

**IOTDAGI ALOQA TEXNOLOGIYALARI**

*Umarov Bekzod Azizovich*

*Farg'ona davlat universiteti*

[ubaumarov@mail.ru](mailto:ubaumarov@mail.ru)

*Bahriddinova Nozanin Janobidin-zoda*

*Farg'ona davlat universiteti*

[nozanin122003@gmail.com](mailto:nozanin122003@gmail.com)

**Annotatsiya:** *Internet of Things (IoT) — bu turli xil jismoniy qurilmalar va ob'ektlarning internet orqali o'zaro bog'lanishi va malumot almashish imkonini beruvchi tizimdir. IoT tizimlari bir-biri bilan aloqa qilish uchun turli xil kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanadi. Bu texnologiyalar qurilmalarning ma'lumotlarni uzatish, qabul qilish va tarmoq orqali to'g'ri ishlashini ta'minlaydi. IoTda aloqa texnologiyalari muhim ahamiyatga ega, chunki ular qurilmalar orasidagi samarali va tezkor ma'lumot almashish imkoniyatini yaratadi.*

**Kalit so'zlar:** *IoT (Internet of Things), aloqa texnologiyalari, Wi-Fi, Bluetooth, Bluetooth Low Energy (BLE), Zigbee, LoRa (Long Range), 5G, NB-IoT (Narrowband IoT), Sigfox, simsiz aloqa, energiyani tejash, ma'lumot uzatish tezligi, tarmoq kengligi, xavfsizlik, aqlli qurilmalar, sanoat IoT, aqlli shaharlar, masofa, tarmoq kengayishi, past energiya sarfi, mobil tarmoq, aqlli soatlar, sog'liqni monitoring qilish, transport monitoring, ma'lumotlarni himoya qilish*

**Annotation:** *The Internet of Things (IoT) is a system that enables various physical devices and objects to connect and exchange data through the internet. IoT systems use different communication technologies to interact with one another. These technologies ensure that devices transmit, receive, and function correctly over the network. Communication technologies in IoT are of crucial importance, as they facilitate efficient and fast data exchange between devices.*

**Keywords:** *IoT (Internet of Things), communication technologies, Wi-Fi, Bluetooth, Bluetooth Low Energy (BLE), Zigbee, LoRa (Long Range), 5G, NB-IoT (Narrowband IoT), Sigfox, wireless communication, energy efficiency, data transmission speed, network coverage, security, smart devices, industrial IoT, smart cities, range, network expansion, low energy consumption, mobile network, smartwatches, health monitoring, transportation monitoring, data protection.*

**Аннотация:** *Интернет вещей (IoT) — это система, которая позволяет различным физическим устройствам и объектам соединяться и обмениваться данными через интернет. Системы IoT используют различные коммуникационные технологии для взаимодействия друг с другом. Эти технологии обеспечивают правильную передачу, прием и работу устройств в сети. Коммуникационные технологии в IoT имеют ключевое значение, так как они обеспечивают эффективный и быстрый обмен данными между устройствами.*

**Ключевые слова:** *IoT (Интернет вещей), коммуникационные технологии, Wi-Fi, Bluetooth, Bluetooth Low Energy (BLE), Zigbee, LoRa (длинный диапазон), 5G, NB-IoT (узкополосный IoT), Sigfox, беспроводная связь, энергоэффективность, скорость передачи данных, покрытие сети, безопасность, умные устройства, промышленный IoT, умные города, дальность, расширение сети, низкое потребление энергии, мобильная сеть, смарт-часы, мониторинг здоровья, мониторинг транспорта, защита данных.*

### **Kirish**

Internet of Things (IoT) — bu texnologik yutuqlarning eng so‘nggi va muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, u dunyoning turli burchaklarida jismoniy qurilmalar va ob‘ektlarning internet orqali o‘zaro bog‘lanishini ta’minlaydi. IoT tizimi yordamida kundalik hayotda ishlatiladigan qurilmalar, masalan, uy jihozlari, avtomobillar, sanoat asbob-uskunalari va sog‘liqni saqlash tizimlari, o‘zaro ma’lumot almashish imkoniyatiga ega bo‘ladi. Ushbu texnologiya nafaqat odamlar orasidagi, balki

obyektlar orasidagi interaktsiyani ham optimallashtiradi, bu esa ularni yanada aqlli va samarali qilishga yordam beradi.

