MA’LUMOTLARNI UZATISH TEXNOLOGIYALARI: KABEL, OPTIK TOLALI, RADIOTO‘LQIN VA SUN’IY YO‘LDOSH TIZIMLARINING QIYOSIY TAHLILI

Sevinch Jumabaeva
Farg‘ona davlat texnika universiteti
Email: sevinchjumabaeva25@gmail.com

Xalilov Muhammadmuso
Farg‘ona davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Maqolada ma’lumotlarni uzatish texnologiyalarining kabel, optik tolali, radioto‘lqin va sun’iy yo‘ldosh tizimlari misolida nazariy hamda amaliy jihatlari tahlil qilinadi. Zamonaviy telekommunikatsiya infratuzilmasida uzatish muhiti nafaqat aloqa tezligini, balki signal barqarorligi, kechikish, shovqinga chidamlilik, xavfsizlik va iqtisodiy samaradorlik ko‘rsatkichlarini ham belgilaydi. Tadqiqotda turli uzatish texnologiyalarining ishlash prinsipi, afzalliklari, cheklovlari va qo‘llanish sohalari qiyosiy yondashuv asosida ko‘rib chiqildi. Shuningdek, uzatish kanalining nazariy o‘tkazuvchanligi, kechikish va ishonchlilik omillari oddiy hisoblash modeli orqali izohlandi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, kabel va optik tolali tizimlar statsionar va yuqori barqarorlik talab qilinadigan tarmoqlarda samarali bo‘lsa, radioto‘lqin va sun’iy yo‘ldosh texnologiyalari keng hududli, mobil hamda infratuzilmasi murakkab hududlarda muhim yechim hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: ma’lumotlarni uzatish, kabel tizimlari, optik tolali aloqa, radioto‘lqin, sun’iy yo‘ldosh aloqasi, signal, kechikish, o‘tkazuvchanlik, telekommunikatsiya.

Kirish

Raqamli texnologiyalar rivojlangan sari ma’lumotlarni tez, ishonchli va xavfsiz uzatish masalasi har qanday axborot-kommunikatsiya tizimining asosiy talabi sifatida namoyon bo‘lmoqda. Kompyuter tarmoqlari, mobil aloqa, internet xizmatlari, bulutli platformalar, masofaviy ta’lim, telemeditsina, sanoat avtomatizatsiyasi va elektron boshqaruv tizimlari doimiy ma’lumot almashinuvisiz faoliyat yurita olmaydi. Shu

sababli ma’lumotlarni uzatish texnologiyalarini ilmiy nuqtayi nazardan tahlil qilish nafaqat telekommunikatsiya sohasi, balki zamonaviy axborot jamiyatining umumiy texnik rivojlanishi uchun ham dolzarbdir.

Ma’lumotlarni uzatish jarayonida asosiy e’tibor uzatish muhitiga qaratiladi. Uzatish muhiti signalning qaysi fizik kanal orqali harakatlanishini bildiradi. Amaliyotda bunday muhitlar simli va simsiz turlarga ajratiladi. Simli muhitga mis kabel, koaksial kabel va optik tolali kabel kiradi. Simsiz muhit esa radioto‘lqin, mikroto‘lqin va sun’iy yo‘ldosh tizimlari orqali tashkil etiladi. Har bir texnologiya ma’lum sharoitda samarali ishlaydi, biroq ularning barchasini yagona mezon asosida baholash to‘g‘ri emas. Masalan, optik tolali aloqa juda yuqori tezlik va past signal yo‘qotilishi bilan ajralib tursa, sun’iy yo‘ldosh aloqasi geografik jihatdan uzoq hududlarda muqobil aloqa imkonini beradi.

Maqolaning dolzarbligi shundaki, ko‘plab ta’lim muassasalari, korxonalar va mahalliy tarmoqlarda aloqa texnologiyasini tanlashda faqat tezlik ko‘rsatkichiga e’tibor beriladi. Aslida esa uzatish texnologiyasini tanlashda kechikish, narx, xavfsizlik, xizmat ko‘rsatish qulayligi, tarmoqni kengaytirish imkoniyati va shovqinlarga chidamlilik kabi omillar ham hisobga olinishi kerak. Shu jihatdan ushbu maqola kabel, optik tolali, radioto‘lqin va sun’iy yo‘ldosh tizimlarining qiyosiy ilmiy tahliliga qaratilgan.

