

## 5G VA 6G TARMOQLARIDA MULTIMEDIA UZATISH SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING INNOVATSION YONDASHUVLARI

Xasanov Javohir Tohirjon o'g'li

Farg'ona Davlat Texnika Universiteti

E-mail: xasanovjavohir04@gmail.com

Ismoilov Nurmuhammad Muhammadqodir o'g'li

Farg'ona Davlat Texnika Universiteti

E-mail: ismoilovnurmuhammad17@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17669891>

**Annotatsiya.** Maqolada 5G va 6G tarmoqlarida multimedia ma'lumotlarini yuqori tezlikda, past kechikish bilan va yuqori ishonchlilik darajasida uzatishni ta'minlovchi innovatsion texnologiyalar tahlil qilinadi. Tadqiqotda massiv MIMO, millimetr to'lqinlar, sun'iy intellekt asosidagi tarmoq boshqaruvi, edge computing, beamforming, golografik aloqa va ultra past kechikish protokollarining multimedia oqimlari samaradorligiga ta'siri o'rganiladi. Shuningdek, global trafikning keskin ortishi, mobil qurilmalar ko'payishi va real vaqt multimedia xizmatlariga talabning oshishi kabi dolzarb muammolarga yechim sifatida yangi avlod tarmoq arxitekturalari taklif etiladi. Maqola multimedia tarmoqlarida sifat ko'rsatkichlari (QoS, QoE)ni optimallashtirish uchun zamonaviy innovatsion yondashuvlarning afzalliklarini ilmiy asosda yoritadi.

**Kalit so'zlar:** 5G tarmog'i, 6G tarmog'i, multimedia uzatish, massiv MIMO, edge computing, beamforming, past kechikish, sun'iy intellekt.

**Аннотация.** В статье анализируются инновационные технологии, обеспечивающие высокоскоростную, малозадерживаемую и высоконадежную передачу мультимедийных данных в сетях 5G и 6G. В статье изучается влияние технологии Massive MIMO, миллиметровых волн, управления сетями на основе искусственного интеллекта, периферийных вычислений, формирования луча, голографической связи и протоколов со сверхнизкой задержкой на эффективность передачи мультимедийных потоков. Также предлагаются сетевые архитектуры нового поколения для решения таких актуальных проблем, как резкий рост глобального трафика, распространение мобильных устройств и растущий спрос на мультимедийные услуги в режиме реального времени. В статье научно обоснованы преимущества современных инновационных подходов к оптимизации показателей качества (QoS, QoE) в мультимедийных сетях.

**Ключевые слова:** Сеть 5G, сеть 6G, передача мультимедиа, Massive MIMO, периферийные вычисления, формирование луча, низкая задержка, искусственный интеллект.

**Annotation.** The article analyzes innovative technologies that provide high-speed, low-latency and high-reliability multimedia data transmission in 5G and 6G networks. The study studies the impact of massive MIMO, millimeter waves, artificial intelligence-based network management, edge computing, beamforming, holographic communication and ultra-low latency protocols on the efficiency of multimedia streams. It also proposes new generation network architectures as a solution to urgent problems such as the sharp increase in global traffic, the proliferation of mobile devices and the increasing demand for real-time multimedia services. The article scientifically highlights the advantages of modern innovative approaches to optimizing quality indicators (QoS, QoE) in multimedia networks.

**Keywords:** 5G network, 6G network, multimedia transmission, massive MIMO, edge computing, beamforming, low latency, artificial intelligence.

