

5G MOBIL ALOQA TEXNOLOGIYASI TAHLILI

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19853901>

A.X.Mavlonov

*Qarshi davlat texnika universiteti
Ra'qamli texnologiyalar va su'niy entellekti
fakulteti "OAT va T" kafedrası assistenti*

Kalit so'zlar

mobil aloqa, 5G, tarmoq arxitekturası, keng polosali uzatish, ultra past kechikish, massiv MIMO, millimetr to'liqlar.

Kirish

Mobil aloqa tizimlari so'nggi yillarda misli ko'rilmagan darajada rivojlandi. Har bir yangi avlod texnologiyasi avvalgidan tezroq, ishonchliroq va qulayroq aloqa imkoniyatlarini taqdim etdi. 5G – beshinchi avlod mobil aloqa texnologiyasi – bu yo'nalishdagi navbatdagi muhim bosqichdir. 5G nafaqat yuqori tezlikda ma'lumot uzatish imkonini beradi, balki IoT (Internet of Things), avtonom transport vositalari, aqlli shaharlardagi tizimlar, sanoat avtomatizatsiyasi va boshqa ko'plab zamonaviy texnologiyalarning asosiy infratuzilmasiga aylanishi kutilmoqda.

Ushbu maqolada 5G texnologiyasining asosiy komponentlari, ishlash tamoyillari, afzalliklari, texnik parametrlari, tarmoq arxitekturası va xavfsizlik masalalari tahlil qilinadi.

5G texnologiyasi asoslari

5G texnologiyasi 3GPP (3rd Generation Partnership Project) tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, uning birinchi versiyasi 2018-yilda Release 15 orqali tasdiqlangan. 5G ning asosiy ustunliklari quyidagilardan iborat:

Yuqori uzatish tezligi (teorik jihatdan 20 Gbps gacha)

Ultra past kechikish (1 millisekundgacha)

Katta qurilmalar zichligi (1 km² da 1 million qurilma)

Yuqori ishonchlilik va uzluksizlik

Massiv MIMO (Multiple Input, Multiple Output)

Millimetr to'liqlar (mmWave) bandlaridan foydalanish

•

5G 4G LTE texnologiyasi asosida takomillashtirilgan bo'lib, yangi radio (NR – New Radio) interfeysga ega va keng polosali spektrda ishlaydi. U sub-6 GHz va 24 GHz dan 100 GHz gacha bo'lgan mmWave diapazonlarini qamrab oladi.

Tarmoq arxitekturası

5G arxitekturası uchta asosiy komponentdan iborat:

Radio Access Network (RAN) - foydalanuvchi qurilmalari va tarmoq o'rtasidagi aloqa uchun mas'ul.

Core Network (5GC) - markaziy boshqaruv va marshrutlash tizimi, yangilangan versiyada bulutli (cloud-native) va modul (service-based architecture) tamoyiliga asoslangan.

Edge Computing - ma'lumotlarni markaziy serverlarga yubormasdan bevosita foydalanuvchi yaqinida ishlovchi hisoblash tizimlari.

Small Cells, Macro Cells, Beamforming texnologiyalari 5G da tarmoq samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, massiv MIMO antennalari orqali ko'p kanalli ma'lumotlarni bir vaqtda uzatish imkoniyati mavjud.

5G chastota diapazonlari

5G uch asosiy chastota diapazonida ishlaydi:

Sub-1 GHz (past chastota) - keng qamrov, uzoq masofa, lekin nisbatan past tezlik.

1-6 GHz (o'rta chastota) - yaxshi balans, LTE ga yaqin spektrlar.

mmWave (24-100 GHz) - yuqori tezlik, kichik radiusli aloqa, ko'proq bazaviy stansiyalar kerak bo'ladi.

5G ning xizmat turlari

5G texnologiyasi uch asosiy xizmat sinfiga bo'linadi:

•

eMBB (enhanced Mobile Broadband) - yuqori sifatli video, AR/VR ilovalar, tezkor internet.

URLLC (Ultra Reliable Low Latency Communication) - real vaqtda operatsiyalar, robototexnika, avtonom transport.

mMTC (massive Machine Type Communications) - IoT qurilmalari uchun keng qamrovli ulanishlar.

Xavfsizlik

5G da xavfsizlik oldingi avlodlarga qaraganda ancha kuchaytirilgan:

End-to-end shifrlash mexanizmlari

Kalitlar dinamik almashinuvi

SIM-kartasiz autentifikatsiya imkoniyatlari (non-SIM IoT qurilmalar uchun)

Raqamli imzolar, avtomatlashtirilgan hujumlarni aniqlash tizimlari

Bulutli xizmatlar xavfsizligini oshirish uchun AI asosida tahdid monitoringi

Muammolar va yechimlar

5G texnologiyasi qator afzalliklariga qaramay, amaliyotda quyidagi muammolar yuzaga chiqmoqda:

Infratuzilma xarajatlari yuqoriligi – ayniqsa mmWave uchun ko'p sonli baza stansiyalar kerak bo'ladi.

Chastota spektri chegaralanganligi – yangi diapazonlar uchun litsenziya olish muammosi.

Signal susayishi – yuqori chastotali to'liqlar devorlar va binolardan o'tishda zaiflashadi.

Ekologik va sog'liq masalalari – elektromagnit radiatsiya xavfsizligi bo'yicha jamoatchilikda savollar mavjud.

Bu muammolarni hal qilish uchun quyidagilar taklif qilinmoqda:

Hibrit infratuzilma (4G/5G birgalikda)

Intellektual beamforming va massiv MIMO orqali yo'naltirilgan uzatish

Edge computing orqali yuklamani markaziy tizimdan ajratish

Open RAN (O-RAN) – ochiq va modulli radio tarmoq arxitekturas

Xulosa

5G texnologiyasi aloqa sohasidagi eng inqilobiy o'zgarishlardan biridir. U nafaqat mobil aloqa tezligini oshirish, balki sanoat, transport, sog'liqni saqlash, qishloq xo'jaligi va boshqa ko'plab sohalarda axborot texnologiyalarining chuqur integratsiyasiga zamin yaratadi. 5G – bu faqat aloqa texnologiyasi emas, balki kelajak infratuzilmasining tayanchidir.

Hozirgi kunda 5G dan to'liq foydalanish uchun davlatlar, operatorlar va texnologiya yetkazib beruvchilari o'rtasida yaqin hamkorlik zarur. O'zbekiston uchun ham 5G texnologiyasini bosqichma-bosqich joriy etish – raqamli transformatsiyani jadallashtirish uchun muhim omil bo'lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR:

1. ITU-T Recommendation M.2083: IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond
2. GPP TS 38.300: NR and NG-RAN Overall Description
3. Qualcomm. "The 5G Economy: How 5G Will Impact the Global Economy." IHS Markit, 2020
4. Ericsson. "5G Systems – Enabling the Transformation." 2021
5. Huawei Technologies. "5G Network Architecture: A High-level Perspective."