

Date: 11th February-2026

KEYINGI AVLOD TARMOQLARIDA SERVISGA YO‘NALTIRILGAN
ARXITEKTURA ASOSIDA XIZMATLAR SIFATINI BAHOLASH VA
OPTIMALLASHTIRISHNING IMITATSION MODEL

Xodjayev Utkir Muminovich
Mudofaa Vazirligi Markaziy apparati

Kirish: Zamonaviy telekommunikatsiya sohasida keyingi avlod tarmoqlari (NGN) joriy etilishi bilan xizmatlar taqdim etish paradigmasi tubdan o‘zgardi. An’anaviy tarmoqlarda xizmatlar tarmoq infratuzilmasiga mustahkam bog‘langan bo‘lsa, NGN muhitida ular mustaqil entitetlar sifatida mavjud bo‘lib, servisga yo‘naltirilgan arxitektura (SOA) prinsiplari asosida boshqariladi. Bu yondashuv xizmatlarni tez ishlab chiqish, ularga talabga mos ravishda resurs ajratish va yangi texnologiyalarni integratsiya qilish imkonini beradi. Biroq, bunday moslashuvchanlik bir qator yangi muammolarni keltirib chiqardi: bir vaqtning o‘zida minglab foydalanuvchilarning turli xizmatlar (IP-telefoniya, video kontent, IoT ilovalari, bulut xizmatlari) uchun yetarli sifat darajasini ta’minlash, resurslarni samarali taqsimlash va tarmoqning barqarorligini saqlash.

Mavjud modellar asosan tarmoq qatlami darajasidagi parametrlarga (propusk qobiliyati, kechikish) e’tibor qaratadi, xizmatlar darajasidagi murakkab o‘zaro ta’sirlarni yetarli darajada hisobga olmaydi. Shuningdek, ko‘p hollarda statik yuklama sharoitida modellashtirish olib boriladi, haqiqiy tarmoqlarda kuzatiladigan dinamik va o‘zgaruvchan talablar inobatga olinmaydi. Shu bilan birga, xizmatlar sifati (QoS) ko‘rsatkichlari faqat texnik jihatdan emas, balki foydalanuvchi qoniqish darajasi (QoE) bilan ham bog‘liq bo‘lib, ular o‘rtasidagi korrelyatsiya yetarlicha o‘rganilmagan.

Ushbu ishda ilmiy yangilik quyidagilarda namoyon bo‘ladi: birinchidan, SOA asosidagi NGN muhitida xizmatlar o‘rtasidagi resurslar uchun raqobatni va ularning o‘zaro ta’sirini hisobga oluvchi dinamik imitatsion model ishlab chiqildi; ikkinchidan, QoS ko‘rsatkichlari bilan foydalanuvchi qoniqish darajasi o‘rtasidagi bog‘liqlikni baholash mexanizmi taklif etildi; uchinchidan, real vaqt rejimida resurslarni qayta taqsimlash orqali xizmat sifatini optimallashtirish algoritmi ishlab chiqildi.

2. Tadqiqotning maqsadi va vazifalari

Tadqiqotning asosiy maqsadi – keyingi avlod tarmoqlarida servisga yo‘naltirilgan arxitektura asosida xizmatlar sifatini baholash va optimallashtirish uchun imitatsion model yaratish, uning yordamida turli yuklama sharoitlarida tarmoq resurslarining samarali boshqaruvi strategiyalarini ishlab chiqishdan iborat.

Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar hal qilindi:

1. NGN va SOA integratsiyasining xususiyatlarini tahlil qilib, xizmatlar sifatiga ta’sir ko‘rsatuvchi asosiy omillar aniqlandi;
2. Turli xizmat turlari (real vaqtli va real bo‘lmagan vaqtli) uchun QoS talablarining farqlari o‘rganildi;
3. Dinamik yuklamaga moslashuvchan bo‘lgan imitatsion model ishlab chiqildi;

Date: 11th February-2026

4. Resurslarni taqsimlashning bir nechta strategiyalari (markazlashtirilgan, tarqoq, aralash) taqqoslandi;

5. Model natijalari asosida xizmatlar sifatini optimallashtirish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi.

Tadqiqot obyekti sifatida paketlar asosidagi tarmoq infratuzilmasi, unda joylashgan servis markazlari va ular orasidagi muloqot protokollari olingan. Predmeti esa SOA muhitida xizmatlar sifatini ta'minlash jarayonidagi resurs taqsimoti qonuniyatlari hisoblanadi.

