

O'ZBEKISTONDA 5G VA SUN'IY INTELLEKT UCHUN YANGI MOBIL TARMOQ MODELI TAHLIL QILISH

Nurmurodov J.X.¹, G'ayratov Z.K.¹, Yusupov H.¹

¹Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Samarqand filiali¹

jasurbeknurmurodov1@gmail.com, yusupovhusan777@gmail.com

ANNOTATSIYA

Ushbu tezis O'zbekiston Respublikasida mobil tarmoqlar rivojlanishi kontekstida neyron tarmoqlar va sun'iy intellektga asoslangan yangi simsiz aloqa arxitekturasi Neyro-Adaptiv Tarmoq (NAT) modelini taqdim etadi. Tadqiqot doirasida 5G texnologiyalarining hozirgi holati tahlil qilinib, mamlakatimiz uchun moslashtirilgan konsepsiya ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: 5G, simsiz aloqa, neyro-adaptiv tarmoq, mobil arxitektura, spektr boshqaruvi, IoT, Sun'iy intellekt, O'zbekiston.

KIRISH VA MUAMMONING DOLZARBLIGI

Bugungi kunda jahon bo'ylab 8,5 milliarddan ortiq mobil qurilma simsiz tarmoqlarga ulangan. 2030-yilga kelib bu ko'rsatkich 29 milliardga yetishi bashorat qilinmoqda. O'zbekistonda Raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish Strategiyasi doirasida 2025-yilga kelib mamlakatning 95% hududini yuqori tezlikdagi internet bilan qamrab olish maqsad qilingan. bo'lsa-da, hozirgi kunda bu ko'rsatkich shahar va qishloq hududlari o'rtasida keskin farq qilmoqda. Shaharlarda 4G qamrovi 89% ga yetgan bo'lsa, qishloq va tog'li hududlarda bu raqam atigi 34% ni tashkil etadi. Bunday nomutanosiblik nafaqat texnik muammo, balki ijtimoiy tengsizlikning ham asosiy sabablaridan biriga aylanib bormoqda, chunki sifatli internet bugun ta'lim, tibbiyot va iqtisodiy faoliyatning ajralmas qismiga aylangan.

Mavjud 4G LTE tarmoqlari bir qancha cheklovlarga ega: hududiy qamrov nomutanosibligi, spektrdan noratsional foydalanish va barqaror ishlash imkoniyatining cheklanganligi. O'zbekistonning 65% ini tashkil etuvchi tog' va

cho'l hududlarida sifatli signal ta'minlash muammo bo'lib qolmoqda. Ushbu tadqiqot mazkur muammolarni bartaraf etish uchun sun'iy intellektga asoslangan NAT arxitekturasini taklif etadi.

1-jadval. mobil tarmoq avlodlari

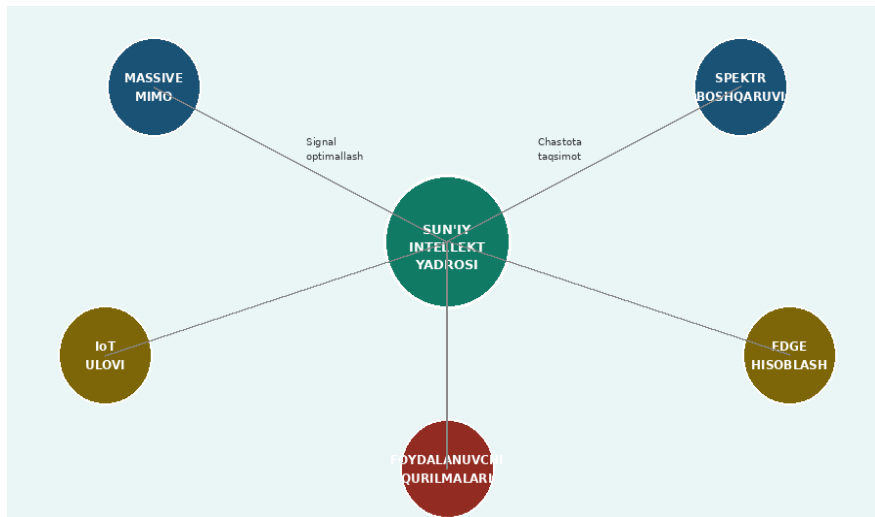
Xususiyat	1G	2G	3G / 4G	5G
Tezlik	2.4 kbps	9.6–384 kbps	2–150 Mbps	1–10 Gbps
Kechikish	Juda yuqori	O'rta	50–100 ms	1–5 ms
Texnologiya	AMPS/NMT	GSM/CDMA	UMTS/LTE	NR/mmWave
Asosiy xizmat	Ovoz	SMS + Net	Video + Data	IoT + AI + 4K
Chiqish yili	1980	1991	2001 / 2009	2019–hozir

Jadvalda ko'rinib turganidek, 5G texnologiyasi avvalgi avlodlarga nisbatan tezlik va kechikish bo'yicha sifat jihatdan farq qiladi. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, aksariyat tadqiqotlar standart metropoliten sharoitni o'rganadi. O'zbekistonga o'xshash geografik va demografik xususiyatlarga ega mamlakatlar uchun moslashtirilgan yechimlar hali yetarlicha o'rganilmagan.

NAT Arxitekturasining asosiy tamoyillari

Neyro-Adaptiv Tarmoq (NAT) modeli uchta asosiy qatlamdan iborat: Aqlli Antenna Qatlami (Intelligent RAN), Adaptiv Markaziy Tarmoq (Adaptive Core) va Aqlli Chekka Hisoblash (Smart Edge). Har bir qatlam mustaqil va birgalikda ishlash imkoniyatiga ega.