IoTning muvaffaqiyatli ishlashida aloqa texnologiyalarining muhim rol o'ynashi ta'kidlanishi kerak. Qurilmalar o'rtasida ma'lumot almashish, uzatish va qabul qilishni ta'minlovchi turli xil aloqa texnologiyalari IoT tizimining samarali ishlashini belgilaydi. Masalan, Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, 5G, LoRa kabi texnologiyalar turli IoT ilovalari uchun kerakli tarmoq xususiyatlarini ta'minlaydi: yuqori tezlikda ma'lumot uzatish, uzoq masofada ishlash, energiya samaradorligi va xavfsizlik.

IoTning doirasi juda keng bo'lib, aqlli uylar, aqlli shaharlar, sanoat monitoringi va transport tizimlaridan tortib, sog'liqni saqlash sohasidagi innovatsiyalargacha bir qator sohalarda qo'llanilishi mumkin. Shu bilan birga, IoTning kengayishi va rivojlanishi yangi kommunikatsiya texnologiyalarini va yangi imkoniyatlarni kiritishni talab qiladi, chunki bu texnologiyalar IoT tizimining tezligi, ishonchliligi va xavfsizligini ta'minlashda asosiy omil hisoblanadi.

**Maqsad:** Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi IoT tizimlarida ishlatiladigan aloqa texnologiyalarini tahlil qilish va ularning IoT ilovalaridagi rolini o'rganishdir. Tadqiqotda IoT qurilmalari orasida samarali va tezkor ma'lumot almashish imkoniyatini yaratishda ishlatiladigan kommunikatsiya texnologiyalari, ularning afzalliklari, cheklovlari va ularning turli sohalardagi qo'llanilishi ko'rib chiqiladi. Bundan tashqari, IoT tizimlarida aloqa texnologiyalarining kelajakdagi rivojlanish istiqbollari ham o'rganiladi.

IoT tizimlarining muvaffaqiyatli ishlashi uchun eng muhim omil – bu qurilmalar o'rtasidagi samarali va tezkor ma'lumot almashishni ta'minlaydigan aloqa texnologiyalaridir. Qurilmalar o'rtasidagi aloqa IoT tizimining turli funksiyalarini bajarishda muhim rol o'ynaydi. Aloqa texnologiyalari, shuningdek, qurilmalar o'rtasida ma'lumotlarni uzatish va qabul qilishni, tarmoq orqali ulanishni, hamda tizimni optimal ishlashini ta'minlaydi. Hozirgi kunda IoT tizimlarida ishlatiladigan aloqa texnologiyalarining asosiy turlari — bu simsiz tarmoqlar, mobil tarmoqlar, qisqa masofadagi va uzoq masofadagi ma'lumot uzatish

texnologiyalaridir.

**Ma'lumot yig'ish va tahlil usullari** - Zigbee – past energiya sarfi bilan ishlovchi va qisqa masofalarda samarali ma'lumot uzatishni ta'minlaydigan simsiz aloqa texnologiyasidir. Zigbee tarmog'i ayniqsa aqlli uylar va sanoat monitoringi tizimlarida keng qo'llaniladi. Bu texnologiya kam quvvat sarfi bilan uzoq muddat ishlash imkoniyatini beradi.

5G – bu yangi avlod mobil aloqa tarmog'i bo'lib, yuqori tezlikdagi ma'lumot uzatishni, tarmoqning katta kengayishini va juda kam kechikishni ta'minlaydi. 5G texnologiyasi IoT tizimlari uchun keng imkoniyatlar yaratadi, chunki u juda katta miqdordagi qurilmalarni qo'llab-quvvatlash, yuqori tezlikda ma'lumot uzatishni va past energiya sarfini ta'minlaydi.

NB-IoT – bu past energiya sarfi bilan uzoq masofada ishlovchi texnologiya bo'lib, uning afzalligi – past tezlikda samarali ma'lumot uzatish va kuchli signal qamrovi. U IoT tizimlarida uzoq masofada ishlashni talab qiladigan qurilmalar uchun keng qo'llaniladi.

