘langan va o‘zaro bog‘lanmagan SPlarning mavjudligi shundaki, unda funksionallashni turli rejimlarini qo‘llash imkoniyati borligidir.

Zamonaviy signalizatsiya tarmoqlarida uchta ishlash rejimi qo‘llanilishi mumkin: *bog‘langan*, *bog‘lanmagan* va *kvazibog‘langan*. Kvazibog‘langan rejim bog‘lanmagan rejimni alohida holatini o‘zida ifodalaydi.

Tarmoq orqali o‘tuvchi signalli axborot yo‘li avvaldan belgilanadi va qaysidir vaqt davrida qayd etilgan hisoblanadi. Amaliyotda signalizatsiya tarmog‘ining bog‘langan va kvazibog‘langan rejimlari qo‘llaniladi.

Bog‘langan va kvazibog‘langan tarmoqlarni tashkil qilish namunasi 5.3-rasmda keltirilgan. Ikkala holat uchun ham umumkanal signalizatsiya tizimi telefon tarmog‘i uchun yaratiladi deb tahmin qilinadi, ularda beshta kommutatsiyalash stansiyalari o‘rnatilgan. Barcha stansiyalar o‘zaro “bir-biri bilan” prinsipi bo‘yicha bog‘langan. Bu topologiyani bog‘langan signalizatsiya tarmog‘i takrorlaydi.

Kvazibog‘langan tarmoqda to‘rtta STP o‘rnatilgan. Ular o‘zaro “bir-biri bilan” prinsipi bo‘yicha bog‘langan. Beshta SP dan bittasi ikkita STPga tayanadi. Bunday yechim signalizatsiya tarmog‘ining yuqori ishonchliligini ta’minlaydi. Yuqori ishonchlilikdan tashqari, signalizatsiya tarmog‘i signalli xabarlarni tez o‘tishini ta’minlashi zarur. Bu talab UFTTda trafikka xizmat ko‘rsatish sifati ko‘rsatkichlariga, signalli xabarlarning kechikishini ta’siri bilan shartlanadi.



a) bog‘langan signalizatsiya tarmog‘I b) kvazibog‘langan

5.3-rasm. Signalizatsiya tarmog‘ining tuzilishi

UKS protokollar stekining mobil ilovalari

1988 yilda UKS stekiga mobil aloqani rivojlanish jarayonida yaratilgan MAP (Mobile Application Part) protokolining birinchi turi qo‘shilgan. Shuningdek boshqa protokol CAP (CAMEL Application Part) bilan ham UKS7 stekida shunday amal bajarilgan. Shuningdek MAP protokolini vazifasiga aynan o‘xshash bo‘lgan, Shimoliy Amerika uchun ishlab chiqilgan ANSI-41 protokoliga nisbatan haqqoniydir va 5.4-rasmda keltirilgan UKS7 protokollar stekini xuddi o‘sha sathida joylashadi. MAP va ANSI-41 axborotlari quyida joylashgan sathlarning MTP1, MTP2, MTP3, SCCP va TCAR protokollari bilan transportlanadi va inkapsulyatsiyalanadi.

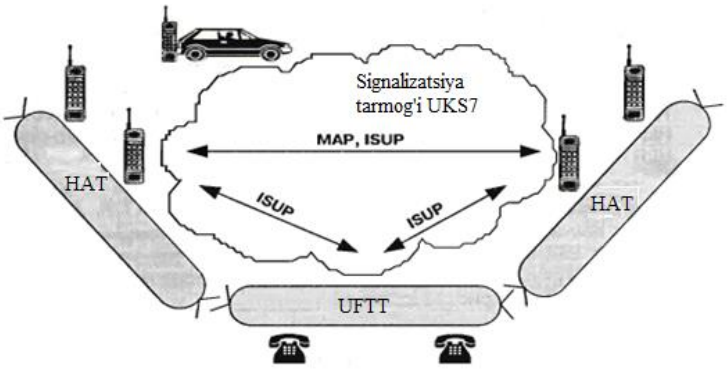
MAP protokoli MSC, BTS, BSC, HLR, VLR, EIR, MS, shuningdek SGSN/GGSN ni GPRS (General Packet Radio Service)ga o‘xshagan harakatdagi aloqa tarmog‘ini (HAT) tarmoq komponentlari orasidagi amallarni aniqlash uchun qo‘llaniladi. GSM ni qo‘llab-quvvatlash maqsadida, kommutatsiyalash nimtizimlari uchun MAP ni beshta ilovalari (MAP-MSC, MAP-VLR, MAP-HLR, MAP-EIR, MAP-AuS) va BSC bazaviy stansiyani nazorati uchun BSSAP (BSS Application Part) ilovasi aniqlangan.

MAP protokolining modeli. Bu ishlab chiqilma uchun asos harakatdagi aloqa tarmog‘ining modeli xizmat qiladi (5.4-rasm), ya’ni bir kommutatsiyalash markazidan boshqasiga chaqiriqqa (xendover) xizmat ko‘rsatish bilan boshqarishni o‘tkazish usulini va harakatdagi aloqani turli

tarmoqlari orasida abonentlarni mobilligini ushlab turuvchi MAP protokoli tavsiflaydi.

Harakatdagi aloqa tarmoqlarida tarmoqning maxsus xabarisiz abonentni turgan o‘rni jiddiy ravishda o‘zgarishi mumkin, masalan, abonent aeroportda o‘zining mobil telefonini o‘chirishi mumkin va bir necha soatdan so‘ng uni boshqa davlatning HATda yoqishi mumkin. Mobil abonentlarga chaqiriqlarga kiruvchilar uchun abonentni turgan o‘rni va mobil telefoni raqami orasida bevosita aloqa mavjud emas.

Chaqirilayotgan abonentning mobil terminaliga chaqiriqni uzatishni tashkil etishdan oldin, haqiqiy vaqtda uni turgan o‘rni haqidagi axborotni va boshqa xizmat axborotni olish zarur. Shuning uchun bunday chaqiriqlar, chaqiriqqa va/yoki aloqa seansiga bevosita taalluqli bo‘lmagan, katta sonli xizmat signallarini almashishni talab qiladi.



5.4-rasm. Ikkita UFT va HAT abonentlari orasida chaqiriqlarga xizmat ko‘rsatishni boshqarish modeli

VoIP signalizatsiya tizimlari

SIP arxitekturasini yaratish. VoIP tizimi uchun signalizatsiya protokollarini yaratish muhitidagi ishlar Session Invitation Protocol protokoli yozilgan draft-ietf-mmusic-sip-00IETF spetsifikatsiyani (tasniflash) chiqishi bilan IETFda boshlangan.

Bu xujjat faqat aloqa seansini o‘rnatish so‘rovini tasniflagan, biroq rivojlanishda bu tasniflash o‘sha vaqtda yaratilgan konferensiyani multimediali arxitekturasini integratsiyasiga mo‘ljallangan.

Seanslarni qayd etish protokolini birinchi tasnifi yaratilgunicha, hozirda SIP (Session Initiation Protocol) sifatida ma’lum, 1996 yil IETFda aloqa seanslarini o‘rnatishni ikkita protokoli raqib bo‘lgan: Simple Conference Invitation Protocol (SCIP) va SIP protokollari.

IP ustidan UKS7 signalizatsiyasi. IP-tarmoq orqali UKS7 axborotini uzatishni tashkil qilish masalasi bo‘yicha IETF tarkibiga kiruvchi Sigtran ishchi guruhi shug‘ullanadi. IP tarmoq bo‘ylab UKS7 axborotini ishonchli transportlash uchun Sigtran protokollar stekining asosi, IP tarmoqda signalizatsiyani oxirgi punktlari orasida signalli xabarlarni o‘tkazishni ushlab turuvchi, oqimlarni boshqarish protokoli SCTP (Stream Control Transmission Protocol) hisoblanadi.

SCTP oqimlarni boshqarish protokoli. Signalli aloqani tashkil qilish uchun bir oxirgi punkt boshqa punktga o‘zining transport adreslari (SCTP portini nomeri bilan birgalikda IP-adresni) ro‘yxatini taqdim etadi.

SCTP protokoli turli oqimlarda signalli xabarlarni mustaqil tartiblash imkoniga ega va signalli axborotni qabul qilishni tasdiqlash bilan o‘tkazishni, har bir oqimning xabarini ularni o‘tish navbatini saqlash bilan yetkazish, bir nechta xabarlarni bitta SCTP paketiga birlashtirish imkoniyati, zarurat o‘lchami bo‘yicha ma’lumotlarni fragmentlash va o‘ta yuklanishga chidamliligini ta’minlaydi.

Moslashish protokollari M2UA, M3UZ, M2PA, SUA, IUA
SCTP protokoli
Ip protokoli

5.5-rasm. Sigtran protokollar steki

M2UA, M2PA va M3UA moslashish protokollari. IP tarmoqlarda ko‘rib chiqilgan MTP protokolining funksional imkoniyatlarini amalga oshirish uchun Sigtran ishchi guruhi uchta yangi protokollarni tavsiya etdi - M2UA, M2PA va M3UA. Ularning har birini quyida qisqacha ko‘rib chiqamiz, lekin avval raqamli telefon tarmoqlari va IP tarmoqlar bo‘ylab MTP xabarini o‘tkazishga bo‘lgan ITU-T ning asosiy talablarini keltirib o‘tamiz:

- 3 MTP sathini bir darajali jarayoni uchun talab etilgan javob vaqti 500 ms dan 1200 ms gacha oraliqda bo‘lishi kerak;
- transport sathda rad etishlar tufayli xabarlarni yo‘qolish ehtimolligi 10^{-7} dan katta bo‘lmasligi kerak;
- transport sathda rad etishlar tufayli xabarni o‘z vaqtida yetkazmaslik ehtimolligi 10^{-9} dan katta bo‘lmasligi kerak.

2 MTP (MTP Level-2 User Adaptation Layer) sathi

foydalanuvchilari uchun moslashish sathini M2UA protokoli, UKS7 oddiy stekida 2 MTP sathi 3 MTP sathiga taqdim etadigan xizmatlar majmuasini ko‘rib chiqadi.

Protokol, VoIP tarmoqlarda signalizatsiya shlyuzlari va transport shlyuzini kontrolleri orasida qo‘llaniladi. Signalizatsiya shlyuzi UKS7 xabarini, signalizatsiyaning oxirgi yoki tranzit punktidan MTPni 1 sath va 2 sath interfeysi orqali qabul qiladi. Shlyuz 2MTP sathida UKS7 zveno uchun oxiri hisoblanadi va 3MTP sathining axborotini va yuqori sathni transport shlyuzining kontrolleriga yoki IP tarmoqning boshqa oxirgi punktiga transportlaydi, ya’ni M2UA protokolni SCTP/IP ustidan qo‘llab.

Bir darajali foydalanuvchilar MTP2 (MTP2 User Peer-to-Peer Adaptation Layer) uchun moslashish sathining M2PA prtokoli, M2UA protokolidan farqli ravishda, IP tarmoq orqali o‘zaro ta’sirlashuvchi UKS7 tarmog‘ini ikkita bog‘lamalari almashadigan 3 MTP sathining xabarlarini to‘liq masshtabda qayta ishlash uchun qo‘llaniladi.

IP tarmog‘ining signalizatsiya punktlari, TCP/IP stekining protokollarini qo‘llab UKS7 oddiy bog‘lamalari singari ishlaydi.

M2PA protokoli, UKS7 signalizatsiyani qo‘llab kanalli kommutatsiya tarmog‘i bog‘lamalarini IP-telefoniya ma’lumotlar bazasiga va IP tarmoqni boshqa bog‘lamalariga ulanish imkonini berishi tufayli, OKS7 va IP tarmoqlarning integratsiyasini yengillashtiradi. Shuningdek teskarisi, M2RA protokoli IP-telefoniya ilovalarini UKS7 tarmog‘ining ma’lumotlar bazasiga ulanish imkonini beradi.

3 MTP (MTP Level-3 User-Adaptation Layer) foydalanuvchilar uchun moslashish sathining M3UA protokoli, SCTP protokoli vositalari yordamida, 3 MTP sathini nimtizim-foydalanuvchilar signalli xabarlarni IP tarmoq bo‘ylab o‘tkazish bilan bog‘liq (masalan, ISUP, SCCP).

M3UA protokoli, signalizatsiya shlyuzlari va transport shlyuzi kontrollerlari yoki IP-telefoniya ma’lumotlar bazalari orasida qo‘llaniladi. U IP–tarmoqni uzoqdagi oxirlarini qamrab, signalizatsiya shlyuzini 3 MTP sathi xizmatlariga ulanishini kengaytiradi.

SUA va IUA protokollari. SCCP foydalanuvchilari uchun moslashish sathining SUA protokoli, IP-tarmoq bo‘ylab SCCP foydalanuvchilarning signalli xabarlarini o‘tkazishni ta’minlaydi, masalan, TCAP yoki INAP, SUA protokoli IP-tarmoq signalizatsiyaning oxirgi punktlari va signalizatsiya shlyuzlari orasida qo‘llaniladi.

SUA protokoli, SCCP xizmatlar singari tartibsiz va tartiblangan yetkazish bilan ulanishsiz, ma’lumotlar oqimini boshqarishli yoki boshqarishsiz ulanishlarga mo‘ljallangan xizmatlar va xabarlarni o‘z

vaqtida yetkazilmaganligi natijasidagi xatolar va xabarlarning yo‘qolganligini bilish xizmatlarini ta’minlaydi (ya’ni SCCP 0 dan 3 gacha xizmatlar sinfi). Ulanishsiz xizmat holatida SCCP va SUA protokollari signalizatsiya shlyuzida o‘zaro ta’sirlashadi.

ISDN - foydalanuvchi (IUA) uchun moslashish sathining protokoli IP tarmoq orqali Q.931 xabarni o‘tkazishni ta’minlaydi. IUA protokoli MTP protokolining qismini signalizatsiya tizimida qo‘llanilishini ta’qiqlaydi va yuqori sathning ilovalarini SCTP transport protokollar bilan bevosita o‘zaro ta’sirlashishiga imkon beradi.

Multimediali aloqa tarmoqlarida sinxronizatsiya

Sinxronizatsiya deganda aloqa tarmog‘ining funksional elementlari bilan axborotni uzatish, kommutatsiyalash va ishlov berishning ayrim muhim elementlari orasida muvofiqlashtirish tadbiri tushuniladi. “Sinxronizatsiya” atamasi aloqa tarmog‘i va uning ayrim elementlarining faoliyat yuritishini turli jarayonlarini tavsiflash uchun qo‘llaniladi. Raqamli UFTTga nisbatan sinxronizatsiyaning uchta jixatini ko‘rib chiqish maqsadga muvofiqdir:

- taktli sinxronizatsiya;
- siklli sinxronizatsiya;
- tarmoq sinxronizatsiyasi.

Taktli sinxronizatsiya, umumiy bitlar oqimidan sinxronizatsiya signalini ajratib olishga asoslangan. U bitlar darajasida (taktli intervallar) uzatish va qabul qilish qurilmalarining ishlashini vaqt bo‘yicha moslashtirish uchun zarur. Siklli sinxronizatsiya, turli manbalardan kelayotgan axborotlar, bitlarning umumiy oqimida axborotlar blokining boshi va oxirini aniqlash uchun zarur, ya’ni uni qabul qilishda to‘g‘ri taqsimlash uchun. Tarmoq sinxronizatsiyasi, axborot uzatishda yuqori sifat taminlanishi uchun tarmoqning turli nuqtalarida (shu jumladan xalqaro ulanishlarda) taktli signallarning uzoq muddatli aniqliligi va barqarorligining berilgan ko‘rsatkichlarini ta’minlaydi.

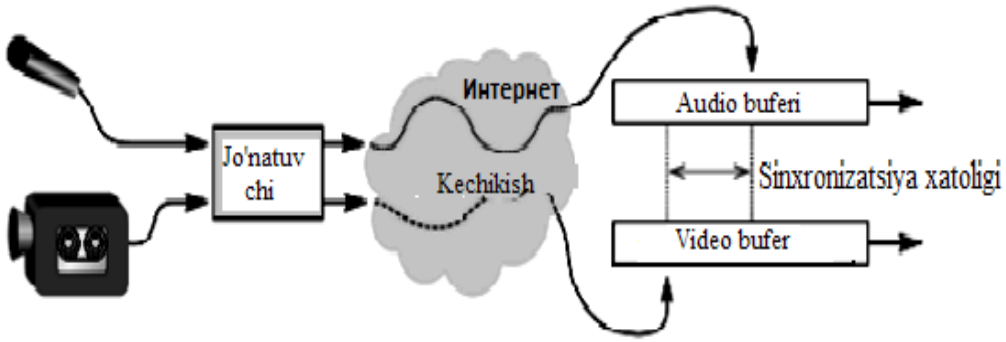
Tarmoq sinxronizatsiya uchun kvars va atom generatorlaridan foydalaniladi. Ular yuqori aniqlikdagi etalon signallarni ishlab chiqaradi. Masalan odatdagi kvars generatorining barqarorligi bir yilda 10^{-6} ni tashkil etadi. Rubidiyli, seziyli va vodorodli atom generatorlarining barqarorligi ancha yuqori. Xususan, seziyli generator bir yilda 10^{-13} barqarorlikni taminlaydi.

Ovoz va tasvir sinxronizatsiyasi.

Multimedia seansi bir nechta oqimlardan iborat bo‘lib, ularning har biri RTPning alohida seansida uzatiladi. Kodlash formatlari bilan bog‘liq kechikishlar amaliy farq qiladi, 5.6-rasmda ko‘rsatilganidek, turli xil oqimlarda boy berish vaqti har xil bo‘ladi.

Odatda sinxronizatsiya tovush va tasvir oqimlarini tenglashtirish uchun qo‘llaniladi, ammo mazkur texnologiya istalgan turdagi oqimlar uchun ham qo‘llanilishi mumkin. Ko‘pincha tovush va tasvirni alohida oqimlarga bo‘lishni sean ishtirokchilarining nimani afzal ko‘rishlariga bog‘liq bo‘ladi. Ba’zilar video konferensiyalarda faqat tovushni qabul qilishni afzal ko‘rishadi. Ayniqsa bu ishtirokchilar soni ko‘p bo‘lgan konferensiyalar uchun muhimdir.

Jo‘natuvchining o‘zini tutishi. Jo‘natuvchi multimedia oqimlarini sinxronizatsiyalash jarayonida, umumiy va oqim vaqtini muvofiqlashtirish to‘g‘risida RTCP paketlari orqali davriy xabardor qilish va umumiy sathni ishga tushirish yo‘li bilan yordam beradi. Umumiy soat o‘zgarmas tezlikda yuradi, qabul qiluvchiga esa 5.6-rasmda ko‘rsatilganidek, oqimlardagi tezliklarni tenglashtirishga yordam beruvchi axborot beriladi.



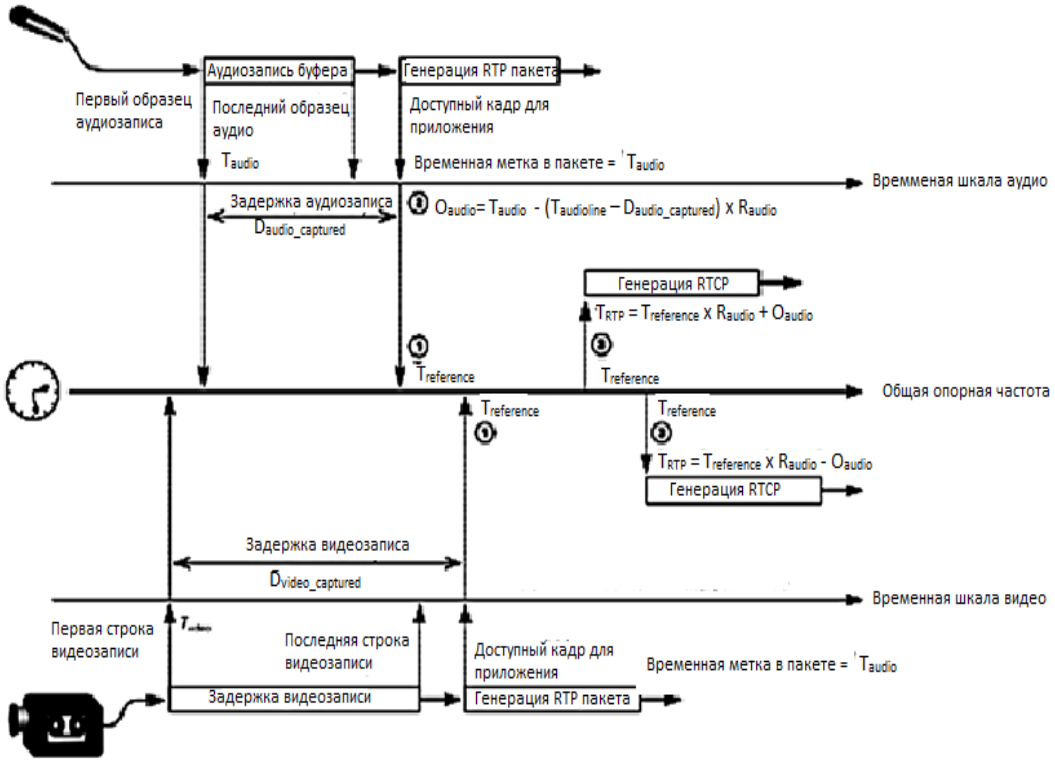
5.6-rasm. Multimedia oqimlarining sinxronizatsiyasi

Umumiy va oqim vaqti orasidagi muvofiqlik RTCP paketini shakllantirish vaqtida aniqlanadi. Umumiy Treference vaqti RTP paketining vaqt belgisida aks ettiriladi:

$$TRTP = Treference \cdot Raudio + Oaudio$$

Bunday soatlarning siljishini (surilishiini) hosil qilamiz:

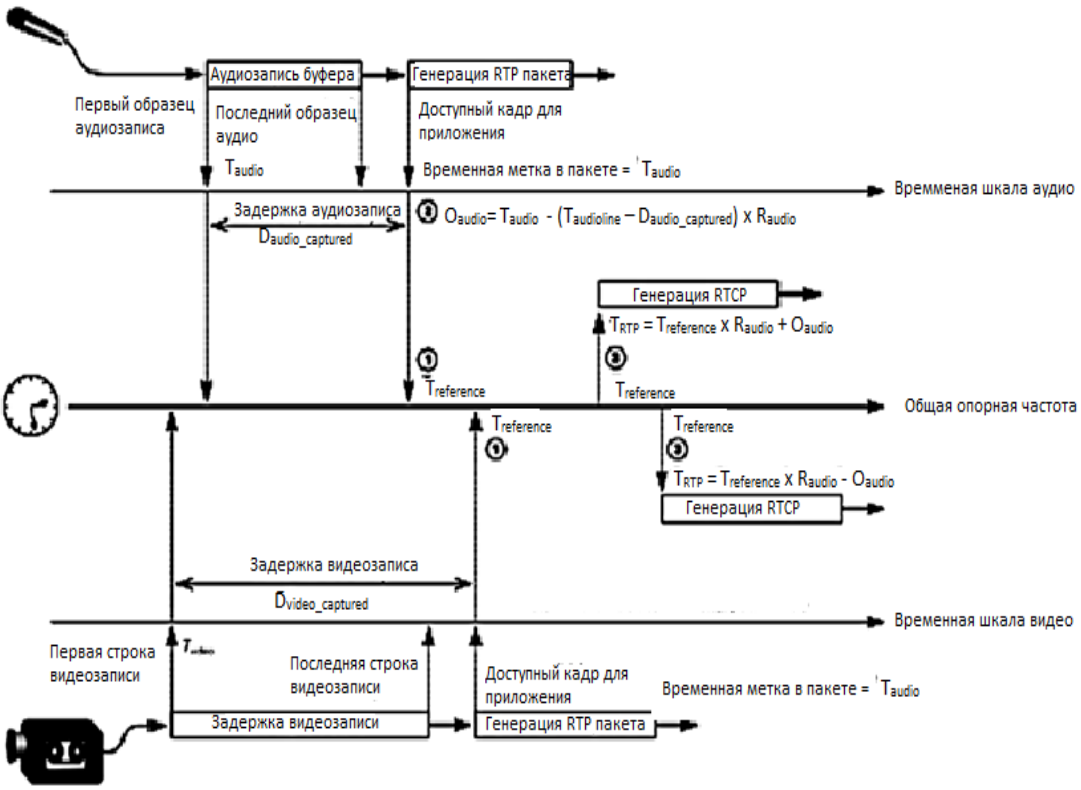
Oaudio = Taudio – (Tailable – Daudio_capture) · Raudio…



5.7- rasm. Umumiy soat bo‘yicha vaqtni tenglashtirish

Tavailable - operatsion tizimdagi kechikishlar bilan, Daidio_capture esa ma’lumotlarni kechikish jarayonining davomiyligi bilan aniqlanadi..
5.7-rasmda multimedia oqimlari turli xil manbalardan olingan holatdagi soatlarni sinxronizatsiyalash zarurati keltirilgan

Sinxronizatsiyaning yana bir muammosi - sinxronizatsiya qo‘llanilishi kerak bo‘lgan oqimlarni identifikatsiya qilishdir. Bu masalani RTP bog‘langan manbalarga umumiy nomlar (CNAME) berish yo‘li bilan hal qiladi, shuning uchun qabul qiluvchi bog‘liq bo‘lgan va bog‘liq bo‘lmagan oqimlarni farq qiladi.



5.8-rasm. Turli manbalardan kelayotgan oqimlarni sinxronizatsiyalash

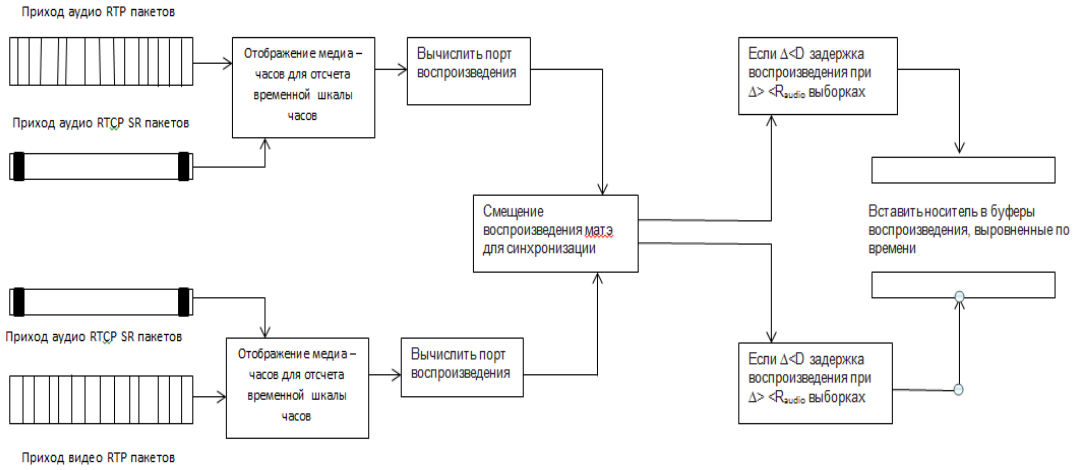
Qabul qilib oluvchining vazifasi

Qabul qiluvchi sinxronlanuvchi oqimlarni ajratishi va ularni eshitish oldidan tenglashtirishi kerak. Oqimlarni ajratishga turli oqimlarda bir xil CNAME nomlardan foydalanib juda oson erishiladi. Sinxronizatsiya tadbirining o‘zi ancha murakkabdir (5.9 va 5.10 rasmlar).

Qabul qilib oluvchi avval jo‘natuvchi belgilagan umumiy vaqt bilan sinxronlanuvchi oqimlar vaqti o‘rtasidagi muvofiqlikni RTP va RTCP paketlari ma’lumotlarini taqqoslash yo‘li bilan aniqlaydi. *M* vaqt belgili RTP ma’lumotlar paketini qabul qilib olishda kechikish vaqti hisoblab topilishi mumkin:

$$T_s = \frac{T_{Ssr} + (M - M_{sr})}{R} \quad . \qquad (5.1)$$

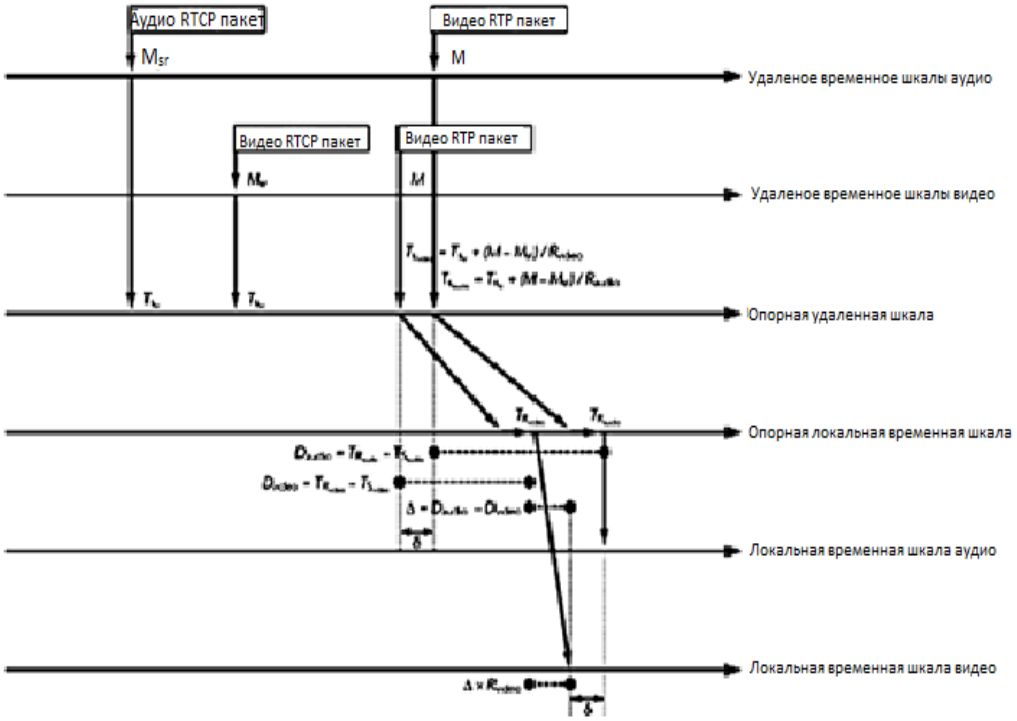
Bu yyerda: M_{sr} - oxirgi olingan RTCP paketda RTP vaqt belgisi; T_{Ssr} - sekund hisobidagi umumiy vaqt; R - soatning gers hisobida berilgan nominal tezligi.



5.9-rasm. Foydalanuvchi tomonida tovush va tasvirning sinxronizatsiyasi

Qabul qilib oluvchi ham mahalliy soatga muvofiq sinxronizatsiyalangan TR ma'lumotlarni chiqarish vaqtini hisoblaydi. U jo'natuvchining umumiy vaqti bilan muvofiqlashtirilgan, dekoderlash uchun boy berish buferida musbat kechikish, aralashtirish va ishlov berish bilan moslashtirilgan paketning vaqt belgisiga teng.

Kechikish va boy berish vaqti ma'lum bo'lganda, qabul qilib oluvchi har bir oqim uchun malumotlarni kechikishi va ularni boy berishi orasidagi nisbiy kechikishini hisoblashi mumkin. Agar ma'lumotlar TS vaqtida jo'natuvchining umumiy vaqti bo'yicha kechikkan va TR vaqtda qabul qilib oluvchining soati bo'yicha chiqarilsa, u holda ular orasidagi D=TR-TS farq tasvirni kechikishi va uni chiqarish orasidagi kechikishning kattaligini beradi. Jo'natuvchi va qabul qiluvchining soatlari sinxronlashtirilmaganligi uchun bu qiymat o'z ichiga ular orasidagi noma'lum siljishni qamrab oladi, lekin uni e'tiborga olmasa ham bo'ladi, chunki u barcha sinxronlanuvchi oqimlar uchun bir xildir, bizni esa faqat oqimlar o'rtasidagi nisbiy siljish qiziqtiradi.



5.10-rasm. Foydalanuvchi tomonida vaqtlarning muvofiqligini o‘rnatish

Tovush oqimi uchun ham, tasvirlar oqimi uchun ham bunday kechikishni hisoblagandan so‘ng, xususan D=Daudio–Dvideo oqimlar uchun sinxronizatsiyaning kechikishini hisoblash mumkin. Agar bu qiymat nolga teng bo‘lib chiqsa, u holda oqimlar sinxronlashgan bo‘ladi. Aks holda u oqimlar orasida sekundlar hisobidagi siljishni beradi.

Ilgarilovchi ma’lumotlar oqimi uchun sinxronizatsiyaning kechikishi, ma’lumotlarning vaqt belgisi formatiga qiymatlarni o‘zgartirish uchun ma’lumotlar oqimining nominal tezligiga ko‘paytiriladi va keyin vaqtni barcha hisoblanishlarida doimiy siljish qiymati tarzida foydalaniladi. Foydalanuvchi o‘z ustivorliklariga muvofiq sinxronizatsiyani qaysi oqim bo‘yicha o‘tkazishini tanlab olishi mumkin. Ko‘pchilik kodeklar uchun videoni kodlash va dekoderlash ustunlik qiluvchi oqim bo‘lib hisoblanadi, ammo tovush yuz berayotgan o‘zgarishlarga ancha sezgirroqdir. Sinxronizatsiyaning kechikishini oqimlardan istalganining kechikishi o‘zgarganda qayta hisoblash zarur. Bu shuningdek umumiy vaqt bilan oqim vaqti orasidagi nisbat o‘zgarganda ham zarurdir.

Sinxronizatsiya aniqligi.

Shunday savol tug‘ilishi mumkinki, oqimlar o‘rtasidagi kechikishning qanday qiymatini e’tiborga olmasa ham bo‘ladi? Bu savolga javob juda ko‘p omillarga bog‘liq bo‘ladi, shu jumladan nima sinxronlayotganiga va qanday maqsadda sinxronalayotganiga bog‘liq. Masalan, tovushni va tasvirni sinxronlash yetarlicha qat’iy bo‘lmasligi va videoning sifati hamda freymlarning tezligiga bog‘liq holda o‘zgarishi mumkin, ayni paytda tovush oqimlarini sinxronlash juda ham aniq bo‘lishi kerak. Tovush va tasvirni sinxronizatsiyalashda bir necha o‘nlab milli sekund aniqlik yetarli hisoblanadi. Video konferensiyalarni o‘tkazish bilan bog‘liq tajribalar 80…100ms tartibdagi chegaraviy qiymatni beradi, uning bu qiymatdan oshishiga yo‘l qo‘ymaslik kerak. Uzatilayotgan tasvirning sifati oshganda bu chegara kamayadi.

Nazorat savollari

1. Telefon aloqada signalizatsiyaning vazifasi nimadan iborat?
2. Signalizatsiyaning qanday turlari bor?
3. Ajratilgan signalli kanal haqida tushuncha bering.
4. Signalizatsiya tarmog‘ini tuzilish pinsipini tushuntiring.
5. UKS tizimi modelining OSI modelidan farqi nimada?
6. UKS tizimini quyi MTP sathlarini vazifasi nimadan iborat?
7. MAP protokolining vazifasi nimadan iborat?
8. VoIP texnologiyasida signalizatsiya tizimini tushuntiring.
9. Sigtran protokollar stekini tushuntiring.
10. MTP xabarlarini uzatish bo‘yicha ITU-Tning qanday asosiy talablari mavjud?
11. Sinxronizatsiyaning vazifasi nimadan iborat va uning qanday turlari mavjud?
12. Multimediali oqimlarni sinxronizatsiyasini tushuntiring.
13. Jo‘natuvchini multimediali oqimlarni sinxronizatsiyalash jarayonini tushuntiring.
14. Qabul qiluvchi tomonidan tovush va tasvirning sinxronizatsiyasini tushuntiring.

3.6. Multimediali aloqa tarmoqlarini boshqarish

Multimediali aloqa tarmoqlarini boshqarish modeli

Telekommunikatsiya tarmoqlarini boshqarish sohasidagi asosiy modellardan biri M.3000-M.3100 seriyasidagi ITU-T tavsiyalarida batafsil

tavsiflangan, Telekommunikatsiyalarni boshqarish tarmoqlari (Telecommunication Management Network, TMN) modeli hisoblanadi.

ITU-T ta’rifiga ko‘ra, TMN o‘zida bir necha nuqtalarda bitta yoki juda ko‘p sondagi aloqa tarmoqlari interfeyslariga ega bo‘lgan alohida tarmoqni ifodalaydi, bu tarmoqlar bilan axborot almashadi va ularning faoliyatini boshqaradi. TMNni aloqa tarmoqlaridan ajratish jismoniy yoki mantiqiy sathda amalga oshiriladi. Keyingi holatda TMN boshqarilayotgan tarmoqning infratuzilmasidan qisman foydalanishi mumkin. TMN tasniflarida boshqariluvchi resurslar umumiy “tarmoq elementlari” nomiga ega (Network, Element, NE). Boshqarish vazifalari amallarni ta’minlash tizimi (Operations Support System, OSS) zimmasiga yuklangan.

TMNni har biri telekommunikatsiya tarmoqlarini boshqarishning o‘z jihatini ifodalaydigan uchta arxitekturadan fodalanib tavsiflash mumkin.

Uchta arxitekturadan birinchisi – funksional arxitektura – funksional bloklar deb ataluvchi atamalarda TMN tarmog‘idagi funksional imkoniyatlarning taqsimlanishini tavsiflaydi. Har bir blok aniq turdagi tarmoq resurslari uchun aniqlangan, boshqaruvchi funksiyalar guruhini ifodalaydi.

TMN aritekturasida funksional bloklarning besh turi keltirilgan:

- tarmoq elementlarining vazifalari NEF (Network Element Function): foydalanuvchi va aloqa tarmog‘i bilan ma’lumotlar almashinuvini ta’minlaydigan tayanch telekommunikatsiya funksiyalar (TMN tasniflarida aniqlashtirilmaydi) va tarmoq elementiga agent sifatida ishtirok etishga imkon beruvchi boshqaruv funksiyalari;
- operatsiyalarni ta’minlash tizimining vazifalari OSSF (Operation Support Sustem Functions), ma’muriylashtirish jarayonini tashabbusini ta’minlaydi, aloqa tarmog‘ini turli vazifalarini muvofiqlashtirish va monitoring maqsadida, shu jumladan TMNning o‘zi bajaradigan boshqarish masalalarini xizmatchi axborotlarni qayta ishlashni ta’minlaydi. “Menedjer-agent” boshqaruv modelida ular menedjerning roliga mos keladi;
- ishchi stansiyaning vazifalari (Workstation Functions, WSF), tarmoq foydalanuvchilari uchun, xususan tarmoqdan foydalanuvchilar uchun qulay ko‘rinishda boshqaruvchi axborotni taqdim etish uchun javob beradi;
- Q-adapterning vazifalari (Q-Adapter Funkctions, QAF), tarmoq resurslarini TMN bilan bog‘lash imkonini beradi;
- vositachilik vazifalari (Monition Function, MF): NEF (yoki QAF) va OSSF bloklari orasida axborot almashish. MFni bitta bloki Q-adapteri

yoki bir nechta tarmoq elementlari bilan amallarni ta’minlash tizimini ulashi mumkin.

