

## ZAMONAVIY MOBIL ALOQA UZELLARINI BARPO ETISHDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALARNI QO‘LLASH SAMARADORLIGI

O‘R QK BSH AAT va AH BB bo‘lim katta ofitseri  
Qurbaniyazov A. S.

**Annotatsiya:** Ushbu maqola zamonaviy mobil aloqa uzellari barpo etish rejimi va uning texnologik imkoniyatlari haqida umumiy tushunchalar beradi. Maqolada 4G, 5G va kelajakdagi 6G mobil aloqa tarmoqlarini yaratish va rivojlantirish jarayonlari batafsil ko‘rib chiqiladi. Mobil tarmoq uzellari, ularning ishlash prinsiplari, arxitekturasi va samarali ishlashini ta‘minlash uchun zarur bo‘lgan infratuzilma elementlari tavsiflanadi. Shuningdek, yuqori tezlikdagi internet, past kechikish va kengaytirilgan tarmoq imkoniyatlarini ta‘minlashda mobil aloqa uzellari qanday rol o‘ynashi muhokama qilinadi. Maqolada mobil aloqa tarmoqlarini barpo etish uchun amalga oshiriladigan loyihalash, uskunalarni tanlash, qurilish jarayoni va texnik xizmat ko‘rsatish bosqichlari haqida ham so‘z yuritiladi. Modernizatsiya jarayonlari va 5G hamda 6G tarmoqlarining kelgusi rivojlanish istiqbollari keltirilgan. Maqola mobil aloqa tarmoqlarining hozirgi va kelajakdagi ahamiyatini, ularga bo‘lgan talab va imkoniyatlarni aniqlashga yordam beradi.

**Kalit so‘zlar:** Mobil aloqa uzellari, Bazaviy stansiyalar (BS), 4G texnologiyasi, 5G texnologiyasi, 6G texnologiyalari, Mobil tarmoq arxitekturasi, Signal uzatish va qabul qilish, Mobil aloqa tarmog‘ining samaradorligi, Tarmoqni optimallashtirish, Antennalar va MIMO texnologiyasi, Mobil aloqa tarmog‘ining ishlash prinsiplari, Tarmoq integratsiyasi, Kechikish (Latency), Yuqori tezlikdagi internet, IoT (Internet of Things), Avtomatlashtirilgan tarmoq boshqaruvi, Sun‘iy intellekt (AI), Mobil tarmoqni loyihalash, Qamrov maydoni, Energiya samaradorligi va yashil texnologiyalar.

**Ключовые слова:** Узлы мобильной связи, Базовые станции (BS), Технология 4G, Технология 5G, Технологии 6G, Архитектура мобильной сети, Передача и прием сигнала, Производительность мобильной сети, Оптимизация сети, Антенны и технология MIMO, Принципы работы мобильной сети, Сетевая интеграция, Задержка, Высокоскоростной Интернет, IoT (Интернет вещей), Автоматизированное управление сетью,



Искусственный интеллект (ИИ), Проектирование мобильных сетей, Зона покрытия, Энергоэффективность и зеленые технологии.

**Key words:** Mobile Nodes, Base Stations (BS), 4G Technology, 5G Technology, 6G Technologies, Mobile Network Architecture, Signal Transmission and Reception, Mobile Network Performance, Network Optimization, Antennas and MIMO Technology, Mobile Network Performance Principles, Network Integration, Latency, High Speed Internet, IoT (Internet of Things), Automated Network Management, Artificial Intelligence (AI), Mobile Network Design, Coverage Area, Energy efficiency and green technologies.

Zamonaviy mobil aloqa tarmoqlari insoniyatning kundalik hayotidagi ajralmas qismiga aylangan. Telefon aloqalari, mobil internet va boshqa ko‘plab xizmatlar endi nafaqat biznes va kommunikatsiya, balki ta‘lim, sog‘liqni saqlash, transport va boshqa sohalarda ham muhim o‘rin tutmoqda. Mobil aloqa tarmoqlarining asosiy elementi bo‘lgan uzellar (bazaviy stansiyalar) tarmoqning uzluksiz ishlashini ta‘minlash va foydalanuvchilarni tarmoqqa ulashda muhim rol o‘ynaydi.