Tadqiqotning maqsadi — ma’lumotlarni uzatish texnologiyalarining ishlash prinsiplari, texnik imkoniyatlari va amaliy qo‘llanish sohalarini qiyosiy tahlil qilish hamda turli sharoitlarda qaysi texnologiyadan foydalanish maqsadga muvofiqligini asoslashdan iborat.

Tadqiqot metodologiyasi

Maqolada nazariy-tahliliy, qiyosiy va amaliy modellashtirish yondashuvlari qo‘llanildi. Nazariy tahlilda ma’lumotlarni uzatish jarayoni signal, kanal, uzatish muhiti, o‘tkazuvchanlik, kechikish va shovqin kabi asosiy tushunchalar asosida izohlandi. Qiyosiy yondashuvda kabel, optik tolali, radioto‘lqin va sun’iy yo‘ldosh tizimlari bir xil mezonlar: tezlik, ishonchlilik, masofa, shovqinga chidamlilik, xavfsizlik, narx va qo‘llanish sohasi bo‘yicha solishtirildi.

Amaliy modellashtirishda uzatish kanalining samaradorligini tushuntirish uchun sodda matematik modeldan foydalanildi. Unda ma’lumot hajmi, kanal o‘tkazuvchanligi va uzatish kechikishi o‘rtasidagi bog‘liqlik ko‘rsatildi. Bunday yondashuv telekommunikatsiya tizimlarini loyihalashda nazariy bilimlarni real hisoblash bilan bog‘lash imkonini beradi.

Tadqiqot savollari quyidagicha belgilandi: birinchidan, turli uzatish texnologiyalari qaysi fizik tamoyil asosida ishlaydi; ikkinchidan, har bir texnologiyaning kuchli va zaif tomonlari nimada; uchinchidan, tarmoqni loyihalashda qaysi texnologiyani tanlash samaraliroq; to‘rtinchidan, oddiy hisoblash modeli orqali uzatish vaqti va kechikishni qanday baholash mumkin.

Ma’lumotlarni uzatish texnologiyalarining nazariy asoslari

Ma’lumotlarni uzatish — bu axborotni bir qurilmadan ikkinchi qurilmaga signal ko‘rinishida yetkazish jarayonidir. Bunda axborot dastlab raqamli yoki analog signalga aylantiriladi, keyin uzatish muhiti orqali qabul qiluvchi tomonga yuboriladi. Qabul qiluvchi qurilma signalni qayta ishlaydi va uni foydalanuvchi uchun tushunarli axborot shakliga keltiradi. Ushbu jarayonda signalning buzilmasligi, kechikishning kam bo‘lishi va ma’lumotlarning to‘liq yetib borishi muhim hisoblanadi.

Uzatish tizimining samaradorligi bir nechta ko‘rsatkichlar bilan baholanadi. Birinchi ko‘rsatkich — o‘tkazuvchanlik, ya’ni kanalning ma’lum vaqt ichida qancha ma’lumot uzata olishi. Ikkinchi ko‘rsatkich — kechikish, ya’ni ma’lumot yuborilgan va qabul qilingan vaqt orasidagi farq. Uchinchi ko‘rsatkich — signal yo‘qotilishi va shovqinga chidamlilik. To‘rtinchi ko‘rsatkich — xavfsizlik, chunki ma’lumot uzatilayotgan paytda uni tutib olish yoki o‘zgartirish xavfi bo‘lishi mumkin.

Texnologiyalarni tanlashda faqat nazariy tezlikka qarash yetarli emas. Masalan, yuqori tezlikka ega kanal amalda tarmoq yuklamasi, kabel sifati, qurilma imkoniyati yoki geografik sharoit tufayli pastroq natija berishi mumkin. Shu sababli uzatish texnologiyasi real foydalanish muhiti bilan birga baholanishi kerak.

Kabel orqali ma’lumot uzatish texnologiyasi

Kabel orqali ma’lumot uzatish eng qadimgi va hozirgacha keng qo‘llanilayotgan aloqa texnologiyalaridan biridir. Kabel tizimlarida signal fizik o‘tkazgich orqali

harakatlanadi. Amaliyotda asosan o‘ralgan juftlik kabeli, koaksial kabel va ayrim sanoat tarmoqlarida maxsus ekranlangan kabellar ishlatiladi. Mahalliy kompyuter tarmoqlarida o‘ralgan juftlik kabeli eng keng tarqalgan yechim hisoblanadi.