TMNning fizik arxitekturasida bloklarning olti turi keltirilgan:

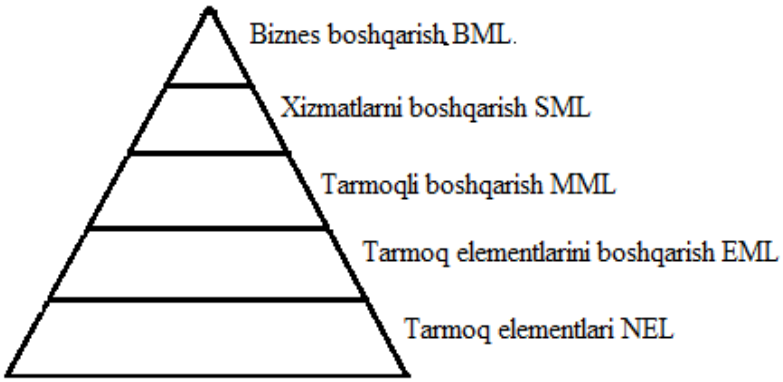
- Tarmoq elementi (Network Element, NE), NEFning vazifalarini bajaradi. Shuningdek u funksiyalarning boshqa bloklaridan istagan to‘plamini ham bajarishi mumkin.
- Vositachilik qurilmasi (Mediation Device, MD), operatsiyalarni ta’minlash tizimining mos axborot modeli interfeyslari va TMN mahalliy interfeyslar orasida oraliq bo‘g‘in hisoblanadi. Shuningdek u Q-adapter, OSS va ishchi stansiya vazifalarining bir qismini bajarishi mumkin.
- Q-adapter (QA), TMN tarmog‘ining chegarasida uning boshqariluvchi tarmoq yoki boshqa boshqarish tizimlari bilan ulanishida vositachi vazifalarini amalga oshiradi. MDdan farqli ravishda, Q-adapter TMN ichida tutashtirish uchun qo‘llanilmaydi.
- Operatsiyalarni ta’minlash tizimi (Operation Support Sustem, OSS), OSSF guruhining vazifalari uchun javob beradi. Shuningdek u vositachilik (MF), tutashtirish (QAF) vazifalarini va ishchi stansiya vazifalarini (WSF) bajaradi.
- Ishchi stansiya (Work station, WS).
- Ma’lumotlarni uzatish tarmog‘i (Data Network, PN).

Axborot arxitekturasi, TMN funksional bloklari orasida boshqaruvchi axborotlarni uzatish algoritmlarini aniqlaydi, ular OTO‘B modelidan ikkita muhim elementni meros qilib olishgan: obyektli mo‘ljal olish va “menedjer-agent” arxitekturasi.

TMNda nazarda tutilgan, taqsimlangan boshqaruvchi ilovalar vazifalarining menedjer va agentga bo‘linishi, OSI standartini ta’minlovchi ma’muriylashtirish tizimlarida keng foydalaniladigan tamoyilni deyarli o‘zgarishsiz takrorlaydi. TMN funksional bloki bir paytda bitta boshqaruvchi komponentga (management entity) nisbatan menedjer rolida va boshqasiga nisbatan agent tarzida ishtirok etishi mumkin.

TMN axborot arxitekturasining obyektli yo‘naltirilganligi, telekommunikatsiya resurslari boshqariluvchi obyektlar sinflari ko‘rinishida ifodalanib, ular TMN interfeyslarini qo‘llash bilan o‘zgarishi va yaratilishi mumkin. Obyektning chegaraviy interfeysi mazkur obyektning tavsiflari bilan bog‘liq xizmatlar to‘plami, ruxsat etilgan operatsiyalar, javob xabarlari va bildirishlarni ta’minlashi shart. Ixtiyoriy aloqa tarmog‘ini boshqarish uchun foydalanish mumkin bo‘lgan obyektlar to‘plami universal tarmoq axborot modeli (Generic Network Informotion Model, GHIM) nomini oldi.

TMN axborot modeli telekommunikatsiya resurslari va boshqariluvchi obyektlar o‘rtasida o‘zaro bir qiymatli moslik bo‘lishiga, bitta resursni bir necha obyektlar tomonidan taqdim etilishi, mantiqiy resurslarni akslantirish uchun qo‘shimcha obyektlarni kiritish (qo‘llab-quvvatlash obyektlari deb ataluvchi), shuningdek, boshqariluvchi obyektlarni bir-birining ichiga kiritishga yo‘l qo‘yadi. Funksional, fizik va axborot arxitekturalaridan tashqari TMN konsepsiyasi aloqa tarmoqlarini boshqarishga tegishli funksional komponentlarni va tadbirlarni taqsimlashning boshqa prinsipini ham taklif etadi. Aynan bir xil ma’muriy funksiyalar abstraksiyaning turli xil darajalarida amalga oshirilishi mumkinligi, mantiqiy ierarxiyali arxitekturani (Logical Lavered Architecture, LLA) aniqlashga imkon beradi. Aslida LLA arxitekturasi (ba’zida TMN- piramidasi deyiladi, 6.1-rasm) ma’muriy vazifalarni bajarish uchun javobgarlik ierarxiyasini aks ettiradi.



6.1-rasm. TMN piramidasi

Hozirgi vaqtda LLA arxitekturasida boshqarishning beshta sathi ko‘zda tutilgan:

- Tarmoq elementlari sathi (Network Element Layer, NEL) alohida qurilmada joylashgan xizmatchi axborotli ma’lumotlar bazasi (Management Information Base, MIB) va TMN infratuzilmasi orasida interfeys vazifasini bajaradi. Bu darajaga Q-adapterlar va xususan tarmoq elementlari kiradi.

- Elementlarni boshqarish sathi (Element Management Layer, EML), tarmoq elementlari guruhi ishini nazorat qiluvchi operatsiyalarni ta’minlash tizimlari funksiyalariga mos keladi. Bu sathda aniq ishlab chiqaruvchining qurilmasi uchun xos bo‘lgan boshqaruvchi funksiyalar

amalga oshiriladi. Bunday funksiyalarga quyidagilar misol bo‘ladi: qurilma xatolarini aniqlash, energiya iste’mol qilish va ishchi temperaturani nazorat qilish, statistik ma’lumotlarni to‘plash, hisoblash resurslaridan foydalanish darajasini o‘lchash, mikrodasturiy vositalarni yangilash. Mazkur sath o‘z ichiga vositachilik qurilmalarini qamrab oladi (jismoniy jihatdan ular yanada yuqori sathlarga tegishli bo‘lsa ham).

- Tarmoqni boshqarish sathi NML (Network Management Layer), oldingi sathdagi operatsiyalarni ta’minlash tizimlari tomonidan uzatiladigan va u yoki bu shakldagi mahsulotning xususiyatlariga bog‘lanmagan alohida tarmoq elementlari to‘g‘risidagi ma’lumotlarga asoslanib, umumiy tarmoqni ifodalashni shakllantiradi. Boshqacha aytganda, bu sathda tarmoq elementlarining o‘zaro aloqalari ustidan nazorat amalga oshiriladi, xususan, xizmat ko‘rsatishning talab etilgan sifatiga erishish uchun chetki qurilma orasida ma’lumotlarni uzatish marshrutlari shakllantiriladi (Quality of Service, QoS), marshrutlashtirish jadvallariga o‘zgarishlar kiritiladi, ayrim kanallarning o‘tkazish qobiliyatidan foydalanish darajasi kuzatiladi, tarmoqning unumdorligi optimallashtiriladi va uning ishlashidagi to‘xtab qolishlar aniqlanadi.

- Xizmatlarni boshqarish sathi SML (Service Management Layer), foydalanuvchilar bevosita duch keladigan (abonentlar yoki boshqa xizmat-provayderlar) tarmoqning faoliyat yuritishi jihatlarini qamrab oladi. LLA ning umumiy tamoyillariga muvofiq bu sathda NML sathdan kelib tushgan ma’lumotlardan foydalaniladi. Ammo endi bu yyerda marshrutizatorlarni, kommutatorlarni, ulanishlarni bevosita boshqarishni amalga oshirib bo‘lmaydi. Xizmatlarni boshqarishga tegishli bo‘lgan ayrim funksiyalar quyidagilardir: QoSni va xizmat ko‘rsatish sathi to‘g‘risidagi bilimlar shartlarini nazorat qilish SLA (Service Lerel Argeement), qayd qilinuvchi yozuvlarni, xizmatlar obunachilarini boshqarish, foydalanuvchilarni qo‘shish yoki kamaytirish, manzillarni berish, billing, boshqa provayderlar va tashkilotlarning boshqaruvchi tizimlari bilan o‘zaro aloqa.

- Biznesni boshqarish sathi BML (Business Management Layer), aloqa tarmog‘ini kompaniya-operatorning umumiy biznes maqsadlari nuqtai nazaridan qarab chiqadi. U LLAning qolgan sathlari kabi tezkor boshqaruvga emas, balki strategik va texnik boshqaruvga tegishli. Bu yyerda gap tarmoqni loyihalashda va uning rivojlanishini biznes vazifalarini hisobga olib rejalashtirish, budjetlarni tuzish to‘g‘risida boradi. Shunday qilib, LLA sathi tarmoqni boshqarish tadbirlarining funksional ierarxiyasini ma’muriy dasturiy ta’minotini jismoniy segmentatsiyasiz taqdim etadi. Bu ierarxiyaning paydo bo‘lish sababi – boshqarish

funksiyalarini ularning guruhlari va tarmoq ulanishlariga taalluqli funksiyalardan alohida tarmoq elementlari bilan mantiqiy ajratish zarurligidadir. Ma’muriy tadbirlarning ularni ta’siri yo‘naltirilgan resurslarga yaqinlashishi boshqarish samaradorligini oshiradi.

Aloqa tarmoqlarini zamonaviy konvergensiyalash va intellektuallashtirish sharoitlarida, boshqarishga yondashuvlarni qayta ko‘rib chiqish zarurati yuzaga keldi. Bu zaruriylikning asosiy sabablarini ko‘rib chiqamiz.

Boshqarish nuqtai nazaridan keyingi avlod tarmoqlarining (Next Generation Networks, NGN) xususiyati shundaki, bu tarmoqlar har xil turdagi komponentlarning katta miqdoridan iborat. Boshqarish tizimi turli xizmatlarni taqdim etuvchi va turli ishlab chiqaruvchilarning qurilmalaridan iborat turli xil texnologiyalar negizida amalga oshirilgan tarmoqlarni boshqarishni ta’minlovchi qarorlar to‘plamidan iborat. NGNni boqarish tizimini obyektga yo‘naltirilgan taqsimlangan tuzilmadan foydalanib qurish maqsadga muvofiq. Obyektga yo‘naltirilganlik tizimni har biri o‘z xususiyatlariga (atributlariga) va bajarish mumkin bo‘lgan operatsiyalarga ega bo‘lgan obyektlar yig‘indisi ko‘rinishida tasavvur qilishdan iborat. Mazkur texnologiya murakkab tizimlarni tahlil qilishda, loyihalashda va dasturlashda foydalaniladi va unga oid asosiy ma’lumotnomalardan biri deb aytish mumkin.

Boshqaruv tizimini ishlab chiqishda yangi modullarni ishlab chiqishga va joriy qilishga, mavjud ilovalar bilan ishlashga va tizimning ishlayotgan modellarini oson zamonaviylashtirishga imkon beruvchi ochiq modulli arxitektura konsepsiyasiga amal qilish zarur.

Tarmoqni boshqarish muammolari

Tarmoqni boshqarish tizimini tashkil etishda asosiy muammolardan biri, ko‘pincha operatorlarning turli yetkazib beruvchilarning qurilmalaridan foydalanishlari hisoblanadi. Odatda ularning har biri faqat o‘z qurilmasini boshqarishning yetarlicha kuchli va ko‘p funksionalli tizimini taklif etadi. Boshqa tomondan ochiq tizimlarning o‘zaro aloqa prinsiplari asosida qurilgan HP Open View (Hewlett - Packard), Net view (IBM) yoki Sun Net Manager kabi platformalar mavjud bo‘lib, ular turli xil qurilmalarning keng spektrini boshqarishga imkon beradi, lekin ular tarmoqni boshqarish uchun faqat asos bo‘lib hisoblanadilar. Tarmoqni ma’murlashtirishning bu platformalari bir konsoldan turli xil yetkazib beruvchilarning boshqaruv ilovalariga kirishini ta’minlaydi.

Aniq bir boshqarish tizimini amalga oshirish uchun tayyor yechimlar mavjud emas – hatto boshqarish tizimlari uchun ishlab chiqarilgan boshqaruvchi axborotning umumiy protokoli (Gommon Management Information Protocol, CMIP) va tarmoqni boshqarishning oddiy protokoli (Simle Nework Management Protocol, SNMP) kabi protokollarni hisobga olgan holda ham. Ma'lum bir kompaniya tomonidan amalga oshirilgan tarmoqni boshqarish tizimi, buyurtmachining talablariga to'liq mos kelishiga kafolat berib bo'lmaydi. Buning uchun, uni yangi buyurtmachining tarmoq xususiyatlarini hisobga olib qayta ishlashga to'g'ri keladi.

Tarmoqni boshqarish platformasini (TBP) malakali tarzda, ya'ni qo'yilgan barcha vazifalarning yechimini ta'minlash uchun dasturlar kompleksini tanlash juda muhimdir. Agar operator tarmog'i turli xil ishlab chiqaruvchilarning qurilmalaridan iborat bo'lsa, u holda TBP kanallar kommutatsiyasiga ega tarmoqni ham (PSTN), paketlar kommutatsiyasi bo'lgan tarmoqni (IP/MPLS, ATM, Fram Relay, X.25 va boshq.) ham yuqori samaradorlik bilan boshqarishni ta'minlashi kerak. Tarmoqni boshqarish platformasi quyidagi masalalarni yechish uchun moslashgan bo'lishi kerak:

- uzoqlashtirilgan uzellarlar, modullar, portlar, kanallarni grafik interfeys yordami bilan konfiguratsiyalash;
- foydalanuvchilarning talab qilingan miqdordagi kanallari va multipleksorlarni boshqarish;
- har qanday konfiguratsiyadagi ulanishlarni yaratish: "nuqta-nuqta", "nuqta-guruh", "guruh-guruh";
- haqiqiy vaqt rejimida tarmoq holatini nazorat qilishni tashkil etish;
- tarmoqni sinxronlashtirishni akslantirish;
- tarmoq resurslaridan foydalanishni akslantirish;
- nosozliklarning oldini olish va bartaraf etish uchun tashxislashni o'tkazish;
- quyidagi kontekstlardan birida tarmoq holatini ko'rib chiqish: obyektga yo'naltirilgan va mantiqiy yo'naltirilgan.

Obyektga yo'naltirilgan holda ko'rib chiqish tarmoqning fizik komponentlarini, jumladan, multipleksorlar, modullar, portlar, kirish qurilmalari, kanallar kabi komponentlarni taqdim etishni amalga oshirishga imkon beradi. Tarmoq operatorining ishlashi qulay bo'lishi uchun, kommunikatsiya uzellari guruhlashni har qanday prinsipi bo'yicha guruhlarga yoki nimtarmoqlarga birlashtirilishi mumkin.

Mantiqan yo'naltirilgan ko'rib chiqish qo'yilgan yuqori tezlikli (IP/MPLS domenlarida LSP traktlari, Frame Relay kanallari, virtual

traktlar va ATM virtual kanallari) va past tezlikli tarmoqlarning “nuqta-nuqta” topologiyasi asosida ulanishi tashkil etilgan yo‘lni ko‘rsatish imkonini beradi.

Tarmoqni boshqarish platformasi quyidagilarni taqdim etishi kerak:

- tarmoq elementlariga texnik xizmat ko‘rsatishni tashkil etish uchun mablag‘lar va kompaniyaning texnik, hisob-kitob va marketing xizmatlarining o‘zaro aloqalari;
- qurilmaning konfiguratsiyasini boshqaruvchi va tarmoq holatini kuzatuvchi operatorlar va ma’muriyatlar uchun imkoniyatlarni keng spektri.

Telekommunikatsiya tarmog‘ining barqaror ishlashining asosi barcha xizmatlar orasida tezkor, statistik va boshqa axborotlarni taqsimlanishi, kompaniyaning barcha bo‘linmalarining yaxshi o‘zaro aloqalarini ta’minlash hisoblanadi.

Tarmoqni boshqarish platformasi tarmoqda rad etishlar yoki o‘ta yuklanishlar yuzaga kelganda quyidagi vazifalarni hal etishni ta’minlovchi dasturiy vositalarga ega bo‘lishi kerak:

- haqiqiy vaqt rejimida avariya to‘g‘risidagi xabarlarni kommutatsiya uzellari, aloqa liniyalari, interfeyslar va abonent oxirgi qurilmalari guruhlari bo‘ylab saralash va taqsimlash;
- yuzaga kelgan muammolarni tezkor yechish uchun zarur bo‘ladigan axborotlarni, avariya xabarlari bilan bir vaqtda olish;
- amalga oshirilgan harakatlar natijalari to‘g‘risida, nosozliklarni sababi to‘g‘risida, shuningdek mazkur muammo bilan shug‘ullangan avariya xizmati operatori yoki muhandisining ismi-sharifi to‘g‘risidagi axborotni qayd qilish;
- har bir tarmoq elementi bo‘yicha, shu jumladan foydalanuvchi axborotni uzatadigan uzel, modul, port yoki kanal bo‘yicha rad etishlar va to‘xtab qolishlarning miqdori va davomiyligi to‘g‘risida, statistik axborotni yig‘ish, to‘plash va o‘qish.

Bu axborot tarmoqning ishlash qobiliyatini tahlil qilish va mijozlar bilan o‘zaro hisob-kitob qilish uchun foydalanilishi kerak.

Tarmoqni boshqarish jarayonlarini rejalashtirish va tashkil etish (E.412, E.413 tavsiyalari). Telekommunikatsiya tarmog‘ining holati quyidagi sabablar natijasida vaqt bo‘yicha o‘zgaradi:

- foydalanuvchilar yaratadigan trafikning o‘zgarishi;
- qurilmalarning shikastlanishi;
- avariyalar;

- xizmatlar ishidagi rejalashtirilgan tanaffuslar.

Katta yuklanish kunlarini rejalashtirish. Katta yuklanishni yuzaga keltirishi mumkin bo‘lgan voqealar orasidan quyidagilarni ko‘rsatish mumkin:

- umumiy bayramlar – yangi yil, Navro‘z;
- har yilning aynan bir kuniga to‘g‘ri kelmaydigan diniy bayramlar, sportning ommaviy turlari bo‘yicha jahon chempionatlari yoki qit’a birinchiliklari;
- milliy bayramlar;
- nodavriy voqealar, jumladan, savdo yarmarkalari, davlat arboblarining rasmiy tashriflari, xalqaro konferensiyalar va yig‘ilishlar.

Katta yuklanish kunlari uchun rejalar tuzishda quyidagi chegaralarni nazarda tutish kerak:

- qo‘shimcha kanallarni ishga tushirish;
- kanallarni ikki tomondan band qilish yo‘nalishlaridan bir tomondan band qilishga o‘tkazish;
- trafikni odatda foydalanilmaydigan tranzit uzellar orqali marshrutlashtirishni nazarda tutadigan aloqa yo‘nalishlari rejasini o‘zgartirish;
- odatdagi tranzit uzellarning o‘ta yuklanishini bartaraf etish;
- katta yuklanishlar davrida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan qiyinchiliklar to‘g‘risida foydalanuvchilarni xabardor qilish;
- rejani ishlab chiqishda qo‘llaniladigan mezonlarni asoslash.

Qurilmaning shikastlanish vaziyatlari. Shikastlanishlarning oldini olish rejalarini tuzishda, agar shunday rejalarni tarmoq obyektlarini kuzatish tajribasidan kelib chiqib tuzish imkoni bo‘lsa, unga quyidagilarni kiritish zarur:

- shikastlanish miqyoslari aniqlanmagan sharoitda qabul qilinadigan dastlabki choralar;
- shikastlanish sabablari va miqyoslari aniqlangandan so‘ng qabul qilinadigan keyingi choralar;
- tarmoq ishida yuzaga kelgan sharoitlarni baholash.

Tarmoqda shikastlanishlarga aks ta’sir ko‘rsatish rejalariga quyidagi choralar kiritilishi kerak:

- shikastlanish ta’sir ko‘rsatgan punktlarni yoki boshqa obyektlarni identifikatsiya qilish;
- tarmoqni profilaktika qilish maqsadida shikastlangan yoki vaqtincha o‘chirib qo‘yilgan (uzib qo‘yilgan) uchastkalarini aylanib o‘tish

uchun foydalaniladigan, aylanma yo‘llar bo‘yicha trafikni vaqtincha yo‘naltirish;

- foydalanuvchilar uchun maxsus yo‘riqnomalar;
- rejani bajarish mezonlari (mazkur reja foydalaniladigan shartlar ro‘yxati).

Avariyalar. Avariyalarni oldindan bilish muammoli masala, ammo ularning oqibatlarini ma’lum bir aniqlikda oldindan ko‘ra bila olish maqsadga muvofiqdir. Avariya holatlariga munosabat bildirish rejalariga quyidagilar kiritilishi kerak:

-manfaatdor ma’muriyatlar, xususiy tarmoq xizmatlari va foydalanuvchilarning xabarnomalari ro‘yxatlari;

-avariya sharoitida amalga oshirilishi kerak bo‘lgan harakatlar ro‘yxati;

-xodimlar shtatini oshirish va ish vaqti davomiyligini oshirish bilan bog‘liq choralar.

Xizmatlar ishidagi rejali tanaffuslar. Tarmoq uchastkalari, uzellari va stansiyalari ishida ko‘zda tutilgan tanaffuslar vaqtida quyidagi choralarni ko‘rish zarur:

- boshqa ma’muriyatlar talab qiladigan nazorat jarayonlari;
- manfaatdor operatorlar uchun mo‘ljallangan shoshilinch chaqiruvlarni o‘rnatish jarayonlari.

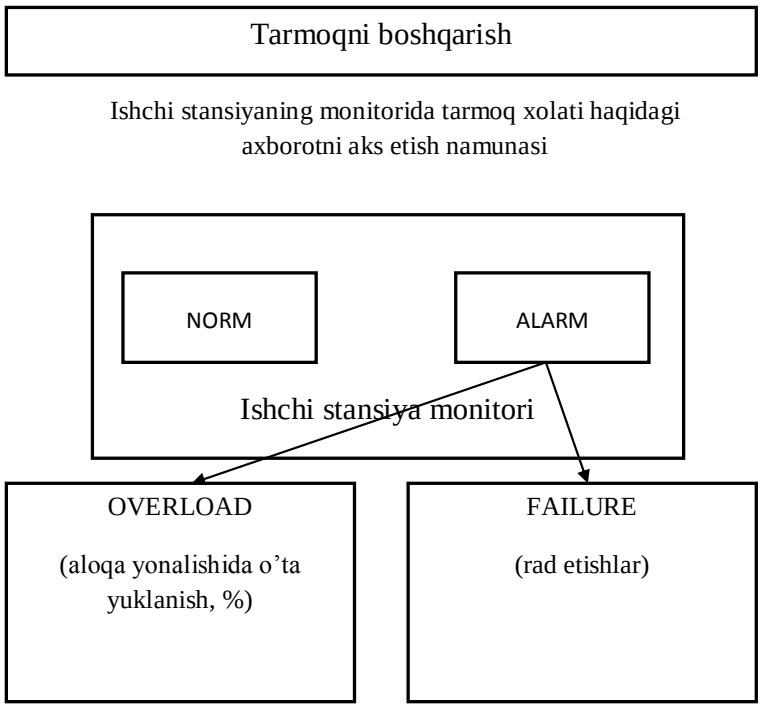
Tarmoqni boshqarishni tashkil etish (E.413 tavsiyasi). Tarmoqni boshqarishni tashkil etish quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

- tarmoqni boshqarish uchun xizmatlarning o‘zaro ta’sirini tashkil etish va rejalashtirish;
- tarmoqni boshqarish buyruqlarini harakatga kiritish va chiqarish;
- tarmoqni boshqarish tizimini rivojlantirish.

Ishchi stansiya monitorida tarmoqning holati haqidagi axborotning aks ettirilishi. Tarmoq tomonidan taqdim etilayotgan xizmatlar sifati to‘g‘risidagi axborot, xizmatlarni boshqarish sathi ishchi stansiyasi (WS) monitorida tezkor tarzda aks ettirilishi kerak (6.2-rasm).

Xizmat ko‘rsatish sifatining har bir ko‘rsatkichiga ma’lum bir chegara qo‘yilishi kerak. Agar xizmatlar sifatining birorta ham ko‘rsatkichlari chegaraga yetmasa, u holda monitorda «NORM» aks etadi. Aks holda «ALARM» aks etadi. Tahlikali holat quyidagi sharoitlarda yuzaga kelishi mumkin:

- aloqa yo‘nalishida o‘ta yuklanish (Overload), %;
- qurilmalarning rad etishlari (Failure).



6.2-rasm. Ishchi stansiya monitorida tarmoq holatini aks ettirilish namunasi

Tarmoqni boshqarish masalalari

TMN ga tegishli ITU-T tavsiyalarida, vazifalarning barcha to‘plami quyidagi boshqarish guruhlariga bo‘linadi (6.1-jadval):

- biznes;
- tarmoq konfiguratsiyasi;
- rad etishlarni bartaraf etish;
- sifatni;
- axborotni himoyalash;
- o‘zaro hisob-kitoblar.

Biznesni boshqarish deganda:

- tarmoq operatorlarining tizimli maqsadlarini aniqlash va unga erishish;
- boshqa tarmoqlarning (zona, qit’a, dunyo) operatorlarini boshqarish tizimlarining o‘zaro aloqasi;
- tarmoqni boshqarishning usullari va vositalarini belgilab beruvchi, tartibga soluvchi xujjatlarni ishlab chiqish tushuniladi.

Konfiguratsiyani boshqarish deganda (Configuration Management, SM):

- tarmoqni raqamlash rejasini yaratish va kuzatib borish;
- tarmoqni shakllantirish va rivojlantirish;
- tarmoqni va uning ayrim elementlarining rekonfiguratsiyasi;
- rivojlanish bilan bog‘liq xizmatlar va ishlarni rejalashtirish;
- tarmoqni ma’lumotlar bazalarini yaratish va yuritish tushuniladi.

Bu vazifalar tarmoq parametrlarini va boshqariluvchi elementlarni konfiguratsiyalashdan iborat. Shlyuzlar, marshrutizatorlar, multipleksorlar va boshqa elementlar uchun bu vazifalar guruhi yordamida tarmoq manzillari, identifikatorlar, geografik holati aniqlanadi, tarmoq elementlari orasidagi aloqalar va foydalanish jarayonida bu aloqalarning o‘zgarishi, yangi mantiqiy yoki fizik kanallarning tashkil etilishi, kommutatsiyalash va marshrutlashtirish jadvallarining o‘zgarishi aks ettiriladi.

6.1-jadval

Tarmoqni boshqarish masalalari

Tarmoqni boshqarish sathlari	Boshqarish masalalari				
	Konfigurats i-yalarni	Rad etish oqibatlarini bartaraf etish	Sifatni	O‘zaro hisoblashları i	Axborotni himoyalashı i
Biznesni	-		-	-	-
Xizmatlarni			-		
Tarmoqni	-	-	-	-	
Tarmoq elementlarini		-	-		-

Rad etishlar oqibatlarini bartaraf etishni boshqarish (Fault Management, FM) deganda:

- nosozliklarni aniqlash, ularni ko‘payishiga yo‘l qo‘ymaslik va bartaraf etish;
- tarmoqning barcha muhim elementlari holatini haqiqiy vaqtda nazorat qilish;
- tarmoqni tezkor rekonfiguratsiyalash;
- nosozliklarni bartaraf etish;
- ishdan chiqqan aloqa qurilmasini tiklash jarayonlarini boshqarish;
- rad etishlar to‘g‘risidagi xabarlarni qayd etish, filtrlash va aks ettirish;

- nosozliklarni qayd etish qaydnomasini yuritish;
- foydalanilayotgan tarmoq modeli va uning elementlari asosida xabarlarni korrelyatsion tahlil qilish;
- tarmoqdagi reglamentli va avariya holatlaridagi ishlar haqida foydalanuvchilarni o‘z vaqtida xabardor qilish tushuniladi.

Vazifalarning bu guruhi yana o‘z ichiga tarmoq ishidagi to‘xtab qolishlar va rad etishlarning oqibatlarini aniqlash, tavsiflash va bartaraf etishni qamrab oladi. Bu sathda faqat xatoliklar to‘g‘risidagi xabarlarni qayd etishgina emas, balki ularni ma’lum bir korrelyatsion model asosida filtrlash, marshrutlash va tahlil qilish ishlari ham bajariladi. Filtrlash, xatoliklar to‘g‘risidagi xabarlarning jadal oqimidan faqat eng muhim xabarlarni ajratib olishga imkon beradi. Marshrutlash, ularni kerakli elementga yetkazib berishni ta’minlaydi, korrelyatsion tahlil esa o‘zaro bog‘liq xabarlarning oqimini yuzaga keltirgan sababni (masalan, kabelning uzilishi, tarmoqlar va serverlarga kirish mumkin emasligi to‘g‘risida katta miqdordagi xabarlarning sababchisi bo‘lishi mumkin) topishga imkon beradi. Xatolarni bartaraf etish avtomatik tarzda ham, yarimavtomatik tarzda ham bo‘lishi mumkin.

Taqdim etilayotgan xizmatlar sifatini boshqarish (Performance Management, RM) deganda:
- trafikni boshqarish;
- xizmatlar sifatini oshirish va ularning turini kengaytirish;
- taqdim etilayotgan xizmatlarning sathi haqidagi bitimlarni ishlab chiqish, xulosa chiqarish va ijrosini nazorat qilish (SLA);
- tarmoqlar va ularning elementlarini faoliyat yuritishi to‘g‘risidagi statistik ma’lumotlarni to‘plash va tahlil qilish (tarmoq resurslaridan foydalanish samaradorligini hisobga olish va tarmoq hamda uning elementlari ishlashining ishonchliligini nazorat qilish);
- telekommunikatsiya tarmoqlarining ekspluatatsion tavsiflarini yaxshilash uchun aloqa xizmatlarini taqdim etishni yaxshilash va assortimentini kengaytirish uchun tavsiyalar ishlab chiqish;
- aloqa tarmoqlarini boshqarish usullarini takomillashtirish maqsadida boshqarish va nazorat qilish tizimlarining faoliyat yuritilishini tahlil qilish;
- xizmatlar sifatini boshqarish tizimining ta’sirchanligini tahlil qilish (u yaratilgandan so‘ng) va uni takomillashtirish tushuniladi.

Bu guruhning vazifalari to‘plangan statistik axborot asosida tizimning ta’sir ko‘rsatish vaqti, virtual yoki fizik aloqa kanalining o‘tkazish qobiliyati, tarmoqning kanallari va alohida segmentlarida

trafikning jadalligi, tarmoq orqali ma’lumotlarni uzatishda ularning buzilish ehtimolligi, shuningdek tarmoqning tayyorgarlik koeffitsienti kabi parametrlarini baholash bilan bog‘liq. Tarmoq resurslarini qo‘llash samaradorligini, tarmoq va uning elementlari ishonchliligini nazorat qilish funksiyasi, tarmoqni tezkor boshqarish singari tarmoqni rivojlantirishni rejalashtirish uchun ham zarurdir.

O‘zaro hisoblashlarni boshqarish (Accounting Management, AM) deganda:

- taqdim etilayotgan xizmatlar to‘g‘risida ma’lumotlar to‘plash;
- taqdim etilayotgan aloqa vositalari va xizmatlari uchun tariflar ishlab chiqish va takomillashtirish;
- taqdim etilayotgan xizmatlar hajmi va nomenklaturasini hamda ularning narxlarini hisobga olish;
- ko‘rsatilgan xizmatlar uchun to‘lovlar summasini hisobga olish;
- ko‘rsatilgan xizmatlar hajmi va nomenklaturasi hamda ularga to‘lovlar masalasi bo‘yicha abonentlarga ma’lumotnoma-axborotli xizmat ko‘rsatish;
- istalgan qonuniy shaklda xizmat ko‘rsatish uchun aloqa operatorlari bilan shartnomalar tuzgan abonentlarni ro‘yxatga olish va hisobini olib borish;
- taqdim etilgan xizmatlar uchun to‘lovlarni nazorat qilish.

Tarmoqni avtomatlashtirilgan boshqarish masalalarini hal etish uchun boshqarish tizimi (BT) va boshqarish obyektlari – tarmoq elementlari (NE) o‘rtasida jadal ma’lumotlar almashinuvi zarur. Tarmoqni boshqarish tizimlarining intellektual vazifalari, bir vaqtda faoliyat yurituvchi amaliy jarayonlar uchun hisoblash resurslarini ajratishni ta’minlovchi kuchli operatsion tizim va boshqarishning o‘ziga xos masalalarini yechishni ta’minlovchi amaliy dasturiy ta’minoti bo‘lgan kompyuterlar majmui bilan amalga oshiriladi.

Axborotni himoyalashni boshqarish (Security Management, SM) deganda:

- xususiy texnologik axborotni va foydalanuvchilarning maxfiyligini ta’minlash uchun me’yorlarni ishlab chiqish;
- noqonuniy ulanishdan tarmoqni xavfsizlik sathini sinfini ta’minlash;
- ma’lumotlarni taqdim etishda konfedensiallikka rioya etish;
- ma’lumotlarni butunligini himoyalash va saqlash;
- foydalanuvchilarni avtorligini nazorat qilish;
- aloqa xizmatlariga turli ulanish sathlarini ta’minlash;

- aloqa xizmatlariga noqonuniy ulanish xodisalari haqida hisobot tuzish;
- personallar uchun turli avtorlik sinflarini ta’minlash.

Bu guruh vazifalariga tarmoq resurslariga ulanishni nazorat qilish va ma’lumotlarni tarmoq orqali uzatishda ularni saqlash va butunligini ta’minlash kiradi. Xavfsizlikni boshqarishni asosiy elementlari quyidagilar hisoblanadi:

- foydalanuvchilarni autentifikatsiyalash jarayoni;
- tarmoq resurslariga ulanish huquqini tekshirish va belgilash;
- shifrlash kalitlarini qo‘llab-quvvatlash va taqsimlash, vakolat bilan boshqarish.

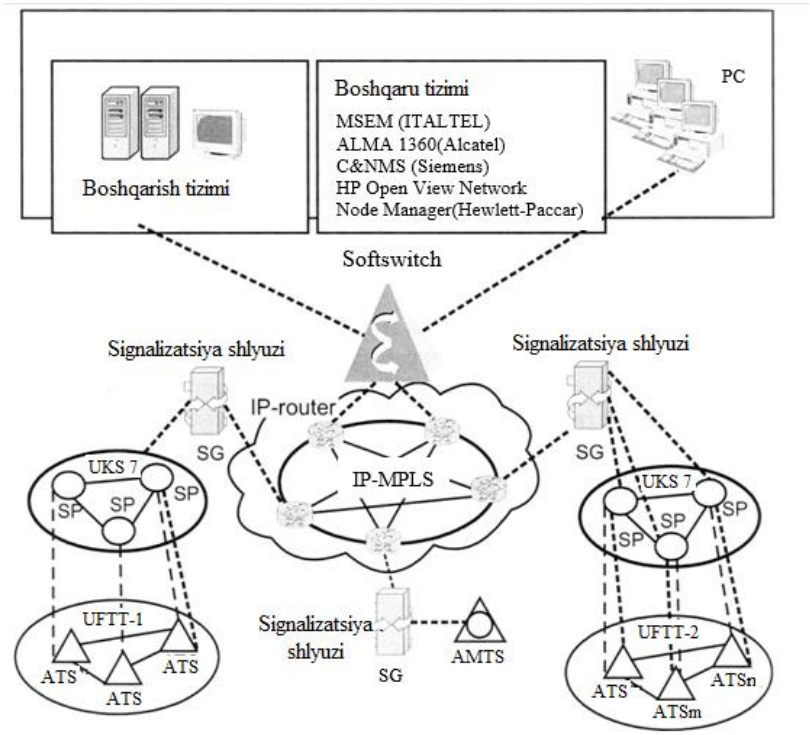
Tarmoqni boshqarishni kompleks masalalariga quyidagilar kiradi:

- ishga tushirishdan oldin:
- tarmoqni resurslari va tuzilishini rejalashtirish;
- ma’lumotlar bazasini yaratish;
- qurilmalarni o‘rnatish;
- foydalanish jarayonida:
- resurslarni ma’muriy boshqarish;
- trafikni boshqarish;
- tarmoq elementlari orasida yo‘qolgan aloqani qayta tiklash;
- xizmatlar sifatini nazorat qilish;
- foydalanuvchilar bilan hisoblarni boshqarish;
- tarmoqni modernizatsiyalash;
- trafikni oldindan aytish.

Tarmoqni avtomatlashtirilgan boshqarish masalasini yechish uchun boshqarish tizimi (BT) va tarmoq elementlari (NE) - boshqarish obyektlari orasida ma’lumotlar jadal almashishi zarur.

Boshqarish tizimi uchun platforma sifatida MSEM (Italtel), ALMA 1360 (Alcatel), C&NMS (Siemens), HP Open View Network Node Manager (Hewlett-Packard) foydalanilishi mumkin (6.3-rasm).

BT va tarmoqlar hamda ularning elementlari (NE) o‘rtasida axborot almashinuvi IP/MPLS texnologiyasi qo‘llanilgan transport tarmog‘i va UKS7 signalizatsiya tarmog‘i tomonidan ta’minlanishi kerak. Bu tarmoqlarning tavsiflariga qat’iy talablar qo‘yilgan (yuqori tezlikda ma’lumotlar uzatish, xabarlarni jo‘natish ehtimolligining kichikligi, yashovchanlik darajasining yuqoriligi).



6.3-rasm. NGN ni boshqarish tizimi

BT va boshqarish obyektlari orasidagi telekommunikatsiya infrastrukturasi hisoblanuvchi, transport tarmoqqa bo‘lgan talablar M.3010, Q.811, Q.812 tavsiyalarga mos kelishi kerak.

Transport tarmoq yadrosida trafikni boshqarish prinsiplari

Tarmoq trafigi bir necha belgilar bo‘yicha tasniflanishi mumkin:

- Internet xizmatlari va ilovalari turlari bo‘yicha (HTTP, FTP, Telnet va b.q.);
- manbalar turlari bo‘yicha;
- qabul qiluvchining manzili bo‘yicha;
- foydalanuvchilar guruhi bo‘yicha;
- Internet xizmatlari guruhi bo‘yicha;
- Internet resurslari bo‘yicha (masalan, o‘ziga xos URL bo‘yicha);
- yo‘nalishlar bo‘yicha (kiruvchi yoki chiquvchi);
- o‘tkazish oralig‘ini boshqarish mezonlari bo‘yicha.

MPLS texnologiyasi qo‘llanilgan tarmoqlarda trafikni boshqarish imkoniyatlari.

IP/MPLS texnologiyasiga ega tarmoqlarda trafikni boshqarish quyidagi funksional vositalar va imkoniyatlarning mavjud bo‘lishini nazarda tutadi:

- uzatilayotgan paketlarning birlashgan oqimlari bilan bog‘langan atributlar to‘plami;
- resurslar bilan bog‘liq bo‘lgan (topologik cheklanish) atributlar to‘plami;
- berilgan parametrlar to‘plamiga muvofiq marshrutni tanlashda qo‘llaniladigan cheklanishlar asosidagi marshrutlash.