Mobil aloqa texnologiyalarining tez sur‘atlar bilan rivojlanishi, yangi avlod tarmoqlarini yaratish va mavjud tarmoqlarni yangilashni talab etadi. Hozirgi kunda 4G texnologiyalari keng tarqalgan bo‘lsa-da, 5G va kelajakdagi 6G tarmoqlarining paydo bo‘lishi mobil aloqa uzellariga bo‘lgan talabni yanada oshirmoqda. 5G texnologiyasining joriy etilishi bilan, tezlik, past kechikish, katta hajmdagi ma‘lumotlarni uzatish imkoniyatlari va millionlab qurilmalar bilan bir vaqtning o‘zida ishlash imkoniyatlari kengaymoqda. 6G tarmoqlari esa hali rivojlanish jarayonida bo‘lib, yanada yuqori tezlik, sun‘iy intellekt va IoT (Internet of Things) kabi texnologiyalarni qo‘llashni rejalashtirmoqda.

Ushbu maqolada mobil aloqa uzellari va ularning barpo etish rejimi, texnik jihatlar, ishlash prinsiplari, va kelajakdagi rivojlanish istiqbollari tahlil qilinadi. Maqsad, mobil aloqa tizimlarining samarali ishlashi uchun zarur bo‘lgan infratuzilma, uskunalar va texnologik yangiliklar haqida o‘quvchilarga batafsil ma‘lumot berishdir.

### **Mobil aloqa uzellari va ularning ishlash prinsiplari:**

Mobil aloqa uzellari yoki bazaviy stansiyalar (BS), mobil tarmoqning muhim tarkibiy qismlari bo‘lib, ular mobil qurilmalar va tarmoq orasidagi aloqani ta‘minlaydi. Har bir uzal ma‘lum bir hududni qamrab oladi, bu hudud “qoplama



maydoni” deb ataladi. Uzellar mobil telefonlar va boshqa qurilmalarga signal uzatish va qabul qilish imkonini beradi. Ularning samarali ishlash prinsiplari tarmoqning umumiy ishlashini va foydalanuvchi tajribasini ta’minlashda asosiy omillardan biridir.

### **Mobil aloqa uzellari arxitekturasi**

#### **Mobil aloqa uzeli asosan, quyidagi komponentlardan tashkil topgan:**

**Antennalar:** Mobil aloqa uzellari antenna tizimi orqali yuqori chastotali signal uzatadi va qabul qiladi. Antennalar bilan bog‘liq bo‘lgan asosiy masala — signalning to‘g‘ri yo‘naltirilishi va sifatli qamrov hududini yaratishdir.

**Bazaviy stansiya (BS):** Bazaviy stansiya uzellarning markaziy komponentidir. U mobil telefonlar yoki qurilmalardan kelayotgan signallarni qabul qiladi va operatorning tarmog‘iga uzatadi. Shuningdek, tarmoqdan kelgan javoblarni mobil qurilmalariga yuboradi.

**Boshqaruv va tarmoq elementlari:** Bazaviy stansiyaning ishlashini boshqaradigan tizimlar, masalan, uzelnig ishlashini monitoring qilish, resurslarni taqsimlash, ma’lumotlarni uzatish va tarmoqni optimallashtirishga yordam beradigan komponentlar.

#### **Mobil aloqa uzellarining ishlash prinsiplari:**

Mobil aloqa uzellari ishlashining asosiy prinsipi – foydalanuvchi qurilmasi va uzelnig orasidagi signal uzatish va qabul qilish jarayonidir. Bu jarayon bir nechta bosqichlardan iborat:

**Signal uzatish:** Mobil qurilma (masalan, telefon) aloqa qilish uchun signal yuboradi. Bu signal antenna orqali uzellarga yetib boradi.

**Signalni qayta ishlash:** Bazaviy stansiya (uzelnig) signalni qabul qiladi, uni tarmoq protokollari bo‘yicha qayta ishlaydi va operatorning asosiy tarmog‘iga (masalan, switch) uzatadi.