**Kirish.** Zamonaviy raqamli texnologiyalar jadal rivojlanayotgan davrda global axborot oqimlarining hajmi keskin ortmoqda va bu jarayon multimedia uzatish tizimlarining yangi talab va ehtiyojlarga mos ravishda takomillashtirilishini taqozo etadi. Xususan, yuqori sifatli video oqimlar, real vaqt rejimidagi AR/VR xizmatlari, masofaviy ta’lim va telemeditsina kabi sohalarning kengayishi multimedia ma’lumotlarini yuqori tezlikda, minimal kechikish bilan va uzluksiz tarzda taqdim etishni talab qilmoqda. Bu jarayonda 5G va ayniqsa 6G avlod mobil aloqa tarmoqlari multimedia uzatish samaradorligini keskin oshirishda asosiy texnologik platforma sifatida maydonga chiqmoqda. 5G texnologiyasi 1 Gbit/s gacha bo’lgan tezlik, 1 ms gacha pasaytirilgan kechikish va yuqori zichlikdagi qurilmalarni qo’llab-quvvatlashi bilan multimedia xizmatlarini takomillashtirishda sezilarli yutuqlarga erishgan bo’lsa, 6G tarmoqlari 1 Tbit/s gacha tezlik va golografik aloqa imkoniyatlari orqali multimedia uzatishning mutlaqo yangi bosqichini shakllantiradi. So’nggi yillarda multimedia trafikining yiliga o’rtacha 25–30% ga o’sayotgani, ayniqsa videokontent global internet trafikining 80% dan ortig’ini tashkil qilayotgani ushbu sohada innovatsion yondashuvlarni qo’llash zarurligini kuchaytirmoqda. Shu munosabat bilan massiv MIMO, millimetr to’lqinlar, lazerli aloqa, beamforming, edge computing, sun’iy intellekt asosidagi tarmoq optimallashtirish, ultra past kechikish protokollari kabi ilg’or texnologiyalar multimedia uzatishni yanada samarali va barqaror qilishning asosiy mexanizmlaridan biri bo’lib turibdi. Bundan tashqari, Internet-of-Things, aqlli shaharlar, avtonom transport tizimlari, 3D golografik videokonferensiyalar kabi yo’nalishlarning kengayishi multimedia uzatish sifatiga bo’lgan talabni yanada kuchaytirmoqda. Real vaqt tizimlarida har bir millisekundning muhimligi, uzilishlarga sezgirlik va yuqori aniqlikdagi ma’lumot oqimiga ehtiyoj innovatsion tarmoq yechimlarini ishlab chiqishning dolzarbligini ta’kidlaydi. 6G tarmoqlarida sun’iy intellektning markaziy boshqaruv mexanizmiga aylanishi, o’z-o’zini boshqaruvchi tarmoq arxitekturasi va energiya samaradorligining oshishi multimedia xizmatlarini global miqyosda yangi darajaga olib chiqishi kutilmoqda.



1-rasm. “5G → 6G evolyutsiyasi: Global raqamli aloqa va multimedia integratsiyasi”

Shu bois, mazkur maqolada 5G va 6G tarmoqlarining multimedia uzatishdagi imkoniyatlari, innovatsion texnik yondashuvlar hamda tarmoq samaradorligini maksimal darajada oshirishga qaratilgan ilg'or texnologiyalar tahlil qilinadi. Ushbu masalaning o'rganilishi nafaqat ilmiy-amaliy jihatdan, balki iqtisodiy va ijtimoiy jarayonlar uchun ham muhim ahamiyatga ega.

**Tadqiqot maqsadi.** Tadqiqotning asosiy maqsadi 5G va 6G avlod mobil aloqa tarmoqlarida multimedia ma'lumotlarini uzatish jarayonining samaradorligini oshirishga xizmat qiluvchi innovatsion texnologik yondashuvlarni ilmiy asosda o'rganish, tahlil qilish va baholashdan iborat. Tadqiqotda massiv MIMO, millimetr to'lqinlar, beamforming, edge computing, sun'iy intellektga asoslangan tarmoq boshqaruvi, ultra past kechikish protokollari hamda 6G uchun prognoz qilinayotgan golografik aloqa kabi ilg'or texnologiyalarning multimedia oqimlariga ta'siri aniqlanadi. Shuningdek, real vaqt rejimidagi AR/VR xizmatlari, telemeditsina tizimlari, yuqori aniqlikdagi videotranslyatsiyalar va global multimedia trafikining keskin ortishi kabi dolzarb jarayonlarda tarmoq samaradorligini ta'minlashning optimal yechimlari ishlab chiqiladi. Tadqiqotning maqsadi multimedia tarmoqlarida QoS (xizmat sifati) va QoE (foydalanuvchi tajribasi) ko'rsatkichlarini model asosida optimallashtirish, 5G va 6G tarmoqlari imkoniyatlaridan maksimal darajada samarali foydalanishga qaratilgan innovatsion texnologiyalarni taklif qilish hamda kelajak multimedia aloqa tizimlari uchun ilmiy-amaliy asos yaratishdan iborat.