Yuqorida keltirilgan barcha atributlar birgalikda boshqaruvchi o‘zgaruvchilarni ifodalaydi. Ular ma’murning harakatlari natijasida yoki avtomatik tarzda modifikatsiyalanishi mumkin.

Tarmoq faoliyati vaqtida, mazkur atributlar haqiqiy vaqt rejimida dinamik tarzda o‘zgarishi mumkin bo‘lsin.

Nazorat savollari

1. Telekommunikatsiyani boshqarish tarmog‘ining vazifasi nimadan iborat?
2. TMN arxitekturasida funksional bloklarning vazifasini tushuntiring.
3. TMNning fizik arxitekturasi bloklarining vazifasini tushuntiring.
4. LLA arxitekturasida boshqarishning nechta sathi mavjud?
5. Tarmoqni boshqarishni asosiy muammolari nimadan iborat?
6. Tarmoqni boshqarish platformasi qanday masalalarni yechish uchun moslashgan?
7. Tarmoqda rad etish yoki o‘ta yuklanish bo‘lgan hollarda qanday vazifalarni hal etish kerak?
8. Tarmoqni boshqarish jarayonida nimalar rejalashtiriladi?
9. Tarmoqni boshqarish masalalari nimadan iborat?
10. Rad etish oqibatlarini bartaraf etish qanday boshqariladi?
11. Taqdim etilayotgan xizmatlar sifati qanday boshqariladi?
12. O‘zaro hisoblashlar qanday boshqariladi?
13. Axborotni himoyalash qanday boshqariladi?

3.7. Konvyergent aloqa tarmoqlari

Telekommunikatsiya texnologiyalarining konvergensiyasi

Bir nechta maxsuslashtirilgan operatorlar tarmog‘ini birlashtirish (qayd etilgan aloqa, mobil aloqa va ma’lumotlar uzatish) va abonentlar uchun keskin kurashish, yangi xizmatlar sinfini yaratilishiga sabab bo‘ldi.

U abonentlar uchun shaffoflikni, ya’ni telekommunikatsiya muhitida xizmatlar va tarmoqlarga o‘zaro o‘tishni ta’minlaydi. Bir muhit xizmatidan boshqa muhit xizmatiga o‘zaro o‘tish jarayoni konvergensiya deyiladi. Masalan, mobil aloqa va Internetning konvergensiyasi.

Hozirgi vaqtda multiservisli tarmoqlarni qurishda IP/ATM, IP/MPLS, IP/Gigabit Ethernet texnologiyalaridan foydalaniladi. Uzoq muddatli istiqbolda IP/MPLS texnologiyasining IP/ATM texnologiyasidan asosiy afzalligi, kengayuvchanligining - masshtablanishining (Scalability, extensibility) yanada yuqori darajadaligi, arxitekturani o‘zgartirmagan holda yangi elementlarni qo‘shish yoki eskirganlarini yanada mukammallariga almashtirishdan iborat. IP/MPLS texnologiyasini qo‘llashning ma’qulroq sohasi – transport tarmog‘i yadrosidir.

Shuningdek keng ko‘lamlilik katta miqdordagi foydalanuvchilar oqimlarini iqtisodiy qo‘llab-quvvatlashni anglatadi. Tejamkorlik, magistral orqali juda ko‘p miqdordagi oqimlarni, ulardan har birini kuzatmasdan, balki butun to‘plamni (birlashtirish yo‘li bilan) kuzatib uzatish imkonini nazarda tutadi. Oqimlarni birlashtirish ATM texnologiyasida ham MPLS texnologiyasida ham amalga oshiriladi. ATM da - bu aloxida virtual ulanishlarni (VCC) umumiy virtual yo‘lga VPS birlashtirish bo‘lsa, MPLS da esa bu turli xil foydalanuvchilarning oqimlarini umumiy yetkazib berish sinflariga (Forwarding Equvalence Class, FEC) birlashtirish va ularni umumiy yo‘l (Label Switching Path, LSP) bo‘ylab uzatishdir. Shuning bilan birga MPLS texnologiyasida birlashtirish mexanizmlari ancha moslashuvchan bo‘lib, avtomatlashtirishga moyil bo‘ladi. Agar ATM kommutatori virtual kanal identifikatorlari (VCL) bo‘lgan faqat ikkinchi sath kommutatsiyalash jadvalidan va traktidan (VPI) foydalansa, u holda belgilar yordamida kommutatsiyalovchi MPLS marshrutizator (LSR) ikkinchi sath, uchinchi sath (IP-adres), to‘rtinchi sath (TCP/UDP portlari), ko‘pincha esa amaliy sathlar axborotlariga ulana oladi. Shuning uchun ma’muriyat virtual kanallar (VCC) ulanishlarini virtual traktlar ulanishlariga (VPC) qo‘lda ulanishini aks ettirishni konfiguratsiyalamasligi, balki trafikning turli belgilarini, shu jumladan yuqori sathligini hisobga olgan holda, ulanishning bir nechta qoidasini yozib qo‘yishi hamda keyingi ishlarini LSRga taqdim etishi mumkin. MPLS texnologiyasining keng ko‘lamliligini oshiruvchi yana bir farq qiluvchi xossasi, belgilar ierarxiyasi sathlarining cheksiz soni hisoblanadi va mos ravishda ATM texnologiyasida ikkita sath (VPC/VCC) o‘rniga yo‘llarni birlashtirish hisoblanadi.

ATM va MPLS texnologiyalari zamonaviy transport tarmoqlarida aynan bir xil vazifalarni bajaradi: kanal sathida virtual ulanishlarni yaratish. Virtual ulanishlarni yaratish quyidagilarni ta’minlaydi:

- foydalanuvchilarning ma’lumotlar oqimlarining har xil turlariga differensiallashgan xizmat ko‘rsatish (axborotni eltib berish xizmatlari sifati sathi haqida kelishuvni qo‘llab-quvvatlash - Service Level Agremeent, SLA;)

- tarmoq orqali ma’lumotlar oqimlarining kirish yo‘llarini oqilona tanlash asosida (trafikni boshqarish usullari yordamida - Traffic Engineering, TE) resurslardan optimal foydalanish.

ATM texnologiyasida bir qancha cheklashlar mavjud, ular tufayli uning keng miqyosliligi ma’lum chegaralardan tashqariga chiqmaydi. Eng jiddiy cheklash bu qayd etilgan va yacheykaning uncha katta bo‘lmagan o‘lchami - 53 bayt hisoblanib, ulardan 48 bayti axborotli ma’lumotlarni ko‘chirib o‘tkazadi. Yacheykaning kichik o‘lchamda bo‘lishi kechikishlarga sezgir bo‘lgan nutq axborotini 155 Mbit/c tezlik bilan magistral tarmoq orqali uzatishni yaratish maqsadida tanlab olingan (155 Mbit/c tezlik XX asrning 90-yillari boshlarida ATM tarmoqlarida eng keng tarqalgan edi).

O‘tgan 15 yil mobaynida transport tarmoqlari tezliklarining ko‘lami o‘zgardi, hozirgi vaqtda axborotni yetkazib berish texnologiyalari 10 Gbit/s (10 Gigabit Ethernet, 10 GE) va undan ortiq tezlikda ishlamoqda. Har qanday paketli kommutatsiyalash qurilmasining hisoblash quvvatini xarajatlari, ular qo‘llaydigan texnologiyalarga bog‘liq bo‘lmagan holda ishlov berilayotgan paketlar (kadrlar, yacheykalar) o‘lchamiga emas, balki miqdoriga proporsionaldir. Shuning uchun ATM kommutatorining unumdorligi, o‘lchami 4500-5500 oktetlar bo‘lgan paketlar bilan ishlovchi IP marshrutizatorning unumdorligiga qaraganda taxminan 100 marta katta bo‘lishi kerak. Bunday yacheykalar va paketlar o‘lchamlaridagi farq oqibatida, fizik sathda yetkazib berishda kechikishlar kattaligi nanosekundli kattaliklardan ortmaydi va tarmoq foydalanuvchilari tomonidan sezilmaydi.

ATMning afzalligi - ATM ning eng kuchli tomoni sifatida doimo qarab kelingan turli oqimlarga differensiallashgan xizmat ko‘rsatishni nozik va turlichaligini ta’minlashdir. Xaqiqatdan ham, texnologiyalarni ishlab chiqaruvchilar mavjud ma’lumotlar oqimlarining barcha turlarini har tomonlama tahlil qilishdi, ularni sinflarga ajratishdi, har biri uchun tegishli ko‘rinishdagi axborot turini eng ma’qul tarzda eltib berivchi aloxida xizmatlarni (CBR, rtVBR, nrtVBR, ABR, va UBR) yaratishdi.

Tarmoqni boshqarish deganda:

- tarmoq operatorlarining tizimli maqsadlarini aniqlash va unga erishish;
- boshqa tarmoqlar (zona, qit'a, dunyo) operatorlarining boshqarish tizimlarining o'zaro aloqasi;
- tarmoqni boshqarishning usullari va vositalarini belgilab beruvchi tartibga soluvchi xujjatlarni ishlab chiqish tushuniladi.

Bunda ATM tarmog'ining uzellari foydalanuvchining tarmoq ma'muriyati bilan tuzilgan bitimni yuqori darajada ta'minlab, har bir aloxida virtual ulanish uchun "Uchidan uchigacha" usul bo'yicha axborotni yetkazib berish sifati parametrlarini nazoratini ta'minlaydi.

MPLS texnologiyali tarmoqning shu tarzda axborotni yetkazib berish sifatini ta'minlay olishga qodir emasligini juda ko'pchilik mutaxassislar uning kuchsizligi va ATM texnologiyalarining magistral tarmoqlarda qo'llanilishining bosh sababi deb hisoblaydilar. Shubhasiz IP/MPLS texnologiyali tarmoqlarda axborotni yetkazib berish sifatini ta'minlash bilan bog'liq muammolar mavjud, ammo MPLS foydalanuvchining axborotini ATM darajasida eltib berish sifatini ta'minlay olmaydi. Bugungi kunda tarmoqning chekka qismlari uchun emas, balki uning yadrosi uchun mo'ljallangan bunday texnologiyaning alohida roliga muvofiq, axborotni yetkazib berish sifatini ta'minlash usullarini MPLS uchun ITU-T va boshqa xalqaro tashkilotlarning standartlari hali mavjud emas. Shuni ta'kidlash kerakki, axborotni eltib berish sifatini ta'minlash MPLSga umuman qat'iy o'rnatilmagan (agar sarlavhadagi Exr maydonining zahiraga olingan uchta biti hisobga olinmasa, ular kadrning ustunligi belgisini ko'chirish uchun qo'llaniladi). Bunday soddalashtirish ongli ravishda bajarilgan, ya'ni tayyorlovchilar va tarmoq integratorlariga harakat erkinligini va aloqa tarmoqlari operatorlarining ehtiyojlariga eng yaxshi tarzda javob beruvchi axborotni eltib berish sifatini ta'minlash mexanizmlarining mavjudlarini qo'llash imkonini berish uchun qilingan. Bugungi kunda bunday tavsiya etiladigan mexanizm differensiallashgan xizmat ko'rsatish (Diffserv) hisoblanadi, u IP tarmoqlar uchun ishlab chiqilgan va ATM dagi kabi aloxida foydalanuvchilar ulanishlari bilan emas, balki tarmoq trafigining bir qancha birlashtiriladigan sinflari bilan ishlash uchun mo'ljallangan. Aynan shunday texnologiya transport tarmog'i yadrosida ishlash uchun to'g'ri keladi.

XXI asrning boshida magistral tarmoqda IP/MPLS texnologiyalari birikmasini qo'llanilish yo'nalishi paydo bo'ldi. Bunda ATM texnologiyasi kirish tarmoqlarida qo'llanilishi mumkin. Dunyoning

iqtisodiy rivojlangan mamlakatlarining ko‘pchilik aloqa operatorlari “ATM kirish tarmoqlarida va IP/MPLS transport tarmog‘i yadrosida” degan iborani oqilona va strategik jixatdan to‘g‘ri deb hisoblab bunday qarorni qo‘llab-quvvatlaydilar.

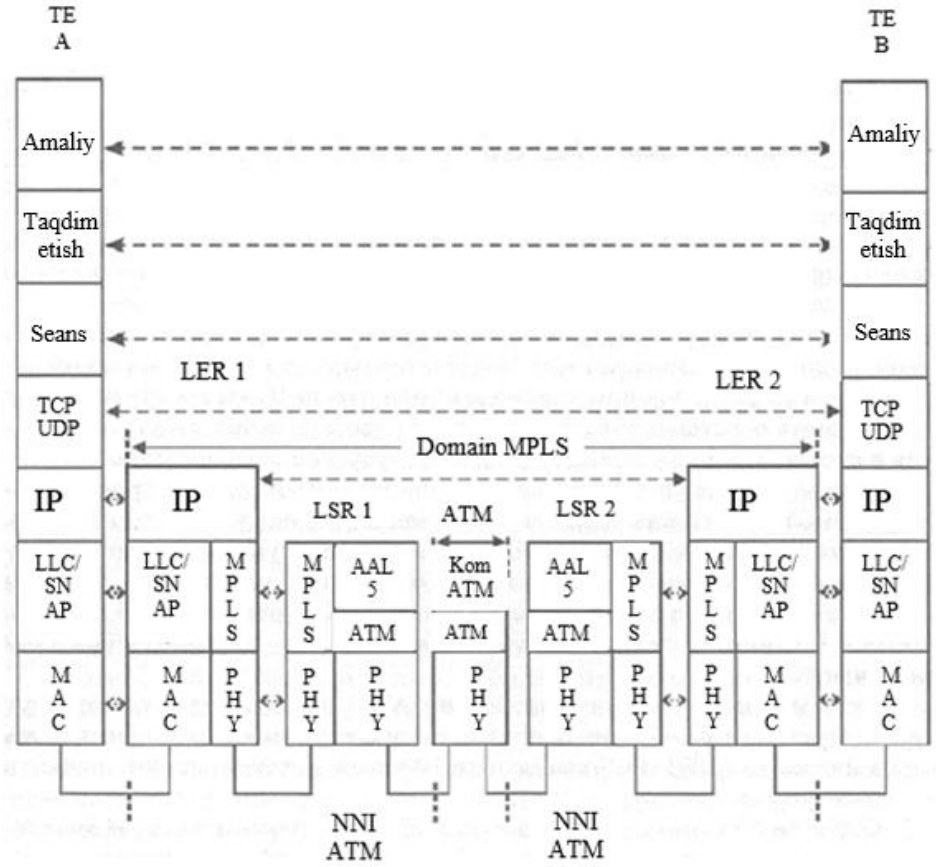
ATM texnologiyasi ilovalardan foydalangan holda afzalliklarga ega bo‘lib, ular uchun kafolatlangan o‘tkazish oralig‘i kerak, masalan, haqiqiy vaqt ilovalari uchun.

O‘zbekistonda ATM texnologiyasi dasturiy apparat-vositalarining qiymati yuqori bo‘lganligi tufayli ulanish tarmoqlarida qo‘llanilmaydi.

Kirish tarmog‘i magistral tarmoq bilan ikkinchi protokolli sathda o‘zaro ta’sirlashganda, birinchi yoki ikkinchi sathdagi obyektlardan generatsiyalanadigan raqamli oqimlar, ikkinchi sathning kadrlari yoki yacheykalariga bevosita inkapsulyatsiyalanadi. Bu esa mos holda ortiqcha xarajatlarni kamaytiradi.

Magistral tarmoq orqali ikkinchi sathdagi kadrlar oqimini yetkazib berish uchun belgilar yordamida kommutatsiyalanuvchi LSP yo‘lda ikkinchi sathni adreslarini aks ettirish jadvallari qo‘llaniladi. Bunda ikkinchi sath kadrining adresi tashlab yuborilmaydi, balki yodda saqlanib qolinadi va MPLS sarlavhasining ichki belgisi maydoniga joylashtiriladi, ya’ni kadrning sarlavhasida belgilar ierarxiyasi hisobiga iyerarxik yo‘llarni qo‘llab-quvvatlashdan iborat MPLS xossasidan foydalaniladi. IP/MPLS magistralidan kadr yoki yacheyka chiqib ketganda bu adresli axborot qayta tiklanadi va ma’lumotlar kirish tarmog‘ida qo‘llaniladigan texnologiyaga muvofiq belgilangan joy uzeliga yetkazib beriladi. Shunday qilib ikkinchi sathni kadrlar oqimini tunellash amalga oshiriladi. Bunda tunellar sifatida magistral tarmoqda yaratilgan yo‘llar (LSP)dan foydalaniladi. Agar kirish tarmog‘ida ATM texnologiyasi qo‘llanilsa, u holda virtual ulanish magistralning kirish qurilmasida tugallanmaydi, balki shaffof holda MPLS tunneli orqali o‘tadi va magistraldan chiqishda kirish tarmog‘ida belgilangan joy uzeliga davom etadi. ATM va MPLS ning tavsiflangan o‘zaro ta’sirlashish sxemalari bir-birini to‘ldiradi. Ularni birgalikda qo‘llab, operator IP/MPLS magistrali orqali IP-paketlar oqimlarini ham, boshqa formatdagi ma’lumotlar oqimlarini ham yetkazib berish imkoniyatini oladi .

MPLS texnologiyasining ATM texnologiyasiga nisbatan afzalliklaridan biri uning ikkinchi sathdagi mavjud texnologiyalarning amalda istagan kadrlar formatidan ATM, Frame Relay, PPP, Ethernet yoki boshqa formatidan foydalanuvchi bir necha turlariga ega (A-MPLS, F-MPLS, P-MPLS va E-MPLS).



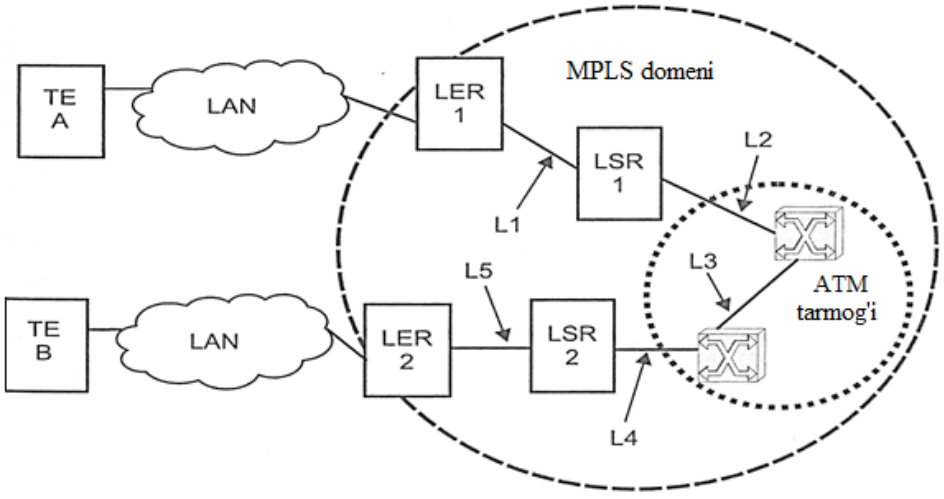
7.1 rasm. IP/MPLS va ATMning o‘zaro aloqa profili

MPLSning bunday protokolli mustaqilligi transport tarmog‘ida zarur bo‘lgan moslashuvchanlik va keng ko‘lamlilik (qurilmani almashtirmasdan tavsiflarni modifikatsiyalash imkoniyati)ning yuqori darajasini ta’minlaydi. Multimedia trafigining tavsifini o‘rgangandan so‘ng va MPLS texnologiyasidan foydalanishda tajriba to‘planganidan so‘ng operator boshqa sinflarga o‘tkazilgan oqimlarni, shu jumladan bugungi kunda eltib berish CBR va rt-VBR ATM xizmatlari yordamida ta’minlanadigan, kechikishga sezgir bo‘lgan ma’lumotlar oqimlarini belgilar yordamida kommutatsiyalanuvchi yo‘llarga o‘tkazishni boshlashi mumkin. 8.1-rasmda IP/MPLS va ATM o‘zaro aloqa profili protokollarining steklari keltirilgan.

Internet (intranet) resurslariga kirishni ta’minlash uchun foydalanuvchi virtual liniya tarmog‘iga ulangan ikkinchi sathni LLC va MAC protokollari turlaridan birini qo‘llashi mumkin.

MPLS domenining LER1 (Label Edge Router) chegaraviy marshrutizatori LLC protokoli kadrlariga belgi qo‘yadi va belgilangan kadrlar oqimini marshrutlashtirish (masalan, OSPF) va belgilarni taqsimlash LDP (Label Distribution Protocol) protokollari yordamida tanlangan LSP yo‘li bo‘ylab yo‘naltiradi. LSP yo‘li quyidagi tarmoq obyektlari orqali o‘tadi: LER1, LSR1, IP/MPLS va ATM, LSR2, LER2 texnologiyali tarmoq kommutatori.

IP/MPLS va ATM texnologiyali tarmoqning tuzilish sxemasi 8.2-rasmda keltirilgan. ATM kommutatori shaxsiy belgilarni (VPI, VCI), “LSR1 - ATM kommutatori” va “LSR2 - ATM kommutatori” interfeyslarida IP-paketlarga biriktirish uchun qo‘llaydi. TE A terminaldan TE B terminalga oqim paketlari LSP yo‘l bo‘ylab MPLS domeni chegaralarida o‘tadi. MPLS domeni obyektlarida (kommutatsiyalovchi LER, LSR marshrutizatorlarida va ATM kommutatorlarida) paketlar L1, L2, L3, L4, L5 belgilar yordamida kommutatsiyalanadi. L2, L3, L4 belgilar sifatida ATM texnologiyasida qo‘llaniladigan VPI virtual traktlarning identifikatorlari qo‘llaniladi.



7.2- rasm. IP/MPLS va ATM texnologiyali tarmoq tuzilishi

Keyingi avlod tarmog‘i yadrosida kanallar kommutatsiyasi yoki paketlar kommutatsiyasi bo‘lgan rejimlardan foydalanish kerakligi to‘g‘risidagi masala deyarli bir qiymatli hal qilingan. Tarmoq yadrosida qo‘yidagi sabablarga ko‘ra paketlar kommutatsiyasi rejimidan foydalaniladi:

- birinchidan, paketli ma’lumotlar trafigining jadalligi telefoniya trafigining jadalligidan katta bo‘ladi;

- ikkinchidan, kanallar kommutatsiyali tarmoqlar mavjud resurslardan samarali foydalanmaydi, bunda aloqa kanali ulanish o‘rnatilgan paytdan boshlab to to‘liq uzilishigacha band bo‘ladi (xatto foydalanuvchi axborot o‘zatmayotgan holatda ham).

Undan tashkari, bu TCP/IP protokollar stekiga asoslangan paketlar kommutatsiyasi tarmog‘i bo‘ladi. TCP/IP stekining muvaffaqiyati, uning tayanch kommunikatsiya texnologiyalaridan (PPP, Ethernet, Token Ring, Frame Relay, ATM, IP/MPLS, SDH dan) deyarli istalgani bilan kelishish qobiliyati izohlanadi.

TCP/IP protokollaridan foydalanuvchi katta mikdordagi dasturlar va ilovalarning bozorda mavjudligi,TCP/IPni boshqa tarmoq protokollaridan afzalligiga imkon beradi. Nihoyat, TCP/Ipni hozirgi vaqtda eng tez rivojlanayotgan kompyuter tarmog‘i hisoblangan Internetda qo‘llanilishi, keyin avlod tarmog‘ida TCP/IP steki qo‘llanilishini yuqori darajadagi ishonch bilan aytishga imkon beradi.

Gigabit Ethernet texnologiyasi

Ko‘p yillar davomida korporativ va xususiy tarmoqlarda Ethernet texnologiyani qo‘llanilishi, keng polosali kirish tarmoqlarida qo‘llaniladigan boshqa barcha texnologiyalardan iqtisodiy ko‘rsatkichlari bo‘yicha amaliy jixatdan o‘zib ketdi. Umumiy foydalanish tarmoqlarida qo‘llashga mo‘ljallangan 10 Gigabit Ethernet (10GE) standarti tarmoqlarning tejamkorligini oshirishga imkon beradi.

Bugungi kunda IP/Ethernet bog‘lami qo‘llaniladigan qurilmaning qiymati, IP/ATM yoki IP/SDH qurilmalari qiymatining taxminan o‘ndan birini tashkil etadi.

10 GE texnologiyasida GE, Fast Ethernet dagi texnologiya qo‘llaniladi, eltuvchini nazorat qilish va ziddiyatlarni aniqlash (CSMA/CD) bilan ko‘p stansion kirish protokoli va kadr formati saqlangan, ammo uzatish muhiti sifatida TOAL dan foydalaniladi. Axborotni eltib berishning bu texnologiyasi korporativ multiservisli tarmoqlar va NGN transport tarmoqlar magistralini qurishda qo‘llaniladi. 10 GE texnologiyasining ATM texnologiyasiga nisbatan afzalligi shundan iboratki, IP paketlari va Ethernet kadrlarining xajmlari bir xil, shuning uchun axborotlarni transport tarmog‘ida yetkazib berishda paketlarni kadrlarga (ATM yacheykalari) almashtirish va teskari almashtirish talab etilmaydi.

Eng muhim muammo shundan iboratki, kanallar kommutatsiyasi va paketlar kommutatsiyasiga asoslangan barcha taniqli xizmatlar, axborotlarni talab etilgan sifatda yetkazib berishni qanday ta’minlashdan iborat. Foydalanuvchilarga operatorda mavjud bo‘lgan xizmatlarning istalgan turlarini taqdim etish uchun shunday taqsimlangan tizimni yaratish kerakki, unda intellektual xizmatlarni tashkil etish va taqdim etish vazifalari, boshqarish vazifalaridan transport va kommutatsiya bilan ajratilgan bo‘lsin. Bu prinsip intellektual tarmoqlarni qurishda, to‘g‘rirog‘i telekommunikatsiya tarmog‘i ustiga intellektual ust qurilmalarni qurishda foydalanilgan.

Keyingi avlod tarmog‘ida xizmatlar va ilovalarni yaratish hamda taqdim etishni boshqarish vazifalarini, chaqiriqni va kommutatsiya resurslarini boshqarish vazifalaridan to‘liq ajratishga urinish, shuningdek bu vazifalarni bajaruvchi darajalar orasida standartlashtirilgan interfeyslarni yaratishga urinish amalga oshirilmoqda.

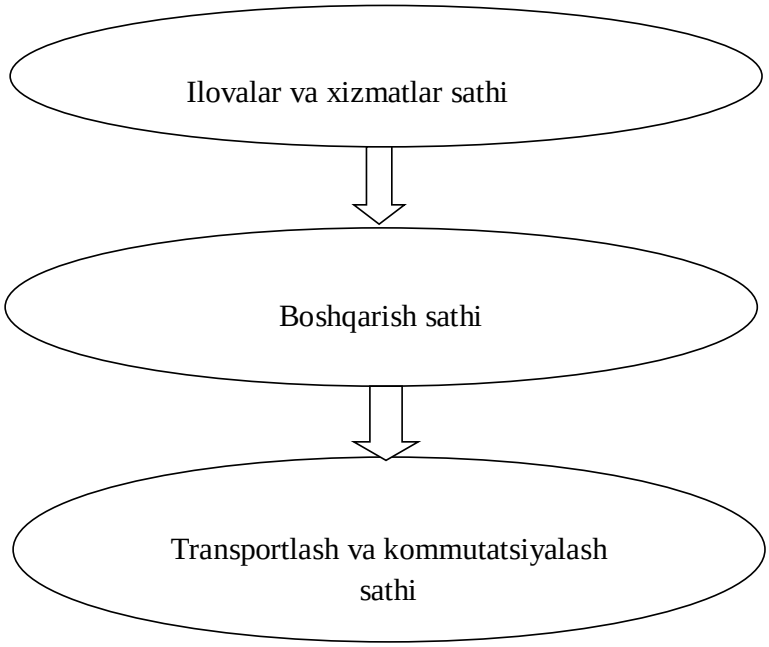
O‘z navbatida, xizmatlarni taqdim etish bozorida vujudga kelayotgan raqobat narxlarni pasaytirish, yangi xizmatlarni ishga tushirish muddatlarini kamaytirish va taklif etilayotgan xizmatlarning turini oshirishi kerak.

Chaqiruvlarni nazorat qilishni qayta ishlash vositalari bir joyda to‘planadi, kommutatsiyalash va transport vositalari esa tarmoqning butun hududi bo‘yicha taqsimlanishi mumkin. Undan tashqari, bu ikki vazifani amalga oshiradigan obektlarning resurslarini hajmining oshishi bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan holda ta’minlanadi.

Global axborot infratuzilmasi

Jaxon madaniyati rivojining hozirgi bosqichi industrial jamiyatdan axborot jamiyatiga o‘tish bilan tavsiflanadi. Bunday o‘tish axborot va telekommunikatsiya texnologiyalaridan ommaviy foydalanishga asoslanadigan ijtimoiy va iqtisodiy faoliyatning yangi shakllari mavjud bo‘lishini nazarda tutadi.

Axborot jamiyatining texnologik asosi *Global axborot infratuzilmasi* (Global Information Infrastructure) GII hisoblanib, u sayyoradagi har bir kishi uchun kamsitishlarsiz axborot resurslariga kirish imkonini ta’minlashi kerak. Axborot infratuzilmasini, o‘zaro ta’sirlashuvchi aloqa tarmoqlari va foydalanuvchi terminallarini ma’lumotlar bazasi, axborotga ishlov berish vositalari yig‘indisi tashkil etadi.



7.3- rasm. Keyingi avlod tarmog‘ining sathli arxitekturasi

Konseptual jixatdan GII o‘z ichiga quyidagi asosiy elementlarni qamrab oladi:

- axborot manbalari va qabul qiluvchilar (odamlar, ma’lumotlar bazalari, boshqariluvchi obyektlar va x.k);
- xususan axborot (nutq, matn, grafika, video) va bu axborotni o‘zgartiruvchi qurilmalar;
- ma’lumotlarni saqlash, izlash, siqish, ishlov berish, o‘zgartirish va axborot manbalariga kirishni tashkil etish uchun axborot qurilmalari (tarmoq uzellari – serverlar, shlyuzlar, ma’lumotlar bazalari, PC, TV, FAX terminallari, telefon apparatlar va x.k);
- uzoqdagi obyektlar (axborot manbalari va ularni qabul qilib oluvchilar) o‘rtasida axborotni ko‘chirishni ta’minlovchi kommunikatsiya infratuzilmasi.

Mazkur konsepsiyani amalga oshirish uchun tarmoqlar arxitekturasi evolyutsiyasi jiddiy o‘zgarishlarni o‘tkazdi (UfTT-IP-NGN konvergensiyasi).

GII axborot resurslariga kirish, axborot jamiyati xizmatlari yoki infokommunikatsiya xizmatlari nomini olgan, yangi turdagi aloqa xizmatlari vositasida amalga oshiriladi. Infokommunikatsiya xizmati deb, ulanishning ham kiruvchi, ham chiquvchi uchida hisoblash texnikasi

vositalaridan foydalanish bilan axborotni talab bo‘yicha avtomatlashtirilgan ishlov berish, saqlash yoki taqdim etishni nazarda tutuvchi telekommunikatsiya xizmatiga aytiladi.

Hozirgi vaqtda kuzatilayotgan infokommunikatsion xizmatlarni taqdim etish xajmlarining yuqori sur’atlarda o‘sishi, ularni yaqin kelajakda aloqa tarmoqlarida ustuvor bo‘lishini bashorat qilishga imkon beradi. Bugungi kunda infokommunikatsion xizmatlarni rivojlanishi asosan Internet doirasida amalga oshiriladi, ya’ni xizmatlarga kirish an’anaviy aloqa tarmog‘i orqali ta’minlanadi. Shu bilan bir qator hollarda Internet xizmatlari, uning transport infratuzilmasi imkoniyatlarining cheklanganligi tufayli, axborot jamiyati xizmatlariga qo‘yiladigan zamonaviy talablarga javob bermaydi. Shu munosabat bilan infokommunikatsiya xizmatlarining rivojlanishi, aloqa tarmoqlarining funksionalligini bir vaqtda kengaytirish bilan axborot resurslarini samarali boshqarish masalalarini yechishni talab qiladi. O‘z navbatida bu Internet va an’anaviy aloqa tarmoqlarining qo‘shilish jarayonini rag‘batlantiradi.

Infokommunikatsiya xizmatlariga quyidagi talablar qo‘yiladi:

- mobillik (harakatchanlik);
- yangi xizmatlarni qulay va tez yaratish imkoniyatlari;
- sifat kafolatlari.

Infokommunikatsiya xizmatlariga qo‘yiladigan talablarga konvergensiya jarayoni katta ta’sir ko‘rsatadi, u bu xizmatlardan foydalanuvchilarga unga kirish usullariga bog‘liq bo‘lmagan holda foydalanish mumkinligiga olib keladi.

Infokommunikatsiya xizmatlarining xususiyatlarini e’tiborga olib, istiqboldagi aloqa tarmoqlariga quyidagi talablar belgilanishi mumkin:

- multiservislik - xizmatlarni taqdim etish texnologiyalarining transport texnologiyalariga bog‘liq emaslik xususiyati;
- keng polosalilik - foydalanuvchining odatdagi ehtiyojlariga bog‘liq holda keng diapozonda axborotni uzatish tezligini qulay va dinamik o‘zgartirish imkoniyati;
- multimedialik - tarmoqning ko‘p komponentli axborotni (nutq, ma’lumotlar, video, audio) haqiqiy vaqt rejimida zaruriy sinxronizatsiya bilan va ulanishlarning murakkab konfiguratsiyalaridan foydalanib uzatish qobiliyati;
- intelektuallik – xizmatlardan foydalanuvchi yoki uni taqdim etuvchining xizmat, chaqiruv va ulanishni boshqarish imkoniyati;
- ulanishning invariantligi - foydalanilayotgan texnologiyaga bog‘liq bo‘lmagan holda xizmatlardan foydalanishni tashkil etish imkoniyati;

- ko‘p operatorlik – xizmatlarni taqdim etishda bir nechta operatorlarning ishtirok etish imkoniyati va ularning javobgarligini ularning faoliyati sohasiga muvofiq ajratish.

ITU-T Y.100 tavsiyalarida telekommunikatsiya texnologiyalarning o‘zaro ta’siri to‘g‘risida ma’lumotlar keltiriladi. Global axborot infratuzilmasi tavsiflanishi mumkin bo‘lgan xossalarni tahlil qilish jarayonida, barcha mavjud telekommunikatsiya texnologiyalari va xizmatlari hamda xizmat ko‘rsatish turlarining tavsiflari hisobga olingan.

Global axborot infratuzilmasining standartlari dasturiy vositalar asosida, ham apparat vositalar asosida, ham ilovalarning va turli xil platformalarning juda katta xilma-xilligi orasida ulanishiga mo‘ljal olib (Connection – Oriented CO), ham ulanishiga mo‘ljal olmasdan (Connection less Oriented CL) ham o‘zaro ta’sirlashuv va o‘zaro aloqa imkoniyatini ta’minlashi kerak. Turli xil texnologiyalar (SC, PS, ATM, MPLS, SDH, WDM va boshqalar) qo‘llaniladigan telekommunikatsiya tarmoqlari (PSTN, DSN, ISDN, MN, IN, CN, OSN) hozirgi vaqtda ma’lumotlar va nutqni yuqori sifat bilan uzatishni ta’minlaydi va bir-biri bilan o‘zaro ta’sirlashadi.

TCP/IP protokolli tarmoqlar shunday platformani yaratadiki, u turli tarmoq infratuzilmalari bilan bog‘liq foydalanuvchilarga ilovalarning umumiy to‘plamiga ega bo‘lishga va eltib berish sifati kafolatlanmaydigan ma’lumotlar oqimlari bilan almashishga imkon beradi.

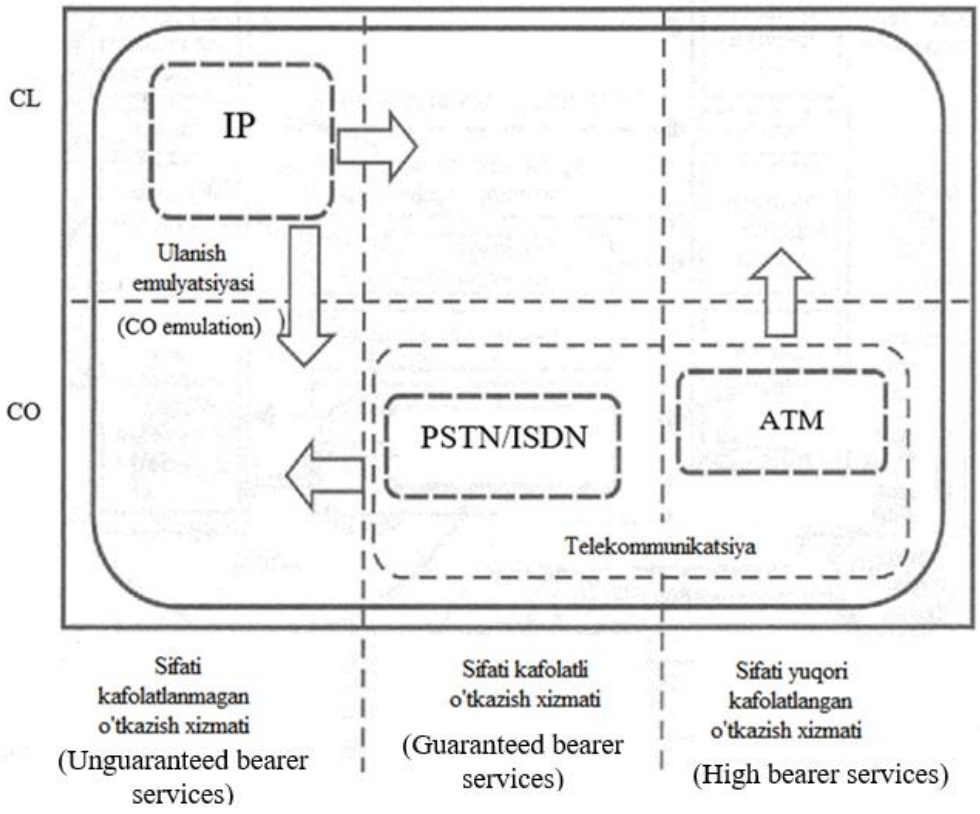
TCP/IP protokollar steki yuqori sifatli nutq, video, multimedia ilovalarini qo‘llab-quvvatlash maqsadida takomillashtiriladi (masalan IPv6). Tarmoq texnologiyalarini konvergensiyasining bu an’analari 8.4-rasmda keltirilgan. Konvergensiyaning yo‘nalishlari quyidagilarni o‘z ichiga qamrab oladi:

- ulanishlar o‘rnatilishi avval mo‘ljal qilinmagan (Sonnection less operation) paketlar kommutatsiyali texnologiyalar, masalan IP protokolidan foydalanuvchi kommutatsiyali texnologiyalar, virtual ulanishlarning (Connection-oriented) dastlabki o‘rnatilishi tufayli axborotni eltib berish sifatini oshirish maqsadida (Guaranted bearer services) takomillashtiriladi;

- kanallar kommutatsiyali tarmoq uzellari (PSTN va ISDN) paketlar kommutatsiyali yangi avlod transport tarmoqlari orqali axborot almashadilar (IP/MPLS), bu esa kechikishga, jitterga va paketlarni yo‘qolishiga sezgir bo‘lgan axborotni eltib berish sifatining pasayishiga (Unguaranted bearer service) olib keladi;

- har qanday ilovalarning axborotini yuqori sifat bilan eltib berishni ta’minlovchi (Guaranted bearer service) ATM texnologiyali tarmoqlar, ulanishga mo‘ljallangan va ulanishga mo‘ljallanmagan (masalan, LANE ATM) holda yetkazib berish xizmatlarini taqdim etadi.