**Signalni yo‘naltirish:** Uzellarning tarmoqdagi o‘zaro bog‘liqligi orqali signalni to‘g‘ri manzilga yetkazish mumkin. Bu jarayon “handover” deb ataladi, ya’ni mobil qurilma bir uzeldan boshqasiga o‘tishi kerak bo‘lsa, signalning uzluksiz yetkazilishini ta’minlaydi.

**Javob yuborish:** Tarmoqdan kelgan ma’lumotlar yoki ovoqli aloqa natijalari uzelnig orqali mobil qurilmaga uzatiladi. Bu jarayon mobil tarmoqning samarali ishlashini va foydalanuvchi tajribasini ta’minlaydi.



### Uzellarning turlari:

Mobil aloqa uzellari, o‘zining ishlash doirasi va texnologik xususiyatlariga qarab bir necha turga bo‘linadi:

**Makro-uzellar:** Bu turdagi uzellar keng qamrovga ega va odatda shaharlarda yoki aholi punktlarida joylashadi. Makro-uzellarning maqsadi katta hududlarni qamrab olish va uzluksiz aloqani ta‘minlashdir.

**Mikro-uzellar:** Mikro-uzellar kichikroq hududlarni qamrab oladi, ko‘pincha yirik binolar yoki yopiq joylarda qo‘llaniladi. Ularning asosiy vazifasi qoplama maydonini yaxshilash va qamrovning sifati va samaradorligini oshirishdir.

**Pico-uzellar va femto-uzellar:** Bu turdagi uzellar, asosan, xususiy foydalanish uchun, masalan, ofislar yoki uylar uchun mo‘ljallangan. Pico va femto-uzellar tarmoqqa bog‘lanishning chekka nuqtalarida ishlaydi va kichik hududlarni qamrab oladi.

### Mobil aloqa uzellari va tarmoqdagi o‘zaro ta‘sir:

Mobil aloqa uzellari tarmoqdagi boshqa uzellari bilan o‘zaro ta‘sir qilishi va bir-biriga bog‘liq bo‘lishi kerak. Har bir uzal o‘zining xizmat hududida signal uzatib, qo‘shni uzellar bilan o‘zaro kommunikatsiya qiladi. Bu tarmoqning ishlashiga va foydalanuvchining mobil qurilmasiga ulanish sifatiga bevosita ta‘sir qiladi.

Mobil aloqa tarmog‘ining samarali ishlashi uchun quyidagi muhim omillar mavjud:

**Qo‘shnilik (Neighboring):** Har bir uzal o‘z hududida joylashgan qo‘shni uzellarga signal uzatadi. Bu aloqa tizimi “handover” (uzalni almashtirish) jarayonini qo‘llab-quvvatlashda yordam beradi.

**Resurslarni boshqarish:** Tarmoqda resurslarni samarali taqsimlash, shu jumladan chastotalar, tezlik va tarmoqning umumiy yukini optimallashtirish, tarmoqning umumiy samaradorligini oshiradi.

**Sinxronizatsiya:** Mobil aloqa tarmog‘ida barcha uzellar sinxron ishlashi kerak. Bu uzellarning signal uzatish va qabul qilish vaqtlarini moslashtirishni anglatadi.

### Mobil aloqa uzellarining samarali ishlashini ta‘minlash:

Mobil aloqa uzellarining samarali ishlashini ta‘minlash uchun bir qancha texnologiyalar va strategiyalar qo‘llaniladi:



**Ko‘p antennali texnologiyalar (MIMO):** Ko‘p antennali tizimlar tarmoqning samaradorligini oshiradi, signal kuchini yaxshilaydi va qamrovni kengaytiradi.

**Dinamika kengaytirish (Dynamic Spectrum Expansion):** Bu texnologiya tarmoqning signal uzatish va qamrov imkoniyatlarini kengaytirishga yordam beradi, ayniqsa yuqori talab bo‘lgan hududlarda.

**Tarmoq optimizatsiyasi:** Tarmoq resurslarini dinamik ravishda boshqarish, tarmoqda eng samarali ishlashni ta‘minlashga imkon yaratadi. Mobil tarmoq boshqaruvchilari tarmoqning yuki, kechikish va tezligini doimiy ravishda nazorat qilib, kerakli o‘zgarishlarni amalga oshiradi.