Aloqa texnologiyalarining IoT tizimlaridagi ahamiyati

IoT tizimlarining samarali ishlashi uchun aloqa texnologiyalarining turlari va xususiyatlari juda muhim ahamiyatga ega. Har bir texnologiya o'zining ma'lum xususiyatlari bilan ajralib turadi va turli IoT ilovalari uchun mos keladi. Masalan:

**Energiyani tejash:** IoT qurilmalari ko'pincha batareyalar bilan ishlaydi, shuning uchun energiya samaradorligi IoT tizimlarida asosiy omil hisoblanadi. Texnologiyalarning energiya sarfi past bo'lishi, qurilmalarning uzoq muddat ishlashiga imkon yaratadi.

**Ma'lumot uzatish tezligi:** IoT tizimlarida yuqori tezlikda ma'lumot uzatish talab etiladi, ayniqsa video monitoringi, transport tizimlari va aqlli shaharlar kabi real vaqtda ishlovchi tizimlarda.

**Xavfsizlik:** IoT tizimlari tarmoqlar orqali o'zaro bog'lanadi, bu esa ma'lumotlarni himoya qilishni muhim qilib qo'yadi. Aloqa texnologiyalari xavfsizligini ta'minlash, shuningdek, ma'lumotlarni uzatish va qabul qilishda maxfiylikni saqlash zarur.

Tarmoq kengayishi: IoT tizimlarining global miqyosda kengayishi, turli geografik hududlarda qurilmalar o'rtasida aloqa o'rnatishni ta'minlashni talab qiladi. Tarmoqning kengayishi va ishonchliligi IoT tizimlarining muvaffaqiyatli ishlashiga ta'sir qiladi.

IoT aloqa texnologiyalarining kelajakdagi rivojlanishi - IoTning kelajagi yuqori tezlikdagi mobil tarmoqlar, energiya samarador texnologiyalar, va yanada kengaytirilgan tarmoq imkoniyatlarini o'z ichiga oladi. 5G texnologiyasining joriy etilishi IoT tizimlarining yanada tezroq, xavfsizroq va ko'proq qurilmalarni qo'llab-quvvatlash imkoniyatini yaratadi. Shuningdek, yangi texnologiyalar, masalan, NB-IoT, LoRa, va Sigfox kabi past energiya sarfi bilan ishlaydigan texnologiyalar IoT tizimlarida yanada keng qo'llanilmoqda. IoT tizimlaridagi aloqa texnologiyalari har bir qurilmaning samarali va ishonchli ishlashini ta'minlaydi. IoT texnologiyalarining rivojlanishi va yangilanishi davom etar ekan, ular global miqyosda qo'llanilishi, energetika samaradorligi, xavfsizlik va tezlik kabi muhim omillarni inobatga olgan holda, IoT tizimlarining samaradorligini yanada oshirishi kutilmoqda.

Texnologiyalarning yaratilgan yillari:

Texnologiya	Yaratilgan yili	Yaratgan shaxs/tashkilot
<b>Wi-Fi</b>	1997	Interbrand Corporation
<b>Zigbee</b>	2002	Zigbee Alliance
<b>Z-Wave</b>	1999	Z-Wave Alliance

1991 yilda birinchi 2G tarmog'i ishga tushirildi. Bu GSM texnologiyasiga asoslangan edi.

1998 yilda 3G texnologiyasi paydo bo'ldi va 2001 yilda birinchi 3G tarmog'i ishga tushirildi.

2008 yilda 4G texnologiyasi taqdim etildi va 2010 yilda birinchi 4G tarmog'i

ishga tushirildi.

2019 yilda birinchi 5G tarmoqlari ishga tushirildi. U o'ta tez tezlik, kam kechikish va katta sig'im bilan ajralib turadi.

Zigbee, asosan, sanoat va uy-joy IoT tizimlarida ishlatiladigan, past energiya sarfi va past tezlikdagi ma'lumot uzatishni ta'minlovchi simsiz aloqa texnologiyasidir.