Global axborot infratuzilmasi shunday telekommunikatsiya infratuzilmani yaratishga da’vo qiladiki, u o‘ziga axborotning barcha mumkin bo‘lgan turlarini (nutq, ma’lumotlar, multimedia) birlashtira olsin va ulardan har birining xizmat ko‘rsatish sifatiga bo‘lgan talablarini qanoatlantirsin (Quality of Service, QoS).



7.4 – rasm. Tarmoqlarning rivojlanish yo‘nalishi (texnologiyalar konvergensiyasi):

CO (Connectoin - oriented operation) - “ulanishni o‘rnatish” rejimida eltib berish;

CL (Connection less operation) “ulanishni o‘rnatmasdan” rejimida eltib berish;

⇨ - texnologiyaning rivojlanish yo‘nalishi.

7.5-rasmda GIIda infratuzilmaviy rollarning konfiguratsiyasini na’munasi keltirilgan. Infratuzilma roli deganda ko‘p marta foydalaniladigan resurslar to‘plami yordamida xizmatlarni ta’minlash tushuniladi.

GII ilovalarning tuzilmaviy roli foydalanuvchilarni ish faoliyatlari bilan belgilangan bo‘lib, u ishlab chiqarish jarayonining bir qismi hisoblanadi. Shuning uchun ilovalar ham chetki foydalanuvchilar orasidagi “virtual o‘zaro tasir”ni yoki ish faoliyatni hisobga olgan holda ishlab chiqiladi. Odatda, ilova harakatlardan va harakatlar o‘rtasidagi munosabatlardan tuzilgan.

Aloqa xizmatlari va ilovalarning tuzilishi

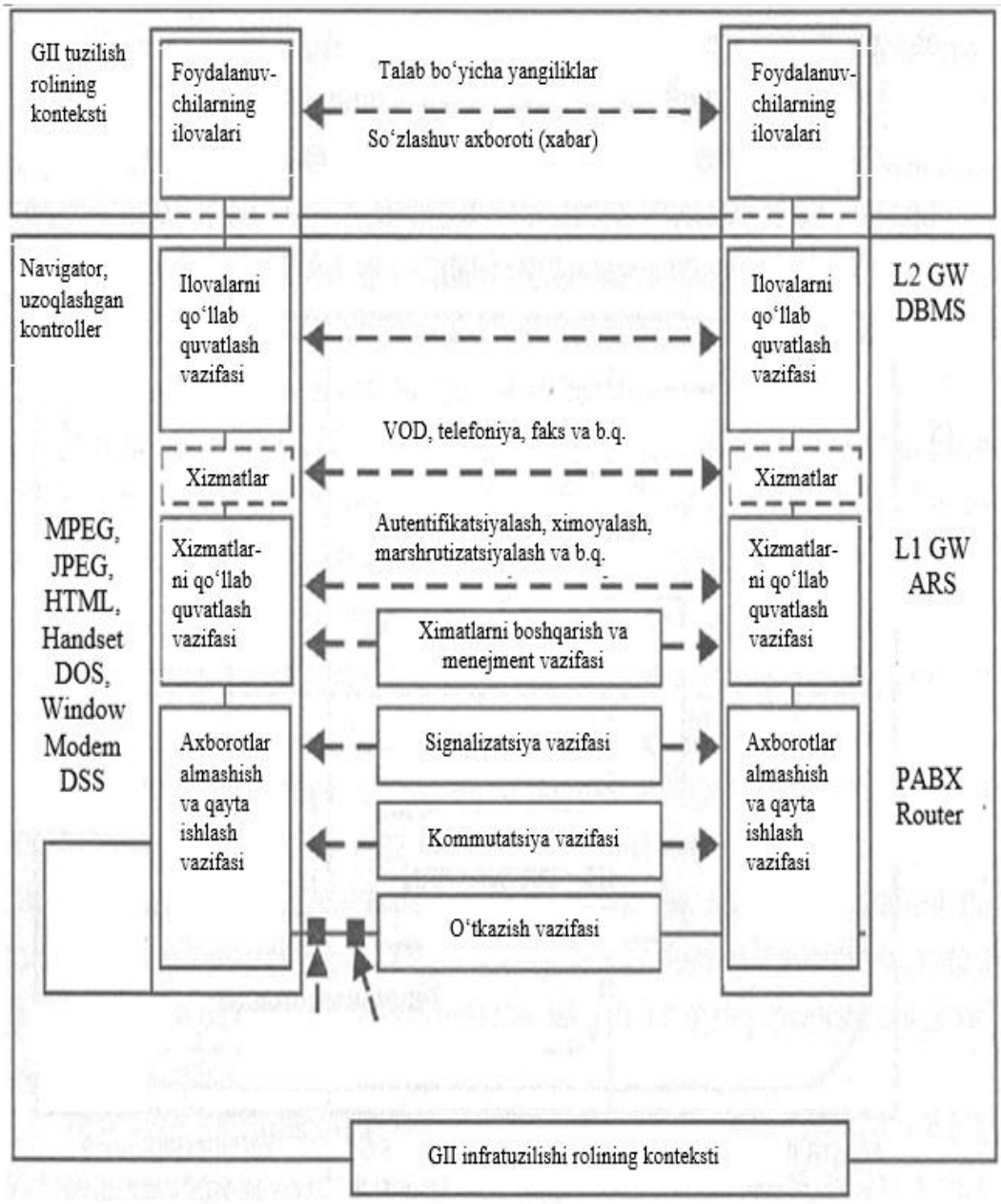
Agar xizmat, xizmatlar bozorining turli ishtirokchilarining javobgarligini ham o‘z zimmasiga olgan yuridik shaxslar o‘rtasida taqdim etilayotgan bo‘lsa, u holda xizmat ko‘rsatish bitim konteksida taklif etiladi va bitimni bajarilishi va tekshirilishi mumkinligi kafolatlanishi uchun yetarli to‘plamdagi parametrlarga ega bo‘lishi kerak.

Foydalanuvchilar bevosita GII xizmatlariga buyurtma berishlari yoki shaxsiy ilovalardan foydalanishlari mumkin, ularni qo‘llab-quvvatlash uchun GII xizmatlari zarur. Bundan tashqari, foydalanuvchi ilovasining komponentlari GII tomonidan taqdim etilishi va qo‘llab-quvvatlanishi mumkin.

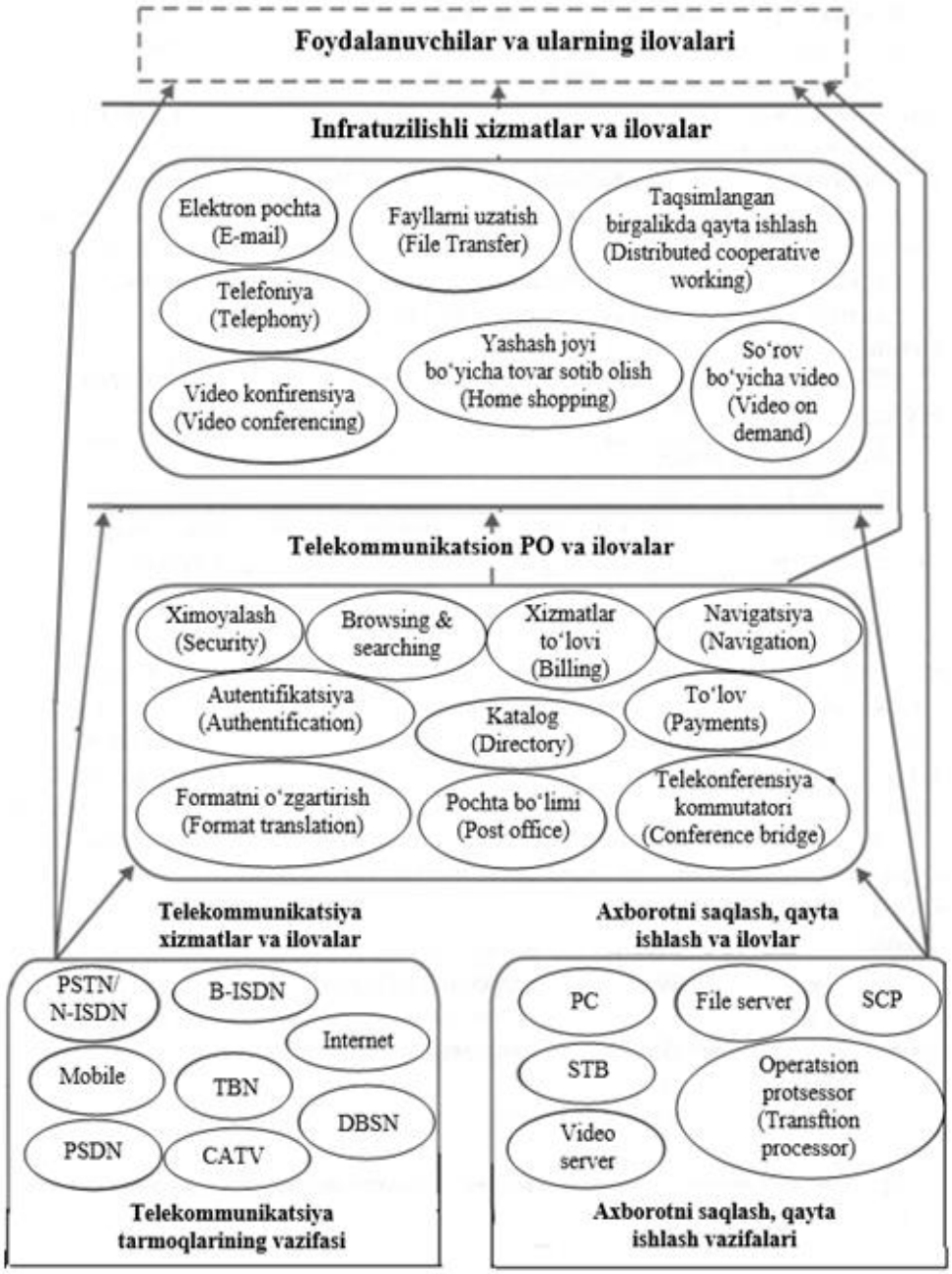
GII taqdim etadigan xizmatlar va ilovalar, servisli va amaliy komponentlar shaklida yaratiladi.

Global axborot arxitekturasi quyidagi resurslarni birlashtiradi (8.6 rasm):

- inratuzilmaviy;
- tarmoq (network resources);
- axborotga ishlov berish va saqlash (processing and storage resources);
- telekommunikatsiya dasturiy ta’minoti (middle ware resources).



7.5 - rasm. GII da infratuzilmaviy rollar konfiguratsiyasi namunasi:
DBMS - ma'lumotlar bazasini boshqarish tuzilmasi;
HTML - gipermatnlarni belgilash tili;
JPEG - tasvirlarni siqish standarti;GW - shlyuz;
MPEG - videoni siqish standarti;
FRS - marshrutizatorni avtomatik tanlash.



7.6- rasm. GII tomonidan taqdim etiladigan va qo'llab-quvvatlanadigan xizmatlar va ilovalar:

TBN- Teristrial Broadcast Network – yerusti radioeshittirish tarmog'i;
DBSN – Direct Broadcast Satellite Network - yuldoshli radioeshittirish tarmog'i.

Konvergentli GII da xizmatlar va ilovalar o‘rtasidagi farq shuning uchun ham muhimki, u ikkita turli xil tijorat sxemalari (biznes – sxemalar) ga mos keladi. Bu farq telekommunikatsiya tarmoqlari operatorlarining an’anaviy ravishda xizmatlar taklif etishlari, ayni vaqtda axborot texnologiyalari (AT) an’anaviy ravishda ilovalarni taklif etishlari holatini ham aks ettiradi. “Konvergentli GII” atamasi axborot infratuzilmasini ifodalab, unda trafikning xilma-xil turlari yagona texnologik platformada integratsiyalanadi (qo‘shiladi) va turli xil xizmatlar va ilovalar taqdim etiladi.

GII tomonidan foydalaniladigan umumiy ilovalar quyidagilar hisoblanadi:

- masofadan o‘qitish / elektron kutubxonalar;
- teletibbiyot;
- axborotga taqsimlangan holda ishlov berish;
- elektron savdo;
- elektron nashr;
- o‘yinlar.

Nazorat savollari

1. Aloqa tarmoqlarini konvergensiyasi deganda nimani tushunasiz?
2. Multimediali aloqa tarmoqlarini qurishda qanday texnologiyalar qo‘llaniladi?
3. Zamonaviy transport tarmoqlarida ATM va MPLS texnologiyalarining vazifasi nimadan iborat?
4. Magistral tarmoqlarda IP/MPLS texnologiyalarining vazifasi nimadan iborat?
5. IP/MPLS va ATM texnologiyalari qo‘llanilgan tarmoq tuzilishini tushuntiring.
6. Nima sababli O‘zbekistonda ATM texnologiyasi qo‘llanilmaydi?
7. Yangi avlod tarmog‘i arxitekturasi qanday sathlardan iborat?
8. Infokommunikatsiya xizmatlariga qanday talablar qo‘yilgan?
9. Istiqbolli aloqa tarmoqlariga qanday talablar qo‘yilgan?
10. Infokommunikatsiya xizmatlariga tushuncha bering.
11. GIIni asosiy elementlari nimalardan iborat?
12. Konvergensiyaning yo‘nalishlari nimalarni o‘z ichiga oladi?
13. Global axborot infratuzilmasi deganda nimani tushunasiz?
14. GII tomonidan qanday xizmatlar va ilovalar taqdim etiladi?

3.8. IP - ga yo‘naltirilgan multimediali tizim OSI – IMS

IP Multimedia Subsystema konsensiyasi

Telekommunikatsiya qurilmalari va tizimlari, protokollar va ilovalarning doimiy ravishda murakkabligining ortib borishiga qaramay, universal tarmoq infratuzilmasini yaratish yo‘nalishidagi ishlar, integral xizmat ko‘rsatishli tor polosali raqamli tarmoqlar (ISDN tarmoqlari), keng polosali ISDN (V-ISDN) tarmoqlari, keyingi avlod tarmoqlari (KAT) bosqichlarini ketma-ket bosib o‘tib davom etmoqda. Nihoyat, IP-ga yo‘naltirilgan multimediali tizim osti – IMS konsepsiyasini yaratilishi, qurilma ishlab chiqaruvchilar, operatorlar va standartlashtirish tashkilotlarining fikriga ko‘ra shunday universal tarmoq infratuzilmasini qurishga yo‘l ochadi.

IMSga o‘tishning muhim omillari

IP Multimedia Subsystem (ISM) konsepsiyasi yangi tarmoq arxitekturasini tavsiflaydi, uning asosiy elementi kirishning barcha texnologiyalarini qo‘llab-quvvatlovchi va katta miqdordagi infokommunikatsiya xizmatlarni amalga oshirishni ta’minlovchi paketli transport tarmog‘i hisoblanadi. Uning muallifligi European Telecommunication Standartization Institute (ETSI) va bir nechta milliy standartlashtirish tashkilotlarini birlashtirgan Third Generation Partnership Project xalqaro hamkorlikka tegishli.

IMS dastlab IP protokoli negizida 3-avlod mobil tarmoqlarini qurishga nisbatan ishlab chiqilgan edi. Keyinchalik konsepsiya ETSI-TISPAN qo‘mitasi tomonidan qabul qilingan, uning butun kuchi IP protokollar stekidan foydalanib, statsionar (barqaror) tarmoqlarda xizmatlarning keng spektrini qo‘llab-quvvatlash va amalga oshirish uchun zarur protokollar va interfeyslarning spetsifikatsiyasiga yo‘naltirilgan edi.

Hozirgi vaqtda IMS arxitekturasi ko‘pchilik operatorlar va xizmat provayderlari tomonidan, shuningdek, qurilmani yetkazib beruvchilar tomonidan keyingi avlod tarmoqlarini qurish uchun mumkin bo‘ladigan yechim sifatida va IP platformasida mobil (harakatdagi) va statsionar (barqaror) tarmoqlar konferensiyasi asosi sifatida qarab chiqiladi.

Mohiyatiga ko‘ra IMS konsepsiyasi UMTS tarmoqlari evolyutsiyasi natijasida, SIP protokoli asosidagi multimediali chaqiruvlar va seanslarni boshqarish sohasini 3G tarmoqlari arxitekturasiga qo‘shilganda vujudga keldi. IMS arxitekturasining asosiy xossalari orasida quyidagilarni alohida ajratish mumkin:

- ko‘p sathlik – transport, boshqarish va ilovalar sathlariga bo‘linadi;

- kirish muhitiga bog‘liq bo‘lmaslik – operatorlar va xizmat provayderlariga qayd qilingan va mobil tarmoqlarni konvergensiyalashga imkon beradi;
- haqiqiy vaqtda multimediali shaxsiy axborot almashinuvini (masalan, tovush, videotelefoniya) va odamlar hamda kompyuterlar o‘rtasida o‘xshashli axborot almashinuvini (masalan, o‘yinlar) qo‘llab-quvvatlash;
- multimediali ilovalarning haqiqiy va haqiqiy bo‘lmagan vaqtga to‘la integratsiyasi (masalan, oqimli ilovalar va chatlar);
- turli xil xizmatlarning o‘zaro aloqada bo‘lishi imkoniyati;
- bitta seansda bir nechta xizmatlarni qo‘llab-quvvatlash yoki bir vaqtda sinxronlashtirilgan bir nechta seanslarni tashkil etish imkoniyati.

IMS arxitekturasini standartlashtirish

IMS arxitekturasini standartlashtirish xalqaro tashkilotlarning vazifasi hisoblanadi, ya’ni keyingi avlod tarmog‘iga tomon yo‘nalishdagi tarmoqlar evolyutsiyasida IMSning asosiy roli tufayli. IMS konsepsiyasi uning hozirgi ko‘rinishida standartlashtirish bo‘yicha uchta xalqaro tashkilotlarning - 3GPP, 3GPP2 va ETST ish natijasi hisoblanadi.

3GPP hamkorligi 1998 yilning oxirida rivojlanuvchi GSM tarmoqlariga asoslangan 3-avlod mobil aloqa tarmoqlari (UMTS tarmoqlari) uchun texnik spetsifikatsiyalar va standartlarni ishlab chiqish maqsadida ETSI instituti tashabbusi bo‘yicha tashkil etilgan edi.

3GPP2 hamkorlik 1998 yilda Xalqaro Elektraloqa Ittifoqi sha’feligida yaratilgan IMT-2000 loyihasi doirasida 3G tarmoqlar (CDMA-2000 tarmog‘i) standartlarini ishlab chiqish uchun ETSI va ITU tashabbusiga ko‘ra yuzaga keldi. U xuddi 3GPP holatidagidek deyarli o‘sha tashkilotlar tomonidan tashkil etilgan edi. 3G mobil tarmoqlar uchun standartlar rivojida 3GPP2 tashkilotning asosiy ulushi Multimedia Domain (MMD) umumiy nomdagi spetsifikatsiyada tavsiflangan CDMA-2000 tarmog‘ida (IP-transport, SIP-signalizatsiya) IMS konsepsiyasining tarqatilishi hisoblanadi.

Ikkala hamkorlik IETE qo‘mitasi tomonidan standartlashtirilgan IP-ga yo‘naltirilgan protokollarning keng qo‘llanilishiga mo‘ljallangan holda va KAT tarmoqlar arxitekturasining asosiy g‘oyalaridan foydalanib 3G tarmoqlari standartlarini ishlab chiqadi.

IMS konsepsiyasi birinchi marta 3GPP Release 5 xujjatida (2002 yil mart oyida) taqdim etilgan edi. Unda uning asosiy maqsadi – IP protokoli

negizida mobil tarmoqlarda multimediali xizmatlarni ta’minlash ifodalangan edi va 2G simsiz tarmoqli IMS arxitekturasi negizida 3G mobil tarmoqlarining o‘zaro ta’sirlashish mexanizmlari ixtisoslashtirilgan edi.

3G tarmoqlar arxitekturasi IMS konsepsiyasiga muvofiq transport, chaqiriqlarni boshqarish va ilovalar sathlari bo‘yicha bo‘linib, bir necha sathlarga (tekislik) ega. IMS tizim osti kirish texnologiyalaridan to‘la mustaqil bo‘lishi va bir necha mavjud tarmoqlar – mobil va statsionar telefon, kompyuter va h.k. bilan o‘zaro aloqani ta’minlashi kerak.

3GPP Release 6 xujjatida (2003 yil dekabr) IMS ning bir qator konsepsiyalari aniqlashtirilgan, simsiz mahalliy tarmoqlar bilan o‘zaro aloqa va axborotni himoya qilish (kalitlarni, abonent sertifikatlarini qo‘llash) masalalari qo‘shilgan edi.

6-7- xujjatlarda SIP vositasida IP kommunikatsiyalarni amalga oshirish g‘oyasi belgilangan. Unga muvofiq SIP bevosita mobil terminaldan boshlanadi.

Release 7 spetsifikatsiyasi, statsionar tarmoqlarda muhim hisoblangan ikkita asosiy vazifalarni qo‘shadi:

-Network Attachment, statsionar tarmoqlarda zarur bo‘lgan va abonentlarni autentifikatsiyalash mexanizmini ta’minlaydi, chunki ularda foydalanuvchini identifikatsiyalash SIM-kartalari bo‘lmaydi;

-Resource Admission, aloqa seanslarini ta’minlash uchun statsionar tarmoqlarda tarmoq resurslarini zahiralaydi.

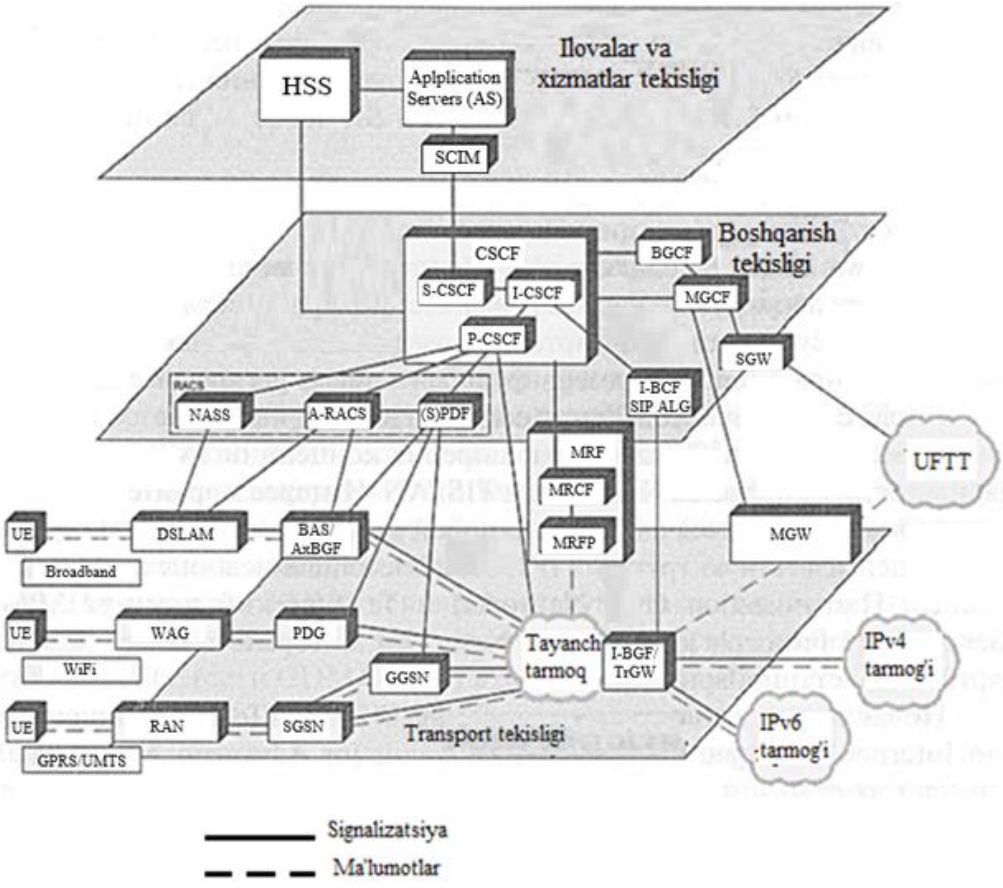
Statsionar tarmoqlarda IMS konsepsiyalarini kengaytirishga yo‘naltirilgan ishlar, TISPAN qo‘mitasi tomonidan olib boriladi. ETSI tomonidan IMS arxitekturasiga qiziqish, taniqli TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Open Networks) guruhini va statsionar tarmoqlarni standartlashtirish uchun javob beruvchi SPAN (Services and Protocols for Advanced Networks) texnik qo‘mitani birlashtirgan (2003 yil) yangi ishchi guruhni yaratishga olib keladi.

TISPAN (Telecommunication and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networking) nomini olgan yangi guruh zamonaviy va istiqbolli konvergensiyalanuvchi tarmoqlarni standartlashtirish uchun, shu jumladan, VoIP va KAT, shuningdek, IMS arxitekturasi bilan bog‘liq barcha masalalar uchun javob beradi.

IMS arxitekturasi

IMS konsepsiyasi quriladigan tamoyil shundan iboratki, bunda har qanday xizmatni yetkazib berish kommunikatsiya infratuzilma (o‘tkazish qobiliyati bo‘yicha chegaralash bo‘lmagan) bilan hech bir tarzda munosabatda bo‘lmaydi, o‘tkazish qobiliyati bo‘yicha cheklanishlar bundan mustasno. Bu tamoyilni timsoli IMS ni qurishda qo‘llaniladigan ko‘p sathli yondashuv hisoblanadi. U kirish texnologiyasiga bog‘liq bo‘lmagan xizmatlarni yetkazib berishning ochiq mexanizmini amalga oshirishga imkon beradi, bu esa tarmoqda chetki xizmatlarni yetkazib beruvchilarning ilovalarini ishga tushirish imkonini beradi.

IMS tarkibida uchta sath ajratiladi: transport sathi, boshqarish sathi va xizmatlar sathi (9.1-rasm).



8.1-rasm. IMS arxitekturasining tuzilishi

Transport sathi. Transport sathi, abonentlarni IMS infratuzilmasiga foydalanuvchining qurilmasi vositasida ulanishi uchun javob beradi (User Equipment UE). Mazkur qurilma o‘rnida istalgan IMS terminali ishtirok etishi mumkin (masalan, telefon, smartfon, Wi-Fi yoki keng polosali ulanish). Shuningdek, IMS bo‘lmagan terminal shlyuzlari (masalan, UfTT terminallari) orqali ulanish mumkin.

Transport tekisligining asosiy qurilmalari:

- MRF (Media Resource Function) – mediaserver. MRFP (Media Resource Function Processor) multimedia li resurslar protsessori va MRFC kontrolleridan tashkil topgan.

-MRFC konferens aloqa, xabardor qilish yoki uzatilayotgan signalni qayta kodlash kabi xizmatlarning amalga oshirilishini ta’minlaydi. MRFC, S-CSCT (Serving Call Session Control Function) uzeli orqali olinadigan SIP xabarlarni qayta ishlashi va MRFP protsessorni boshqarish uchun mediashlyuzni (MGCP, 11.248 MEGACO) boshqarish protokoli buyruqlaridan foydalanish nazarda tutiladi. Biroq hozir MRFC va MRFP orasidagi o‘zaro bog‘lanish uchun SIP/XML asosidagi protokolni ilgari siljitish bo‘yicha ish olib borilmoqda. Bundan tashqari MRFC, tarifikatsiyalash va billing tizimlariga zarur axborotlarni taqdim etishni ta’minlaydi.

-MRFR – MRFR protsessori tarmoq mediaresurslarini MRFC dan keladigan buyruqlarga muvofiq taqsimlaydi. Uning asosiy vazifalari quyidagilardan iborat:

-xabardor qilish xizmatlari va h.k. lar uchun oqimlarga, multimedia li ma’lumotlarga xizmat ko‘rsatish;

-kiruvchi multimedia li oqimlarni qayta ishlash, masalan, transkodlash;

-MGW (Media Gateway) – transport shlyuzi, RTP oqimlarini kanallarni kommutatsiyalash tarmoqlari (UfTT) oqimlariga to‘g‘ri va teskari o‘zgartirishni ta’minlaydi;

-I-BGF (Interconnect Border Gateway Function) – tarmoqlararo chegara shlyuzi, IPv4 va IPv6 tarmoqlari orasidagi o‘zaro aloqalarni ta’minlaydi. Xavfsizlik funksiyalarining ta’minlanishi uchun (NAPT adreslari va portlarini translyatsiya qilish, Firewall funksiyalari, QoS vositalari) javob beradi;

-GGSN (Gateway GPRS Support Node) – GPRSni shlyuz uzeli yoki marshrutlash uzeli; uyali tarmoqlar (uning GPRS qismi) va IMS o‘rtasidagi shlyuzni ifodalaydi. GDSN ning asosiy vazifasi SGSN orqali

abonentga keluvchi va undan chiquvchi ma’lumotlar roumingi (marshrutlash) hisoblanadi.

-SGSN (Serving GPRS Support Node) – GPRS abonentlariga xizmat ko‘rsatish uzeli; GPRS tizimining paketli axborotni qayta ishlashning barcha funksiyalarini amalga oshirish bo‘yicha asosiy komponenti;

-RAN — Radio Access Network —radioulanish qurilmasi; uyali telekommunikatsiya tizimi va IMS ni o‘zaro aloqasini ta’minlaydi;

-PDG (Packet Date Gateway) – paketli shlyuz. Mazkur tarmoq elementi WLAN foydalanuvchilar qurilmasining IMSga ulanishini ta’minlaydi. Oxiridagi IP-adresning translyatsiyasiga va IMSda foydalanuvchilar qurilmasini ro‘yxatdan o‘tkazishga javob beradi, xavfsizlik vazifasini bajarishni ta’minlaydi;

-WAG (Wireless Access Gateway) – simsiz ulanish shlyuzi WLAN va IMS tarmoqlarining birikishini ta’minlaydi;

-A-BGF/BAS (Access Border Gateway Function/Broadband Access Switch) –keng polosali foydalanuvchilar qurilmasining IMSga kirishini ta’minlaydi. I-BGE ga aynan o‘xshash vazifalarni bajaradi;

-DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) – raqamli abonent kirish shlyuzi – keng polosali kirishdan (statsionar, masalan, xDSL, KTB tarmoqlari) foydalanuvchi abonentlarni ulanishini ta’minlaydi.

Boshqarish tekisligi. Boshqarish darajasi – bu aloqa seanslarini boshqarish bo‘yicha barcha amallarni bajaruvchi IMS funksiyalarining yig‘indisidir. Asosiy elementlari:

-CSCF (Call Session Control Function) – chaqiriqlar va seanslarni boshqarish funksiyali element. CSCF funksiyasi IMS-platformasining boshqarish tekisligida asosiy hisoblanadi. CSCF moduli SIP protokolidan foydalanib, IP transport vositasida haqiqiy vaqt xizmatlari to‘plamini yetkazib berishni ta’minlovchi vazifalarni bajaradi. CSCF funksiyasi tarmoq resurslarini (chegaraviy qurilmalar, shlyuzlar va ilovalarning serverlari) foydalanuvchilarning va ilovalarning profiliga bog‘liq holda samarali boshqarish uchun dinamik axborotdan foydalanadi. CSCF moduli uchta asosiy funksiyalarni o‘z ichiga oladi:

-Serving CSCF (S-CSCF) – CSCF ga xizmat ko‘rsatuvchi. Chetki qurilmalar almashadigan barcha SIP-xabarlarni qayta ishlaydi;

-Proxy CSCF (P-CSCF) – u orqali IMS tizimiga barcha foydalanuvchilarning trafigi kelib tushadi;

-Interrogating CSCF (I-CSCF) – CSCF ni talab qilib oluvchi. U uy tarmog‘i bilan ulanish nuqtasini ifodalaydi. I-CSCF aniq bir abonent uchun S-CSCF ni topish uchun NSS ga murojaat qiladi;

-S-CSCF - ilovalar va foydalanuvchining profiliga bog‘liq holda IP transportning multimedia li xabarlarini yetkazib berish seanslarini boshqarishni, shu jumladan, terminallarni ro‘yxatga olish, NSS serveri bilan ikki tomonlama o‘zaro aloqa (undan foydalanuvchilar ma’lumotlarini olish), xabarlarni tahlil qilish, marshrutlash, tarmoq resurslarini boshqarishni (shlyuzlar, serverlar, chegaraviy qurilmalar) ta’minlaydi;

-P-CSCF – mazkur tarmoqning IMS terminallari uchun IMS yadrosi ichida signal sathidagi birinchi kontakt nuqtasini yaratadi. P-CSCF funksiyasi terminaldan yoki terminalga talabni qabul qiladi va uni IMS yadrosi elementlariga marshrutlaydi. Foydalanuvchining xizmat ko‘rsatiladigan terminali, qayd qilishning butun vaqtida tarmoqda ro‘yxatga olishda P-CSCF ning funksiyasiga mahkamlanadi. P-CSCF moduli foydalanuvchini autentifikatsiya qilish bilan bog‘liq funksiyalarni amalga oshiradi, hisobga olish yozuvlarini shakllantiradi va ularni to‘lovni hisoblash serveriga uzatadi. P-CSCF ning elementlaridan biri Policy Decision Function (FDE) hisoblanadi – axborot trafigi tavsiflari bilan amallar bajaruvchi (masalan, talab qilinadigan o‘tkazish qobiliyati) va seansni tashkil qilish yoki uni man qilish imkoniyatini, seans parametrlarini o‘zgartirish zaruriyatini aniqlovchi siyosatni tanlash funksiyasi;

-I-CSCF mazkur tarmoqning abonentlari bilan barcha tashqi ulanishlar uchun IMS yadrosi ichida signal sathida birinchi kontakt nuqtasini yaratadi. I-CSCF modulining asosiy vazifasi – tashqi abonentning xizmatlardan foydalana olishi bo‘yicha imtiyozlarni identifikatsiya qilish, ilovalar serverini tanlash va unga kirishni ta’minlashdir;

-BGCF (Breakout Gateway Control Function) – shlyuzlarni boshqarish funksiyasi, kanallar kommutatsiyasi domeni (UfTT yoki GSM) va IMS tarmog‘i orasidagi chaqiriqlarni qayta uzatishlarni boshqaradi. Mazkur modul telefon raqamlari asosida marshrutlashni amalga oshiradi va IMS tarmog‘i orqali (BGCF serveri joylashgan joyda) UfTT yoki GSM bilan o‘zaro aloqada bo‘ladigan kanallar kommutatsiyasi (KK) domenida shlyuzni tanlaydi. Shuningdek, KK tarmoqlari abonentlari uchun to‘lovni hisoblash uchun tegishli hisob yozuvlarini ta’minlash amalga oshiriladi;

-MGCF (Media Gateways Control Function) shlyuzlarni boshqarish funksiyasi (Media Gateways) – H.248/MEGACOdan foydalanib IMS transport shlyuzlarida ulanishlarni boshqaradi;

-SGW (Signaling Gateway) – signal shlyuzi UfTT signalizatsiyani MGCF ga tushunarli ko‘rinishga o‘zgartirishni ta’minlaydi. IMS yadrosi bilan SIG-TRAN protokollar guruhi interfeyslari orqali bog‘langan;

-RACS (The Resource and Access Control) – resurslar va kirishlarni boshqarish tizimosti – kirishni boshqarish (ixtiyorida bo‘lgan mavjud resurslar, mahalliy siyosat asosida yuklash) va tarmoqqa shlyuzni boshqarish yordamida kirish (Gate Control), shu jumladan, tarmoq adreslari va portlarini almashtirishni boshqarish va ustuvorlikni biriktirish;

-PDF (Policy Decision Function) – axborot profili tavsiflari bilan amallarni bajaruvchi (masalan, talab etiladigan o‘tkazish qobiliyati) va seansni tashkil etish mumkinligini yoki uni ta’qiqlash mumkinligini, seans parametrlarini o‘zgartirish zarurligini aniqlovchi siyosatni tanlash funksiyasi;

-NASS (Network Attachment Subsystem) – tarmoqning ulanish qism tizimi – uning asosiy vazifalariga IP-adreslarni dinamik tayinlash (DHCP dan foydalanib – Dynamic Host Configuration Protocol), IP sathda autentifikatsiya, tarmoqqa kirishni yuklash, IP sathda turgan joyni boshqarish kiradi.

Ilovalar sathi. IMS etalon arxitekturasining yuqori sathi ilovalar serverlari to‘plamini o‘z ichiga oladi, ular asosan IMS ning elementlari bo‘lib hisoblanmaydi. Yuqori tekislikning bu elementlari o‘z tarkibiga SIP protokoli negizidan IP-multimedia li ilovalarni ham, virtual uy muhiti negizida mobil tarmoqlarda amalga oshiriluvchi ilovalarni ham oladi.

IMS ilovalari arxitekturasi nihoyatda murakkab, lekin bu yyerda asosiysi yangi ilovalarni yaratishda va an’anaviy ilovalar bilan integratsiyada yuqori darajada moslashuvchanlik hisoblanadi. Masalan, ma’lumotlarni uzatish muhiti telefon chaqiriqning an’anaviy xossalari bilan integratsiyalashi mumkin, masalan, teskari chaqiriq va chaqiriqni kutish Internet chaqirig‘i bilan. Buni bajarish uchun IMS arxitekturasi juda ko‘p xizmatlarni ishga tushirishga va ular orasida tranzaksiyalarni boshqarishga imkon beradi.