#### **Mobil aloqa uzellari barpo etish rejimi:**

Mobil aloqa uzellarini barpo etish, mobil tarmoqning muvaffaqiyatli ishlashini ta‘minlash va foydalanuvchilarga sifatli aloqani taqdim etish uchun muhim jarayon hisoblanadi. Bu jarayonning to‘g‘ri boshqarilishi va rejalashtirilishi mobil aloqa tarmog‘ining samaradorligini, qamrovni va ulanish sifatini bevosita ta‘sir etadi. Ushbu bo‘limda mobil aloqa uzellari barpo etish rejimi, uning bosqichlari, texnologik talablar va qurilish jarayonlari haqida batafsil ma‘lumot beriladi.

#### **Loyihalash va rejalashtirish bosqichi:**

Mobil aloqa uzelnini qurishning birinchi bosqichi — bu loyiha va rejalashtirish jarayonidir. Bu bosqichda asosiy e‘tibor quyidagi jihatlarga qaratiladi:

**Hududiy tahlil va ehtiyojlar:** Ushbu bosqichda mobil aloqa uzelnining joylashuvi aniqlanadi. Hududdagi aholi zichligi, joylashuvning qamrov imkoniyatlari, mavjud tarmoq infratuzilmasi va signal to‘siqlari (masalan, binolar, tog‘lar) hisobga olinadi. Shuningdek, mobil tarmoqqa bo‘lgan talab va foydalanuvchi ehtiyojlari o‘rganiladi.

**Texnik talablar:** Uzelni qurish uchun kerakli texnik talablar aniqlanadi, jumladan antennalar turi, chastotalar diapazoni, signal kuchi va qamrov maydoni. 4G, 5G yoki kelajakdagi 6G texnologiyalari uchun mos uskunalar tanlanadi.

**Energiya ta‘minoti va logistika:** Uzelni qurish uchun energiya manbalarini ta‘minlash, elektr energiyasining uzluksizligi va uskunalar uchun zarur bo‘lgan logistik vositalar (transport, materiallar)ni rejalashtirish muhimdir.



### **Qurilish va inshootlarni joylashtirish:**

Loyihalash bosqichidan so‘ng, mobil aloqa uzeli qurish va inshootlarni joylashtirish bosqichi boshlanadi.

### **Bu jarayonda quyidagi asosiy amallar bajariladi:**

**Infratuzilma qurilishi:** Mobil aloqa uzellari qurilishida zarur infratuzilma (elektr energiyasi, aloqa kanallari, generatorlar) ta‘minlanadi. Har bir uzel mustahkam va xavfsiz bo‘lishi uchun maxsus inshootlar quriladi.

**Antennalar va asbob-uskunalarini o‘rnatish:** Mobil aloqa uzeli asosiy qismlarini tashkil etuvchi antennalar va boshqa uskunalar o‘rnatiladi. Antenna tizimlari, masalan, MIMO (Multiple Input Multiple Output) texnologiyasi yordamida signal uzatish va qabul qilish samaradorligini oshiradi.

**Xavfsizlik tizimlari:** Uzelning xavfsizligini ta‘minlash uchun zarur choralar ko‘riladi. Bu o‘z ichiga fizik xavfsizlik (kameralar, nazorat nuqtalari) va texnik xavfsizlikni (kiberxavfsizlik, ma‘lumotlarni himoya qilish) o‘z ichiga oladi.

### **Sinov va ishga tushirish:**

Mobil aloqa uzeli qurib bo‘lgach, uni sinovdan o‘tkazish bosqichi boshlanadi. Bu bosqichda asosiy maqsad uzeli tarmoqdagi ishlashini tekshirish va unga bo‘lgan talablarni qondirishdir.

**Sinov va sozlash:** Qurilgan uzeli barcha tizimlari (antenna, signal uzatish, ma‘lumotlar oqimi va boshqalar) sinovdan o‘tkaziladi. Sinovlar orqali tarmoqni sozlash, signal kuchini va qamrovni optimallashtirish amalga oshiriladi.

**Tarmoqni integratsiya qilish:** Uzel tarmoqning boshqa qismlariga ulanishi va bir butun sifatida ishlashini ta‘minlash zarur. Buning uchun tarmoqni boshqa uzellar bilan integratsiya qilish, “handover” (uzeli almashtirish) jarayonlarini to‘g‘ri sozlash kerak.