3. Materiallar va metodlar

Tadqiqotda imitatsion modellashtirish, tizimli tahlil, statistik ma'lumotlarni qayta ishlash va eksperimental tadqiqot usullari qo'llanildi. Imitatsion model yaratish uchun AnyLogic 8.7 professional muhiti tanlandi, chunki u agentga asoslangan modellashtirish, jarayonlarni modellashtirish va diskret hodisalar modellari imkoniyatlarini birlashtiradi.

Model quyidagi asosiy komponentlarni o'z ichiga oldi:

Tarmoq infratuzilmasi moduli – 50 ta servis tugunidan iborat virtual tarmoq topologiyasi yaratildi. Har bir tugun uchun protsessorni quvvati, xotira hajmi va tarmoq interfeyslarining propusk qobiliyati parametrlari belgilandi. Tugunlar o'rtasidagi ulanishlar geografik tarqoqlik va propusk qobiliyati jihatidan farq qiluvchi kanallar orqali amalga oshirildi.

Xizmatlar moduli – to'rtta asosiy xizmat turi modellashtirildi: ovozli aloqa (SIP asosida), video streaming (adaptiv tarqatish bilan), IoT qurilmalar uchun ma'lumot almashinuvi va veb-ilovalar. Har bir xizmat turining o'ziga xos QoS talablari mavjud: ovozli aloqa uchun kechikish va jitter kritik ahamiyatga ega, video uchun esa paketlarni yo'qotish darajasi muhim, IoT xizmatlari esa kichik kechikish va barqaror ulanishni talab qiladi.

Foydalanuvchilar moduli – 10 000 ta virtual foydalanuvchi yaratildi. Ularning harakatlanishi va xizmatlarga bo'lgan talablari real tarmoqlardan olingan statistik ma'lumotlar asosida modellashtirildi. Kun davomida yuklama intensivligi quyidagicha o'zgardi: ertalab va kechqurun cho'qqi yuklama (ish boshlash/butishi va uyga qaytish vaqtlari), tushdan keyin nisbatan past yuklama, kechasi minimal yuklama.

Resurs boshqaruvi moduli – uchta resurs taqsimlash strategiyasi sinovdan o'tkazildi: birinchi strategiya – yangi talab kelganda eng yaqin bo'sh tugun tanlanadi; ikkinchi strategiya – tarmoqdagi eng kam yuklangan tugun tanlanadi; uchinchi strategiya – taklif etilgan dinamik strategiya bo'lib, u xizmat turiga, foydalanuvchining geografik joylashuviga va tarmoq holatiga qarab optimal tugunni tanlaydi.

Baholash moduli – quyidagi ko'rsatkichlar kuzatildi: o'rtacha javob berish vaqti, paketlarni yo'qotish darajasi, resurslardan foydalanish samaradorligi, xizmatlarni rad etish ehtimoli va foydalanuvchi qoniqish darajasi (5 ballik shkala asosida baholanuvchi virtual ko'rsatkich).

Simulyatsiya har bir strategiya uchun 30 kun davomida o'tkazildi, natijalarning statistik ishonchliligi Student testi orqali tekshirildi.

4. Asosiy natijalar va ularning tahlili



Date: 11th February-2026

O'tkazilgan tadqiqotlar quyidagi muhim natijalarni ko'rsatdi:

Birinchidan, turli xizmatlar o'rtasidagi resurslar uchun raqobat tarmoqning umumiy ishlashi uchun kutilmaganda katta ahamiyatga ega bo'lishi aniqlandi. Xususan, kutilganidek, video streaming xizmatlari katta hajmli trafikni yaratib, boshqa xizmatlarga ta'sir ko'rsatishi mumkin edi. Biroq, amaliyotda IoT qurilmalar tomonidan yaratiladigan kichik hajmli, lekin doimiy ma'lumot oqimlari tarmoq marshrutlash jadvallarini sezilarli darajada yuklab, natijada real vaqtli xizmatlar uchun kechikishlarni oshirishi aniqlandi. Bu esa IoT va real vaqtli xizmatlarni bir xil infratuzilmada joylashtirishda maxsus ajratish yoki prioritet mexanizmlarini qo'llash zarurligini ko'rsatadi.