- SSIM (Service Capability Interaction Manager) – IMS yadrosi va ilovalar tekisligining o‘zaro ta’sirlashuvini boshqarishni ta’minlaydi;

- SIP AS (SIP Application Server) – SIP protokoliga asoslangan xizmatlarni bajarish uchun xizmat qiluvchi ilovalar serveri. IMS dagi barcha yangi xizmatlar aynan SIP AS da joylashadi deb kutiladi;

- OSA-SCS (Open Service Access – Service Capability Server) – boʻlishi mumkin boʻlgan xizmatlar serveri, u xizmatlarga ochiq kirishga asoslangan xizmatlarga interfeysni taʼminlaydi (OSA - Open Service Access). Maqsad xizmatlarga standart dasturiy interfeys ilovalari vositasida tarmoq fuknsiyalariga kirish imkonini taʼminlash hisoblanadi;

- IM-SSF (IP Multimedia – Service Switching Function) – xizmatlarni kommutatsiyalash serveri, u IMS tizim ostini mobil tarmoq tizimining mantiqini yaxshilash uchun ilovalardan foydalanuvchiga moslashgan tizimdagi xizmatlar bilan ulanish uchun xizmat qiladi (CAMFI – Customized Applications for Mobile Network Enhanced Logic). Gap GSM global mobil aloqa tizimi uchun ishlab chiqilgan xizmatlar toʻgʻrisida bormoqda, IM-SSF funksiyasi (xizmatlarni kommutatsiyalash funksiyasi) yordamida mazkur xizmatlardan foydalanish IMS da ham mumkin;

- TAS (Telephony Application Server) – telefon ilovalari serveri SIP protokoli axborotlarini qabul qiladi va qayta ishlaydi, shuningdek, chiquvchi chaqiriq qay tarzda tashkil etilishi mumkinligini aniqlaydi. TAS xizmati mantiqi chaqiriqlarni qayta ishlashning tayanch xizmatlarini taʼminlaydi, shu jumladan, raqamlar tahlili, marshrutlash, chaqiriqlarni belgilash, kutish va yoʻnalishni oʻzgartirish, konferensaloqalarni taʼminlaydi. Agar chaqiriq UfTT da qayd etilgan yoki terminlashgan boʻlsa, TAS serveri TDM (UfTT) nutq oqimi bitlarini IP RTP oqimga oʻzgartirishga va uni tegishli IP telefonning IP-adresiga yoʻnaltirishga mediashlyuzlarga buyruq berish uchun MGCF funksiyasiga SIP signalizatsiyasi uchun javob beradi. IMS ning bitta xabarida abonent qurilmalarining turli xillariga maʼlum xizmatlar taqdim etuvchi bir necha TAS toʻgʻrisidagi maʼlumotlar boʻlishi mumkin. Masalan, bitta TAS serveri IP Centrex ga xizmatlarni koʻrsatadi (raqamlashning xususiy rejalari, umumiy maʼlumotnomalar, chaqiriqlarni avtomatik taqsimlash va h.k.), boshqa server ATSni qoʻllab-quvvatlaydi va VPN xizmatlarini taqdim etadi. Bir nechta ilovalar serverlarining oʻzaro taʼsirlashuvi turlicha sinflardagi abonent qurilmalari orasidagi chaqiriqlarni tugatish uchun SIP-I signalizatsiya vositasida amalga oshiriladi;

- HSS (Home Subscriber Server) – uy abonentlari serveri – GSM tarmoqlari elementiga - HLR (Note Location Register) serveriga oʻxshash - foydalanuvchilar maʼlumotlari bazasi hisoblanadi. HSS serveri xizmatlar

bilan bog‘liq foydalanuvchining shaxsiy ma’lumotlariga nisbatan yozuvni o‘qish rejimida ochiq kirishni ta’minlaydi. Kirish turli xil chetki oxirgi nuqtalardan, jumladan, telefon, WEB va SMS ilovalar, set-top box turidagi televizion qo‘shimchalar va boshqalar orqali amalga oshiriladi. Shuningdek HSS da, SLF (Subscription Locator Function) funksiyasi amalga oshirilib, u I-CSCI modulidan yoki ilovalar serveridan savolga javob tariqasida aniq bir abonentning ma’lumotlarini o‘z ichiga olgan ma’lumotlar bazasining holatini aniqlaydi. Nihoyat, HSS serveri tarkibiga 2G tarmoqlari bilan ishlash uchun HLR va AuC (Autentification Center) modullari kiradi.

IMS muhitida HSS serveri har bir foydalanuvchi va abonent tomonidan ishga tushirilgan xizmatlar to‘g‘risidagi ochiq ma’lumotlar bazasi sifatida ishlaydi: foydalanuvchi qanday xizmatlarga obuna bo‘lgan, bu xizmatlar yuklatilganligi, foydalanuvchi tomonidan qanday boshqaruv parametrlari o‘rnatilganligi.

Nazorat savollari

1. IMS nima maqsadda yaratilgan?
2. IMSning vazifasi nimadan iborat?
3. IMSga o‘tishning qanday muhim omillari mavjud?
4. IMS arxitekturasi qaysi tashkilotlar tomonidan standartlashtirilgan?
5. IMS arxitekturasining qanday asosiy xususiyatlarini bilasiz?
6. IMS arxitekturasi qanday sathlardan iborat?
7. IMSning transport sathining vazifasi nimadan iborat?
8. IMSning transport sathida qanday qurilmalar qo‘llaniladi?
9. IMSning boshqarish sathining vazifasi nimadan iborat?
10. IMSning boshqarish sathining elementlarini ayting.
11. IMSning ilovalar sathining vazifasi nimadan iborat?

IV-BOB. TELEKOMMUNIKATSIYA TIZIMLARI VA TARMOQLARINI LOYIHALASHTIRISH

4.1. Tolali optik aloqa tizimlarini loyihalashtirish asoslari

Loyihalashga tizimli yondashuv, yakuniy maqsadlarga erishishga juda ham sezilarli ta’sir etuvchi, alohida qismlarning o‘zaro ta’sirini hisobga olgan holda, muayyan sharoitlarda aniq funksiyalarni bajaruvchi, to‘liqligicha yagona obyekt sifatida tizim va uning ishlashini o‘rganishni ko‘zlaydi. Bunda sistemologiya, sistemotexnika, operatsiyalarni tadqiq etish nazariyasi va matematik dasturlash nazariyasi kabi tizimli fanlarning metodologiyasi va matematik apparati muvaffaqiyatli ishlatilishi mumkin.

Tizimli yondashuv turli loyihalash bosqichlari (dastlabki effekt, texnik loyiha, ilmiy tadqiqot ishi va b.q.) da amalga oshirilishi mumkin, biroq eng samarali effektga tizimning tuzilish sxemasi tanlanadigan va uning asosiy parametrlari baholanadigan, dastlabki loyihalash bosqichida erishiladi.

Optimal loyihalashga tizimli yondashuvning asosiy prinsiplarini quyidagicha ifodalash mumkin:

1. Optimal qismdan tarkib topgan tizim, umumiy holda optimal hisoblanmaydi. To‘liq holda tizimni optimallashtirish, qismlar bo‘yicha optimallashtirish bilan almashtirilganda, ko‘pincha xato xulosalarga olib kelishi mumkin. Qismlar bo‘yicha optimallashtirish to‘liq optimallashtirishdagidek natijalarga olib keladi, faqatgina shu holdaki, qachonki tizimning bir qismining parametrlari boshqa qismining parametrlarini tanlashga ta’sir etmasa, bu amaliyotda nisbatan kam uchraydi.

2. Tizimni optimallashtirish son bo‘yicha aniq va yagona, optimallash-tirish maqsadini matematik ko‘rinishda aks ettiruvchi, mezon bo‘yicha olib borilishi kerak. Tizimning optimallashtiriladigan parametrlarining funksiyasi ko‘rinishida namoyon bo‘lgan, optimallik mezoni maqsad funksiyasi deb ataladi. Qoida bo‘yicha u yoki bu usullar bilan o‘zaro bog‘liq, bir necha optimallik mezonlarining mavjudligi, jarayonni logik tugagungacha etkazishga imkon bermaydi, son bo‘yicha aniq mezonning mavjud emasligi ishlab chiqaruvchi tomonidan uning oldiga qo‘yilgan vazifani etarlicha tushinmasligi xaqida dalolat beradi.

3. Tizim optimallashtirilishi kerak, qachonki optimallashtiriladigan parametrlarga sonli aniq chegaralar berilsa. Optimallashtirish sharoitlariga bog‘liq bo‘lgani uchun tizimning optimalligi doimo nisbiy, shartli.

Shuning uchun optimallashtirish sharoitlari real sharoitlar bilan etarlicha aniq mos kelishi kerak.

Optimal tizimlarni loyihalash matematik usullar bilan amalga oshiriladi, bunda tizimning matematik ifodasiga, ya’ni uning matematik modelini ishlab chiqishga zaruriyat yuzaga keladi. Matematik model asosini tizimning tashqi va ichki parametrlari o‘rtasidagi analitik nisbatlar (aloqa tenglamalari) tashkil etadi. Tashqi parametrlar tizimni foydalanuvchi nuqtai nazaridan ta’riflaydi. Xususan, bunday parametrlar xalaqitlarga bardoshlilik, kanallar soni, o‘tkazish qobiliyati, ishonchlilik, narxi, gabarit o‘lchami, og‘irligi va b.q. bo‘lishi mumkin. Ichki parametrlar tizimni ishlab chiqaruvchi nuqtai nazaridan ta’riflaydi. Uzatish tizimlari uchun bunday parametrlar quyidagilar hisoblanadi: modulyasiya turi, kod turi, o‘zgartirish pog‘onalarining soni, qo‘llaniladigan elementlarning turi va b.q. Keyingi boblarda keng ishlatilinadigan, analitik ko‘rinishdagi tizimning tashqi va ichki parametrlari o‘rtasidagi aloqa tenglamalari quyidagi natijalardan olinishi mumkin:

- nazariy tadqiqotlar (masalan, xalaqitga bardoshlilik, o‘tkazish qobiliyati, ishonchlilik va b.q. uchun aloqa tenglamalari),

- texnik – iqtisodiy hisoblashlar (masalan, narx – navo, keltirilgan xarajatlar va b.q. uchun aloqa tenglamalari),

- eksperimental bog‘liqliklar yoki emperik ma’lumot approksimatsiyasi (masalan, xatolik ehtimolligi, nutq signallarining aniqligi va b.q. uchun aloqa tenglamalari),

- tizim yoki uning kichik tizimlarini EHM da imitatsion modellashtirish natijasida (masalan, qo‘llaniladigan kod turiga bog‘liq holda xalaqitlardan himoyalanganlik yoki xatoliklar xarakteriga bog‘liq holda sinxronizatsiya tizimi parametrlari uchun aloqa tenglamalari).

Aloqa tenglamalaridan ba’zilari ehtimolli xarakterga ega, chunki signal, kanal va xalaqitlarning statistik xarakteristikalarini e’tiborga oladi.

Optimallashtirish masalasini echishda birinchi bosqichda ro‘yxat tuziladi, ya’ni e’tiborga olish kerak bo‘lgan omillar tanlanadi. Bu omillarni ishlatishning ruxsat etilgan chegaralarini aniqlash kerak. Bundan kelib chiqib, mumkin bo‘lgan ruxsat etilgan echimlar doirasi aniqlanadi. Keyingi bosqichda mezon va chegaralar tanlanadi. Maqsad (maqsadlar) loyihalashtiriladigan tizimning istalgan (maqsad etilgan) xolati sifatida,

ya’ni rivojlantiruvchi natija sifatida aniqlanadi. Aytib o‘tilgandek, maqsadga erishish ko‘pgina xolatlarda, tizimning tashqi va ichki parametrlarining qiymati kabi ehtimolli xarakterga ega va nimani bajarish mumkin bo‘lishidan ajralmaydi. Shu tarzda, maqsadlar ularga erishish vositalaridan ajralmagan, bu maqsadlarga erishish doimo chegaralangan. Natijada, qoida bo‘yicha, maqsadlar ierarxiyasi shakllanadi, ulardan biri (asosiylari) mezonlar vazifasida, boshqalari chegara vazifasida namoyon bo‘lishi mumkin. Bunda ularni qarama – qarshi qo‘yish mumkin emas, oldin mezon bo‘lganlar, keyinchalik chegara bo‘lishi mumkin va aksincha.

Mezon – qaror qabul qilishning tanlangan variantining maqsadga muvofiqligini baholash imkonini beruvchi ko‘rsatkich. Mezonning matematik ta’rifi – mezonli yoki maqsadli, funksiya.

CHegara – ko‘riladigan variantlar sonini chegaralovchi, omillar.

Agar analitik ifoda yordamida u yoki bu Z masalaning maqsadini va unga erishish vositalari x_i ni bog‘lashga erishilsa, unda maqsadli yoki mezonli, W funksiya olinadi:

$$Z = W(X, T), \qquad (1.1)$$

bu yerda, X – boshqariluvchi o‘zgaruvchilar (maqsadga erishish vositalari); T – chegara (yo‘naltirilgan o‘zgaruvchilar).

Minimum yoki maksimum Z – optimallashtirish mezoni, qabul qilingan qaror samarasining chegaraviy o‘lchovini sonli ifodalovchi:

$$Z_{min\ (maks)} = W^*(x_1^*, x_2^*, \ldots, x_m^*, T), \qquad (1.2)$$

bu yerda, x_i^* - T chegaralarda boshqariluvchi o‘zgaruvchilarning optimal qiymatlari, i = 1, m.

Optimallashtirish masalalarini to‘g‘ri va teskari tashkil etish usullari farqlanadi. Masalan, to‘g‘ri tashkil etishda mezon sifatida S xarajatlar (kapital, ekspluatatsion va b.q.) birinchi o‘rinda turadi, lekin E qaror (ishonchlilik, xalaqitbardoshlilik, o‘tkazish qobiliyati, regeneratsiyalash uchastkasi uzunligi va b.q.) ning effekt yoki samaradorligi chegara hisoblanadi:

$$S_{min} = \min(S_1, S_2, \ldots, S_m),\ E \geq E_{te}, \qquad (1.3)$$

bu yerda, E_{te} – effektning talab etiladigan qiymati (masalan, tayyorlik koeffitsienti).

Masalani teskari tashkil etishda mezon sifatida effekt (qaror samaradorligi) birinchi o‘rinda turadi, xarajatlar esa chegara hisoblanadi:

$$E_{maks} = maks\ (E_1, E_2, E_m),\ C < S_{r.e}, \qquad (1.4)$$

Bu yerda, $S_{r.e}$ – ruxsat etilgan xarajatlar.

Axborotlashtirilganligiga bog‘liq holda optimallashtirish masalasi quyidagi sharoitlarda echilishi mumkin:

- aniqlilik, qachonki tizimning tashqi va ichki parametrlari bir qiymatli aniqlanganda;

- stoxastik (tavakkal, xavfli sharoitlarda), qachonki parametrlar qiymati tasodifiy xarakterga ega bo‘lsa, lekin ehtimolli xarakteristikalar bilan aniqlanishi mumkin;

- noaniqlilik, qachonki parametrlar qiymati noma’lum bo‘lsa, ya’ni xattoki ularning ehtimollik xarakteristikalari mavjud bo‘lmaydi.

Optimallashtirish masalalarini echish uchun qo‘llaniladigan, eng keng tarqalgan matematik metodlarga, aniqlilik sharoitlarida chiziqli va dinamik dasturlash usullari kiradi, tavakkal va xavfli sharoitlarda – statistik sinash usullari (Monte – Karlo usuli), noaniqlilik sharoitlarida – ierarxiyalarni taxlil qilish usullari kiradi [123].

Loyihalash uchun zarur boshlang‘ich ma’lumotlar. Asosiy loyiha xujjatlari

Telekommunikatsiya tarmoqlarining uzatish liniyalarini loyihalash va qurish haqida qaror regionlararo kompaniyalarni va operatorlarning aloqa tarmoqlarini, ularning magistral, zonaviy va mahalliy birlamchi tarmoqlarini va texnologik aloqa tarmoqlarini rivojlantirish sxemalari asosida, shuningdek iqtisodiy maqsadga muvofiqlilik, xo‘jalik, ijtimoiy va xavfsizlik zaruriyatlari asosida qabul qilinadi. Loyihalash uchun boshlang‘ich ma’lumotlar quyidagilar hisoblanadi:

- aloqani tashkil etish sxemasi;

- turli ishlab chiqaruvchilarning apparatura va kabellaritexnik xarakteristikalariga qo‘yiladigan talablar, ishonchlilik va narx navoni qo‘shib;

- uzatish liniyalarining talab etiladigan o‘tkazish qobiliyati, shuningdek rivojlanish istiqbolini e’tiborga olgan holda;

- aloqa operatorining ta’sir doirasida talab etiladigan ishonchlilik ko‘rsatkichlari va b.q.

Loyihalash bosqichida aniqlash kerak bo‘lgan, tarmoqning asosiy xarakteristikalari quyidagilar hisoblanadi: ishonchlilik, asosiy va rezerv o‘tkazish qobiliyatlari kattaliklarining nisbati, boshqariluvchanlik, moslashuvchanlik va masshtabga muvofiqlik. Bundan tashqari tarmoq iqtisodiy xarakteristikalarga ham ega, masalan, kapital xarajatlar va uning raqobatlilik qobiliyatini aniqlovchi, xarajatlarni oqlash vaqti.

Birlamchi telekommunikatsiya tarmoqlarini qurish va rekonstruksiya qilish raqamli uzatish tizimlaridan, raqamli kommutatsiya tizimlaridan va tolali optik aloqa liniyalaridan keng foydalanish asosida amalga oshiriladi. Birlamchi tarmoqning uzatish liniyalarini qurish va rekonstruksiya qilish bo‘yicha ishlar faqatgina loyiha va smeta mavjud bo‘lgandagina olib boriladi. Loyiha va smetalar qoida va tarkib, moslashish tartibi haqidagi boshqaruvchi materiallarga mos holda ishlab chiqiladi va bino, inshoot, korxonalarni qurish va rekonstruksiya qilishga loyiha – smeta xujjatlari tasdiqlanadi.

Birlamchi telekommunikatsiya tarmoqlarining faoliyatdagi uzatish liniyalarini qurish va rekonstruksiya qilishni loyihalashni asosan «Aloqa loyiha» Davlat Unitar korxonasiamalga oshiradi. Bundan tashqari loyihalash bo‘yicha ishlar aloqa tarmoqlari operatorlari tomonidan ham olib boriladi. Ularning tarkibiga aloqa inshootlarining faoliyat maydoni doirasida ularni qurish loyihalarini aniqlovchi va qurilish maydonlarini tanlashda ishtirok etuvchi va aloqa inshootlarini qurish va rekonstruksiya qilishga texnik sharoitlar (TSH) ni tuzuvchi loyiha bo‘limlari (yoki ularga o‘xshash xizmatlar) kiradi.

Loyihalash jarayonida ishchi muloqotga: aloqa inshootlarini qurishni rejalashtiruvchi buyurtmachi, (vazirlik, muassasa, aloqa operatori va b.q.) va loyiha ishini amalga oshiruvchi bosh loyihachi - loyiha tashkiloti kiradi, bunda maxsus loyiha tashkilotlari ham jalb etilishi mumkin. Loyiha tashkilotlari buyurtmachi bilan birgalikda texnik - iqtisodiy asoslashlar (TIA) ni ishlab chiqaradi.

Bu loyiha xujjatida zaruriyatning texnik - iqtisodiy va sotsial asoslari va uzatish liniyalarini qurish va rekonstruksiya qilish tartibi beriladi. Bunda qurilish yoki rekonstruksiya qilish narxini, kapital qo‘yilmalarning samaradorligini aniqlash va ularni optimallashtirish maqsadida kelgusi

qurilish joylarida topografik, injener - geologik, gidrologik va boshqa izlanishlar bajariladi.

Loyiha qarorlari loyiha hujjatlari ko‘rinishida rasmiylashtiriladi, ularning tarkibi va tuzilmasi loyihalashtirilayotgan aloqa inshootlarining yangiligi va murakkabligi, namunaviy yoki qayta qo‘llaniladigan loyihalarning va b.q. ning mavjudligi bilan aniqlanadi.

Namunaviy yoki nisbatan murakkab bo‘lmagan aloqa inshootlarini qurish bir bosqichda amalga oshadi (bir bosqichli loyihalash), uning uchun ishchi loyihaga loyihalashga topshiriq (LT) asosiy loyiha xujjati hisoblanadi.

Loyihalashga topshiriq bosh loyihachi bilan birgalikda buyurtmachi tomonidan tuziladi, zaruriyat bo‘yicha esa texnik - iqtisodiy asoslash (TIA) ishlab chiqarilgan bosqichda qabul qilingan qarorlar negizida maxsus tashkilotlar tomonidan ham tuziladi.

Loyihalashga topshiriqda quyidagilar ko‘rsatiladi:

- loyihalashtirilayotgan liniya nomi va uni loyihalash uchun asos va aloqaning yangi tarmoq tugunlarini qurish yoki mavjudlarini ishlatish;
- aloqa kanallari ajratilishi kerak bo‘lgan, oxirgi tugun va oraliq punktlar belgilangan uzatish liniyasining yo‘nalishi;
- turli ierarxiyalarning raqamli oqimlari yoki asosiy raqamli kanallari (ARK) ning tovush chastotali kanallari (TCHK) ning umumiy soniga keltirilgan, uzatiladigan axborotlarning turi va hajmi (telefon, telegraf va faksimil aloqa, ma’lumotlarni uzatish, Internet, elektron pochta, televidenie va ovoz eshittirishlari, mobil radioaloqa roumingi va b.q.);
- raqamli uzatish tizimlarini, kabel turini tanlash va ularni etkazib beruvchi manbalar bo‘yicha dastlabki tavsiyalar;

- tarmoq topologiyasi bo‘yicha tavsiyalar, uning elementi loyihalashtirilayotgan uzatish liniyasi bo‘ladi;

- rekonstruksiyani tugatish yoki loyiha quvvatini o‘rganish davrida vaqtli aylanma aloqani va birlamchi tarmoqning bog‘lovchi liniyalarini tashkil etish bo‘yicha talablar;

- texnik va yordamchi binolarni qurish, manbalarni va elektr ta’minoti, issiqlik ta’minoti tarmoqlarini va ularga muhandislik kommunikatsiya xizmatlarini loyihalash kerakligi asoslari;

- uzatish liniyasining ishonchlilik ko‘rsatkilariga talablar va ularni turli ta’sirlardan, shuningdek ruxsatsiz ulanishlardan himoyalash bo‘yicha tadbirlarga talablar;

- uzatish liniyasining telekommunikatsiya tarmog‘idagi boshqa inshootlari va ularning tarkiblari bilan o‘zaro aloqasi;

- favqulodda holatlarga tadbirlar;

- uzatish liniyasidan foydalanishni tashkil etish, ekologiya va atrof muhitni muhofaza qilish bo‘yicha talablar;

- seysmiklik, ekinli gruntlar guruhi, suvli va boshqa to‘siqlar va va b.q. haqida dastlabki ma’lumotlar;

- kapital qo‘yilmalarning o‘lchamini belgilovchi qurilishning mehnat sig‘imi, material sig‘imi va kapital qo‘yilmalar samaradorligining solishtirma ko‘rsatkichlari;

- texnik- iqtisodiy ko‘rsatkichlari va moliyalashtirish manbalari;

- uzatish liniyalarini qurish va rekonstruksiya qilishning boshlanish va tugatish muddatlari.

- loyiha variantlarini amalga oshirish samaradorligini texnik iqtisodiy baholash;

- telekommunikatsiya tarmoqlarining ekspluatatsiyasi va boshqarishning zamonaviy texnologiyalari;

- taktli tarmoq sinxronizatsiyasi va b.q.

Yangi telekommunikatsiya texnologiyalarini ishlatishda, namunaviy va bunga o‘xshash loyihalar mavjud bo‘lmaganda, aloqaning murakkab inshootlarini loyihalash ikki bosqichda olib boriladi (ikki bosqichli loyihalash). Bunda ishchi loyiha xujjati loyihaning muhim xujjati hisoblanadi.

Loyiha bir qator zarur bo‘limlardan iborat:

- umumiy tushintirish yozuvi;

- ishlab chiqarish texnologiyasi;

- qurilish qarorlari;

- qurilishni tashkil etish;

- aholi turar joylarining qurilishi;

- ishchi xujjatlarni tutish va b.q.

«Umumiy tushintirish yozuvi» loyihalashga boshlang‘ich ma’lumotlarni, texnik-iqtisodiy hisoblarning bajarilish natijalarini va ularni eng yaxshi an’anaviy va xorijiylarining ko‘rsatkichlari bilan taqqosiy farqini ko‘rsatadi. Bu bo‘limda materiallar, yoqilg‘i-energetik va mehnat resurslariga ehtiyoj va ularni ta’minlash yo‘llari haqida ma’lumotlar; obyektning tarkibi, qurilish tarkibi, ishga tushirish komplekslari va asosiy ishlarning xajmi, muxandislik tarmoqlari bo‘yicha qarorlar, ekologiya va atrof muhit himoyasi va favqulodda holatlar haqidagi ma’lumotlar bayon etiladi. Loyiha qarorlarining boshqa tashkilotlar bilan muvofiqlik masalalari va talab, norma, qoida, yo‘riqnoma va standartlarning kelgusi qurilishning barcha jabhalarida rioya etilishi, albatta yoritilgan bo‘lishi kerak. Bu xujjatga quyidagi asosiy chizma va sxemalar ilova qilinadi: mavjud va loyihalashtirilayotgan tashqi kommunikatsiyalar va muxandislik tarmoqlari ko‘rsatilgan holat plani; mavjud, loyihalashtiriladigan yoki rekonstruksiya qilinadigan inshootlar, shuningdek chetlashtirish, olib tashlash lozim bo‘lgan inshootlar va b.q. aks ettirilgan asosiy plan sxemasi, plani va trassaning bo‘ylama profili.

«Ishlab chiqarish texnologiyasi» bo‘limi ishlab chiqarish – hisob dasturiga, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va mexanizatsiyalash va ishlab chiqarishni boshqarish bo‘yicha qarorlarga ega. Loyihaning bu qismi, uzatish liniyalarining uskunalarini texnik ekspluatatsiyasini tashkil etishda axborot texnologiyalarining keng ko‘llanilishi bo‘yicha prinsipial, asosiy qarorlarni aks ettiradi. Bo‘lim texnologik jarayonlarini avtomatlashtirish va mexanizatsiyalashning asosiy, prinsipial sxemalari va energiya bilan ta’minlash va aloqani tashkil etishning tuzilish sxemalari bilan uzatib beriladi.

«Qurilish qarorlari» bo‘limi asosiy qurilish qarorlarining qisqacha ta’rifi va asoslariga, ularning zamonaviy qurilish texnologiyalariga mosligiga, shuningdek elektr, portlash, yong‘in xavfsizligi, inshootlarni turli xildagi korroziyalardan himoyalash bo‘yicha, suv bilan ta’minlash, kanalizatsiya, issiqlik, xavoni ventilyasiyasi – shamollatish bo‘yicha tadbirlar ro‘yxatiga, shuningdek favqulodda holatlar bo‘yicha qarorlarga ega.

«Qurilishni tashkil etish» bo‘limida loyiha xujjatlarining tarkibi, xajmi va tuzilishi, uning qurilishni tashkil etish loyihalarini va ishlab chiqarish loyihalarini tuzish bo‘yicha yo‘riqnomalarga mosligi ko‘rsatiladi.

«Aholi turar joylarining qurilishi» bo‘limida bu turdagi qurilishning xajmi va loyihalashtirilayotgan optik uzatish liniyasining ishga tushirish komplekslarini foydalanishga kiritishni ta’minlovchi, qurilish ketma-ketligi o‘rnatilgan detalli rejalashtirish bo‘yicha qarorlar asoslanadi.

Loyiha tugashida smeta xujjatlari va loyiha pasporti tuziladi, bunda aholi turar joylarining qurilishi chiqarib tashlanadi.

«Ishchi xujjatlar» bo‘limi o‘zida ikki bosqichli loyihalashda loyiha xujjatini namoyon etib, qurilish narxini aniqlash va smeta hisoblari to‘plamini va smetani tuzish bo‘yicha uslubiy ko‘rsatmalar, yo‘riqnomalar va standart talablariga mos holda bajarilgan, ishchi chizma va smetalarni o‘z ichiga oladi. Ishchi xujjatga qurilish montaj ishlarini ishlab chiqish, texnologik, energetik, transport uskunalarini va ular bilan bog‘liq kommunikatsiyalarni o‘rnatish chizmalari ilova qilinadi.

Loyiha xujjatlarini tayyorlash, uzatish liniyasining kelgusi qurilish sharoitlarini va ularning uskunalarini foydalanishga tushirish sharoitlarini to‘liq o‘rganish maqsadida, izlanish ishlari majmuasini o‘tkazishni talab etadi. Izlanish ishlari iqtisodiy va texnik ishlarga bo‘linadi.

Iqtisodiy izlanishlar qurilish ko‘zda tutiladigan joyning iqtisodiyotini, xom ashyo va yoqilg‘i olish imkoniyatlarini o‘rganish, qurilishni mahalliy materiallar bilan ta’minlash va bo‘lajak korxonaning qurilishi va ekspluatatsiyasida ishlash uchun mahalliy aholini jalb etish maqsadida olib boriladi. Iqtisodiy izlanishlar faoliyatdagi inshootlar haqidagi va ularni kengaytirish yoki rekonstruksiya qilish imkoniyatlari haqidagi axborotlarni beradi.

Texnik muxandislik izlanishlari bo‘lajak qurilish rayonining topografiya, geologiya, metrologiya va boshqa sharoitlarini, ya’ni uning tabiiy sharoitlarini o‘rganish uchun olib boriladi. Bu izlanishlar, bu ishlarni bajarish uchun litsenziyaga ega bo‘lgan, maxsus izlovchi tashkilot tomonidan bajariladi.

Loyiha va ishchi loyiha tasdiqlangunga qadar, mos keluvchi institutlarga ekspertiza va himoyaga beriladi. Tasdiqlanish xujjatlari bilan

birgalikda loyiha – smeta xujjatlarining to‘liq majmuasi buyurtmachi va bosh loyihachida saqlanadi. Yangi tarmoqlarni yaratishda va mavjudlarini modernizatsiyalashda kompyuterli loyihalash va modellashtirish usullaridan foydalanish, raqobatga qobiliyatli tarmoqlarni qurishga zamonaviy yondashuv hisoblanadi.

Boshlang‘ich ma’lumotlarni o‘zgartirishning soddaligi, grafik ko‘rinishda tasvirlangan ma’lumot va natijalarning aniqligi, natijalarni olish tezligi, loyiha xujjatlarining olinadigan formalarining turliligi sababli loyihalashning zamonaviy kompbyuterli usuli qo‘lda bajarilgandagisidan foydaliligi va qulayligi bilan farqlanadi. Bundan tashqari, kompyuterli loyihalash optimallashtiruvchi algoritmlarni ishlatish afzalliklari hisobiga loyiha qarorlarining optimallashuvini ta’minlaydi.

Loyihalashning asosiy bosqichlari

Uzatish liniyasini loyihalashda quyidagi masalalar echiladi:

- Uzatish liniyasining trassasini tanlash;
- Oxirgi va oraliq punklarning ijtimoiy-iqtisodiy xarakteristikalari;
- Talab etiladigan kanallar sonini asoslash va hisoblash;
- Regeneratsiyalash punktlarini joylashtirish va boshqalar.

Uzatish liniyasining trassasini tanlash texnologik loyihalash normalariga muvofiq izlanish jarayonlarida amalga oshiriladi. Trassa uzunligi minimal bo‘lishi kerak. Trassaning shahardan tashqaridagi qismi avtomobil yo‘llari bo‘ylab, o‘pirilish va cho‘kish bo‘lmasligi uchun qishloq xo‘jaligi uchun mo‘ljallanmagan erlar, shuningdek kemiruvchi xayvonlar bo‘lmagan erlar bo‘ylab o‘tishi kerak. Loyihalashda turli xildagi er osti kommunikatsiyalarning, yuqori voltli liniyalarning va elektr temir yo‘llarining joylashuvini hisobga olish kerak. Trassaning mos keluvchi obyektlar bilan kesishuvi va yaqinlashuvini loyihalash normativ xujjatlarda aniqlanadi.

Aholi punktlarida trassa asosan mavjud yoki loyihalashtirilayotgan kabelli kanalizatsiya bo‘ylab, tonnellarda va ayrim xollarda yerda o‘tishi kerak. Trassa bo‘ylab punktlar orasidagi masofa izlanishlar jarayonida aniqlanadi. Bunda trassaning bir necha variantlari tanlanadi, ular eng afzal variant deb tanlangan uzatish liniyasining xolat plani ko‘rinishida aks ettiriladi.

Elektrik hisoblashlar uchun punktlar orasidagi masofa, trassaning to‘g‘ri emasligini va ularni aylanib o‘tishda kabel bukilishlarini hisobga

oluvchi, kabel uzunligi bo‘yicha aniqlanadi. Odatda kabellar uzunligi mos keluvchi trassa uchastkasi uzunligidan oshadi. Normativ zapaslar mos keluvchi uchastka uzunligidan o‘rtacha 2% ni tashkil etadi.

Kabelli liniya trassasi shunday tanlanadiki, xamma punktlarni (loyihalash topshirig‘ida ko‘zda tutilgan) aloqa bilan ta’minlashda inshootlarga va uzatish liniyasining ekspluatatsiyasiga sarf etiladigan xarajatlar minimal bo‘lishi kerak.

Trassaning optimal variantini tanlash quyidagi me’zonlar bo‘yicha olib boriladi:

- qurilishga minimal kapital xarajatlar;
- minimal ekspluatatsiya xarajatlari;
- xizmat ko‘rsatish qulayligi.

Ko‘rsatilgan me’zonlarni qoniqtirish uchun trassa berilgan punktlar orasida eng qisqa masofa va qurilishni murakkablashtiruvchi va qimmatlashtiruvchi, to‘siqlarning eng kam soniga ega bo‘lishi kerak. Agar kabelni avtomobil yo‘li bo‘ylab yotqizish, trassani juda ham uzunlashtirib yuborsa, trassa kabelini to‘g‘rilashga ruxsat etiladi.

Suvli to‘siqlarni kesib o‘tish uchun eng kichik kenglikka ega joy tanlanadi.

Ko‘rilgan variantlarning qiyosiy taxlil natijalari jadval ko‘rinishida rasmiylashtiriladi, tomonlar yo‘nalishi va masshtab ko‘rsatilgan kartadan nusxa olinadi va shartli belgilar qo‘yiladi.

Oxirgi va oraliq punktlarning ijtimoiy-iqtisodiy xarakteristikalari, tanlangan oxirgi va trassada joylashgan oraliq punktlar orasida aloqaning tashkil etilishini asoslash uchun zarur.

Turli xildagi telekommunikatsiya xizmatlari bo‘yicha tanlangan punktlarning bir-biriga intilishi, punktlarning ijtimoiy-iqtisodiy va ma’daniy rivojlanganlik darajasiga, birinchi navbatda aholi soniga bog‘liq. Shuning uchun xarakteristikada oxirgi ro‘yxatga olish ma’lumotlari bo‘yicha aholi soni, og‘ir va engil ishlab chiqarish korxonalari haqidagi moliyaviy-kredit va investitsiya muassasalari, ma’daniyat markazlari, ilmiy tadqiqot markazlari va o‘quv yurtlari, transport va aloqa, savdo-sotiq va b.q. haqidagi ma’lumotlar keltiriladi.

Keltirilgan ma’lumotlar asosida belgilangan aholi punktlarining bir-biriga intilish darajasi haqida, ularni turli xildagi telekommunikatsiya xizmatlari bilan ta’minlash haqida xulosa qilinadi.

Berilgan aholi punktlarini bog‘lovchi, kerakli kanallar sonini hisoblash va asoslash, bu punktlardagi aholining soniga va aholining ayrim guruhlarining o‘zaro aloqa va turli xildagi xabarlar bilan almashinuviga qiziquvchanlik darajasiga bog‘liq. Istalgan aholi punktidagi aholi soni oxirgi ro‘yxatga olishning statistik ma’lumotlari asosida aniqlanishi mumkin. Istiqbolli loyihalashda aholining o‘sishini e’tiborga olish kerak. Istiqbolli loyihalash yili hozirgi vaqtga nisbatan 5...10 yil oldinga qabul qilinadi.

Bir abonent hosil qiladigan solishtirma yuklamani, berilgan yo‘qotishlar qayd etilgan ulanishlarni va loyihalashtirilayotgan magistralniig ma’lum punktlarida telefon zichligini hisobga olish bilan dastlabki telefon kanallarining soni aniqlanadi.

Turli vazifali telekommunikatsiyalarni (ovozli signallarni uzatish, telegraf aloqasi, ma’lumot signallarini uzatish, televidenie kanallari va mobil radio aloqa roumingini tashkil etish, internet tarmog‘iga va h.k.) tashkil etish uchun zarur bo‘lgan kanallar soni, ma’lum punktlarning telefon kanallari soni va telefon zichligi orqali ifodalanishi mumkin. Telekommunikatsiya kanallarining umumiy soni ARK-asosiy raqamli kanal yoki TCHK-tovush chastotali kanallarning ekvivalent sonidan kelib chiqadi.

Uzatish tizimi va kabel turini tanlash birlamchi telefoniya tarmog‘ini quyidagi yo‘nalishlar bo‘yicha rivojlantirishni e’tiborga olgan holda amalga oshiriladi:

- kabel va raqamli uzatish tiziimlarini qo‘llash bilan yangi magistrallarni qurish;
- mavjud magistrallarni optik kabellarni va optik uzatish tizimlarini qo‘llash bilan rekonstruksiya qilish.

RUT va kabel turini tanlash uchun loyihalashtirilayotgan raqamli uzatish liniyasining vazifasi, talab etiladigan aloqa masofasi, oxirgi va oraliq punktlar orasida talab etiladigan raqamli oqimlar soni haqidagi axborot kerak.

Rekonstruksiya qilish xolatida aloqani tashkil etishning variantini tanlash va turli tipdagi TOUT qo‘llanilganda bir turdagi kabel uchun kapital va yillik ekspluatatsiya xarajatlarini taqqoslash asosida olib boriladi.

Kabel markasi trassadagi erning xarakteri, kabelni yotqizish usuliga bog‘liq holda tanlanadi. Barcha hollarda RUT kanal va traktlarining zaruriy sifat ko‘rsatkichlarining saqlanilganligi, raqamli uzatish liniyasining iqtisodiy samaradorligi eng asosiy shart hisoblanadi.

Regeneratsiyalash punktlarini joylashtirish quyidagi talablarni hisobga olgan holda amalga oshiriladi. Raqamli liniya trakti oxirgi punktlar (OP) ning uzatuvchi va qabul qiluvchi liniya trakti uskunalari (LTU) dan, xizmat talab qiladigan (XTQRP) va xizmat talab qilmaydigan regeneratsiyalash punktlari (XTQyRP) dan, regeneratsiyalash uchastkalari (RU) dan va optik kuchaytirish punktlari (KU) dan tarkib topgan.

XTQyRP OP yoki XTQRP dan distansion manba bilan ta’minlanadi, shuning uchun ularni imkon qadar tejamli qilib tayyorlashga intilinadi.

XTQyRP ni ta’minlovchi OP va XTQRP orasidagi masofa distansion ta’minot (DT) masofasi deyiladi va har bir RUT ning pasport ma’lumotlaridan biri hisoblanadi.

OP-XTQyRP, XTQyRP-XTQyRP yoki XTQyRP-XTQRP orasidagi masofa regeneratsiyalash uchastkasi uzunligi deyiladi. RUT ning optik kabeli RU uzunligi uning energetik potensialiga, ya’ni maksimal qoplanadigan so‘nish va optik kabel turiga bog‘liq [123].

Dispersiya buzilishlari uncha katta bo‘lmagan hollarda va to‘lqin uzunligi bo‘yicha ajratilgan TOUTda kuchaytirish punktlarini qo‘llash maqsadga muvofiq. Kuchaytirgichlarning soni shovqindan himoyalanganlik talablaridan kelib chiqqan holda chegaralanadi. Buzilishlar darajasi yuqori, shovqindan himoyalanganlik talab doirasida bo‘lmaganda liniya traktida kuchaytirish punktlari bilan birgalikda ma’lum masofalardan keyin regeneratsiyalash punktlarini ham joylashtirish zarur.

Tolali optik uzatish liniyalarini loyihalash bo‘yicha asosiy qoidalar

Tolali optik uzatish liniyalari (TOUL) ni loyihalashda, istiqbolli loyihalash bilan bog‘liq, ishonchlilikni oshirish, ekspluatatsiya va kapital xarajatlarni kamaytirish maqsadida, quyidagilarni ko‘zda tutish tavsiya etiladi:

- xattoki kichik o‘tkazish qobiliyatli tarmoq uchastkalarida ham faqat bir modali optik tolali (OT) optik kabellarni ishlatish;
- rezerv OTli optik kabellarini qo‘llash;
- talab etilgan o‘tkazish qobiliyatli qismda boshlang‘ich ma’lumotlarga nisbatan, liniya traktining yuqoriroq tezlikli apparaturasini qo‘llash.