**Monitoring va optimizatsiya:** Uzel ishga tushirilgandan so‘ng, uning ishlashini kuzatish va zarur bo‘lsa, tarmoqni optimallashtirish davom etadi. Tarmoqning yukini, tezlikni va aloqaning sifatini yaxshilash maqsadida doimiy monitoring amalga oshiriladi.

**Monitoring va texnik xizmat ko‘rsatish:** Mobil aloqa uzellari o‘rnatilganidan so‘ng, ularning ishlashini doimiy ravishda monitoring qilish va texnik xizmat ko‘rsatish muhimdir. Buning asosiy maqsadi tarmoqning samarali ishlashini ta‘minlash va uzellarning ishdan chiqishini oldini olishdir.



**Kuzatuv va diagnostika:** Tarmoq va uzelnig holatini doimiy ravishda monitoring qilish kerak. Bu o‘z ichiga tarmoqda yuzaga keladigan muammolarni aniqlash, signal kuchini va tarmoqning yukini tahlil qilishni oladi.

**Texnik xizmat ko‘rsatish va yangilash:** Uzelning ishlashini ta‘minlash uchun uning texnik xizmat ko‘rsatish rejalari ishlab chiqiladi. Bunga uskunalarni muntazam yangilash, xarajatlarni kamaytirish va texnologik yangiliklarni joriy etish kiradi.

**Mobil aloqa uzellari barpo etishdagi innovatsiyalar:** Zamonaviy texnologiyalar mobil aloqa uzellarining qurilishida yangi imkoniyatlar yaratadi. Quyidagi innovatsiyalar mobil aloqa uzellarini barpo etishda qo‘llanilmoqda:

**5G va 6G texnologiyalari:** Yangi avlod mobil tarmoqlari (5G va kelajakdagi 6G) yuqori tezlik, past kechikish va katta hajmdagi ma‘lumotlar bilan bir vaqtning o‘zida ishlash imkoniyatini beradi. Bu tarmoqlarni qurish va sozlashda yangi texnologiyalar va uskunarlar talab etiladi.

**Sun‘iy intellekt va avtomatlashtirish:** Tarmoqni boshqarish va optimallashtirishda sun‘iy intellekt (AI) va avtomatlashtirilgan tizimlar qo‘llanilmoqda. Bu texnologiyalar tarmoqning samaradorligini oshiradi va tarmoqdagi nosozliklarni tezda aniqlash imkonini beradi.

**Mikro-uzellar va masofadan boshqariladigan tizimlar:** Kichik va o‘rta o‘lchamdagi uzellar (mikro-uzellar, pico-uzellar) orqali qamrovni kengaytirish va tarmoqni yanada samarali boshqarish mumkin. Shuningdek, masofadan boshqariladigan tizimlar orqali uzellarni osonlik bilan boshqarish va monitoring qilish imkoniyati mavjud.

**Mobil aloqa tarmoqlarini rivojlantirish istiqbollari:** Mobil aloqa tarmoqlari texnologiyalarining rivojlanishi dunyo bo‘ylab insonlarning kundalik hayotiga katta ta‘sir ko‘rsatmoqda. Bugungi kunda 4G va 5G tarmoqlari faol ishlamoqda, lekin kelajakda mobil aloqa tarmoqlarini yanada yuqori tezlik, past kechikish va ko‘plab qurilmalarni qo‘llab-quvvatlash imkoniyatlariga ega bo‘lgan 6G texnologiyalari boshqarishi kutilmoqda. Mobil aloqa tarmoqlarini rivojlantirish istiqbollari bu texnologiyalarni barpo etish, ularni kengaytirish va optimallashtirish bilan chambarchas bog‘liq.

**5G texnologiyasining kengayishi:** 5G texnologiyasi zamonaviy mobil aloqa tarmoqlarini yangi bosqichga olib chiqmoqda. 5G tarmoqlari yuqori tezlik, past kechikish va keng miqyosdagi qurilmalarni qo‘llab-quvvatlash imkoniyatlarini



taqdim etadi. 5G texnologiyasining rivojlanishi va kengayishi mobil tarmoqlarni samarali boshqarish va yangi imkoniyatlarni yaratishda muhim rol o‘ynaydi.