Kabel tizimlarining asosiy afzalligi ularning nisbatan arzonligi, o‘rnatish qulayligi va barqaror ishlashidir. Ayniqsa bino ichidagi lokal tarmoqlar, o‘quv xonalari, ofislar va kichik korxonalarda kabel tarmog‘i iqtisodiy jihatdan maqbul yechim bo‘lib xizmat qiladi. Kabel orqali uzatiladigan signal tashqi muhitdan ma’lum darajada himoyalangan bo‘ladi, shu sababli u qisqa va o‘rta masofali tarmoqlarda ishonchli natija beradi.

Shu bilan birga, kabel tizimlarining cheklovlari ham mavjud. Birinchidan, masofa ortgani sari signal susayadi. Ikkinchidan, elektromagnit shovqinlar ayrim kabel turlariga ta’sir qilishi mumkin. Uchinchidan, kabel tarmog‘ini kengaytirish uchun fizik o‘rnatish ishlari talab etiladi. Bu esa katta hududli yoki tez-tez o‘zgaradigan tarmoqlarda noqulaylik tug‘diradi.

Kabel tizimlari ko‘proq barqaror, yopiq va nisbatan kichik hududli tarmoqlar uchun mos keladi. Masalan, maktab, texnikum, universitet, ofis yoki laboratoriya ichida kompyuterlarni bir tarmoqqa ulashda kabel texnologiyasi oddiy va ishonchli yechim bo‘lib qolmoqda.

Optik tolali ma’lumot uzatish texnologiyasi

Optik tolali aloqa ma’lumotlarni yorug‘lik impulslari orqali uzatishga asoslangan zamonaviy texnologiyadir. Bu tizimda elektr signali optik signalga aylantiriladi va maxsus shisha yoki plastik tolalar orqali uzatiladi. Optik tolaning asosiy xususiyati shundaki, u juda katta hajmdagi ma’lumotlarni uzoq masofaga nisbatan kam yo‘qotish bilan yetkazish imkonini beradi.

Optik tolali tizimlarning eng katta afzalligi yuqori o‘tkazuvchanlikdir. Internet magistral tarmoqlari, data-markazlar, telekommunikatsiya operatorlari va xalqaro aloqa liniyalarida aynan optik tolali texnologiyalar asosiy infratuzilma sifatida qo‘llaniladi. Optik signal elektromagnit shovqinlardan deyarli ta’sirlanmaydi. Bu esa sanoat obyektlari, elektr uskunalari ko‘p bo‘lgan hududlar va katta tezlik talab qilinadigan tarmoqlarda muhim ustunlik beradi.

Optik tolali aloqaning yana bir muhim jihati — xavfsizlik. Oddiy mis kabelga nisbatan optik tolali liniyadan yashirin axborot olish ancha murakkab. Shu sababli bank tizimlari, davlat axborot infratuzilmasi va korporativ tarmoqlarda optik aloqa ishonchli yechim sifatida qaraladi.

Biroq optik tolali texnologiyaning narxi kabel tizimlariga nisbatan yuqoriroq bo‘lishi mumkin. Uni o‘rnatish, ulash, payvandlash va servis qilish maxsus uskunalar hamda malakali mutaxassislarni talab qiladi. Shuningdek, optik tola mexanik shikastlanishga sezgir bo‘lgani uchun montaj jarayonida ehtiyotkorlik zarur.

Umuman olganda, optik tolali texnologiya yuqori tezlik, katta masofa, past kechikish va yuqori barqarorlik talab qilinadigan tarmoqlar uchun eng maqbul yechimlardan biridir.

Radioto‘lqin orqali ma’lumot uzatish texnologiyasi

Radioto‘lqin orqali ma’lumot uzatish simsiz aloqa texnologiyalarining asosini tashkil qiladi. Bu usulda signal elektromagnit to‘lqinlar yordamida havo muhiti orqali tarqaladi. Wi-Fi, mobil aloqa, radioaloqa, Bluetooth va boshqa ko‘plab simsiz tizimlar radioto‘lqinlar asosida ishlaydi. Radioto‘lqin texnologiyasining eng muhim afzalligi — foydalanuvchini kabelga bog‘lab qo‘ymasligi va harakatlanish imkonini berishidir.

Radioto‘lqin tizimlari ayniqsa mobil qurilmalar soni ortib borayotgan sharoitda juda muhim ahamiyatga ega. Smartfonlar, planshetlar, noutbuklar, sensorlar va IoT qurilmalari ma’lumot almashinuvida ko‘pincha simsiz aloqa kanallaridan foydalanadi. Ta’lim muassasalarida Wi-Fi tarmoqlari, ishlab chiqarishda simsiz sensor tarmoqlari, shaharlarda aqlli monitoring tizimlari radioto‘lqin texnologiyalariga tayanadi.