Bir modali optik tolali optik kabellarning yaratilishi va kelgusi mukammallashuvi, B*L ifodaning chegaraviy qiymatini keskin oshirish imkonini yaratdi, bu yerda V - uzatish tezligi, L - regeneratsiyalash uchastkasi uzunligi. Masalan, eng arzon OTli optik kabel uchun L=100 km uzunlikda chegaraviy uzatish tezligi STM-16 (30 ming ARK) sathga mos keladi.

Rezerv OTli optik kabellarni yotqizishning maqsadga muvofiqligi bir necha afzalliklarga ega. Birinchidan, bu axborotlarni fazaviy zichlashtirish deb ataluvchi, istiqbolli rivojlanishga TOUL ning o‘tkazish qobiliyati bo‘yicha zahirani ta’minlaydi. Bunda optik kabeldagi OTlar sonining 10 martaga ortishi TOUL inshootlariga xarajatning atiga 20 % ga oshishiga olib keladi. Ikkinchidan, bu TOUL ning ishlash ishonchliligini oshirish uchun rezerv optik toladan samarali foydalanishni ta’minlaydi. Bunda rezerv OTlar ishlatilishi mumkin:

- ishchi OT o‘rnini bosish uchun, agarda ishchi OT ning parametrlari kabelni yotqizish yoki ekspluatatsiya qilishda ruxsat etilgan chegaralar doirasidan chiqib ketgan bo‘lsa;
- SRI TOUL uchun rezerv multipleksorlash ulanishini tashkil etish uchun;
- aloqani uzmasdan optik reflektometrni rezerv OT ga ulash yo‘li bilan muntazam rivojlanuvchi rad etishlar sababini aniqlash va lokalizatsiya qilish uchun, agar optik kabeldagi hamma OT lar uchun bu sabab umumiy hisoblansa (masalan, erning siljishidan optik kabelda bukilishlar yuzaga kelishida, ulovchi muftalar buzulganda va h.k.).

Talab etilgan o‘tkazish qobiliyatiga nisbatan liniya traktining yuqori tezlikli, oxirgi apparatini qo‘llash maqsadga muvofiq.

SRI TOUL loyihalashda ham yuqori o‘tkazish qobiliyatli apparaturani qo‘llashni ko‘zda tutish maqsadga muvofiq. STM-16 sinxron multipleksor narxi STM-4 multipleksor narxidan 30-40 % ga qimmat, bu ham yana TOUL inshootlariga to‘liq xarajatlarni bir necha foizgagina oshishiga olib keladi. Biroq SRI apparaturasining qo‘shimcha o‘tkazish

qobiliyati, istiqbolli rivojlanishda uzatish tezligini oshirish zaruriyati talab etilgunga qadar, tarmoqda rezervlashlarni ishlatish hisobiga ishonchlilik koʻrsatkichlarini oshirish uchun samarali ishlatilishi mumkin.

SHuningdek, TOUL ni loyihalashda quyidagilarni nazarda tutish kerak:

- mahalliy birlamchi tarmoqlarda (bir kuchaytirish uchastkali) TOUL ni tashkil etish;
- regional va magistral birlamchi tarmoqlarda ikki qoʻshni tarmoq tugunlari oʻrtasida (bir kuchaytirish uchastkali) TOUL uchastkasini tashkil etish, buning uchun zaruriyat tugʻilganda optik kuchaytirgichlar (OK) ni qoʻllash;
- imkoniyatlariga va vazifasiga bogʻliq holda axborotlarni turli zichlashtirish usullarini toʻlqin uzunligi boʻyicha, vaqt boʻyicha va fazoviy zichlashtirish usullarini moslashuvchan ishlatish.

Darhaqiqat, TOUT komponentlarining zamonaviy darajasi, birinchi avlod (Fabri – Pero lazerlari) nurlanish manbalari qoʻllanilgan, etarlicha arzon va kompakt liniya traktining oxirga apparaturalari (LTA) asosidagi mahalliy birlamchi tarmoqlarda bogʻlovchi liniyalarni tashkil etishda, bir yoki bir necha shaffoflik darchalarida ishlashda barcha mumkin boʻlgan masofalarni bir kuchaytirish uchastkasibilan qoplash imkonini beradi.

Bugungi kunda LTA ni ishlab chiqaruvchi koʻpgina kompaniyalar, aloqa vositalari bozorini koʻzda tutgan holda, qoida boʻyicha, qoplanadigan soʻnishga bogʻliq holda (regeneratsiyalash uchastkasi uzunligi 10 dan 150 km gacha), yagona konstruksiyada, lekin turli narxlarda LTA ning butun bir oilasini ishlab chiqaradi, bu uning aloqa oeratorlari tomonidan tarmoqlarda qoʻllanilishi boʻyicha yuqori moslashuvchanlikka olib keladi.

Optik kuchaytirgichlar (OK) ning yaratilishi va ularning LTA tarkibida qoʻllanilishi regeneratsiyalash uchastkasining maksimal chegaraviy qiymatini oshirish imkonini berdi, ya’ni koʻpgina holllarda TOUL trassasini zona ichi – regional va magistral birlamchi tarmoqlarda xamroh tarmoq tugunlari orqali loyihalash imkoni yuzaga keldi.

OK ning kuyidagi uch turi aniqlangan:

OK_1 – to‘yinish quvvatining katta qiymatiga ega uzatish OK, bevosita LTA ning optik uzatgichi (OUz) chiqishida signal quvvatining sathini oshirish uchun ishlatishga mo‘ljallangan;

OK_2 – juda kichik shovqin sathiga ega qabul qilish OK, bevosita LTA ning optik qabul qilgichi (OQq) kirishida uning sezgirligini oshirish uchun ishlatishga mo‘ljallangan;

OK_3 – kichik shovqin sathiga ega oraliq OK, uni regeneratsiyalash uchastkasi uzunligini oshirish uchun passiv tolaning uchastkalari orasida o‘rnatish tavsiya etiladi.

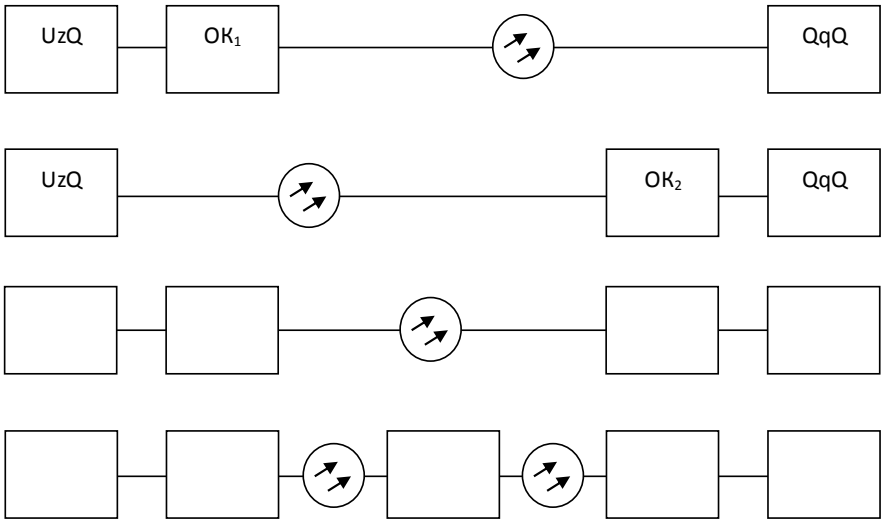
Turli OK ning qo‘llash mumkin bo‘lgan sxemalari 15.1-rasmda keltirilgan.

OK qo‘llanilgan LTA ning optik ulanish joylari regeneratsiyalash uchastkasi uzunligining masofasi bo‘yicha V (very – juda uzun) va U (ultra – eng katta uzunlikli) turdagi ulanish joylari tasniflangan. V turdagi ulanish joylari UzOK + OK_1 + QqOK sxemasiga yoki UzOK + OK_2 + QqOK sxemasiga U turdagi ulanish joylari esa UzOK + OK_1 + OK_2 + QqOK sxemalariga mos keladi.

OK ni LTA tarkibida qo‘llash imkoniyati TOUL xizmat talab qilmaydigan regeneratsiyalash punktlari (XTQyRP) ning elektr ta’minot muammolarini yuzaga kelmaslik imkonini beradi.

Yuqori tezlikli SRI TOUT ning birinchi avlodlarini tadbiq etish malakasi ko‘rsatgandek, TOUL ni loyihalashda va uni tashqi ruxsat etilmagan ulanishlardan himoyalash zaruriyatiga bog‘liq holda imkon qadar XTQyRP inshootlarini qo‘llamaslik ham maqsadga muvofiqdir.

Regional va magistral birlamchi tarmoqlarda bir kanalli TOUT uchun OK_3 ni qo‘llash ko‘pgina xolatlarda maqsadga muvofiq, chunki XTQyRP ning elektr ta’minoti muammolarini xal etish imkonini bermaydi. Boshqa tomondan, mavjudligi bo‘yicha OK_2 + OK_1 zanjirni texnologik namoyon etuvchi OK_3 tan narxi bo‘yicha STM-4 sathidagi SRI regeneratorining narxi bilan o‘lchanadigan darajadadir. Shu sababli juda past tezlikli tizimlar uchun (regeneratorli) XTQyRP ni tashkil etish, xizmat talab qilmaydigan (OK_3 li) kuchaytirish punkti (XTQyKP) ni tashkil etishga nisbatan iqtisodiy jihatdan ustun hisoblanadi.



1.1-rasm.Turli optik kuchaytirgichlarni qo‘llash sxemalari

Biroq, OK_3 ni ishlatish samaradorligi, ulardan xattoki bir kanalli TOUT uchun optik tarmoqqa ulanishlarda foydalanishda va to‘lqin uzunligi bo‘yicha zichlashtirilgan TOUT uchun barcha telekommunikatsiya tarmoqlari uchastkalarida keskin ortadi.

Aloqa tarmoqlarining kelgusi rivojlanishida loyihalashda (o‘tkazish qobiliyati bo‘yicha) an’anaviy tarzda butun rivojlanish davri rivojlanishning katta (liniya – kabeli inshootlarni almashtirish, ya’ni yangi uzatish liniyasini qurish) va kichik (LTA ni eng yuqori tezlikka almashtirish) hisobiy davrlari deb ataladigan alohida bosqichlarga ajratiladi.

Vaqt omilini hisobga olish bilan texnik vositalar tarkibini optimallashtirish bu bosqichlarning har birida xarajatlar samaradorligining taxlil natijalari bo‘yicha amalga oshiriladi.

Zamonaviy optik kabellarning imkoniyatlari TOUL ni jihozlashda o‘tkazish qobiliyatining katta zahirasini ta’minlaydi, bu aloqa tarmog‘ini optimallashtirish jarayonida rivojlanishning katta davrlarini hisobga olmaslik imkonini beradi. Boshqacha aytganda, rivojlanish davri mobayniga aloqa tarmog‘ini loyihalashda shunday turdagi OT li optik kabellar tanlanadiki, bu OT loyihalashtirilayotgan rivojlanish davri oxiriga TOUL ning talab etiladigan o‘tkazish qobiliyatini ta’minlashi kerak.

Bundan tashqari, yuqorida aytib o‘tilgandek, rivojlanish davrining boshida talab etilgan o‘tkazish qobiliyatiga nisbatan o‘tkazish qobiliyatining katta zahirasiga ega bo‘lgan apparaturani qo‘llash uchun iqtisodiy asoslangan, qator shart – sharoitlar mavjud.

Natijada zamonaviy TOUL asosidagi taomoqni loyihalashda butun rivojlanish davrida texnik vositalar tarkibini optimallashtirish jarayoni yuqori darajada soddalashadi, chunki vaqt omili hisobga olinmay, mohiyati bo‘yicha kapital xarajatlarni optimallashtirish amalga oshiriladi. Vaqt omili rivojlanish jarayonida TOUL ning o‘tkazish qobiliyatini bosqichma – bosqich oshirishda namoyon bo‘ladi, bu TOUL ni qurishda boshlanishiga nisbatan kapital xarajatlar (va mos ravishda ekspluatatsiya xarajatlari) ning haqiqatdan juda kichik darajada ortishi bilan kuzatiladi.

Lekin, aynan ana shu istiqbolli rivojlanishga TOUL ni loyihalashda axborotlarni zichlashtirishning barcha mumkin bo‘lgan usullaridan foydalanishni shartlaydi.

Mohiyati bo‘yicha, zamonaviy TOUL uchun texnik vositalar tarkibini optimallashtirish bu birinchi navbatda

$$R_{opt} = n \cdot m \cdot B \qquad (1.5.)$$

ifoda bilan aniqlanuvchi, o‘tkazish qobiliyati bo‘yicha optik kabelning optimal resursini tanlashdir. Yuqoridagi munosabatda n – OT soni, shuningdek, rezerv tolalar soni ham; V – ma’lum L uzunlikli regeneratsiyalash uchastkasidagi chegaraviy uzatish tezligi (OT turi, apparatura xarakteristikalari va B * Lko‘paytmani oshirish imkonini beruvchi boshqa imkoniyatlar bilan aniqlanadi); m – ma’lum B va L dagi optik kanallarning chegaraviy soni (OT turi, apparatura xarakteristikalari va to‘lqin uzunligi bo‘yicha ajratilgan TOUT uchun xarakterli bo‘lgan nochiziqli effektlar ta’sirini kamaytiruvchi boshqa imkoniyatlar bilan aniqlanadi).

Uzatish liniyasi uchastkalarining uzunligini hisoblash va loyihalash

Tolali-optik uzatish liniya (TOUL) uchastkalar uzunliklarini XTQyRP sonini kamaytirish uchun iloji boricha katta tanlash kerak. Uchastkaning maksimal uzunligi ikki marta hisoblanadi, fizik uzatish muhitidagi yo‘qotishlardan kelib chiqqan holda va bu muhitning dispersiya xususiyatlariga bog‘liq holda.

Uzatish liniyalari ni loyihalashda ishlatiladigan, tolali optik kabellarning optik tolalari ning asosiy parametrlari 4.1-jadvalda keltirilgan, unda quyidagi belgilashlar qabul qilingan; α – OT ning so‘nish koeffitsienti, dB/km; λ – optik nurlanishning to‘lqin uzunligi, mkm; τ – OT ning xromatik dispersiya koeffitsienti, ps/nm·km.

Apparaturaning texnik pasporti (sertifikati) da odatda quyidagi parametrlar ko‘rsatilgan:

1. Optik signalning uzatish tezligi V, Mbit/s.
2. Nurlanish manbaining to‘lqin uzunligi λ, mkm.
3. Nurlanish manbai turi.
4. Nurlanish manbaining spektr kengligi Δλ, mkm.
5. Nurlanadigan quvvat sathi r_{uz}, dBq.
6. Qabul qilishning minimal sathi $r_{qq\ min}$, dBq.
7. Qabul qilishning maksimal sathi $r_{qq\ maks}$, dBq.
8. Optik traktning qo‘shimcha yo‘qotishlari ΔA, dB.

Nurlanadigan quvvat sathi ekspluatatsiya muddatining boshida qabul qiluvchi - uzatuvchi optik modul QqUzM chiqishidagi (4.2-rasm) o‘rtacha quvvatga mos keladi. Vaqt o‘tgan sari nurlanish manbai eskiradi, nurlanadigan quvvat kamayadi. Bu kamayish yoki qo‘shimcha yo‘qotishlar ΔA yoki minimal nurlanadigan quvvat sathi ($r_{uz\ 0\ min}$, dBq) ni (xizmat muddati oxirida) ko‘rsatish bilan e’tiborga olinadi.

Qabul qilishning minimal sathi $r_{qq\ min}$ regeneratorning xatolik koeffitsientining pasportda ko‘rsatilgandan yuqori bo‘lmagan miqdorini xarakterlaydi. Agar xatolik koeffitsienti loyihalash jarayonida aniqlansa, $r_{qq\ min}$ ni aniqlash kerak.

Qabul qilishning maksimal sathi $r_{qq\ maks}$ qabul qilishning shunday sathiga mos keladiki, bu sathning oshishi fotoqabulqilgichning ortiqcha yuklanishiga va berilgan xatolik koeffitsientining ortishiga olib keladi. Ba’zan $r_{qq\ maks}$ o‘rniga QqUzM qabul qiluvchi optik modulining kuchayishni avtomatik rostlovi (KAR) ning chegaralari ΔA_{KAR}, dB (QqUzM dinamik diapazoni) beriladi.

1.1-jadval

XEA-T tavsiyalariga javob beruvchi OT	**λ_1, mkm**	**α, dB/km**	**ΔF, Mgs/km**	**τ, ps/nm·km**
G.651	0,85 1,31	2,5…3,0 0,5…0,7	500 800	- -
G.652	1,31 1,55	0,35…0,5 0,22…0,25	- -	2,5…3,5 17…19
G.653	1,31 1,55	0,35…0,5 0,22…0,25	- -	17…19 2,5…3,5
G.654	1,55	0,17…0,19	-	17…19
G.655	1,55	0,22…0,25	-	6…8

Uzatish sathi va qabul qilishning minimal sathi orasidagi farq tizimning energetik potensiali deb ataladi

$$E = r_{uz} - r_{qq\ min}. \quad (1.6)$$

1.2-Rasmda quyidagi belgilashlar qabul qilingan:

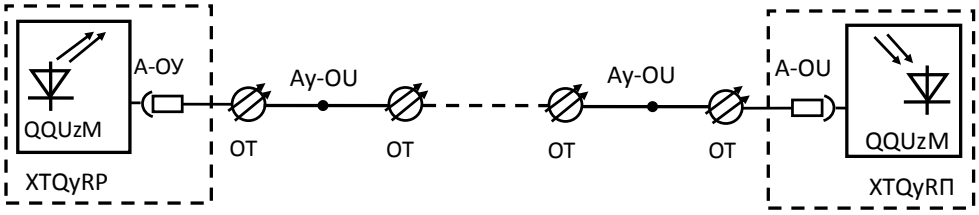
A-OU – ajraladigan optik ulagich; XTQyRP – xizmat talab qilmaydigan regeneratsiyalash punkti; QqUzM – qabul qiluvchi-uzatuvchi optik modul, optik signalni elektr signalga o‘zgartiradi, elektr signalning parametrlarini qayta tiklaydi va uni optik signalga o‘zgartiradi (optik traktning oxirgi apparaturasi); Ay-OU – ajralmaydigan optik ulagich; OT – optik tola. 1.2-rasm bo‘yicha regeneratsiyalash uchastkasining so‘nishi quyidagiga teng:

$$A_{макс} = 2 \cdot A_A + q \cdot A_{Ай} + \alpha \cdot l_{ру} + A_t + A_B, дБ, \quad (1.7)$$

bu yerda: l_{RU} – regeneratsiyalash uchastkasi uzunligi; A_A – ajraladigan optik ulagichning so‘nishi, 0,5…1,5 dB ga teng; A_{Ay} - ajralmaydigan optik ulagichning so‘nishi, 0,05 dB ga teng; α – optik tolaning so‘nish koeffitsienti, dB/km; A_t – raqamli TOUT, shuningdek OT parametrlarining harorat o‘zgarishlariga ruxsat etilgan qiymati, tipli raqamli TOUT

(RTOUT) uchun 0,5…1,5 dB ga teng; A_V – vaqt o‘tishi (eskirish, degradatsiya va b.q.) bilan RTOUT elementlari parametrlarining yomonlashuviga ruxsat etilgan qiymat, optik nurlanish manbai va qabul qilgichining turi va ularning kombinatsiyasiga bog‘liq va $A_V = 2…6$ dB ga teng.

Regeneratsiyalash uchastkasi uzunligini aniqlash uchun 1.2-rasmda ko‘rsatilgandek, uning hisobiy sxemasi tuziladi.



1.2-rasm. RTOUT regeneratsiyalash uchastkasining hisobiy sxemasi

(1.2) da q – ajralmaydigan optik ulagichlar sonidan tashqari hamma kattaliklar ma’lum. q soni optik kabelning qurilish uzunliklari l_{qur} sonidan bittaga kam:

$$q = l_{ru\ maks} / l_{qur} - 1. \qquad (1.8)$$

q qiymatni (1.2)ga qo‘yib va murakkab bo‘lmagan o‘zgartirishlarni bajarib, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$l_{\text{ру макс}} = \frac{Э + A_{\text{Ай}} - 2A_{\text{А}} - Э_{э}}{\alpha + A_{\text{Ай}} / l_{\text{кур}}}, км, \qquad (1.9)$$

bu yerda Ee = A_t + A_V – energetik ekspluatatsion zahira, mos ravishda optik tola va TOUT apparaturasi elementlarining eskirish effektini kompensatsiyalash uchun zarur.

QqUzM ning qabul qiluvchi qurilmalari kuchayishni avtomatik rostlash KAR tizimlari bilan jihozlanadi. KAR rostlash chegarasiga ega bo‘lib, u regeneratsiyalash uchastkasining minimal loyihaviy uzunligini aniqlaydi:

$$l_{\text{ру мин}} = \frac{Э + A_{\text{Ай}} - 2A_{\text{А}} - Ээ - A_{АРУ}}{\alpha + A_{\text{Ай}} / l_{\text{кур}}}, км, \qquad (1.10)$$

Agar mahalliy sharoitlarga mos holda uchastka uzunligi minimal uzunlikdan qisqa bo‘lishi kerak bo‘lsa, QqUzM kirishida optik attenyuator joylashtiriladi. Shuningdek loyihalashda optik toladagi dispersiya bo‘yicha ham regeneratsiyalash uchastkasining chegaraviy uzunligi l_{ruD} hisoblanishi kerak.

Ko‘p modali (KM) optik tola (XEI G. 651 tavsiyalariga mos keluvchi) uchun l_{ruD} optik tolaning keng polosaliligi Δ F va raqamli signallarni uzatish tezligi V (Mbit/s) bilan aniqlanadi:

$$l_{\text{ру}_Д}^{км} \le 2 \cdot \Delta F / B, км. \qquad (1.11)$$

Bir modali (BM) OT uchun l_{ruD} nafaqat uzatish muhiti (OT) ning parametrlariga, balki apparatura (QqUzM) ning xarakteristikalariga ham bog‘liq:

$$l_{\text{ру}_Д}^{км} \approx \text{E} \cdot 10^6 / \tau \cdot \Delta\lambda \cdot \text{B}, \text{ km}, \qquad (1.12)$$

bu yerda τ – OT ning xromatik dispersiya koeffitsienti (4.1-jadval); Δλ – optik nurlanish polosasining o‘rtacha kvadratik kengligi, nm; yorug‘lik diodlari (YOD) uchun 24… 40 nm ga va yarim o‘tkazgichli lazer diolar (LD) uchun 0,2…5 nm ga teng. E qiymati YOD va bir modali LD uchun 0,306; STM – 16 trakti uchun 0,491; ko‘p modali LD uchun 0,115 deb olingan.

Agar spektr kengligi – 20 dB ($\Delta\lambda_{20}$) sathda aniqlangan bo‘lsa, u holda o‘rtacha kvadratik kenglik $\Delta\lambda = \Delta\lambda_{20} / 6{,}07$ singari aniqlanadi.

Raqamli optik uzatish tizimining liniya trakti parametrlarini baholash

Optik nurlanishni qabul qilish sathi regeneratsiyalash uchastkasi uzunligi bo‘ylab energetik potensialning taqsimlanishi, regeneratorning qaror qabul qilish nuqtasida signalni xalaqitlardan himoyalanganligi, QqUzM ning tezkorligi va sezgirlik chegarasi bilan aniqlanadi.

Regeneratsiyalash uchastkasi uzunligi bo‘ylab energetik potensialning taqsimlanishini hisoblash. Liniya regeneratorining QqUzM kirishiga tushuvchi, optik quvvatning sathi TOUT ning energetik potensialiga, OTdagi quvvat yo‘qotishlariga, ajraladigan va ajralmaydigan ulagichlarda optik nurlanish quvvatining yo‘qotishlariga bog‘liq.

Hisoblashlarni bajarishdan avval regeneratsiyalash uchastkasi uzunligi bo‘ylab energetik potensialning taqsimlanishini hisoblash uchun boshlang‘ich ma’lumotlardan iborat jadvalni tuzish kerak (1.2-jadval).

1.2-jadval

№	Parametrlar	Belgilanishi	O‘lchov birligi	Parametr-ning qiymati
1	Optik signalni uzatish quvvatining sathi	r_{uz}	dBq	- 4
2	Optik nurlanishni qabul qilish quvvatining minimal sathi	r_{qq}	dBq	-35
3	RTOUT ning energetik potensiali	E	dB	31
4	Regeneratsiyalash uchastkasining uzunligi	l_{ru}	km	24
5	Optik kabelning qurilish uzunligi	l_{qur}	Km	4
6	Ajraladigan ulashlar soni	q_{Au}	-	2
7	Ajraladigan ulagichda optik signalning so‘nishi	A_A	dB	0,5
8	Ajralmaydigan ulashlar soni	q	-	7
9	Ajralmaydigan ulagichda optik signalning so‘nishi	A_{Ay}	dB	0,1
10	Optik kabelning so‘nish koeffitsienti	α	dB/km	0,7

Misol. RTOUT uchun regeneratsiyalash uchastkasi uzunligi bo‘ylab energetik potensialning taqsimlanishini hisoblash, uning texnik parametrlari 1.2-jadvalda keltirilgan.

Yechish.

1. Birinchi ajraladigan ulagichdan (A-OU) keyin optik signalning sathini aniqlaymiz:

$r_{A1} = r_{uz} – A_A = - 4 – 0,5 = - 4,5$ dBq.

2. Stansiya optik kabelining birinchi ajralmaydigan ulagichi (Ay-OU) dan keyin uzatish sathini aniqlaymiz
$R_{Ay1} = r_{A1} – A_{Ay} = - 4,5 – 0,1 = - 4,6$ dBq.

3. So‘ng signal qurilish uzunligi $l_{qur} = 4$ km va so‘nish koeffitsienti $\alpha = 0,7$ dB/km bo‘lgan liniya optik kabeli bo‘ylabuzatiladi. Ikkinchisi Ay-OU kirishida signal sathi quyidagiga teng bo‘ladi

$r_{Ay2kir} = r_{Ay1} – \alpha \cdot l_{qur} = - 4,6 – 0,7 \cdot 4 = - 7,4$ dBq.

Regeneratsiyalash uchastkasining barcha tashkil etuvchilari uchun shunday hisoblashlarni bajarib, ikkinchi A-OU kirishida oltinchiqurilish uzunligidan keyinsignal sathi r_{Ay7}= -22,0 dBq ga teng bo‘ladi.

Qabul qilish sathi, ya’ni ikkinchi A-OU chiqishida optik nurlanish sathi quyidagiga teng

$r_{qq} = r_{Ay7}-A_A$=-22,0–0,5=-22,5 dBq.

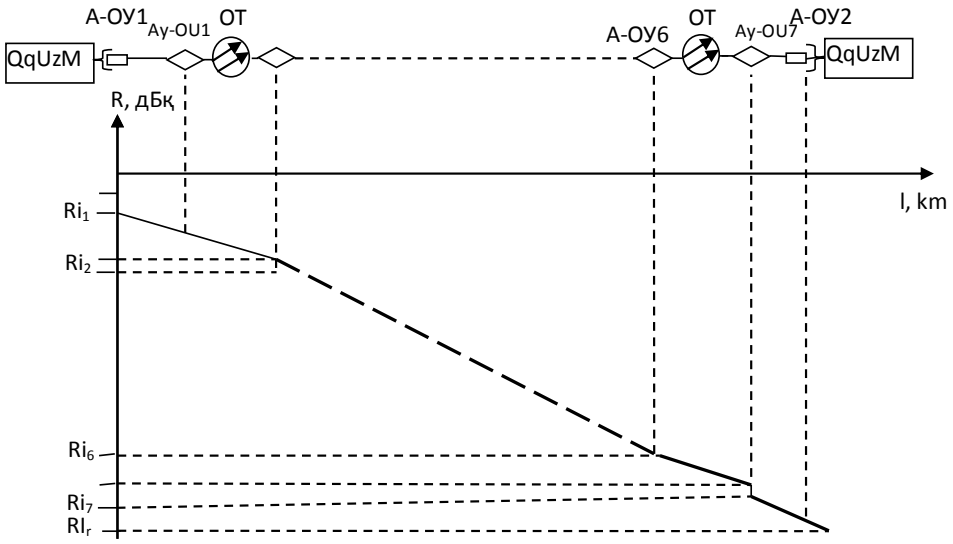
Regeneratsiyalash uchastkasining umumiy so‘nishi

$A_{ru}= r_{uz}+r_{qq} = - 4 - (-22,5)= 18,5$ dB.Hisoblash natijasi bo‘yicha xulosa qilish mumkinki, RTOUT ning regeneratsiyalash uchastkasining so‘nishi, E = 31 dB ga teng bo‘lgan energetik potensialidan kichik. Ekspluatatsion zahirani $E_z = A_t - A_V = 6$ dB ga teng deb qabul qilish mumkin.

Energetik potensial taqsimlanishining hisoblangan natijalarini jadval yoki diagramma (4.3-rasm) ko‘rinishida keltirish mumkin. Rasmda quyidagi belgilashlar qabul qilingan: QqUzM - qabul qiluvchi uzatuvchi modul; A-OU - ajratiladigan optik ulagich; Ay-OU - ajralmaydigan optik ulagich; OT - optik tola.

Energetik potensialning taqsimlanish diagrammasining hamma uzatish sathlari hisoblanganligi uchun, u shartli masshtabda tasvirlanishi mumkin, lekin diagrammaning xarakterli, asosiy nuqtalari ko‘rsatilgan bo‘lishi shart.

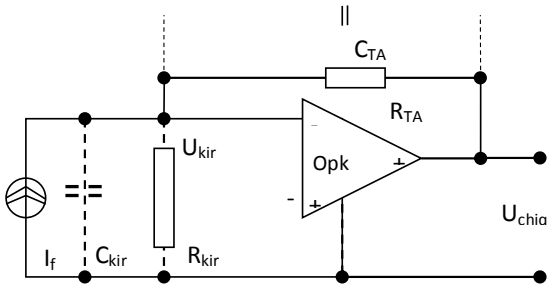
Energetik potensialning taqsimlanish diagrammasi optik liniya traktining asosiy parametrlarini hisoblash uchun asos bo‘lib xizmat qiladi. Bu parametrlar: shovqinlarning har xil turlari, birlamchi regeneratorning xatolik extimolligi, RTOUT tezkorligi va liniya regeneratori QqOM ning sezgirlik chegarasi.



1.3-rasm. Energetik potensialning taqsimlanish diagrammasi

Optik traktning regeneratorning qaror qabul qilish nuqtasi (RQQN) da signalni halaqitlardan himoyalanganligini hisoblash.

QqUzM ning qabul qiluvchi optik modulida signalga asosan xususiy va drob xalaqitlari ta’sir etadi.



1.4-rasm. Fotodetektor kuchaytirgichining tipli sxemasi

Xususiy xalaqitlar, fotodetektor kuchaytirgichi kirishiga ta’sir etuvchi issiqlik xalaqitlari va uning ichki xalaqitlari bilan aniqlanadi. Drob xalaqitlari fotodetektorda ro‘y beradigan jarayonlarning kvant tabiati bilan tushintiriladi. Fotodetektor kuchaytirgichi sifatida odatda transimpendansli deb ataladigan kuchaytirgich ishlatilinadi, u “tok – kuchlanish” o‘zgartirgich hisoblanadi. Bunday kuchaytirgich kuchlanish bo‘yicha kuchaytirishning katta koeffitsientiga ega operatsion kuchaytirgich (OpK) dan, va kirish va chiqish bo‘yicha parallel, chuqur umumiy teskari aloqani

hosil qiluvchi R_{TA} rezistoridan (15.4-rasm) tuzilgan. R_{kir} rezistori FQq diodining dinamik qarshiligini, uning siljish zanjirlarini va OpK kirish qarshiligini aks ettiradi. S_{kir} kondensator fotodetektorning yig‘indi sig‘imini, OpK ning kirish sig‘imi va montajini, S_{TA} kondensatori esa – R_{TA} ulanish nuqtalarida parazit sig‘imni aks ettiradi. Odatda $R_{kir} > R_{TA}$, $S_{kir} > S_{TA.}$ Aytib o‘tilgan shartlar bajarilgandaquyidagalarni yozish mumkin: $U_{chiq} \approx I_f \cdot Z_{TA}$, quyi chastotalarda $U_{chiq} \approx I_f \cdot R_{TA}$, chegaraviy chastota – $f_{cheg} = (2\pi R_{TA} \cdot S_{TA})^{-1}$ dan yuqorida uzatish koeffitsientining $\sqrt{2}$ martadan kattaga kamayishi ro‘y beradi. Agar kirish optik signali o‘znida NRZ kodi ketma-ketligini namoyon etsa, chegaraviy chastotani signalning f_t taktli chastotasiga teng deb olish mumkin, unda teskari aloqa rezistorining qarshiligi:

$$R_{TA} \leq (2\pi f_t \cdot S_{TA})^{-1} \quad (15.8)$$

shartni qanoatlantirishi kerak.

Issiqlik xalaqitlari tokining ta’sir etuvchi qiymatini Naykvist formulasi bo‘yicha aniqlash mumkin:

$$I_{is.x} \approx (4kTf_V / R)^{1/2},$$

Bu yyerda $k=1{,}38 \cdot 10^{-23}$, Dj/grad - Bolsman doimiysi; T – Kelvin graduslaridagi temperatura; f_V, Gs – xalaqitlar toki aniqlanadigan chastota polosasi; R, Om – xalaqitlar tokini hosil qiluvchi rezistorning qarshiligi.

Ushbu xolatda $f_V = f_t$ va $R = R_{TA}$ deb taxmin qilish mumkin. Kuchaytirgichning ichki xalaqitlarini uning xalaqitlar koeffitsienti F_{kuch} yordamida hisobga olish qulay. F_{kuch} bu kuchaytirgich orqali o‘tuvchi signalning xalaqitdan himoyalanganligi qanchaga kamayishini ko‘rsatadi. Shu tarzda, kuchaytirgich kirishidagi xususiy xalaqitlarning toki

$$I_{xx} = (4kTF_{kuch} \cdot 0{,}7f_t / R_{TA})^{1/2} \quad (1.13)$$

ga teng bo‘ladi.

Fotodetektor kuchaytirgichi kirishida drob xalaqitlari tokining ta’sir etuvchi qiymati SHottki formulasi bo‘yicha aniqlanadi

$$I_{dx} = (2qI_f M^{(2+\text{œ})} f_V)^{1/2}, \quad (1.14)$$

bu yyerda $q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$, K - elektron zaryadi; I_f- fototokning o‘rtacha qiymati; M - ko‘chkisimon ko‘payish koeffitsienti; f_V- drob toki aniqlanadigan chastota polosasi; œ – fotodiod materialining

xususiyatlariga bog‘liq bo‘lgan koeffitsient (kremniy diodlari uchun œ = 0,2...0,4; germaniy diodlari uchun - ≈ 1,0; indiy fosfadi va boshqa materialli diodlar uchun ≈ 0,8).

I_f - fototok o‘rtacha qiymati FQq kirishidagi yorug‘lik nurlanishining o‘rtacha quvvati R_{kir} bilan, monoxromatik tok sezgirligiga bog‘liq

$$S_i = I_f / R_{kir} = \lambda\eta q/(hc), \qquad (1.15)$$

bu yerda λ - nurlanish to‘lqin uzunligi; η- kvant samaradorligi; h =6,625·10^{-34} Dj·s – Plank doimiysi; s – vakuumdagi yorug‘lik tezligi.

Agar λ mkm da ifodalansa, unda $S_i = \lambda\eta/1,24$ A/Vt. r-i-n fotodiodlar uchun M = 1, ko‘chkisimon fotodiodlar (KFD) uchun chiqish fototoki birlamchi fototokdan M martaga ko‘p.

Kuchaytirgich chiqishida kutiladigan signal-xalaqit nisbati – Q ni aniqlaymiz. QqUzM ning keyingi elementlari bu nisbatni amalda yomonlashtirmaydi deb hisoblash mumkin, shu tarzda bu nisbat RQQN da signalning xalaqitlaridan himoyalanganligini $A_{x.him}$ = 20lgQ xarakterlaydi

$$Q = I_f M / [2qI_f M^{(2+\text{œ})} + 4kTF_{kuch}/R_{TA}\, f_V]^{1/2}. \qquad (1.16)$$

YUqori sifatli bo‘lmagan QqUzM ga ega uskunada, (1.16) formulaga qorong‘ilik tokining o‘rtacha kvadratik qiymatini ham kiritish kerak. Qorong‘ilik tokining o‘rtacha kvadratik qiymati foydali signal bilan bog‘liq bo‘lmagan, fonli nurlanish ta’sirida tashuvchilarning tasodifiy issiqlik generatsiyasi bilan aniqlanadi

$$I^2_q = 2eI_q M^{(2+\text{œ})} f_V,$$

bu yerda I_q – qorong‘ilik tokining o‘rtacha qiymati, germaniyli fotodiod uchun (1...8) · 10^{-7}A, kremniyli fotodiod uchun (1...8)·10^{-8}A ga teng.

(1.16) ifodani M funksiya kabi, maksimumga tadqiq etib, ko‘chkisimon ko‘payish koeffitsientini aniqlaymiz, bunda signal-xalaqit nisbati maksimal bo‘ladi:

$$M_{opt}=[4kTF_{kuch}/(R_{TA}\, q\text{œ}\, I_f)]^{1/(2+\text{œ})}. \qquad (1.17)$$

Ko‘payishning optimal koeffitsientida drob va xususiy xalaqitlar nisbati 2/œ ga teng.

r-i-n fotodiod uchun M = 1 va drob shovqinlari juda kichik. Shuning uchun

$$Q = [I^2_f R_{TA}/(4kTF_{kuch}f_V)]^{1/2}. \qquad (1.18)$$

$(4kTF_{kuch}/R_{TA})^{1/2} = i_{esh}$, $A/\sqrt{f_v}$ kattaligi ekvivalent shovqin toki deyiladi va odatda r-i-n diod asosidagi fotodetektor kuchaytirgichlari parametrlariniko‘rsatadi. Bu holda

$$Q = I_f/(i_{esh}\sqrt{f_B}).$$

Misol. Uchinchi sinxron ierarxiya pog‘onasi (STM-16, f_t=2,5 GGs) uchun xalaqitlardan himoyalanganlikni aniqlaymiz. Uzatgichning to‘lqin uzunligi λ=1,55 mkm, agar kirish signalining sathi r_{kir} = - 28 dBq bo‘lsa, fotoqabul qilgich bir xolat uchun r-i-n fotodiod, boshqasida esa KFD asosida tayyorlangan. KFD materiali – indiy fosfadi, ikkala holda kvant samaradorligi η=0,85. Kuchaytirgich xona temperaturasi T=293° K da ishlaydi, teskari aloqa zanjirida parazit sig‘im S_{TA}=0,12 pF.