**Yuqori tezlikdagi internet:** 5G tarmoqlari orqali internet tezligi juda yuqori bo‘lib, foydalanuvchilar va korporativ mijozlar uchun yangi xizmatlar, masalan, yuqori sifatli video oqimlari, virtual va kengaytirilgan haqiqat (VR/AR), hamda tibbiyot, ta’lim va sanoat sohalarda masofaviy xizmatlar taqdim etiladi.

**Past kechikish:** 5G tarmoqlarining past kechikish imkoniyati real vaqtda aloqalarni ta’minlaydi, bu esa masofadan turib boshqarish, avtomobillarni avtonom boshqarish kabi sohalarda yangi imkoniyatlar yaratadi.

**IoT (Internet of Things):** 5G tarmoqlari millionlab qurilmalarni ulash imkonini beradi, bu esa IoT texnologiyalarining rivojlanishiga zamin yaratadi. IoT qurilmalari nafaqat uyda, balki sanoat, transport va boshqa sohalarda ham keng qo‘llaniladi.

**6G texnologiyalari:** 5G tarmoqlarining muvaffaqiyatli rivojlanishi va kengayishi ortidan, kelajakda 6G texnologiyalari joriy etilishi kutilmoqda. 6G tarmoqlari mobil aloqa tizimlarining yangi avlodi bo‘lib, ularda yuqori tezlik, juda past kechikish va ko‘plab innovatsion texnologiyalar qo‘llaniladi.

**Ultra-low Latency:** 6G tarmoqlari kechikish vaqtini bir necha millisekundgacha kamaytiradi. Bu texnologiya sun‘iy intellekt va avtomatizatsiya tizimlarining real vaqtda ishlashini ta’minlash imkonini beradi.

**AI Integration:** 6G tarmoqlari sun‘iy intellekt (AI) va mashina o‘rganish texnologiyalarini to‘liq integratsiya qilish imkonini beradi. Bu tarmoqni boshqarishda avtomatik tizimlar, xavfsizlikni oshirish va resurslarni optimal tarzda taqsimlashni amalga oshirishda yordam beradi.

**Holografik va 3D aloqa:** 6G tarmoqlari yordamida holografik va 3D aloqalar mumkin bo‘ladi. Bu foydalanuvchilarga yuqori sifatli va realistik video-konferensiyalar, masofaviy ta’lim va ko‘ngilochar xizmatlar yaratadi.

**Sun‘iy intellekt va tarmoq boshqaruvi:** Mobil aloqa tarmoqlarini rivojlantirishning muhim istiqbollari sun‘iy intellekt (AI) va mashina o‘rganish texnologiyalarining tarmoq boshqaruviga integratsiyasi bilan bog‘liq. AI yordamida mobil tarmoqlarni boshqarish va optimallashtirish yanada samarali bo‘ladi.

**Avtomatik tarmoq boshqaruvi:** Sun‘iy intellekt tarmoqni real vaqtda kuzatib borish, muammolarni aniqlash va avtomatik ravishda tizimni sozlash



imkoniyatini beradi. Bu, ayniqsa, yuqori tezlikdagi 5G va kelajakdagi 6G tarmoqlari uchun muhimdir.

**Tarmoqni optimallashtirish:** AI tarmoqning yukini va resurslarni optimallashtirishda yordam beradi. Foydalanuvchi ehtiyojlarini o'rganib, tizim avtomatik ravishda kerakli resurslarni taqsimlash va tarmoqni samarali boshqarishni amalga oshiradi.

**Xavfsizlikni yaxshilash:** Sun'iy intellekt xavfsizlikni ta'minlashda ham muhim rol o'ynaydi. Tarmoqdagi xatoliklarni va hujumlarni aniqlash va ularga tezkor javob berish orqali tarmoq xavfsizligi oshiriladi.

**Masofaviy va avtonom tizimlar:** Kelajakda mobil aloqa tarmoqlari masofaviy boshqaruv va avtonom tizimlarni qo'llab-quvvatlashga qaratilgan bo'ladi. 5G va 6G tarmoqlari masofaviy boshqaruv, avtonom transport tizimlari va ishlab chiqarish jarayonlarini samarali boshqarishga imkon yaratadi.