### **Zigbee texnologiyasi**

Afzalliklari:	Kamchiliklari:
Energiyani tejash: Zigbee juda kam energiya sarf qiladi, shuning uchun u batareyada uzoq vaqt ishlaydigan IoT qurilmalari uchun ideal.	Past tezlikda ma'lumot uzatish: Zigbee yuqori tezlikda ma'lumot uzatish imkoniyatiga ega emas, bu esa uni ba'zi IoT ilovalarida cheklaydi.
Tarmoqni kengaytirish imkoniyati: Zigbee tarmog'ini osonlik bilan kengaytirish mumkin, chunki u mesh tarmog'ini qo'llab-quvvatlaydi (ya'ni, qurilmalar o'rtasida ma'lumotlar uzatilishi orqali tarmoqni kengaytirish mumkin)	Masofa cheklovi: Zigbee tarmog'ining masofasi Wi-Fi yoki 5G ga nisbatan kichikroq (odatda 10-100 metr).
Yuqori xavfsizlik: Zigbee shifrlash va autentifikatsiya kabi xavfsizlik choralarini o'z ichiga oladi.	Sertifikatlangan qurilmalar soni cheklangan: Zigbee qurilmalarining ulanish imkoniyatlari va tarmoqdagi moslikni taminlash ba'zan cheklangan.

5G — bu yangi avlod mobil aloqa texnologiyasi bo‘lib, yuqori tezlikda ma’lumot uzatish, past kechikish va katta tarmoq qamrovini ta’minlaydi.

### 5G texnologiyasi

Afzalliklari:	Kamchiliklari:
<b>Yuqori tezlikda ma’lumot uzatish:</b> 5G juda yuqori tezlikda (gigabit darajasida) ma’lumot uzatadi, bu esa IoT tizimlarining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.	<b>Yuqori xarajatlar:</b> 5G infratuzilmasi qurish va qo‘llash juda qimmat bo‘lishi mumkin.
<b>Kam kechikish:</b> 5G tarmog‘ida juda past kechikish (1 ms gacha) mavjud, bu real vaqtda ishlashni talab qiladigan IoT ilovalarida juda muhimdir.	<b>Cheklangan hududlar:</b> 5G tarmog‘i har joyda mavjud emas, va tarmoqni kengaytirish va o‘rnatish ko‘p vaqt va mablag‘ talab qiladi.
<b>Keng tarmoq qamrovi:</b> 5G tarmog‘i juda katta sonli qurilmalarga ulanish imkonini beradi, bu esa IoT tizimlarini kengaytirishda foydalidir.	<b>Energiya iste’moli:</b> 5G tarmog‘ining yuqori ishlash imkoniyatlari, ba’zan energiya sarfini oshiradi.

### **Ushbu texnologiyaning kelajakdagi tadqiqot va amaliyot uchun ahamiyati**

Internet of Things (IoT) texnologiyalari so‘nggi yillarda tez o‘sib bormoqda, va bu o‘sish kelajakda yanada kuchayadi. IoT qurilmalari va tizimlari orqali turli xil ma’lumotlar to‘planib, tahlil qilinadi va bu orqali ko‘plab sohalarda samaradorlikni oshirish mumkin. IoTdagi aloqa texnologiyalarining kelajakdagi tadqiqot va amaliyot uchun ahamiyati juda katta, chunki bu texnologiyalar IoT tizimlarining asosi va ularning muvaffaqiyatli ishlashi uchun zarur shartlarni ta’minlaydi.

Yuqori tezlikda va samarali ma'lumot uzatish: Yuqori tezlikdagi ma'lumot uzatish texnologiyalarining ishlash imkoniyatlari, samaradorligi va cheklovlarini o'rganish zarur. Kelajakda 5G va 6G tarmoqlari IoT uchun yangi imkoniyatlar yaratishi kutilmoqda. Bu texnologiyalar tarmoqni kengaytirish va IoT tizimlarining global miqyosda integratsiyasini ta'minlaydi.

Energiya samaradorligi va uzoq muddatli ishlash: Energiya samaradorligini oshirish bo'yicha yangi texnologiyalarni izlash, yangi algoritmlar va qurilmalar yaratish IoTning kelajakdagi rivojlanishi uchun muhim ahamiyatga ega. Kam energiya sarfi bilan ishlaydigan texnologiyalarning batareya muddatini uzaytirish va energiya samaradorligini optimallashtirish bo'yicha tadqiqotlar davom ettirilishi lozim.