Bu texnologiyaning asosiy ustunligi tez o‘rnatilishi va moslashuvchanligidir. Masalan, kabel tortish murakkab yoki qimmat bo‘lgan joylarda simsiz aloqa qisqa muddatda tashkil etilishi mumkin. Shuningdek, mobil foydalanuvchilar uchun radioto‘lqin texnologiyalari yagona amaliy yechim hisoblanadi.

Shu bilan birga, radioto‘lqinli aloqa tashqi sharoitga nisbatan sezgir. To‘siqlar, devorlar, ob-havo, boshqa radioqurilmalar va chastota bandligining ortishi signal sifatiga ta’sir qilishi mumkin. Xavfsizlik jihatidan ham simsiz tarmoqlar alohida

himoya choralarini talab qiladi, chunki signal fizik kabel bilan cheklanmaydi va ma’lum hududda tarqaladi.

Radioto‘lqin tizimlari ko‘proq mobil aloqa, vaqtinchalik tarmoq, kengaytiriladigan lokal tarmoq va kabel infratuzilmasi cheklangan joylarda samarali hisoblanadi.

Sun’iy yo‘ldosh orqali ma’lumot uzatish texnologiyasi

Sun’iy yo‘ldosh aloqasi ma’lumotlarni Yer stansiyasi, orbitadagi sun’iy yo‘ldosh va qabul qiluvchi stansiya o‘rtasida uzatish texnologiyasidir. Bu tizim juda katta geografik hududlarni qamrab olishi bilan ajralib turadi. Tog‘li, cho‘l, dengiz, qishloq yoki boshqa infratuzilmasi zaif hududlarda sun’iy yo‘ldosh aloqasi muhim kommunikatsiya vositasi bo‘lib xizmat qiladi.

Sun’iy yo‘ldosh tizimlarining asosiy afzalligi ularning hududiy qamrovidir. Kabel yoki optik tolali liniyalarni tortish iqtisodiy yoki texnik jihatdan qiyin bo‘lgan joylarda sun’iy yo‘ldosh orqali internet, telefon aloqasi, televideniye va maxsus ma’lumot uzatish xizmatlarini tashkil etish mumkin. Favqulodda vaziyatlar, harbiy aloqa, ekspeditsiyalar, dengiz transporti va aviatsiya sohalarida bu texnologiya muhim o‘rin tutadi.

Biroq sun’iy yo‘ldosh aloqasining asosiy cheklovi kechikish bilan bog‘liq. Signal Yer yuzasidan orbitaga, so‘ng yana qabul qiluvchi tomonga qaytadi. Masofa katta bo‘lgani uchun ayrim sun’iy yo‘ldosh tizimlarida kechikish boshqa texnologiyalarga nisbatan sezilarli bo‘lishi mumkin. Bu real vaqtli videoaloqa, onlayn o‘yinlar yoki juda past kechikish talab qiladigan sanoat boshqaruv tizimlarida muammo tug‘dirishi mumkin.

Shuningdek, sun’iy yo‘ldosh tizimlari ob-havo, antenna yo‘nalishi, xizmat narxi va texnik uskunalar bilan bog‘liq omillarga bog‘liq. Shunga qaramay, geografik erkinlik va keng hududni qamrab olish imkoniyati sababli bu texnologiya zamonaviy telekommunikatsiya tizimlarining ajralmas qismi hisoblanadi.

Texnologiyalarni qiyosiy tahlil qilish

Turli ma’lumot uzatish texnologiyalarini to‘g‘ri tanlash uchun ularni bir nechta umumiy mezonlar bo‘yicha baholash zarur.

Quyidagi jadvalda kabel, optik tolali, radioto‘lqin va sun’iy yo‘ldosh tizimlarining asosiy xususiyatlari umumlashtirilgan.