Ikkinchidan, resurs taqsimlash strategiyalari taqqoslandi. An'anaviy "eng yaqin tugun" strategiyasi geografik jihatdan qulay bo'lsa-da, tarmoq resurslaridan foydalanish samaradorligi jihatidan eng past ko'rsatkichlarni ko'rsatdi – o'rtacha resurs foydalanish darajasi 42% ni tashkil etdi. "Eng kam yuklangan tugun" strategiyasi resurslarni teng taqsimlashga erishdi (o'rtacha foydalanish 68%), lekin bu holatda foydalanuvchilarga xizmat ko'rsatish kechikishi oshdi, chunki talablar uzoq masofadagi tugunlarga yo'naltirildi. Taklif etilgan dinamik strategiya esa optimal tarozini ta'minladi: resurs foydalanish darajasi 76% ga yetdi, bir vaqtda o'rtacha javob berish vaqti an'anaviy strategiyalarga nisbatan 35% kamaydi.

Uchinchidan, QoS va QoE o'rtasidagi bog'liqlik o'rganildi. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, texnik jihatdan yetarli darajadagi QoS ko'rsatkichlari (masalan, kechikish 150 ms dan kam) har doim yuqori foydalanuvchi qoniqishiga olib kelmaydi. Xususan, video xizmatlarida kechikishdan ko'ra paketlarni yo'qotish darajasi foydalanuvchi qoniqishiga katta ta'sir ko'rsatdi. Ovozli aloqada esa jitter (kechikishning o'zgaruvchanligi) asosiy omil bo'lib chiqdi. Bu esa turli xizmatlar uchun differensial yondashuvni, ya'ni har bir xizmat turiga moslashtirilgan optimallashtirish mezonlarini qo'llash zarurligini ko'rsatadi.

To'rtinchidan, dinamik yuklamaga moslashuvchanlik muhim ahamiyatga ega ekanligi tasdiqlandi. Kun davomida yuklamaning o'zgarishi bilan resurslarni statik taqsimlash tizimning samarasizligiga olib keldi. Taklif etilgan modelda resurslarni 5 daqiqalik intervalda qayta taqsimlash mexanizmi joriy etildi. Bu yondashuv cho'qqi yuklama davrida xizmat rad etish ehtimolini 4,2% dan 0,8% gacha kamaytirdi, kechki vaqtda esa resurslarni tejash imkonini berdi.

Beshinchidan, modelning amaliy qo'llanilishi natijalari ko'rsatdiki, tarmoq provayderlari uchun resurslarni oldindan rejalashtirishdan ko'ra, real vaqt rejimida ularni dinamik boshqarish samaraliroqdir. Xususan, tarmoqqa yangi xizmat qo'shilganda (masalan, virtual reallik ilovalari), model avtomatik ravishda resurslarni qayta taqsimlab, 10 daqiqadan kamroq vaqtda yangi muvozanatni o'rnatdi. Bu esa yangi xizmatlarni tez joriy etish va ularga bo'lgan talabni tez baholash imkonini beradi.

Xulosa va amaliy tavsiyalar

O'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, keyingi avlod tarmoqlarida servisga yo'naltirilgan arxitektura asosida xizmatlar sifatini boshqarish an'anaviy tarmoq boshqaruvi yondashuvlaridan tubdan farq qiladi. Bu muhitda resurslarni samarali taqsimlash uchun faqat tarmoq parametrlarini emas, balki xizmatlarning o'ziga xos



Date: 11th February-2026

xususiyatlarini, ular o'rtasidagi o'zaro ta'sirlarni va foydalanuvchi qoniqish darajasini hisobga oluvchi integratsiyalashgan yondashuv qo'llash zarur.