(1.8) munosabatdan R_{TA} ning maksimal ruxsat etilgan qiymatini aniqlaymiz:

$$R_{TA} = (2\pi\cdot 2{,}5\cdot 10^9\cdot 0{,}12\cdot 10^{-12})^{-1} \approx 530\ \text{Om}$$

Fotoqabul qilgich kirishida o‘rtacha kirish optik quvvat quyidagiga teng:

$$R_{kir} = 1\cdot 10^{0{,}1\cdot rkir} = 1\cdot 10^{0{,}1\cdot(-28)} = 1{,}585\cdot 10^{-3}\ \text{mVt} = 1{,}585\cdot 10^{-6}\ \text{Vt}.$$

Monoxromatik tok sezgirligi (1.10) $S_i = 1,55 \cdot 0,85/1,24 = 1,06$ A/Vt ga teng, bundan fototokning o‘rtacha qiymati

$$I_f = S_i \cdot R_{kir} = 1,06 \cdot 1,585 \cdot 10^{-6} = 1,68 \cdot 10^{-6} \text{ A.}$$

(1.13) munosabatdan r-i-n fotodiod qo‘llanilgan holda signal-xalaqit munosabatini aniqlaymiz

$$Q = [(1,68 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 530/(4 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293 \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot 2,5 \cdot 10^9)]^{1/2} = 5,14$$

shu tariqa, bu holda $A_{x.him} = 20\lg 5,14 = 14,22$ dB.

KFD qo‘llanilganda ko‘payishning optimal koeffitsienti (4.13) munosabatdan aniqlanadi

$$M_{opt} = [4 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293 \cdot 2/(530 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,8 \cdot 1,68 \cdot 10^{-6})]^{1/(2+0.8)} = 7,52.$$

Bu qiymatni (1.12) ga qo‘yib, RQQN da signal xalaqit nisbatiga ega bo‘lamiz, u quyidagiga teng

$$Q = \frac{1,68 \cdot 10^{-6} \cdot 7,52}{[(2 \cdot 1,6 \cdot 10^{19} \cdot 1,68 \cdot 10^{6} \cdot 7,52^{(2+0.8)} + 4 \cdot 1,38 \cdot 10^{23} \cdot 293 \cdot 2/530)\, 0,7 \cdot 2,5 \cdot 10^{9}]^{1/2}} = 20,7,$$

bu RQQN da xalaqitlardan himoyalanganlikka $A_{x.him} = 20$ lg 20,7 = 26,3 dB ga mos keladi, u holda r-i-n fotodiod asosidagi fotoqabul qilgichga nisbatan taxminan 12 dB yutuq mavjud.

Xususiy va drob xalaqitlari (uning ko‘chkisimon ko‘payish sharoitida) oniy qiymatlarning gaussov taqsimlanishiga ega, bu regeneratorning xatolik koeffitsientini bu holatlarda etarlicha oson baholash imkonini beradi.

Ko‘pincha teskari vazifani echish talab etiladi: Q_{te} talab etiladigan xalaqitlardan himoyalanganlik bo‘yicha, u regeneratorning ruxsat etiladigan xatolik koeffitsienti va ekspluatatsion zahira bilan aniqlanadi, masalan,

$$A_{эз} = 4{,}63 + 11{,}42 \lg \lg(1/p_x) + 20 \lg(m_y - 1) + \Delta A_{реж}, \text{ dB},$$

dan fotoqabul qilgichning mos keluvchi (minimal) sezgirligi p_{min} ni aniqlash. Minimal sezgirlik uning kirishida optik signalning minimal o‘rtacha quvvatiga mos keladi.

$$P_{min} = 10^{(0,1\ pmin)} \cdot 10^{-3}, \text{ Vt.}$$

p-i-n FD asosidagi fotoqabul qilgich uchun (1.11) va (1.13a) munosabatlaridan quyidagi kelib chiqadi

$$P_{min} = (Q_{te}/S_i) \cdot (4kT \cdot F_{kuch} \cdot f_B/R_{TA})^{1/2}. \qquad (1.14)$$

Agar ekvivalent shovqin toki i_{esh} berilgan bo‘lsa, unda bu ifoda soddalashadi

$$P_{min} = Q_{te} \cdot i_{esh} \cdot \frac{\sqrt{f_B}}{S_i} f_v \quad (16.14a)$$

Fotoqabul qilgichning minimal sezgirligi

$$P_{min} = 10\lg(P_{min}/1), \text{ mBt, dBq}$$

ni tashkil etadi.

Misol. Yuqoridagi ko‘rilgan xolat uchun p-i-n fotoqabul qilgichning minimal sezgirligini aniqlaymiz, RQQN da talab etiladigan halaqitlardan himoyalanganlik $A_{te.him}$ 27 dB dan kichik bo‘lmasligi kerak.

$$Q_{te} = 10^{(27/20)} = 22{,}4.$$

$P_{min} = (22{,}4/1{,}06) \cdot (4 \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 293 \cdot 2 \cdot 0{,}7 \cdot 2{,}5 \cdot 10^9/530)^{1/2} = 6{,}91 \cdot 10^{-6}$ Bt,

$$P_{min} = 10\lg(6{,}91 \cdot 10^{-3}) = -21{,}6 \text{ dBq}.$$

Shunga o‘xshash topshiriq KFD li fotoqabul qilgich uchun bir muncha murakkabroq echiladi. Buning uchun (1.12) formulaga (1.13) formuladan aniqlangan, ko‘chkisimon ko‘payish koeffitsientining optimal qiymatini qo‘yish kerak. Shuningdek shuni e’tiborga olish kerakki, optimal ko‘payish koeffitsientida drob va xususiy halaqitlarning quvvatlarining nisbati 2/œ ga teng, ya’ni $U^2_{dx} = 2^* U^2_{xx}/œ$. Bundan fotoqabulqilgich kirishidagi optik signalning minimal o‘rtacha quvvati quyidagicha ifodalanadi:

$P_{min}=S_i^1[(Q^2_{te}(1+2/œ) \cdot f_v)/((4kTF_{kuch}/R_{TA})^{-œ/(2+œ)} \cdot (q \cdot œ)^{-2/(2+œ)})]^{(2+œ)/(2(1+œ))}$. (1.15)

(1.15) munosabat haqiqiy bo‘lishi uchun signal sathiga bog‘liq bo‘lmasligi kerak. Bu p-i-n FD uchun xarakterli, chunki unda xalaqitlarning drob tashkil etuvchisini hisobga olmasa ham bo‘ladi. Impulslar uzatilganda xalaqitlarning ortishi va drob tashkil etuvchi hisobiga pauzalar o‘tishida xalaqitlarning kamayishi KFD li fotoqabulqilgich uchun xarakterli. Malaka shuni ko‘rsatadiki, (1.15) munosabat ana shu xolatda ishlatilishi mumkin, lekin regeneratorda qaror qabul qilish chegarasi signal kuchlanishining o‘rtacha qiymatidan bir muncha kichik qiymatda qabul qilinishi kerak. Misol: yuqoridagi misollarda ko‘rsatilgan sharoitlarda KFD asosidagi fotoqabulqilgichning minimal sezgirligini aniqlaymiz. Qabul qilishda minimal o‘rtacha quvvatni (1.15) formula orqali aniqlaymiz:

$$P_{мин} = 1{,}06^{-1}\left[\frac{22{,}4^2(1+2/0{,}8)\cdot 0{,}7\cdot 2{,}5\cdot 10^9}{(4\cdot 1{,}38\cdot 10^{-23}\cdot 293\cdot 2/530)^{-0{,}8/(2+0{,}8)}\cdot(1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 0{,}8)^{-2/(2+0{,}8)}}\right]^{\frac{2+0{,}8}{2(1+0{,}8)}} = 1{,}895\cdot 10^{-6}\,Bm$$

U holda fotoqabul qilgichning minimal sezgirligi

$$P_{min}=10\lg(1{,}895\cdot 10^{-3})=-27{,}2\text{dBq}$$

bo‘ladi, ya’ni oldingi xolatga nisbatan taxminan 6dB yutuqqa ega.

Tolali optik uzatish liniyasining tezkorligini hisoblash.

Tolali optik uzatish liniyasi (TOUL) ning tezkorligi QqUzM elementlarining inertligi va OTning dispersiya xususiyatlari bilan aniqlanadi. Tezkorlikni aniqlash va ularni taqqoslash kerak.

Raqamli TOUL ning ruxsat etiladigan tezkorligi uzatiladigan signalning xarakteriga raqamli liniya signalining uzatish tezligiga bog‘liq va

$$t_{re}= \beta / B, \text{ ns} \qquad (1.16)$$

munosabatdan aniqlanadi, bu yerda β raqamli liniya signalining liniya kodi xarakterini hisobga oluvchi koeffitsient va NRZ kodi uchun 0,7 ga va qolgan hamma kodlar uchun 0,35 ga teng; V - raqamli liniya signalining uzatish tezligi.

TOUL ning kutiladigan tezkorligi (tolali-optik uzatish tizimi va optik kabel majmuasi sifatida) quyidagiga teng

$$t_{кут} = \sqrt{t_{уз}^2 + t_{кк}^2 + t_{ОТ}^2},\ \text{ns}, \qquad (1.17)$$

bu yerda $t_{уз}$ - uzatuvchi optik modul (UzOM) ning tezkorligi, u raqamli liniya signalining uzatish tezligiga va nurlanish manbaining turiga bog‘liq; $t_{кк}$ - QqOM tezkorligi bo‘lib, raqamli liniya signalining uzatish tezligi va fotodetektor turi bilan aniqlanadi; $t_{от}$ - optik nurlanish impulsning regeneratsiyalash uchastkasining optik tolali kabeli bo‘ylab o‘tgandagi uning kengayishi, ko‘p modali OT uchun u quyidagiga teng

$$t_{ОТ} = 10^3 \cdot l_{ру} / \Delta F, нс, \qquad (1.18)$$

bu yerda ΔF - OT ning nisbiy o‘tkazish polosasi, MGs/km, bir modali optik tola uchun esa

$$t_{ОТ} = 10^{-3} \cdot \tau \cdot \Delta\lambda \cdot l_{ру}, нс, \qquad (1.19)$$

bu yerda τ - optik tolaning xromatik dispersiya koeffitsienti, ps/nm·km; $\Delta\lambda$ - optik nurlanish polosasining o‘rtacha kvadratik kengligi, nm; yorug‘lik diodlari uchun 24…40nm va yarim o‘tkazgichli lader diodlar uchun 0,2…5 nm ga teng.

UzOM va QqOM larning tezkorligi tipli uzatish tezliklari uchun 1.3-jadvalda keltirilgan.

Agar $t_{kut} < t_{re}$ bo‘lsa, kabel turini va regeneratsiyalash uchastkasi uzunligini tanlash to‘g‘ri bajarilgan bo‘ladi.

$t_{re} - t_{kut} = \Delta t$ – kattalik tezkorlik bo‘yicha zahira. Uning etarlicha katta qiymatida TOUL komponentlariga talabni kamaytirish mumkin. Agar $t_{kut} > t_{re}$ bo‘lsa, boshqa parametrli UzOM, QqOM va optik kabellarni tanlash kerak.

1.3-jadval

QqUzM Tezkorligi	**Raqamli oqimning uzatish tezligi, Mbit/s**						
	8	34	140	565	155	622	2500
t_{uz},ns	5	3	0,5	0,15	1	0,1	0,05
t_{qq}, ns	4	2,5	0,4	0,1	0,8	0,08	0,04

Misol. XEI ning G.652 tavsiyalariga javob beruvchi OT bo‘ylab λ = 1,55 mkm to‘lqin uzunligida ishlovchi, regeneratsiyalash uchastkasi uzunligi

l_{ru} = 80km, xromatik dispersiya koeffitsienti τ = 18,2 ps/nm·km, Δλ = 0,5 nm ga teng TOUL ning tezkorligini aniqlash. Axborot oqimining uzatish tezligi

V = 140 Mbit/s, liniya kodining turi 10V1R1R.

Yechish.

1. V = 140 Mbit/s va 10V1R1R turdagi kod qo‘llanilganligi uchun (1.16) munosabatga β = 0,35 ni qo‘yib, ruxsat etiladigan tezkorlik t_{re} qiymatini aniqlaymiz:

$$t_{re} = \beta / V = 0{,}35 / 140 \cdot 10^6 = 2{,}5 \text{ ns.}$$

2. (4.19) munosabatga l_{ru} = 80km qiymatni qo‘yib, regeneratsiyalash uchastkasi bo‘ylab tarqalishdagi impulsning kengayish miqdorini topamiz

$$t_{\text{OT}} = 10^{-3} \cdot \tau \cdot \Delta\lambda \cdot l_{\text{ру}} = 18{,}2 \cdot 0{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 80 = 0{,}728 \text{ ns.}$$

3. (1.17) munosabat orqali unga 4.3-jadvaldan olingan t_{uz} = 0,5 ns va

t_{qq} = 0,4 ns qiymatlarini va t_{ot} = 0,728 qiymatini qo‘yib, kutiladigan tezkorlik t_{kut} miqdorini aniqlaymiz

$$t_{кут} = \sqrt{t_{\text{уз}}^2 + t_{кк}^2 + t_{\text{OT}}^2} = 0{,}5 + 0{,}4 + 0{,}728 = 1{,}628 \text{ ns.}$$

Olingan qiymatlarni taqqoslash shuni ko‘rsatmoqdaki, $t_{kut} < t_{re}$ shart bajarildi, ya’ni TOUL va uning komponentlarining asosiy parametrlari

to‘g‘ri tanlangan.

Tezkorlik bo‘yicha QqUzM ning sezgirlik chegarasini hisoblash. QqUzM ning asosiy parametrlaridan biri bu uning sezgirligi, ya’ni QqUzM fotodetektorida barqarortutiladigan, τ=1/V davomiylikka ega optik signalning minimal detektorlanadigan quvvati (MDQ) hisoblanadi.

Taxminan MDQ sathi r_{min} quyidagi munosabat orqali aniqlanishi mumkin:

$$P_{мин} = \begin{cases} -55 + 11\lg B, \\ -55 + 10\lg B, \end{cases}$$

va

$$P_{мин} = \begin{cases} -70 + 10{,}5\lg B, \\ -70 + 10\lg B, \end{cases}$$

ko‘chkisimon fotodiod uchun.

r_{min} MDQ ning absolyut sathini va QqUzM ning uzatish sathlarini bilgan holda, texkorlik bo‘yicha TOUT ning energetik potensialini olish mumkin:

$$E_t = r_{uz} - r_{min}, \text{ dB.} \qquad (1.20)$$

Misol. Raqamli liniya signallarining uzatish tezligi V=41,242 Mbit/s ga teng va uzatish sathi $r_{uz} = -4$ dB bo‘lgan RTOUT uchun tezkorlik bo‘yicha energetik potensial va r_{min} MDQ sathini aniqlash. Fotodetektor KFD asosida ishlab chiqarilgan.

Echish. Mos keluvchi (1.20) formulaga V=41,242 Mbit/s ni qo‘yib, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$r_{min} = -70 + 10{,}5 \lg V = -70 + 10{,}5 \lg 41{,}242 = -53 \text{ dBq.}$$

Tezkorlik bo‘yicha energetik potensialning taqribiy qiymati (1.22)

$$E_t = r_{uz} - r_{min} = -4 - (-53) = 49 \text{ dB}$$

ga teng bo‘ladi.

Energetik potensialning olingan qiymati tezkorlik bo‘yicha ushbu RTOUT ning imkoniyatlariga mos keladi.

Nazorat savollari:

1. Optimal loyihalashga tizimli yondashuvning asosiy prinsiplariga ta’rif bering.
2. Loyihalash uchun qanday boshlang‘ich ma’lumotlar kerak bo‘ladi?
3. Loyihalashning asosiy bosqichlari nimalardan iborat?
4. Trassaning optimal variantini tanlash qaysi mezonlar bo‘yicha olib boriladi?
5. Apparaturaning texnik passportida odatda qanday ma’lumotlar keltiriladi?
6. Raqamli tolali optik uzatish tizimining liniya traktlari qanday baholanadi?
7. To‘lqin uzunligi bo‘yicha ajratilgan tolali optik uzatish tizimlariga ta’rif bering.
8. Raqamli signallarni uzatishning qanday sifat mezonlarini bilasiz?
9. Tolali optik uzatish liniyasi uchastkasini hisoblashda nimalarga e’tibor berish kerak?
10. Raqamli tolali optik uzatish tizimining liniya trakti parametrlari qanday baholanadi?
11. Optik traktning regeneratorining qaror qabul qilish nuqtasida signalni halaqitlardan himoyalanganligi qanday hisoblanadi?

4.2. Multimediali tarmoqlarni loyihalashtirish

Loyiha xujjatlari quyidagi bo‘limlardan iborat bo‘lishi kerak:

- telekommunikatsiya qurilmalari va liniya inshoatlarining hajmi;
- xizmatlar, foydalanuvchilarning har bir toifasi uchun axborotni yetkazib berish sinflari, o‘tkazish oralig‘iga extiyoj;
- qurilmaning ishlash rejimi;
- qurilmani nomenklaturasi, yuzi va joylashtirish;

Telekommunikatsiya qurilmasi va liniya inshoatlarining hajmini hisoblash usuli quyida keltirilgan. Hisoblashning asosi yuklama, paketli texnologiyali tarmoqlarda xizmat ko‘rsatish sifati va axborotlarni yetkazib berish, taqdim etilayotgan xizmatlar ro‘yxati hisoblanadi.

Kirish shlyuzlarining (AGW) miqdori va sig‘imi abonentlar tarkibini, talablar miqdori va taqdim etilayotgan xizmatlarni hisobga olgan holda hisoblanishi kerak.

Paketli tarmoqlarda multimedia li axborotlarni eltib berish sifatining asosiy ko‘rsatkichlari quyidagilardir:

- virtual ulanishni o‘rnatish vaqti;
- multimedia li axborotlarni eltib berishning o‘rtacha kechikishi;
- paketlarni yuqolish ehtimolligi.

Ulanishni o‘rnatish vaqti - bu raqamni tergandan keyingi kechikish (Call Set up Time):

- mahalliy ulanish - 3 sekunddan kam;
- shaharlararo ulanish - 5 sekunddan kam;
- xalqaro ulanish - 8 sekunddan kam.

IP – paketlarni “uchidan - uchigacha” ko‘chirishning (bir yo‘nalishda) va yo‘qolgan IP-paketlar ulushining o‘rtacha kechikishlarqiymati Y.1541 tavsiyalardan olinishi mumkin.

Multimediali tarmoqlarni loyihalashtirishda yechimlarni asoslash.

Multimedia li aloqa tarmog‘ining loyihasi uch bosqichda amalga oshirilishi mumkin.

1 - bosqichda turli xizmatlarga buyurtma berilganda turli terminallar yuzaga keltirgan yuklama baholanadi. Loyihalashtirilayotgan tarmoq uzellariga xizmat ko‘rsatish zarur bo‘lgan yuklamani baholash uchun quyidagi ma’lumotlarga ega bo‘lish zarur:

- terminallar soni;
- terminallar buyurtma qiladigan xizmatlar turlari;
- har bir xizmatni buyurtma qilishda terminal tomonidan yaratiladigan solishtirma yuklama;
- har bir xizmatga mos keluvchi yuklamaning statistik xossalari;
- barcha turdagi xizmatlar va terminallar bo‘yicha yig‘indi yuklama;
- yuklamani yo‘nalishlar bo‘yicha taqsimlash.

Har bir terminal yuzaga keltiradigan yuklama mavjud statistik ma’lumotlar yoki normativlar asosida baholanishi mumkin.

Multimedia li tarmoqlarda asosan turli xil xizmatlarni ta’minlashga qodir funksional terminallardan foydalaniladi. Shuning uchun har bir xizmat bo‘yicha yuklamani baholash zarur.

Yo‘nalishlar bo‘yicha yuklamani taqsimlash uchun tortishish koeffitsientlarini hisoblashga asoslangan usullardan foydalaniladi.

Multimediali tarmoqni loyihalashtirishning 2–bosqichida quyidagilar zarur bo‘ladi:

- transport tarmoqni amalga oshirish uchun texnologiyalarni qo‘llashni asoslash va tanlab olish;

- transport tarmog‘ini qurish topologiyasini tanlash va asoslash, shu jumladan fizik sathdagi topologiyani (shina, yulduz, halqa, aralash va xokozo), fizik sathda ulanishlarni tashkil etishning mantiqiy topologiyasini, shuningdek yuqoridagi sathlarda fizik yo‘llarni, mantiqiy kanallarni zahiralashni hisobga olgan holda va muqobil marshrutlarni tashkil etish;

- barcha tarmoq uzellari (kirish uzellari, kommutatorlar, multipleksorlar, marshrutizatorlar, portlar, shlyuzlar) bo‘yicha, shu jumladan tarmoq sathidagi xizmatchi protokollar (ICMP, IGMP, IGRP, RSVP, marshrutlash protokollari) bo‘yicha uchta quyi sathlarning protokollarini steklari va profillarini detallashtirish (u yoki bu protokol yordamida qo‘llab-quvvatlash zarurligini, protokol turini, uning stekdagi holatini baholash);

- chetki terminallar, shuningdek xizmatlarni ta’minlashning tarmoq uzellari uchun (web, E-mail, DNS, FTP, billing, SN xizmatlar serverlari) xizmatlarni ta’minlash uchun yuqori sathlarning protokollarini hisobga olgan holda protokollarning steklarini va profillarini detallashtirish;

- tanlangan texnologiya va o‘zaro ta’sirlashuvchi tarmoqlar turiga muvofiq tarmoq interfeyslari turlarini aniqlash, ularning o‘tkazish qobiliyatini keyinchalik hisoblab chiqish zarur.

Loyihalashtirishning 3-bosqichida quyidagi amallarni bajarish kerak:

- xizmatlarning har biri bo‘yicha axborot trafigini (U tekisligida), shuningdek konsentratsiyalash, multipleksorlash, tarmoqlar va kirish uzellari (AN) trafigini biriktirishning boshqa turlarining barcha xizmatlari bo‘yicha umumiy (yig‘indi) axborot trafigini hisoblash;

- trafikni tarmoq uzellari orasidagi yo‘nalishlar bo‘yicha (kommutatsiyalash-marshrutlashtirish uzellarini va xizmatlarni ta’minlash serverlarini ham inobatga olib) taqsimlashni hisobga olgan holda magistral tarmoq yadrosini (Core Network, CN) kommutatsiyalash va marshrutlash uzellarida barcha xizmatlarning axborot trafigini hisoblab chiqish;

- axborot protokollari, RTP/UDP/IP/MPLS protokollarining xizmatchi qismi kiritadigan ortiqcha trafik ulushini baholash;

- chaqiriqlarni boshqarish uchun (SIP, ISUP, Q 931, PSTN- V 5.2, H. 225 va boshqa signal protokollar);

- shlyuzlarni boshqarish (H. 245, H 248, MCCP RAS);

- marshrutlash, billing, mualliflash, DNS xizmatlarni boshqarish;

- talab etiladigan yetkazib berish sifat koʻrsatkichlariga amal qilgan holda turli xizmatlar uchun navbatlarga xizmat koʻrsatish intizomini tanlash;

- tarmoq uzellarining buferli xotirasi xajmlarini va bu uzellarning talab etilgan unumdorligini baholash;

- tarmoqning tanlab olingan topologiyasi uchun foydalaniladigan interfeyslarning oʻtkazish qobiliyatini baholash va hisoblash;

Multimediali tarmoqni loyihalashning birinchi bosqichining mazmunini koʻrib chiqamiz.

- *Terminallar sonini baholash.*

Terminallar sonini baholash uchun turli usullar qoʻllaniladi:

- marketing tadqiqotlari (umumiy foydalanish tarmoqlari uchun baholashlar asosida shaxsiy kompyuterlarni sotishning ortishi qoʻyilishi mumkin);

- oʻtgan davr uchun mavjud boʻlgan ma'lumotlar asosida terminallarning koʻpayishini bashorat qilish (korporativ tarmoqlar uchun) .

Bashorat qilinayotgan oʻsish tatbiqiy dasturlar - Excel, Mathcad, Statistic va xokozolar negizida matematik usullardan foydalangan holda hisoblab chiqilishi mumkin.

- *Terminallar buyurtma beradigan xizmatlar turlari va ularni kirish uzellari boʻyicha taqsimlash.*

Terminallarning kirish uzellari boʻyicha xizmatlar turlarini koʻrsatgan holda grafik yoki jadval koʻrinishida aks ettirish.

- *Har bir xizmatga buyurtma berilganda terminal yuzaga keltiradigan solishtirma yuklama.*

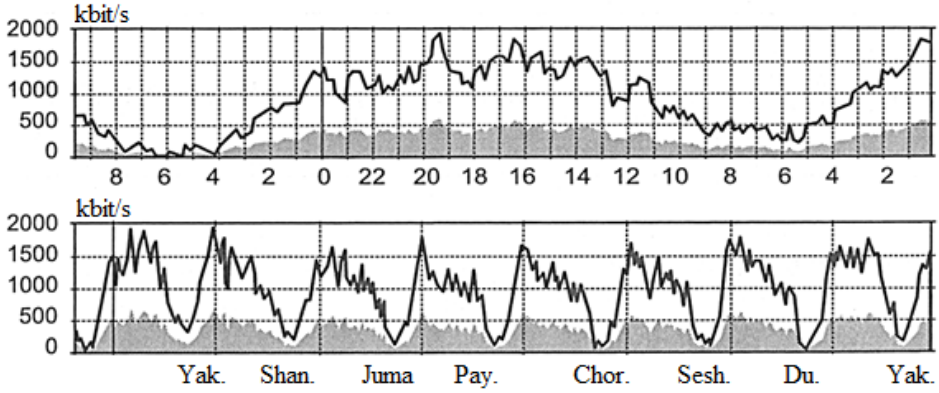
Har bir terminal yuzaga keltirgan yuklama, statik yoki normativ asosida baholanishi mumkin.

- *Har bir xizmatga mos yuklamani statik xususiyati.*

2.1-rasmda E1 interfeysning sutka soatlari va xafta kunlari boʻyicha kompressorlangan nutq axboroti boʻlgan paketlar oqimlari bilan yuklash grafiklari tasvirlangan.

Rasmdan koʻrinadiki uzatilayotgan axborotning choʻqqi xajmlari va uzatilayotgan axborotning oʻrta hajmi orasidagi nisbat 2-3 diapazonida yotuvchi yetarlicha barqaror kattalik hisoblanadi.

Hisoblashlarda bu nisbatni 2,5ga teng qilib olish mumkin. Ma'lumotlarni uzatish xizmatlari uchun ham choʻqqi va oʻrtacha yuklanishlar orasida xuddi shunday nisbatni kuzatish mumkin.



2.1- rasm. E1interfeysning sutka soatlari (yuqorida) va xafta kunlari (pastda) bo‘yicha kompressorlangan nutq axboroti bo‘lgan paketlar bilan yuklash grafiklari

Interfeysda ma’lumotlar oqimi bilan hosil bo‘ladigan yuklanishni, axborotlarni IP-tarmoqda yetkazib berish vositalarini qo‘llash samaradorligi koeffitsientini, pachkalilik koeffitsientini va uzatish tezligini bilgan holda hisoblash mumkin.

Mavjud umumiy foydalanishdagi telefon tarmoqlaridan axborotlar oqimlarini paketli multiservisli tarmoqlarga ko‘chirish uchun UfAT (umumiy foydalanishdagi aloqa tarmoqlari, UfAT)da mavjud qaror topgan trafikni taqsimlash modelidan foydalanish mumkin.

Tarmoq serverlari xizmatlarini (web, E-mail, DNS, FTP, billing, SN va boshqalar) ta’minlashni talab etadigan manbalar hosil qiladigan yuklamani hisoblashda, bu serverlarning tarmoq uzellari (CN)ga ulanish nuqtalari bo‘yicha joylashtirishni hisobga olish zarur.

Barcha xizmatlar uchun axborotlarni yetkazib berishning talab etilgan sifatini ta’minlash uchun, trafikning barcha turlari orasida ma’lum nisbatga rioya qilish zarur. Kechikishlarga eng moyil bo‘lgan axborot turlari, bu haqiqiy vaqtda yetkazib berilishi kerak bo‘lgan axborotlar hisoblanadi.

Agar haqiqiy vaqt trafigi uchun talab etilayotgan o‘tkazish qobiliyati 30% ga yetsa, interfeysning umumiy o‘tkazish qobiliyatidan, u holda bu turdagi axborotni yetkazib berish sifati keskin pasayadi. Shuning uchun tarmoqni loyihalashtirish va tarmoqdan foydalanishning boshidagi bosqichda, barcha turdagi axborotlarni eltib berishning kafolatli sifati uchun haqiqiy vaqt trafigi/tranzaksiyalar / ma’lumotlar orasida 30/30/40 nisbatga amal qilish zarur.

Paketli tarmoq bo‘ylab (IP-telefoniya) so‘zlashuv axborotlarini uzatish uchun quyidagilarni baholash zarur:

- foydalanuvchilar soni;
- G.7xx/RTP/UDP/IP/MPLS (birlamchi tarmoq texnologiyalari) profili uchun ortiqcha trafik.

So‘zlashuv terminallari yaratgan yuklamani quyidagi uch usuldan biri bilan hisoblash mumkin:

- solishtirma yuklama qiymatlari bo‘yicha, erlang hisobida;
- IP texnologiyaning protokolli ortiqchaligi (Ethernet+IP+UDP+RTP protokollar sarlavhalari) va o‘tkazish oralig‘ini zahiralashni hisobga olgan holda, kodeksning har bir turi uchun ma’lumotlarni talab etilgan uzatish tezligi bo‘yicha, Kbit/s
- T_s so‘zlashuv seansining o‘rtacha statistik uzunligida, s va audiokodeksning V tezligida Kbit/s uzatiladigan ma’lumotlarning hajmi bo‘yicha; (bir seans davomida $Q=T_s V$ Kbit hajmni uzatishi zarur).

Kechikishga sezgir bo‘lgan axborotni eltib berish sifatini oshirish uchun ustunliklar (Diff-Services) yordamida differensiallashgan mexanizmlardan hamda RSVP, RAS va boshqa protokollar yordamida interfeysda (Int-Services) kanalning zarur o‘tkazish oralig‘ini zahiralash mexanizmlaridan ham foydalanish mumkin.

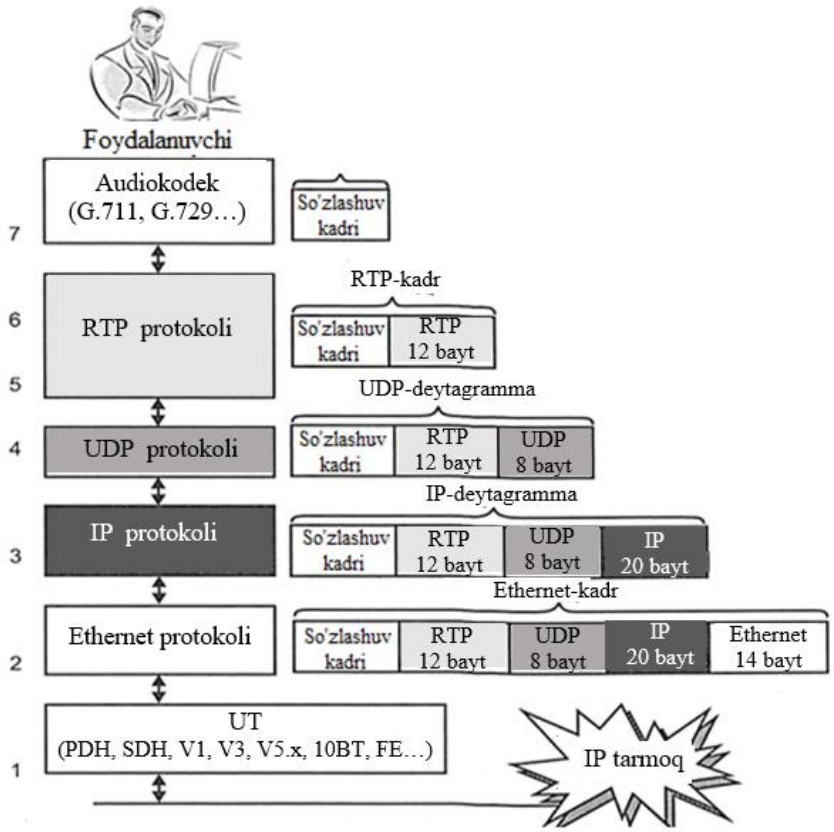
Paketli tarmoqda bu ikki mexanizmdan foydalanishda kanalning emulyatsiyasi uchun sharoitlar yaratiladi. Bunday emulyatsiyalangan kanalning TDM telefoniyadagi kanaldan farqi, uning o‘tkazish oralig‘ini qulay holda prinsipial o‘zgartirish hisoblanadi.

ATM, MPLS yoki VLAN/Ethernet texnologiyali transport tarmoqlarida axborotlarni eltib berishning quyidagi sinflari nazarda tutilgan:

- CBR (ATM) yoki EF(IP/MPLS);
- RT – VBR (ATM) yoki AF1 (IP/MPLS).

EF (IP/MPLS) deganda to‘siqsiz (tezkor) manzilli o‘zgartirish sinfi (Expedited Forwarding, EF), AF1 (IP/MPLS) deganda esa kafolatlangan manzilni o‘zgartirish sinfi (Assured Forwarding, AF) tushuniladi.

Paketlitarmoqda CBR/EF sinfi uchun minimal zarur bo‘lgan o‘tkazish oralig‘i zahiraga olinadi. Yetkazib berishning aynan ana shu xizmatlar sinfi boshqa tarmoqlardan kelib tushadigan axborotni qayta jo‘natish uchun paketlar kommutatsiyali tarmoqda kanallarni emulyatsiya qilishga imkon beradi.



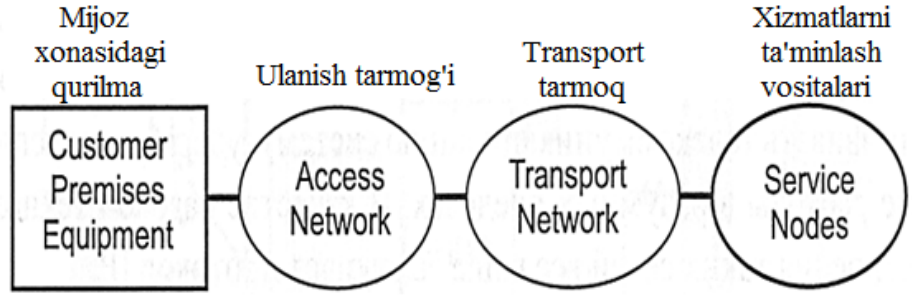
2.2-rasm. IP-tarmog‘ida so‘zlashuv axborotini yetkazib berishni ta’minlovchi protokollar

Bunda so‘zlashuv axborotni eltib berish uchun eng qulay sharoitlar yaratiladi. Biroq sifatning bu sinfi tarmoq orqali uzatilayotgan axborotning eng ko‘p ortiqchaligiga mos keladi. Masalan, G.711 audio kodekdan foydalanilganda (kodlash tezligi 64 Kbit/c) 128 Kbit/c tezlikka mos keluvchi o‘tkazish oralig‘ini zahiralashi zarur, bu esa TDM telefoniyaga nisbatan ikki marta kattadir. Agar tezligi ancha past bo‘lgan audio kodeklardan foydalanilsa (masalan, G.729-8 Kbit/s) u holda ajratilayotgan kanalning o‘tkazish oralig‘ining kengligini ancha kamaytirish mumkin.

Ulanish tarmog‘ini loyihalashtirish

2.3-rasmda xalqaro elektraloqa ittifoqining Y seriyali tavsiyalarida taklif etilgan infokommunikatsiya tizimining modeli keltirilgan. Bu model infokommunikatsion tizimlarda kirish tarmog‘ining o‘rnini aniqlash imkonini beradi.

Abonent xonasidagi qurilmaga misol sifatida oddiy telefon apparati (xonadon sektori) hamda apparat-dasturiy vositalarning murakkab majmuasi – ATS, lokal Ethernet tarmog‘i va boshqa qurilma (ishlab chiqarish sektori) bo‘lishi mumkin.



2.3- rasm. ITU-T tavsiya etgan infokommunikatsiya tizimining modeli

Birinchi holda kirish tarmog‘i vazifalarini ikki simli fizik zanjirni ifodalovchi abonent liniyasi bajarishi mumkin. Ikkinchi holda kirish tarmog‘i tarkibiga (mavjud telekommunikatsiya tizimi uchun) quyidagilar kirishi kerak:

- ATS uzelini mahalliy telefon tarmog‘iga ulash uchun E1raqamli trakt (yoki bir necha shunday traktlar);
- mahalliy tarmoqni Internetga ulash uchun TCP/IP protokollar stekini qo‘llab-quvvatlovchi raqamli trakt;
- ijaraga olinuvchi liniyalar, agar ular telefon tarmog‘i yoki Internetdan foydalanmaydigan qurilmani ulash uchun zarur bo‘lsa.

Kirish tarmog‘ining asosiy vazifasi - operatorning imkoniyatli mijozlarining xonasida o‘rnatilgan barcha turdagi qurilmalar bilan tegishli tranzit tarmoqlar o‘rtasida ishonchli va yuqori sifatli aloqani ta’minlash. Kirish tarmog‘ining muhim xususiyatlaridan biri axborotni yetkazib berish texnologiyasidan uzoq vaqt foydalanishdir.

Kirish tarmog‘i eng katta sig‘imli hisoblanadi, shuning uchun telefon tizimining xech bir elementi kirish tarmog‘i kabi “stagnatsiya” holatida shunchalik uzoq bo‘lmagan.

Yuzaga kelgan vaziyat quyidagi ikki asosiy sabab bilan izohlanadi:

- yaqin vaqtgacha odatdagi (tor oraliqli) kirish tarmoqlarini ancha tejamli holda qurish mumkin bo‘lgan texnik vositalar mavjud emas edi;
- fizik zanjirlar axborot almashuviga bo‘lgan extiyojni (TCh kanalga qaraganda ancha quvvatli resurslarni talab qilmaguniga qadar) ta’minlaydi va yangi xizmatlarning ancha katta qismini qo‘llab-quvvatlaydi.