Texnologiya	**Asosiy afzalligi**	**Cheklovi**	**Eng mos qo‘llanish sohasi**
Kabel	Arzon, barqaror, o‘rnatish oson	Masofa va elektromagnit shovqin ta’siri	Ofis, o‘quv xonasi, lokal tarmoq
Optik tolali aloqa	Juda yuqori tezlik, past yo‘qotish, shovqinga chidamli	Montaj va servis murakkabroq	Magistral tarmoq, data-markaz, provayder infratuzilmasi
Radioto‘lqin	Mobil va moslashuvchan aloqa	To‘siq, shovqin va xavfsizlik muammolari	Wi-Fi, mobil aloqa, IoT, vaqtinchalik tarmoq
Sun’iy yo‘ldosh	Katta hududni qamrab oladi	Kechikish va xizmat narxi yuqoriroq bo‘lishi mumkin	Uzoq hududlar, favqulodda aloqa, transport

Jadvaldan ko‘rinadiki, har bir texnologiya o‘ziga xos vazifani bajaradi. Kabel tizimlari kichik va o‘rta lokal tarmoqlar uchun qulay bo‘lsa, optik tolali aloqa katta hajmdagi ma’lumotlarni yuqori tezlikda uzatish uchun eng samarali yechimdir.

Radioto‘lqin texnologiyalari foydalanuvchining harakatlanishini ta’minlaydi, sun’iy yo‘ldosh esa geografik jihatdan uzoq hududlarda aloqa imkonini yaratadi.

Shu sababli amaliy tarmoq loyihalashda ko‘pincha bitta texnologiyadan emas, balki ularning kombinatsiyasidan foydalaniladi. Masalan, provayder magistral tarmoqda optik toladan, bino ichida kabeldan, foydalanuvchi qurilmalari uchun esa Wi-Fi radioto‘lqin texnologiyasidan foydalanishi mumkin.

Bunday gibrid yondashuv tarmoq samaradorligini oshiradi va texnik imkoniyatlarni muvozanatlashtiradi.

Amaliy hisoblash modeli va dasturlash kodi

Ma’lumot uzatish samaradorligini baholashda ma’lumot hajmi, kanal tezligi va kechikish omillari hisobga olinadi. Eng sodda holatda uzatish vaqti quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$T = D / B + L$$

Bu yerda T — umumiy uzatish vaqti, D — uzatiladigan ma’lumot hajmi, B — kanal o‘tkazuvchanligi, L — kanal kechikishi. Ushbu formula real tizimlarning barcha murakkab jihatlarini to‘liq qamrab olmasa-da, texnologiyalarni dastlabki baholash uchun tushunarli model beradi.

Quyida turli uzatish texnologiyalarida shartli ma’lumot hajmini uzatish vaqtini hisoblash uchun Python dasturlash tilida oddiy model keltiriladi. Bu kod o‘quv maqsadida berilgan bo‘lib, real tarmoqdagi barcha omillarni emas, balki asosiy bog‘liqlikni ko‘rsatadi.

```
# Ma’lumot uzatish vaqtini sodda baholash modeli
# data_mb: ma’lumot hajmi (MB)
# bandwidth_mbps: kanal tezligi (Mbit/s)
# latency_ms: kechikish (millisekund)
def transfer_time(data_mb, bandwidth_mbps, latency_ms):
 data_mbit = data_mb * 8
 transmission_sec = data_mbit / bandwidth_mbps
 latency_sec = latency_ms / 1000
 return transmission_sec + latency_sec
technologies = {
 "Kabel": {"bandwidth": 100, "latency": 5},
 "Optik tolali": {"bandwidth": 1000, "latency": 2},
 "Radioto‘lqin": {"bandwidth": 150, "latency": 20},
 "Sun’iy yo‘ldosh": {"bandwidth": 50, "latency": 600}
}
data_size = 500 # MB
for name, value in technologies.items():
 t = transfer_time(data_size, value["bandwidth"], value["latency"])
 print(f"{name}: {t:.2f} sekund")
```

Ushbu kodda ma’lumot hajmi 500 MB deb olingan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, yuqori o‘tkazuvchanlikka ega optik tolali texnologiyada uzatish vaqti eng kam bo‘ladi. Sun’iy yo‘ldosh tizimida esa kanal tezligi va kechikish sababli umumiy vaqt ko‘proq

chiqishi mumkin. Biroq bu sun’iy yo‘ldosh texnologiyasining samarasizligini anglatmaydi; aksincha, u boshqa texnologiyalar yetib bormaydigan hududlarda strategik ahamiyatga ega.

Natijalar va muhokama

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, ma’lumotlarni uzatish texnologiyalarini baholashda bitta mezon yetarli emas. Tezlik muhim ko‘rsatkich bo‘lsa-da, u yagona hal qiluvchi omil bo‘la olmaydi. Masalan, kabel tizimi arzon va barqaror bo‘lishi mumkin, lekin katta masofalarda yoki tez kengayadigan tarmoqlarda cheklovlarga ega. Optik tolali aloqa yuqori tezlik va ishonchlilik beradi, biroq uning infratuzilmasini yaratish nisbatan ko‘proq xarajat talab qiladi. Radioto‘lqinlar mobil aloqa uchun qulay, lekin tashqi shovqin va xavfsizlik masalalariga sezgir. Sun’iy yo‘ldosh esa hududiy qamrovi bilan ustun, lekin kechikish jihatidan ayrim interaktiv xizmatlar uchun noqulay bo‘lishi mumkin.