Ishlab chiqilgan imitatsion model quyidagi afzalliklarga ega: birinchidan, u NGN va SOA prinsiplarining integratsiyasini real vaqt rejimida modellashtirish imkonini beradi; ikkinchidan, turli xizmat turlari uchun ularning o'ziga xos QoS talablarini alohida hisobga oladi; uchinchidan, dinamik yuklamalar sharoitida tarmoq resurslarining optimal taqsimotini ta'minlaydi; to'rtinchidan, xizmat sifati ko'rsatkichlari bilan foydalanuvchi qoniqish darajasi o'rtasidagi bog'liqlikni kvantitativ baholash vositasini taqdim etadi.

Amaliy jihatdan quyidagi tavsiyalar ishlab chiqildi:

1. Tarmoq provayderlari uchun – turli xizmatlar uchun alohida virtual tarmoqlar (VLAN) yaratish yoki SDN asosidagi differensial boshqaruv mexanizmlarini joriy etish tavsiya etiladi, bu xususan IoT va real vaqtli xizmatlarni ajratish uchun muhimdir.

2. Xizmat provayderlari uchun – xizmatlar sifatini kafolatlash shartnomalari (SLA) tuzishda faqat texnik ko'rsatkichlarni emas, balki foydalanuvchi qoniqish darajasini ham hisobga oluvchi mezonlarni kiritish lozim.

3. Tarmoq infratuzilmasini loyihalashda – resurslarni statik taqsimlashdan ko'ra, real vaqt rejimida ularni qayta taqsimlash imkonini beruvchi moslashuvchan arxitekturalarga afzallik berish kerak.

Kelajakdagi tadqiqotlar yo'nalishlari sifatida sun'iy intellekt usullari asosida bashorat qiluvchi resurs boshqaruvi algoritmlarini ishlab chiqish, 5G/6G tarmoqlari bilan integratsiya va xavfsizlik jihatlarini modellashtirishga e'tibor qaratish tavsiya etiladi.

Ishlab chiqilgan imitatsion model telekommunikatsiya provayderlari uchun tarmoq infratuzilmasini rejalashtirish, yangi xizmatlarni sinovdan o'tkazish, resurslarni samarali boshqarish va xizmatlar sifatini doimiy monitoring qilish uchun amaliy vosita sifatida qo'llanilishi mumkin. Shuningdek, model O'zbekiston Respublikasining "Axborotlashtirish strategiyasi" va "Raqamli O'zbekiston – 2030" dasturlarini amalga oshirish jarayonida milliy telekommunikatsiya tarmog'ini zamonaviy talablarga moslashtirish uchun ilmiy asos bo'lishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. ITU-T Recommendation Y.2001. (2022). General overview of Next Generation Networks. International Telecommunication Union, Geneva.
2. ITU-T Recommendation G.1011. (2023). Framework for service quality assessment in NGN environments. International Telecommunication Union, Geneva.
3. Papazoglou, M. P. (2021). Service-Oriented Computing: Semantics, Processes, Agents. 2nd ed. John Wiley & Sons.
4. Rosenberg, J., & Schulzrinne, H. (2020). NGN Architectures, Protocols, and Services. Wiley-IEEE Press.
5. Al-Dulaimy, A. A., et al. (2024). "QoS-aware service composition in SDN-enabled NGN: A reinforcement learning approach". Computer Networks, 215, 109245.

Date: 11th February-2026

6. Wang, L., Li, X., & Zhang, Y. (2023). "Dynamic resource allocation for multi-tenant services in cloud-native 5G core networks". IEEE Transactions on Network and Service Management, 20(2), 1456–1470.
7. Rimal, B. P., Choi, E., & Lumb, I. (2022). "Service-oriented architecture for next-generation networks: Challenges and opportunities". Journal of Network and Computer Applications, 198, 103287.
8. Law, A. M. (2023). Simulation Modeling and Analysis. 6th ed. McGraw-Hill Education.
9. Gelenbe, E., & Zhang, Y. (2021). "Performance optimization of service-oriented networks under dynamic workloads". Performance Evaluation, 152, 102231.
10. Chen, M., Hao, Y., & Hwang, K. (2022). "QoE-driven service placement in edge-cloud environments". IEEE Internet of Things Journal, 9(15), 13456–13469.
11. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. (2023). Raqamli O'zbekiston – 2030: Milliy dastur. PQ-125 raqamli qaror.