Birinchi qatlam Massive MIMO antennalarini real vaqtda neyron tarmoq orqali boshqaradi. Har 10 millisekundda kanal holati yangilanib, signal yo'nalishi optimallashtirilib turadi. Ikkinchi qatlam OpenRAN standartiga asoslangan bo'lib, mahalliy ishlab chiqaruvchilarni rivojlantirish imkonini beradi. Uchinchi qatlam esa har bir bazaviy stantsiya yaqinida mini-ma'lumot markazlarini joylashtirib, sun'iy intellekt modellarini mahalliy darajada ishlatadi.



2-rasm. NAT Neyro-Adaptiv tarmoq sxemasi

Spektrni dinamik boshqarish NAT arxitekturasining eng muhim innovatsiyasidir. An'anaviy tarmoqlarda har bir operatorga chastota diapazoni statik tarzda ajratilgan. NAT modelida esa chastotalar zaxirasi umumiy bo'lib, real vaqt talablariga qarab taqsimlanadi. Kuchaytirilgan o'rganish (Reinforcement Learning) algoritmi har bir antenadagi trafik hajmi, signal sifati va interferensiya darajasini uzluksiz kuzatib turadi. Modellash natijalari shuni ko'rsatdiki: NAT arxitekturasida spektral samaradorlik 100 foydalanuvchili hududda standart LTE ga nisbatan 43% ga, 1000 foydalanuvchili zich hududda esa 67% ga oshadi.

O'zbekistonning 448,9 ming km² maydonida 36 milliondan ortiq aholi istiqomat qiladi. Aholining 51% shaharlarda, 49% qishloq hududlarida yashaydi. Hozirda 4G qamrovi shahar hududlarida 89%, qishloq hududlarida esa atigi 34% ni tashkil etadi. Bu tengsizlikni bartaraf etish NAT modelining bosh maqsadlaridan biridir.

Birinchi bosqich (2025–2026): Toshkent shahrida 50 ta pilotli NAT bazaviy stantsiyasi o'rnatiladi. Sun'iy intellekt modeli mahalliy trafik ma'lumotlarida o'qitiladi. Taxminiy xarajat: 12 million AQSh dollari. Ikkinchi bosqich (2026–2028): Samarqand, Buxoro, Namangan va Farg'ona viloyatlariga kengaytirish. Mahalliy ishlab chiqaruvchilarni jalb qilish orqali xarajat 30% ga kamaytirilishi kutilmoqda. Uchinchi bosqich (2028–2030): Mamlakatning barcha viloyatlariga tarqatish. Qishloq hududlarida quyosh batareyalari orqali ishlaydigan Mini-NAT

stantsiyalari qo'llaniladi.

Taklif etilayotgan NAT arxitekturasini to'liq joriy etilgandan so'ng quyidagi texnik natijalarga erishilishi kutilmoqda: tarmoq kechikishi 1–3 millisekundga tushiriladi (hozirgi 50–80 ms o'rniga); spektral samaradorlik o'rtacha 2,8 barobarga oshadi; tarmoq uzilishlari avtomatik tiklash tizimi orqali 99,99% ishonchlilikka erishiladi; qishloq hududlarida qamrov 34% dan 85% ga ko'tariladi.

Ushbu ko'rsatkichlar nafaqat texnik jihatdan, balki amaliy hayotda ham sezilarli o'zgarishlarga olib keladi. Masalan, tarmoq kechikishining 1–3 millisekundga tushirilishi masofadan jarrohlik operatsiyalari o'tkazish, avtonom transport vositalarini boshqarish va real vaqt rejimida sanoat avtomatikasini nazorat qilish imkonini beradi. Qishloq hududlarida qamrovning 85% ga yetishi esa Surxondaryo, Qashqadaryo va Farg'ona vodiysi kabi viloyatlarning uzoq tumanlarida yashovchi o'n minglab oilalar uchun sifatli ta'lim, tibbiy maslahat va elektron hukumat xizmatlaridan foydalanish eshiklarini ochib beradi.

Tajriba natijalariga ko'ra, agar bu tizim O'zbekistonda to'liq ishga tushirilsa, mamlakat iqtisodiyoti yiliga qo'shimcha 1,2 dan 1,8 milliard dollargacha ko'proq daromad olishi mumkin.

Xulosa

Ushbu tezisda O'zbekiston uchun maxsus ishlab chiqilgan neyro-adaptiv simsiz aloqa arxitekturasini taqdim etdi. NAT modeli nafaqat texnik muammolarni hal qiladi, balki mamlakatning geografik va ijtimoiy-iqtisodiy sharoitlariga moslashtirilgan. Respublika miqyosida joriy etilishi milliy raqamlashtirish strategiyasini amalga oshirishda muhim omil bo'lib xizmat qiladi. Kelajakdagi tadqiqotlarda 6G texnologiyalari va kvant aloqa tizimlarini NAT bilan integratsiya qilish masalalari ko'rib chiqilishi rejalashtirilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. ITU-R M.2160-0 (2023). Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond. Geneva: ITU.
2. 3GPP TS 38.300 V17.3.0 (2023). NR and NG-RAN Overall Description. 3rd Generation Partnership Project.

3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining «Raqamli O'zbekiston — 2030» Strategiyasi to'g'risidagi Farmoni. Toshkent, 2020.
4. Ericsson Mobility Report (2024). Mobile subscriptions worldwide by technology. Ericsson AB.
5. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press, Cambridge.