Demak, tarmoq loyihalashda texnologiyani tanlash muhitga bog‘liq holda amalga oshirilishi kerak. Ta’lim muassasasi ichidagi kompyuter sinflari uchun kabel yoki optik tolali asosdagi lokal tarmoq mos bo‘lsa, talabalar va o‘qituvchilarning mobil qurilmalari uchun Wi-Fi zarur bo‘ladi. Masofaviy hududlardagi ta’lim markazlari yoki qishloq maktablari uchun esa sun’iy yo‘ldosh aloqasi muhim yechim bo‘lishi mumkin.

Maqolada keltirilgan dasturiy model ham texnologiyalarni dastlabki baholashda foydali. U oddiy ko‘rinishda bo‘lsa-da, ma’lumot hajmi, kanal tezligi va kechikish o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniq ko‘rsatadi. Bunday modellar tarmoqni rejalashtirishda dastlabki hisob-kitob qilish, o‘quv jarayonida mavzuni tushuntirish va laboratoriya ishlarini tashkil etishda ishlatilishi mumkin.

Xulosa

Ma’lumotlarni uzatish texnologiyalari zamonaviy axborot-kommunikatsiya tizimlarining asosiy infratuzilmasini tashkil etadi. Kabel, optik tolali, radioto‘lqin va sun’iy yo‘ldosh tizimlari bir-biridan ishlash prinsipi, texnik imkoniyatlari, narxi, qamrovi va qo‘llanish sohasi bilan farq qiladi. Ularni to‘g‘ri tanlash tizim samaradorligi, aloqa sifati va foydalanuvchi tajribasiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Tadqiqot asosida quyidagi xulosalarga kelindi: kabel tizimlari lokal va nisbatan arzon tarmoqlar uchun qulay; optik tolali aloqa yuqori tezlik, katta masofa va barqarorlik talab qilingan holatlarda eng samarali; radioto‘lqin texnologiyalari mobil va moslashuvchan aloqa muhitida muhim; sun’iy yo‘ldosh tizimlari esa keng hududli va infratuzilmasi murakkab joylarda aloqani ta’minlash uchun strategik ahamiyatga ega.

Amaliy jihatdan eng maqbul yondashuv — texnologiyalarni raqobatchi emas, balki bir-birini to‘ldiruvchi vositalar sifatida ko‘rishdir. Zamonaviy tarmoqlarda ko‘pincha optik magistral, kabel lokal segment, Wi-Fi foydalanuvchi kirish nuqtasi va sun’iy yo‘ldosh zaxira yoki uzoq hududli aloqa vositasi sifatida birgalikda ishlatiladi. Shunday qilib, ma’lumotlarni uzatish texnologiyalarining samaradorligi ularning alohida imkoniyatlari bilan emas, balki real sharoitga mos tanlanishi va integratsiyalashgan holda qo‘llanishi bilan belgilanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Tanenbaum A. S., Wetherall D. J. Computer Networks. 5th ed. Boston: Pearson Education, 2011.

2. Kurose J. F., Ross K. W. Computer Networking: A Top-Down Approach. 8th ed. Pearson, 2021.

3. Stallings W. Data and Computer Communications. 10th ed. Pearson, 2014.

4. Forouzan B. A. Data Communications and Networking. 5th ed. McGraw-Hill Education, 2013.

5. Gerd Keiser. Optical Fiber Communications. 5th ed. McGraw-Hill Education, 2013.

6. Rappaport T. S. Wireless Communications: Principles and Practice. 2nd ed. Prentice Hall, 2002.

7. Maral G., Bousquet M. Satellite Communications Systems: Systems, Techniques and Technology. 5th ed. Wiley, 2009.

8. Freeman R. L. Telecommunication System Engineering. 4th ed. Wiley, 2004.

9. Miryusupov Z. Z., Djumanov J. X. Kompyuter tarmoqlari. Toshkent: Aloqachi, 2013.

10. Jo‘rayev G‘. U., Alayev R. H., Muxamadiyev F. R. Kompyuter tarmoqlari. Toshkent: O‘zbekiston Milliy universiteti, 2024.