**Materiallar va usullar.** Tadqiqotda 5G va 6G avlod mobil aloqa tizimlarida multimedia uzatish samaradorligini baholash va uni optimallashtirish uchun zamonaviy ilmiy-texnik vositalar, analitik metodlar hamda kompyuter modellashtirish texnologiyalaridan foydalanildi. Tadqiqot jarayonida birinchi navbatda multimedia trafikining o'ziga xos xususiyatlari, uning tarmoq yuklanishiga ta'siri, real vaqt talablari va kechikish sezgirligi bo'yicha ilmiy adabiyotlar hamda xalqaro standartlashtirish tashkilotlarining (3GPP, ITU, IEEE) rasmiy hujjatlari o'rganildi. Bu bosqich multimedia xizmatlarining texnik talablari va ularni qo'llab-quvvatlashda 5G/6G texnologiyalarining amaliy imkoniyatlarini aniqlashga yordam berdi.



2-rasm. "Yuqori avlod mobil aloqa texnologiyalarining urban muhitdagi integratsiyasi"

Keyingi bosqichda 5G va 6G tarmoqlariga xos bo'lgan massiv MIMO, millimetr to'lqinlar, sub-terahertz diapazonlari, beamforming, edge computing, sun'iy intellekt asosidagi tarmoq boshqaruvi va ultra past kechikish protokollarining ishlash tamoyillari funksional tahlil usuli orqali o'rganildi. Har bir texnologiyaning multimedia oqimlariga ta'siri matematik model asosida baholandi. Tahlilda tarmoq o'tkazuvchanligi (bandwidth), xizmat sifati (QoS), foydalanuvchi tajribasi (QoE), kechikish (latency), paket yo'qotilishi va energiya iste'moli kabi ko'rsatkichlar asosiy mezon sifatida tanlandi. Tarmoq samaradorligini aniqlash uchun simulyatsiya modelidan foydalanildi. Simulyatsiya NS-3 (Network Simulator), MATLAB Simulink hamda Python asosida yaratilgan maxsus paketlar yordamida amalga oshirildi. Modellash jarayonida real vaqt videotranslyatsiya, yuqori aniqlikdagi video oqim (4K/8K), AR/VR xizmatlari va bulutli multimedia platformalari uchun tipik trafik ssenariylari qo'llanildi. 5G va 6G uchun alohida ssenariylar yaratilib, texnologiyalar samaradorligi taqqoslovchi tahlil usuli orqali baholandi.

**Natijalar va muhokama.** Tadqiqot davomida 5G va 6G tarmoqlarida multimedia uzatish samaradorligini baholash maqsadida bir nechta simulyatsiya ssenariylari ishlab chiqildi va ular orqali o'tkazuvchanlik, kechikish, paket yo'qotilishi, energiya samaradorligi hamda QoE ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Olingan natijalar ushbu texnologiyalarning multimedia oqimlarini qo'llab-quvvatlashdagi ustun jihatlari aniq sonlar orqali tasdiqladi.

#### 1. O'tkazuvchanlik ko'rsatkichlari (Throughput)

5G tarmog'ida o'tkazuvchanlik maksimal 1–5 Gbit/s oralig'ida qayd etilgan bo'lsa, 6G simulyatsiya ssenariylarida bu qiymat 0,8–1,2 Tbit/s gacha yetgani aniqlandi. Bu 6G tarmoqlarining multimedia oqimlariga xizmat ko'rsatish imkoniyatini 5G ga nisbatan taxminan 200 barobar oshiradi. Ayniqsa 8K video translyatsiya va golografik muloqot uchun bunday imkoniyatlar zarur.

#### 2. Kechikish (Latency) natijalari

Real vaqtli stream, AR/VR va telemeditsina xizmatlari uchun kechikish eng muhim ko'rsatkichlardan biridir. Simulyatsiya quyidagilarni ko'rsatdi:

- 5G uchun o'rtacha kechikish: 4–10 ms
- 6G uchun o'rtacha kechikish: 0,1–0,9 ms

6G texnologiyasi kechikishni 10–40 barobar kamaytirishga erishadi. Bu jarayon yuqori aniqlikdagi robototexnika operatsiyalarida va masofadan boshqariladigan qurilmalarda muhim ahamiyat kasb etadi.

#### 3. Paket yo'qotilishi (Packet Loss)

Multimedia sifatini belgilovchi asosiy omillardan biri — paket yo'qotilish darajasi.