10.4- rasmda quyidagi belgilardan foydalaniladi:

- MGGP (Simple Gateway Control Protocol) - shlyuzni boshqarishni oddiy protokoli bo‘lib, u konsentratorlarni boshqarish, UfTT va boshqa tarmoqlar stansiyalari bilan o‘zaro ta’sirlashish uchun mo‘ljallangan;

- 100 Base-T - uzatish tezligi 100 Mbit/s (802.Zi standarti) bo‘lgan Fast Ethernet fizik sathining tasnifini belgilanishi. Mazkur texnologiyada uzatish muhiti sifatida tolali optik kabeldan foydalaniladi;

- Softwitch - ikki turdagi UfTT va IP tarmoqlar uchun maxsus yaratilgan dasturiy kommutator, bu tarmoqlardan har birida bu qurilma turlicha idrok etadi: UfTTda ishlash uchun Softwitch UKS7 signalizatsiya punkti vazifasini bajarishi va UfTTda signalizatsiyaning boshqa tizimlari (EDSSI, 2BCK, R2 va boshqalar)ni qo‘llab-quvvatlash uchun interfeyslarga ega bo‘lishi kerak. Paketli kommutatsiya tarmoqlarida Softwitch, transport shlyuzlarini boshqarishning yagona qurilmasi (Media Gateway Controller, MGC) va/yoki signalizatsiya kontrolleri (Signalling Controller SC) H.323 dispetcheri va SIP (Signalling Initial Protocol) serverlari dispetcherisifatida ishtirok etadi;

- SHDSL (High-bit-rate Digital Subscriber Line) - to‘rtta simli yuqori tezlikli raqamli abonent liniyasi bo‘lib, u bo‘ylab 2B1Q (ANSI tavsiyalari) turidagi kodlashdan foydalanib oqimni 2, 048 Mbit/s (Ye_1) tezlikda uzatish ta’minlanadi;

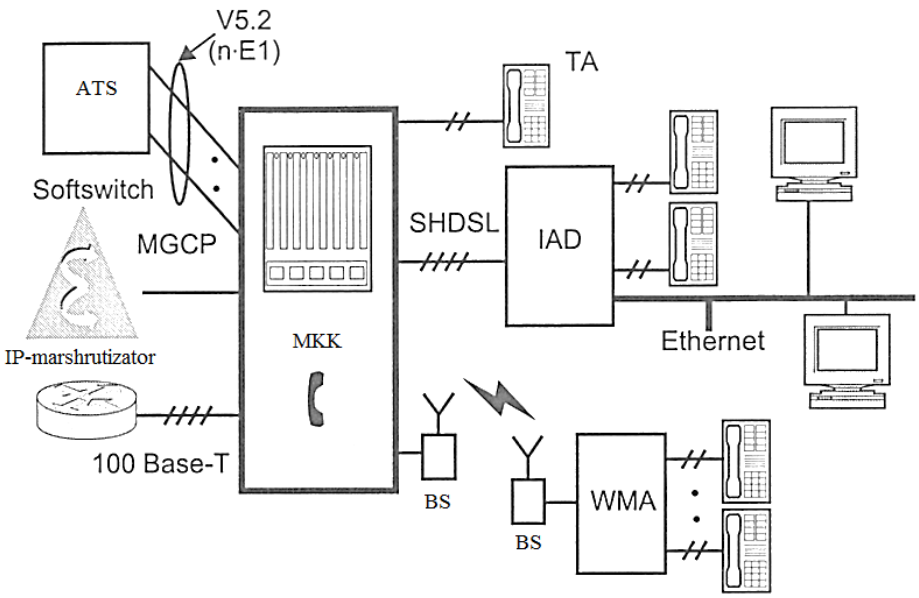
- LAD (Integrated Access Device) -integratsiyalangan kirish qurilmasi;

- WMA (Wireless Multiple Acess) - simsiz ko‘p martali kirish qurilmasi. WMA qurilmasi konsentrator tomonida E1 standart trakti bo‘yicha yoki abonent komplektlari orqali ulanishi kerak.

- MAK qurilmasi xizmat ko‘rsatilayotgan foydalanuvchilarni bir necha tarmoqqa ulashga imkon beradi;

Infokommunikatsiya xizmatlarining ayrim turlarini ta’minlash uchun dasturiy kommutator Softwitch bilan o‘zaro ta’sirlashish kerak bo‘lib qolishi mumkin. Bu vazifalar media shlyuzni boshqarish uchun mo‘ljallangan protokolni MGCP (Media Gateway Control Protocol) qo‘llashda amalga oshirilishi mumkin.

100 Mbit/s tezlikdagi Fast Ethernet 100 Base-T fizik sathdagi texnologiya EHMning lokal tarmoqlarida qo‘llaniladi. Base atamasi to‘g‘ri (modulyatsiyalanmagan) uzatishni ko‘rsatadi. T belgisi o‘ralgan juftlikdan (Twisted pair) foydalanishni ko‘rsatadi.



2.4- rasm. “Protey-MKK” dan foydalanishni tasvirlovchi sxema

Transport tarmog‘ini loyihalashtirish

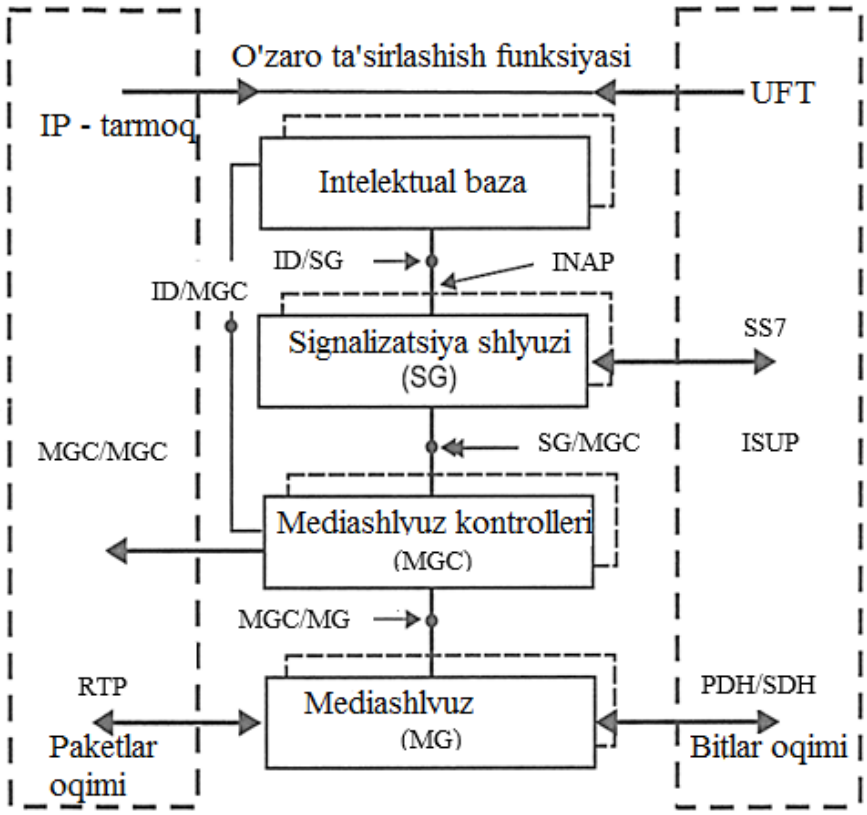
Infokommunikatsiya tizimi evolyutsiyasining boshlang‘ich bosqichida kanallar kommutatsiyasi bo‘lgan qurilma asosiy o‘rinni egallaydi. Umumiy transport tarmog‘ining asosiy resurslari so‘zlashuv axborotini eltib berish uchun qo‘llaniladi. Paketlar kommutatsiyasi bo‘lgan qurilma umumiy transport tarmog‘i resurslarining kichikroq ulushidan foydalanadi. Kanallar kommutatsiyasi tarmoqlaridan paketlar kommutatsiyasi tarmoqlariga so‘zlashuv axborotlarini uzatish, kompressiyalash va kommutatsiyalash masalalarini hal etish uchun media shlyuzlar o‘rnatiladi.

Transport tarmog‘i resurslarining bir qismi ikkala kommutatsiyalash tarmoqlari (KK va PK) bilan birgalikda qo‘llanilishi kerak. Bu agar ikkala tarmoqda ham soatdagi katta yuklama mos tushmagan holatlarda, o‘ta yuklanishlarni bartaraf etadi.

Infokommunikatsiya tizimi evolyutsiyasining oxiridan bitta oldingi bosqichida multimediali axborotni eltib berishni ta’minlovchi paketlar kommutatsiyasi bo‘lgan qurilma asosiy o‘rinni egallaydi. Umumiy transport tarmog‘ining asosiy resurslari paketlar kommutatsiyasi rejimida multimedia li axborotlarni transportlash uchun qo‘llaniladi. Kanallar kommutatsiyasi bo‘lgan qurilma endi umumiy transport tarmog‘i resurslarining kamroq ulushidan foydalanadi.

Transport tarmog‘ining o‘tkazish qobliyati katta bo‘lishi kerak, bu multimediali trafikda video axborotning mavjudligi bilan izohlanadi. Transport tarmog‘i resurslarining bir qismi ikkala kommutatsiyalash tarmoqlari tomonidan birgalikda qo‘llanishda davom ettiriladi.

Telekommunikatsiya tarmoqlarining deyarli barcha operatorlari duch keladigan muammolar o‘rtasida, kirish tarmog‘ini keyingi rivojlanishi uchun ssenariyni tanlash murakkabligini ta’kidlash kerak. Bunday holat juda ko‘p omillarga bog‘liq, ammo infokommunikatsiya xizmatlari bozorida talabni bashorat qilishdagi murakkablikni yetakchi deb hisoblash mumkin. Shuning uchun telekommunikatsiya tarmog‘i operatori uchun bozordagi talabga bog‘liq holda eng kam xarajatlar bilan o‘zgarishi mumkin bo‘lgan, tizimli-tarmoqli yechimlar juda katta amaliy qiziqish uyg‘otadi. Bunday shartlarni ‘‘Protey-MAK’’ga o‘xshash apparat-dasturiy vositalar qanoatlantiradi. Ular operatorlarga texnologiyalarni tanlashga talab qo‘ymaydi va xizmatlarning yangi turlarini kiritish jarayonlarini to‘xtatib qolmaydi.



2.5- rasm. NGN arxitekturasi (Recommendation ITU-T Y.1001)

Tarmoqlarning o‘zaro ta’siri.

NGNning fizik arxitekturasi uchta sathni (platformani) o‘z ichiga olgan bo‘lib, ular orasida standart interfeyslar qo‘llaniladi, bu esa masshtablashtirishni, yetkazib beruvchilarga bog‘liq bo‘lmaslikni, investitsiyalarni saqlanishini va aloqa operatori uchun foydali bo‘lgan boshqa juda ko‘p xossalarning saqlab qolinishini ta’minlashga imkon beradi.

Keyingi avlod tarmog‘ining fizik arxitekturasi (8.5-rasm) o‘z ichiga quyidagilarni qamrab oladi:

- transport platformasi;
- yangi dasturiy-apparat majmualari negizida amalga oshiriluvchi boshqarish va signalizatsiya platformasi;
- zarur xizmatlar to‘plamini ta’minlovchi serverlar platformasi.

Transport platformasi quyidagi sathlarni o‘z ichiga oladi:

- transport tarmog‘i yadrosi sathi (Core Network, CN), multiservisli transport tarmoqlari texnologiyalari negizida amalga oshiriladigan (hozirgi vaqtda eng ko‘p ishlab chiqilgan ATM, IP/MPLS/all, IP/VLAN/Ethernet texnologiyalari);
- kirish tarmoqlari sathi (Access Network, AN), hozirgi vaqtda eng ko‘p tarqalgan kirish texnologiyalari quyidagilar hisoblanadi: xDSL, FTTH, Wi-Fi, Wi-Max, PON. ANda qo‘llaniladigan texnologiyalarning xilma-xilligi quyidagi holatlar tufayli yuzaga kelgan:

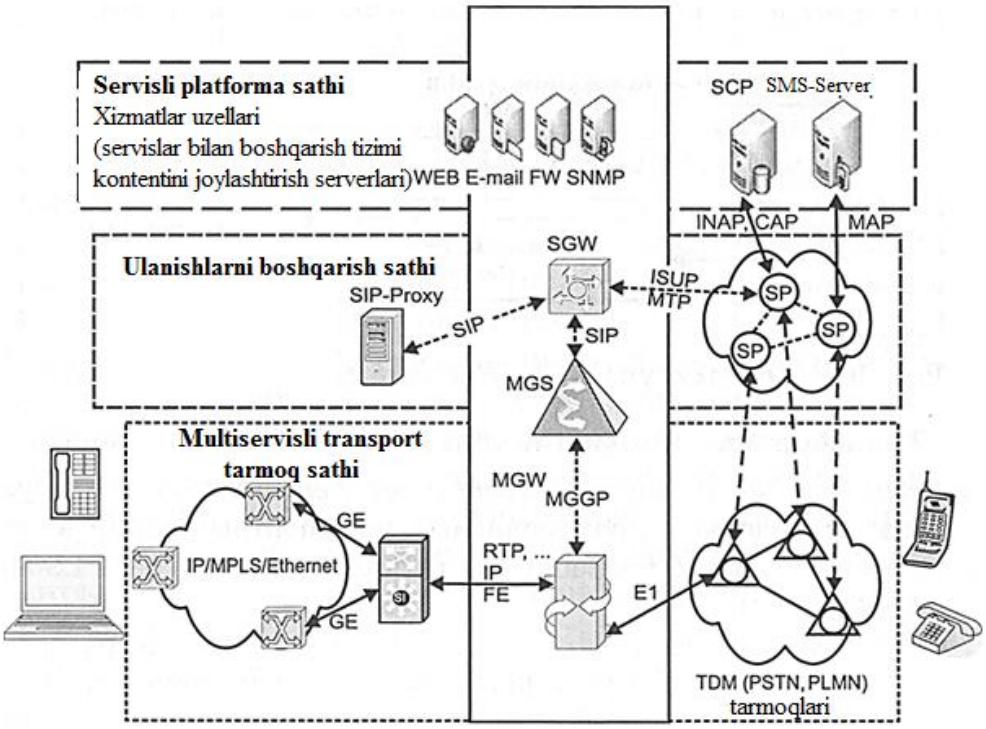
-qo‘llaniladigan uzatish muhitlarining xilma-xilligi bilan (ham yangi, masalan optik, avval kirish tarmoqlarida qo‘llanilmagan ham eski, masalan ko‘p juftlikli telefon kabellari va tor oraliqli simsiz kirish tizimlari);

-terminallar turlarining xilma-xilligi bilan (avvalgi sodda lekin arzon telefon apparatlaridan to barcha xizmatlarni ta’minlovchi ko‘p funksionalli terminallargacha).

Boshqarish va signalizatsiya platformasi yangi dasturiy-apparat majmualari negizida amalga oshirilib ularga Softwitch nomi (kommutatsiyani boshqarishning moslashuvchan tizimi) biriktirilgan.

Serverlar platformasi zarur bo‘lgan xizmatlar to‘plamini ta’minlaydi.

Hozirgi vaqtda bu platformalar orasidagi o‘zaro ta’sirni moslashuvchan holda sozlashga imkon beruvchi universal ochiq interfeyslar ishlab chiqilgan. 2.6-rasmda transport tarmoqlarning o‘zaro ta’sirlashishni tashkil etish sxemasi keltirilgan.



2.6-rasm. Tarmoqlarning o‘zaro ta’sirlashishini tashkil etish sxemasi

Mavjud tarmoqlarning (PSTN va PLMN) o‘zaro ta’sirlashishi uchun resurslarni MGW shlyuzi taqdim etadi. Chaqiriqlarga ishlov berish jarayonida signalizatsiya protokollarining konvertatsiyasi SGW signalizatsiya shlyuzi tomonidan amalga oshiriladi. Shlyuzlarni boshqarish uchun MGS kontrollerlaridan foydalaniladi.

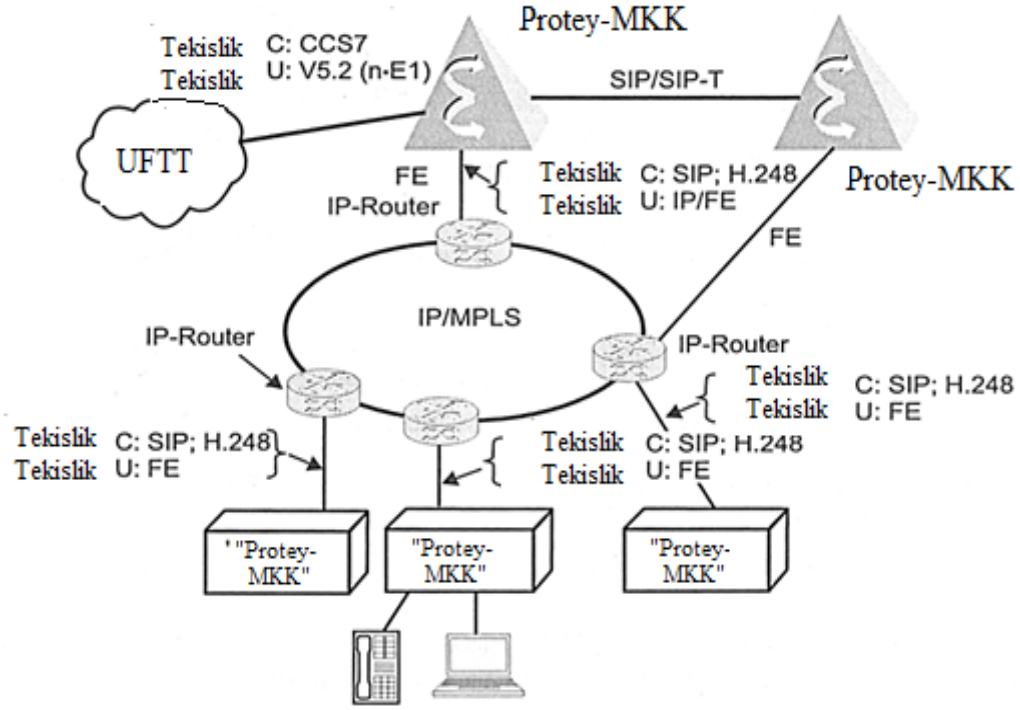
Dastlab N.323 tasnifi mahalliy tarmoqlarda videokonferensiyalarni ta’minlash maqsadida ishlab chiqarilgan edi. Foydalanuvchilararo yoki bir rangli (peer-to-peer) protokolni qo‘llab, intellektual terminalli mijozlar intellektual terminaldan foydalanuvchi boshqa mijozlar bilan ulanishni o‘rnatishlari mumkin edi.

N.323 ning keyingi versiyalari Gatekeeper Routed Model ni na’zarda tutar edi, unga muvofiq (Gatekeeper) barcha ulanishlarni o‘rnatishda va har bir chaqiriq uchun xizmatlar taqdim etishda faol ishtirok etishi kerak edi. Bunday modelda N.323 bir rangli protokol hisoblanmaydi. Shlyuz o‘ziga ko‘pgina an’anaviy xizmatlarni markazlashtirilgan holda taqdim etishni intellektual vazifalarini oladi.

Multiservisli tarmoq ilmiy tadqiqot markazini “Protey” (2.7-rasm) qurilmasini qo‘llab qurilishi mumkin.

“Protey-MKK” multiservisli kirish kommutatori (MKK), UfTTda aloqa xizmatlarini taqdim etish uchun mo‘ljallangan dasturiy-apparat majmuini ifodalaydi. Uning negizida shuningdek korporativ tarmoqlarni yaratish va ofislarda aloqani tashkil etish mumkin. Multiservisli kirish kommutatori multiservisli aloqa tarmoqlarida Softswich vazifasini bajaradi, ya’ni paketli tarmoqda so‘zlashuv va multimedia li axborot almashinuvini ta’minlaydi.

Multiservisli tarmoqlarda “Protey-MKK” Ethernet 100 Mbit/s interfeysi bo‘yicha transport IP-tarmog‘i bilan o‘zaro ta’sirlashadi va NGN uzellari bilan o‘zaro ta’sirlashishi uchun SIP, H.248/MEGASO signalizatsiya protokollaridan foydalaniladi. 10.8-rasmda “Protey-MKK”ni qo‘llanishning mumkin bo‘lgan variantlari keltirilgan.

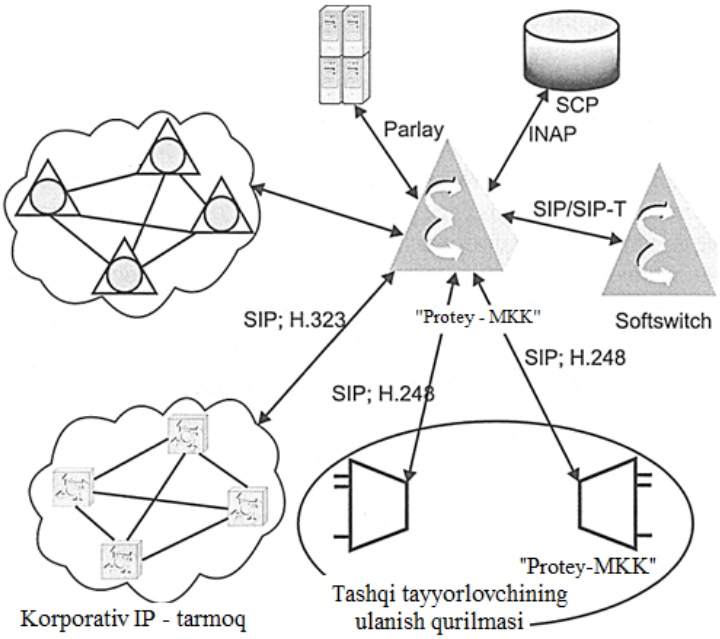


2.7-rasm. “Protey” ITM qurilmasi yordamida qurilgan multiservisli tarmoq sxemasi

“Protey-MKK”ning bitta tizimi negizida sig‘imi 25 ming raqamli telefon tarmog‘ini tashkil etish mumkin. Tarmoqni kengaytirish, chaqiriqlarga ishlov berishning qo‘shimcha modullarini (Call Processing Subsequent, CPS) o‘rnatish yordamida amalga oshirish mumkin.

“Protey-MKK” multiservisli kirish kommutatori quyidagi turdagi qurilmalar bilan o‘zaro ta’sirlashishi mumkin:

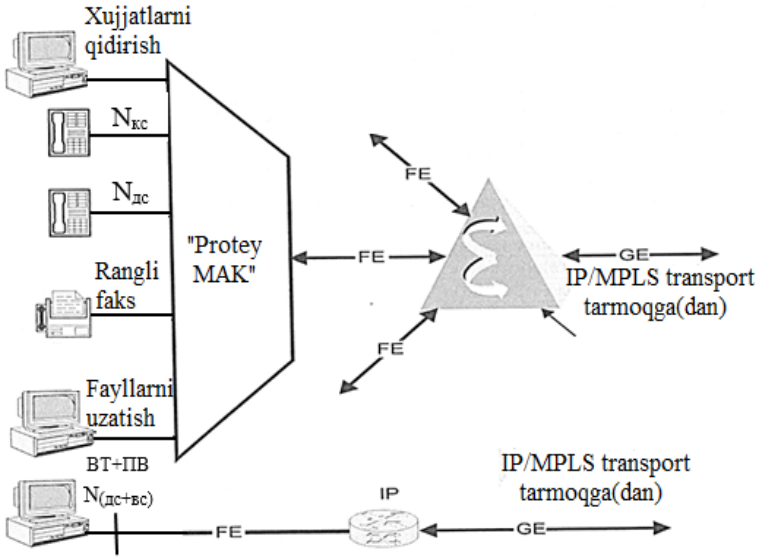
- E1interfeyslari bo‘yicha UfTT /IN bilan;
- E-DSSI; OKS 8 R1/5 protokollar bo‘yicha ATS uzellari, raqamli telefon stansiyalar;
- E-DSSI protokolli bo‘yicha kirish qurilmasi;
- “Protey-MAK” multiservisli abonent kirish konsentratori;
- INAP-R protokoli bo‘yicha xizmatlarni boshqarish uzellari (SCP);
- Ethernet 100/1000 Mbit/s interfeyslar bo‘yicha paketli kommutatsiyali tarmoqlar bilan;



2.8- rasm. “Protey-MKK”ning qo‘llanilish variantlari

- SIP/SIP-T, H.248/MEGACO protokollari bo‘yicha Softwitch bilan;
- multiservisli kirish qurilmasi bilan, shu jumladan SIP/SIP-T, H.248/MEGACO protokollari bo‘yicha “Protey-MAK” multiservisli abonent konsentratori bilan;
- SIP protokoli bo‘yicha proksi serverlar va boshqa SIP-domenlari uzellari bilan;
- Parlay API amaliy dasturlash tizimi yordamida ilovalarning serverlari bilan;
- IP-telefonlar, IP-telefoniya shlyuzlari bilan (shu jumladan “Protey-ITG” IP-telefoniya shlyuzlari bilan);

10.9-rasmda “Protey” firmasining dasturiy-apparat vositalaridan foydalaniladigan multiservisli tarmoq na’munasi keltirilgan.



2.9 rasm. Telefoniya foydalanuvchilari, xujjatlarni izlash, rangli faks, fayllarni uzatish, videotelefoniya, videoni izlash uchun kirish tarmog‘ining tuzilish sxemasi

Nazorat savollari

1. Telekommunikatsiya tarmoqlarini loyihalashtirish uchun qanday loyihalashtirish xujjatlar tarkibi kerak?
2. Paketli tarmoqlarda multimedia li axborotlarni yetkazishni qanday asosiy sifat ko‘rsatkichlari bor?
3. Multimedia li tarmoqni loyihalashtirish nechta bosqichdan iborat?
4. Loyihalashtirilayotgan tarmoq uzellariga xizmat ko‘rsatish uchun zarur bo‘lgan yuklamani baholash uchun qanday ma’lumotlar kerak bo‘ladi?
5. Transport tarmoqni loyihalashtirishni tushuntiring.
6. Transport tarmog‘i yadrosi sathini vazifasi nimadan iborat?
7. Multimedia li tarmoqni loyihalashtirishning 2-bosqichida qanday ishlar amalga oshiriladi?
8. Multimedia li tarmoqni loyihalashtirishning 3-bosqichida qanday ishlar amalga oshiriladi?
9. Softswitch nima?
10. Ulanish tarmog‘ini loyihalashtirish bosqichlarini tushuntiring.

QISQARTMALAR RO‘YXATI

ADM	- add/drop multiplexer	- kiritish/chiqarish multipleksori
ADSL	- Asymmetric Digital Subscriber Line	- Assimmetrik raqamli abonent liniyasi
ANSI	- American National Standards Institute	- Amerika xalqaro standartlashtirish instituti
ATM	- Asynchronous Transfer Mode	- Asinxron uzatish rejimi
ARQ	- Automatic repeat request	- Paketlarni uzatishda avtomatik takrorlash
BER	- Bit Error Rate	- Xatoliklarni yuzaga kelishi
CDMA	- Code-Division Multiple Access	- Kanallari kod bo‘yicha ajratilgan ko‘p marotaba ulanish
DoS	- Differentiated optical Services	- Differensial optik xizmatlar
DOD	- Department of Defense	- Axborotni himoyalash tashkiloti
DNS	- Domain Name System	- Domen nomlar tizimi
ETSI	- European Telecommunication Standards Institute	- Evropa Telekommunikatsiya standartlashtirish instituti
FDL	- Fiber Delay Line	- Ma’lum bir vaqt oralig‘ida optik signalni ushlab turush uchun qo‘llaniladigan uzun tolali-optik liniya
FTP	- File Transfer Protocol	- Fayllarni qayta uzatish protokoli
GII	- Global Information Infrastructure	- Global axborot infratuzilmasi
GSM	- Global System For Mobile	- Mobil aloqaning xalqaro standarti
HTTP	- Hyper Text Transfer Protocol	- Gipermatnni uzatish protokoli
HTML	- Hyper Text Markup Lahguage	- Gipermatn tili
IEEE	- Institute of Electrical and Electronics Engineers	- Elektrotexnika va elektronika sohasidagi injinerlar instituti
IETF	- Internet Engineering Task Force	- Internet muammolari bo‘yicha shug‘ullanadigan injinerlar guruhi
IEC	- International Electrotechnical	- Xalqaro Elektrotexnik Komissiyasi

	Commission	
IP	- Internet protocol	- Internet protokol
IPv4	- Internet protocol Version 4	- Internet protokolning 4-versiyasi
IPv6	- Internet protocol Version 6	- Internet protokolning 6-versiyasi
ISDN	- Integrated Services Digital Network	- Integral xizmatli raqamli tarmoq
ISO	- International Organization for Standardization	- Xalqaro standartlashtirish tashkiloti
ITU-T	- International Telecommunication Union	- Telekommunikatsiya sohasidagi Xalqaro Telekommunikatsiya ittifoqining standartlashtirish sektori
ITU-R	- International Telecommunication Union-Radio Sector	- Xalqaro Telekommunikatsiya ittifoqining radioaloqa sektori
IMS	- IP Multimedia Subsystem	- IP multimedia tizimosti
LAN	- Local Area Network	- Lokal tarmoq
LLC	- Logical Link Control	- Logik kanal bilan boshqarish
MAN	- Metropolitan Area Network	- Umumshahar tarmog‘i
MAC	- Media Access Control	- Muhitga ulanish bilan boshqarish
MPLS	- Multiprotocol Label Switching	- Belgilar bo‘yicha ko‘p protokolli kommutatsiyalash
MGCF	- Media gateway controller function	- Transport shlyuzini boshqaruvchi vosita
NGN	- Next Generation Network	- Keyingi avlod tarmog‘i
NP	- Network Performance	- Tarmoq xarakteristikasi
NMS	- Network Management System	- Tarmoqni boshqarish tizimi
OBS	- Optical Burst Switching	- Bloklarni optik kommutatsiyalash
OSI	- Open System Interconnection	- Ko‘p sathli ochiq tizim
OSSF	- Operation Support Sustem Functions	- Operatsiyalarni ta’minlash tizimining vazifalari
OPS	- Optical Packet Switching	- Paketlarni optik kommutatsiyalash
PON	- Passive Optical Network	- Passiv optik tarmoq
QoS	- Quality of Service	- Xizmat ko‘rsatish sifati
RIP	- Routing Information	- Ma’lumotni marshrutizatsiyalash

	Protocol	protokoli
RTCP	- Real-time Transport Control Protocol	- Real vaqtdagi transport nazorat protokoli
RTP	- Real-time Transport Protocol	- Real vaqtdagi transport protokoli
SCS	- Structured Cabling System	- Strukturalashgan kabelli tizimlar
SDH	- Synchronous Digital Hierarchy	- Sinxron raqamli ierarxiya
STM	- Synchronous Transport Module	- Sinxron transport moduli
SMTP	- Simple Mail Transfer Protocol	- Pochta xabarlarini yetkazish protokoli
STP	- Shielded Twisted Pair	- Ekranlashgan juftik
SLA	- Service Level Agreements	- Xizmat koʻrsatish sathi haqida kelishuv
TCP	- Transmission Control Protocol	- Uzatishni boshqaruvchi transport protokol
TMN	-Telecommunications Management Network	- Telekommunikatsiya tarmogʻini boshqarish
TOS	- Type of Service	- Xizmat koʻrsatish turi
UDP	- User Datagram Protocol	- Foydalanuvchi datagrammasi protokoli
UTP	- Unshielded Twisted Pair	- Ekranlashtirilmagan juftlik kabel
VoIP	- Voice over Internet Protocol	- IP tarmoq boʻylab soʻzlashuv trafigini uzatish texnologiyasi
VoD	- Video on Demand	- Talab boʻyicha video
VPN	- Virtual Private Network	- Virtual shaxsiy tarmoq
WDM	-Wavelength Division Multiplexing	- Toʻlqin uzunligi boʻyicha multipleksorlash
WWW	- World Wide Web	- Butun dunyo toʻri

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh. Mirziyoyevning “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-4947-sonli farmoni.
2. R.I.Isayev, R.K.Atametov, R.N.Radjapova, Telekommunikatsiya uzatish tizimlari. -«Fan va texnologiya», 2011. — 520 bet.
3. N.Jo`rayev. Telekommunikatsiya uzatish tizimlariga texnik xizmat ko`rsatish. Farg`ona, 2013.
4. N.M.Jo`rayev. Tolali optik aloqa tizimlari va tarmoqlariga texnik xizmat ko`rsatish. Toshkent, 2017.
5. N.Yu.Yunusov, R.I.Isayev, G.X.Mirazimova, Optik aloqa asoslari. O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi. – T.: Cho‘lpon nomidagi NMIU, 2014, 368 bet.
6. R.I.Isayev, U.N.Karimova, Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish. – T., «Fan va texnologiya», 2011, 496, bet.
7. N.M.Jo`rayev., B.A.Turgunov. Keng polosali telekommunikatsiay tarmoqlariga texnik xizmt ko‘rsatish va loyihalash. Toshkent, 2019
8. Е.Е.Маликова, Ц.Ц.Михайлова, А.П.Пшеничников. Расчет оборудования мультисервисных сетей связи. Методические указание по курсовому проектированию. 2-ое изд., -М.: Горячая линия – Телеком, 2014.-76 с.
9. Е.С.Чердынцев, Мультимедийные сети: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск. 2012, - 97 с.
10. О.К.Скляров, Волоконно – оптическиесети и системы связи: Учебное пособие. 2-ое издание. стер. СПБ.: Изд-во «Лань», 2010, 272 с.
11. В.И.Битнер, Ц.Ц. Михайлова, Сети нового поколения – НГН. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – телеком, 2011, - 226 с.
12. Д.С.Гулевич. Сети связи следующего поколения: Учебное пособие /
    Д.Гулевич – М: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. -183 с.
13. В.А.Ершов, Н.А.Кузнецов. Мультисервисные телекоммуникационные сети. –М.: Изд-во МГТУ им. Баумана Н.Э., 2003. -432 с.

14. В.Н.Иванов, В.Н.Гордиенко, Г.Н.Поков, Р.И.Исаев и др. Цифровые и аналоговые системы передачи: Учебник для вузов / – М.: Радио и связь, 1995.
15. Б.С. Гольдштейн, Н.А. Соколов, Г.Г. Яновский. Сети связи: Учебник для ВУЗов. СПб.: БХВ – Петербург, 2010. 400 с.
16. Б.И.Крук, В.Н.Попантонопуло, В.Н.Шувалов, Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 1 – Современные технологии / под ред. профессора В.П. Шувалова – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 647 с.
17. В.В.Величко, Е.А.Субботин, В.П.Шувалов, А.Ф.Ярославцев. Телекоммуникационные системы и сети. Том 3. Мультисервисные сети. - Москва, Горячая линия – Телеком. 2005. 592 с.
18. А.В.Засецкий, А.В.Иванов, С.Д.Постников, И.В.Соколов, Контроль качества в телекоммуникациях и связи. Часть II, под. редакцией А.Б.Иванова – М.: Компания САЙРУС СИСТЕМС, 2001. 335 с.
19. А.Б.Иванов, Контроль соответствия в телекоммуникациях и связи. Измерения, анализ, тестирование, мониторинг. 4. I. М.: Компания Сайрус Системс. 2001. – 375 с.
20. Л.Е.Варакин, Глобальное информационное общество: Критерии развития и социально – экономические аспекты. – М.: МАС, 2001.
21. Б.С.Гольдштейн, И.М.Ехриель, Р.Д.Рерле, Интеллектуальные сети. – М.: Радио и связь, 2000. 500 с.
22. А.В. Росляков, Общеканальная система сигнализации № 7. –М.: Эко – Трендз, 1999. – 176 с.
23. Khanvilkar S. et al. Multimedia Networks and Communication // Electrical Engineering Handbook / edited by W.K. Chen. – [S. l.]: Academic Press, 2004. –P. 401–425.
24. Perkins C. RTP: Audio and Video for the Internet. – [S. l.]: Addison Wesley, 2003. – 432 p.
25. ITU-T Recommendation 6.803. Architecture of transport networks based on the SDH (06/97).
26. ITU-T Recommendation 1.326. Function architecture of transport networks based on ATM. (11/95).
27. ITU-T Recommendation 6.872. Architecture of optical transport networks. (12/98).

28. ITU-T Recommendation M. 3000 – Overview of TMN Recommendations.
29. ITU-T Recommendation M. 3010 – Principles for a telecommunication management network (TMN).
30. ITU-T Recommendation M. 3020 – TMN interface specification methodology.
31. ITU-T Recommendation M. 3100 – Generic network information model.
32. ITU-T Recommendation M. 3200 – TMN management service: overview.
33. ITU-T Recommendation M. 3300 – TMN management capabilities presented at the F – interface.
34. ITU-T Recommendation M. 3400 – TMN management functions.
35. ITU-T, "Security Architecture for Open Systems Interconnection for CCITT Applications", Recommendation X.800, 1991.
36. ITU-T, "Information technology – Security techniques – Guidelines for the use and management of trusted third party services", Recommendation X.842, 2000.
37. ISO, "Information Processing Systems – Open Systems Interconnection Reference Model – Part 1: Basic Reference Model", ISO/IEC 7498 – 1.
38. ISO, "Information Processing Systems – Open Systems Interconnection Reference Model – Part 2: Security Architecture", ISO/IEC 7499 – 2.

MUNDARIJA

KIRISH 3

I – BOB. TOLALI OPTIK ALOQA TIZIMLARI VA TARMOQLARIGA TEXNIK XIZMAT KO‘RSATISH. 7

1.1. Optik aloqa tizimlari 7

1.2. Tolali optik aloqa tizimlarining tuzilishi, ish prinsipi 13

1.3. Tolali optik aloqa tizimining tuzilishi 16

1.4. Optik aloqa tizimlarining tasnifi 18

1.5. Tolali optik aloqa tizimlarining optik kanallarini zichlashtirish usullari 19

1.6. Optik tola bo‘ylab signallarni tarqalish xususiyatlari 24

1.7. Optik nurlanish manbalariga qo‘yiladigan talablar 37

1.8. Optik signalni modulyasiyalash usullari 47

1.9. Optik aloqa tizimlarining fotoqabul qilgichlari 59

II – BOB. KENG POLOSALI TARMOQLARGA TEXNIK XIZMAT KO`RSATISH. 104

2.1. Keng polosali tarmoq tushunchasi 104

2.2. Keng polosali tarmoqlarda xizmatlar 111

2.3. Keng polosali abonenet kirish tarmoqlari 113

2.4. Keng polosali transport tarmoqlari va ularni qurish usullari 131

2.4 Keng polosali tarmoqlar orqali taqdim etiluvchi zamonaviy xizmatlar 148

2.5. Keng polosali tarmoqlarning standart protokollari 159

2.6. Keng polosali abonent kirish tarmoqlarining qurilish usullari 167

2.7 Keng polosali tarmoqlarning texnik ekspluatasiyasi 180

III-BOB. MULTIMEDIALI ALOQA TARMOQLARIGA TEXNIK XIZMAT KO`RSATISH 189

3.1. Multimediali trafikning umumiy tavsiflari 189

3.2. Multimediali aloqa tarmog‘ida qo‘llaniladigan texnologiyalar 210

3.3. Multimediali aloqa tarmoqlarida xizmat ko‘rsatish sifatini ta’minlash usullari va vositalari 236

3.4. Multimediali aloqa tarmoqlari standartlari 282

3.5. Multimediali signalizatsiya va sinxronizatsiya tizimlari 300

3.6. Multimediali aloqa tarmoqlarini boshqarish 314
3.7. Konvyergent aloqa tarmoqlari 330
3.8. IP - ga yo‘naltirilgan multimediali tizim OSI – IMS 347
IV-BOB. TELEKOMMUNIKATSIYA TIZIMLARI VA TARMOQLARINI LOYIHALASHTIRISH 357
4.1. Tolali optik aloqa tizimlarini loyihalashtirish asoslari 357
4.2. Multimediali tarmoqlarni loyihalashtirish 391
QISQARTMALAR RO‘YXATI 407
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI..... 410

N.M. J O‘RAYEV

TELEKOMMUNIKATSIYA TARMOQLARIGA TEXNIK XIZMAT KO‘RSATISH

(Darslik)

Toshkent – «Aloqachi» – 2020

Muharrir: Q.Matqurbonov
Tex. muharrir: A.Tog‘ayev
Musavvir: B.Esanov
Musahhiha: G.Tog‘ayeva
Kompyuterda sahifalovchi: B.Berdimurodov

Nashr.lits. AI №176. 11.06.11.
Bosishga ruxsat etildi: . Bichimi 60x841 /16.
Shartli bosma tabog‘i 26,5. Nashr bosma tabog‘i 26,0.
Adadi 100. Buyurtma № 25 .

«Nihol print» Ok da chop etildi.
Toshkent sh., M. Ashrafiy ko‘chasi, 99/101.