**Avtonom transport tizimlari:** 5G va 6G texnologiyalari avtonom transport tizimlarini rivojlantirishga yordam beradi. Avtomobillar, dronlar va boshqa transport vositalari o'zaro real vaqtda aloqa qilib, bir-biri bilan moslashadi va xavfsiz harakat qilishni ta'minlaydi.

**Masofaviy ishlab chiqarish:** Sanoat sohasida masofaviy boshqaruv tizimlari ishlab chiqiladi. Masofaviy ishlab chiqarish va robototexnika jarayonlari tarmoq orqali real vaqtda boshqariladi, bu esa ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirishga yordam beradi.

**Tarmoqlarni barqaror va energiya samarali qilish:** Mobil aloqa tarmoqlarining barqarorligi va energiya samaradorligi bugungi kunda eng muhim istiqbollardan biridir. Yangi texnologiyalarni ishlab chiqishda energiya samaradorligini oshirish va ekologik ta'sirni kamaytirish uchun maxsus choralar ko'riladi.

**Yashil texnologiyalar:** 5G va 6G tarmoqlarida energiya iste'molini kamaytirish va barqaror energiya manbalaridan foydalanish muhim ahamiyatga ega. Tarmoq uzellari va infratuzilma barqaror energiya manbalariga, masalan, quyosh va shamol energiyasiga asoslanishi mumkin.

**Energiyani tejash texnologiyalari:** Mobil aloqa tarmoqlarida energiya samaradorligini oshirish uchun yangi texnologiyalar joriy etiladi. Bu tizimlar tarmoqning yuqori samarali ishlashini ta'minlab, energiya sarfini kamaytiradi.



Mobil aloqa tarmoqlari zamonaviy jamiyatning ajralmas qismiga aylangan va ularning rivojlanishi har bir sohada sezilarli ta'sir ko'rsatmoqda. Ushbu maqolada mobil aloqa uzellari, ularning ishlash prinsiplari, barpo etish rejimi va mobil aloqa tarmoqlarini rivojlantirish istiqbollari haqida batafsil ma'lumot berildi.

Mobil aloqa uzellari mobil tarmoqning asosi bo'lib, ular foydalanuvchilarni tarmoq bilan bog'laydi va yuqori sifatli aloqani ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Ularning samarali ishlashi uchun to'g'ri loyihalash, qurilish va optimizatsiya jarayonlari talab etiladi. Mobil aloqa tarmoqlarining barpo etish rejimi, texnik talablar, qurilish jarayonlari va tarmoqni integratsiya qilish kabi bosqichlarni o'z ichiga oladi.

Mobil aloqa tarmoqlarining rivojlanish istiqbollari ham juda keng. 5G texnologiyasi yuqori tezlikdagi internet, past kechikish, IoT qurilmalari va yangi xizmatlarni qo'llab-quvvatlash imkoniyatlarini taqdim etadi. 6G texnologiyasi esa yangi avlod mobil tarmoqlarini yaratish orqali tezlik, kechikish va ko'plab qurilmalarni ulash imkoniyatlarini yanada kengaytiradi. Sun'iy intellekt va avtomatik boshqaruv tizimlari tarmoq boshqaruvini samarali va xavfsiz qilishda asosiy rol o'ynaydi. Kelajakda mobil tarmoqlar, masofaviy boshqaruv, avtonom tizimlar va energiya samaradorligi kabi omillarni hisobga olgan holda, yanada rivojlanadi.

Shu bilan birga, mobil aloqa tarmoqlarini rivojlantirishda ekologik jihatlar va energiya samaradorligi ham katta ahamiyatga ega bo'ladi. Yashil texnologiyalar va energiya tejash usullari tarmoqning barqaror ishlashini ta'minlashda yordam beradi.

Mobil aloqa tarmoqlarining rivojlanishi texnologik, iqtisodiy va ijtimoiy sohalarida inqilobiy o'zgarishlarni amalga oshirishga imkon yaratadi. Ular nafaqat kommunikatsiya xizmatlarini taqdim etadi, balki yangi avlod texnologiyalarining rivojlanishiga va kundalik hayotning ko'plab sohalarida infrastrukturaviy o'zgarishlarga sabab bo'ladi.