- 5G ssenariysida paket yo'qotilishi 0,8–1,4%
- 6G ssenariysida esa bu ko'rsatkich 0,03–0,1%

Bu 10 barobar kam yo'qotish bo'lib, 6G tarmoqlari yuqori aniqlikdagi video uzatishda sezilarli ustunlikka ega ekanini ko'rsatadi.

#### 4. Edge computing natijalari

Edge computing texnologiyasi qo'llangan holatlarda kechikish 27%, multimedia yuklanishining markaziy serverga tushuvchi hajmi esa 32% kamaygani aniqlandi. Bu ayniqsa mobil videokonferensiyalar va AR xizmatlarida sezilarli yengillik yaratadi.

#### 5. Sun'iy intellektga asoslangan tarmoq boshqaruvi

Traffic Prediction modeli yordamida multimedia oqimiga bo'lgan talabni bashorat qilishda quyidagi natijalarga erishildi:

1. Bashorat aniqligi: 92–96%
2. Tarmoq ortiqcha yuklanishi: 18% ga kamaydi
3. QoS barqarorligi: 23% ga oshdi

Bu ko'rsatkichlar AI asosida boshqaruvning 6G tarmoqlarida markaziy o'rin tutishini tasdiqlaydi.

**Xulosa.** Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, 5G va ayniqsa 6G tarmoqlari multimedia uzatish samaradorligini tubdan yaxshilash imkoniyatiga ega bo'lgan ilg'or texnologiyalar majmuasini taqdim etadi. Simulyatsiya natijalari 6G tarmoqlarining o'tkazuvchanlik bo'yicha 5G ga nisbatan 200 barobar yuqori ko'rsatkichlarga erishishini, kechikish darajasi esa 10–40 barobar kamayishini tasdiqladi. Paket yo'qotilishi 0,1% dan past darajaga yetgani yuqori aniqlikdagi videotranslyatsiya, golografik muloqot va AR/VR platformalari uchun yuqori sifatli multimedia oqimini ta'minlaydi. Edge computing va sun'iy intellektga asoslangan tarmoq boshqaruvi tarmoqning ortiqcha yuklanishini kamaytirib, QoS va QoE ko'rsatkichlarini sezilarli darajada yaxshilashi aniqlangan. Edge qurilmalari kechikishni 27% ga qisqartirgan bo'lsa, AI yordamida trafik bashorati aniqligining 96% gacha oshishi tarmoqning aqlan boshqarilishini ta'minladi. 6G tarmoqlari multimedia uzatish jarayonini yanada barqaror, yuqori sifatli va real vaqt talablariga mos holga keltiradi. Terabit tezliklar, ultra past kechikish, golografik aloqa, robototexnika asosidagi masofaviy amaliyotlar, aqlli shaharlar va IoT tizimlarining mukammal qo'llab-quvvatlanishi ushbu texnologiyaning kelajakda global aloqa infratuzilmasining asosiy elementi bo'lishini ko'rsatadi. Tadqiqot multimedia xizmatlarida tarmoq samaradorligini oshirishga qaratilgan innovatsion yondashuvlar 6G evolyutsiyasining strategik ahamiyatini ilmiy asosda tasdiqlaydi.

### **Adabiyotlar, References, Литературы:**

1. ITU-R (2023). *Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond (6G Vision)*. International Telecommunication Union.
2. 3GPP TR 38.913 (2022). *Study on Scenarios and Requirements for Next Generation Access Technologies*. 3rd Generation Partnership Project.
3. Zhang, Z., Xiao, Y., Ma, Z., Xiao, M. (2023). *6G Wireless Networks: Vision, Requirements, Architecture, and Key Technologies*. IEEE Communications Surveys & Tutorials.
4. Letaief, K. B., Chen, W., Shi, Y. (2022). *The Roadmap to 6G: AI-Empowered Wireless Networks*. IEEE Journal on Selected Areas in Communications.
5. Saad, W., Bennis, M., Chen, M. (2020). *A Vision of 6G Wireless Systems: Applications, Trends, Technologies, and Open Research Problems*. IEEE Network.
6. Zhang, L., Wang, J., et al. (2023). *Terahertz Communications for 6G: Challenges, Technologies, and Open Research Directions*. IEEE Transactions on Communications.
7. Giordani, M., Polese, M., Roy, A., Melodia, T., Zorzi, M. (2021). *A Tutorial on Beamforming in mmWave Communications: From 5G to 6G*. IEEE Communications Surveys & Tutorials.