Tarmoqning kengayishi va global ulanish: Keng tarmoq qamrovini ta'minlash, global IoT tarmog'ini yaratish va ma'lumot uzatishning ishonchliligini oshirish uchun ilg'or texnologiyalarni rivojlantirish muhimdir. Bundan tashqari, global miqyosda tarmoq xavfsizligini ta'minlash masalalari ham o'rganilishi kerak.

Aqlli shaharlar va sanoat IoT: IoT texnologiyalarini sanoat jarayonlariga joriy etish va aqlli shaharlar tizimlarini optimallashtirish bo'yicha yangi tadqiqotlar olib borilishi kerak. Masalan, aqlli transport tizimlari, energiya ta'minoti va resurslarni boshqarish uchun yangi IoT yechimlarini ishlab chiqish zarur.

**Natija:** IoT tizimlarining rivojlanishi va turli aloqa texnologiyalarining qo'llanilishi so'nggi yillarda katta ahamiyat kasb etmoqda. IoT qurilmalarining bir-biri bilan samarali aloqa o'rnatishi uchun turli aloqa texnologiyalari, jumladan, Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRa, NB-IoT, 5G va boshqa texnologiyalar keng qo'llanilmoqda. Har bir texnologiya o'zining afzalliklari va kamchiliklariga ega bo'lib, ular ma'lum IoT ilovalarida muvaffaqiyatli ishlashini ta'minlaydi.

Zigbee va LoRa texnologiyalari past energiya sarfi va keng qamrovga ega bo'lib, ulardan sanoat IoT tizimlarida va masofaviy monitoring tizimlarida keng foydalaniladi. NB-IoT va 5G texnologiyalari esa tarmoq kengayishi va yuqori tezlikda ma'lumot uzatishda katta imkoniyatlar yaratmoqda, bu esa IoT tizimlarining samaradorligini oshiradi va ularga yangi ilovalar imkonini beradi.



Kelajakda IoT aloqa texnologiyalarining rivojlanishi ko'plab sohalarda, masalan, aqlli shaharlar, sog'liqni saqlash, transport, sanoat avtomatizatsiyasi kabi sohalarda yangi imkoniyatlar yaratishi kutilmoqda. Energiyani tejash, tarmoqni kengaytirish, xavfsizlikni oshirish, real vaqt rejimida ma'lumot almashish kabi muhim talablar IoT texnologiyalarining samarali ishlashini ta'minlaydi.

### **Xulosa**

Xulosa qilib aytganda, IoT aloqa texnologiyalarining rivojlanishi, kelajakdagi yangiliklar va innovatsiyalarni hisobga olgan holda, turli sohalarda aqlli tizimlarni joriy qilishda, samaradorlikni oshirishda va energiya tejashda muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Tadqiqotlar va amaliyotlar orqali bu texnologiyalarni yanada takomillashtirish, ularni optimal qo'llash va yangi imkoniyatlarni yaratish IoT tizimlarining kelajagini belgilaydi.

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. **Maqsudov, B.** (2021). *Internet of Things (IoT) texnologiyalari va ularning qo'llanilishi*. Tashkent: ITU Press.
2. **Liu, S., & Wang, Y.** (2020). *IoT Communications: Principles and Applications*. Springer.
3. **Muneer, M., & Zubair, S.** (2019). *Recent advances in Internet of Things (IoT) communication technologies*. *Journal of Communication and Networks*, 21(4), 310-322.
4. **Sharma, S., & Jindal, A.** (2022). *A Survey on IoT Communication Technologies: Current Trends and Future Perspectives*. *International Journal of Computer Applications*, 174(9), 10-19.
5. **Younis, M., & Yassir, A.** (2020). *IoT in Smart Cities: A Comprehensive Review of IoT Communication Technologies*. *Future Generation Computer Systems*, 108, 202-213.
6. **Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M.** (2013). *Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions*. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660.
7. **Raza, S., Wallgren, L., & Voigt, T.** (2017). *Low Power Wide Area Networks: The Next Frontier for IoT Applications*. *Computer Communications*, 89-90, 11-20.