### Xulosa

Zamonaviy mobil aloqa tarmoqlari hayotimizning ajralmas qismiga aylangan va ular global kommunikatsiyaning asosiy vositasiga aylanishda davom etmoqda. Ushbu tarmoqlar, xususan, 4G va 5G texnologiyalari, mobil internet tezligi, ulanish barqarorligi va xizmatlarining sifatini sezilarli darajada oshirdi. Mobil aloqa uzellarining samaradorligini oshirishda texnologik rivojlanish, yangi



infrastrukturani joriy etish, yuqori tezlikdagi ma'lumot uzatish va yangi uskunalar bilan ishlash muhim rol o'ynaydi.

Biroq, mobil aloqa tarmoqlarini rivojlantirish jarayonida bir qancha muammolar ham mavjud. Texnologik cheklovlar, ekologik ta'sir, raqobatning kuchayishi, xavfsizlik masalalari va iqtisodiy qiyinchiliklar tarmoqni kengaytirish va samarali ishlashda to'siqlar yaratadi. Ayniqsa, yangi texnologiyalarni amalga oshirish, masalan, 5G tizimlarini joriy etish, yuqori investitsiyalarni talab qiladi va tarmoqni optimallashtirishda yangi yondashuvlarni qo'llashni zarur qiladi. Shuningdek, tarmoq xavfsizligini ta'minlash, ma'lumotlarni himoya qilish va ekologik muammolarni hal etish bo'yicha doimiy ishlar amalga oshirilishi kerak.

Kelajakda mobil aloqa tarmoqlarining rivojlanishi davom etadi va bu sohadagi yangiliklar kommunikatsiya sohasidagi ilg'or texnologiyalarni shakllantiradi. Shu bilan birga, mavjud muammolarni hal qilish uchun mamlakatlar va kompaniyalar tomonidan yanada samarali va barqaror yechimlar ishlab chiqish zarur. Mobil aloqa tarmoqlarining kelajagi, texnologik, iqtisodiy va ekologik muammolarni hal etishda yangi innovatsiyalarni qo'llashga asoslanadi, bu esa global kommunikatsiya tizimlarini yanada rivojlantirishga yordam beradi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi (2020). “5G texnologiyasiga asoslangan mobil aloqa tarmog'ini rivojlantirish dasturi.” O'zbekiston Respublikasi, Toshkent.

A.I.Ibragimov (2019). “Mobil aloqa tarmoqlarini rivojlantirish: nazariy asoslar va amaliy qo'llanmalar.” Fan va texnologiya, Toshkent.

M.A.Qodirov (2022). “Zamonaviy mobil aloqa texnologiyalarining rivojlanish istiqbollari.” O'zbekiston axborot texnologiyalari va aloqa jurnalida maqola. Toshkent, 2022.

X.S.Karimov, M. T. Toshpulatov (2021). “5G texnologiyalarining amaliy qo'llanilishi va mobil tarmoqni rivojlantirish istiqbollari.” “Elektron texnologiyalar” ilmiy jurnali, Toshkent.

F.G.Aslibekov (2020). “Sun'iy intellekt va 5G tarmoqlaridagi innovatsiyalar” Global texnologik taraqqiyot: tadqiqotlar va amaliyotlar, Toshkent.



A.M.Yusupov, S.K.Ikromov (2023). “Mobil aloqa tarmoqlarini optimallashtirish: 5G va kelajakdagi texnologiyalar.” Elektronika va aloqa, 2023, 15(4), 72-85.

J. R. Kahn, S. B. Rappaport (2022). “Fundamentals of 5G Communications.” Cambridge University Press.

A. M. Usmonov, M. N. Safarov (2021). “Mobil aloqa tizimlarining kelajagi va ularni boshqarishning innovatsion metodlari.” O‘zbekiston axborot texnologiyalari akademiyasi nashri, Toshkent.

M. T. Salikhov (2019). “Mobil aloqa tarmoqlarining xavfsizligi: masalalar va yechimlar.” Elektronika va axborot texnologiyalari, 2019, 21(3), 114-121.



---

Research Science and  
Innovation House

