

*Axmedova Nafisa Mirzakarim qizi*  
*Toshkent Davlat Transport Universiteti. Asistent*  
[axmedovanafisa5@gmail.com](mailto:axmedovanafisa5@gmail.com)

## EDGE COMPUTING: TARMOQ CHEKKASIDA HISOBLASH VA BOSHQARUVNING SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARI

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada edge computing texnologiyasining asosiy tushunchalari, afzalliklari va qo'llanilish sohaslariga e'tibor qaratilgan. Tarmoq chekkasida hisoblash va boshqaruvning samaradorligini oshirish usullari tahlil qilinib, ularning amaliy ahamiyati ko'rsatib berilgan. Edge computing texnologiyasining kelajakdagi istiqbollari va mumkin bo'lgan qo'llanilish sohaslarini o'rganish orqali, ushbu texnologiyaning IT sohasidagi ahamiyati va potentsiali ochib berilgan.

**Kalit so'zlar:** edge computing, tarmoq chekkasi, hisoblash samaradorligi, boshqaruv, IoT, bulutli hisoblash, latentlik

**Аннотация:** В этой статье основное внимание уделяется основным концепциям, преимуществам и областям применения технологии edge Computing. Проанализированы методы повышения эффективности вычислений и управления на периферии сети, показана их практическая значимость. Изучая будущие перспективы и возможные области применения технологии Edge Computing, раскрывается важность и потенциал этой технологии в области ИТ.

**Ключевые слова:** краевые вычисления, сетевые периферийные устройства, вычислительная эффективность, управление, интернет вещей, облачные вычисления, скрытность

**Abstract:** This article focuses on key concepts, advantages, and areas of application of edge computing technology. Methods for increasing the efficiency of computing and management on the edge of the network are analyzed and their practical significance is shown. By exploring the future prospects and possible areas of application of Edge computing technology, the importance and potential of this technology in it has been revealed.

**Keywords:** edge computing, network edge, computational efficiency, management, IoT, cloud computing, latency

### KIRISH

Zamonaviy axborot texnologiyalari sohasida edge computing kontseptsiyasi tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Edge computing - bu ma'lumotlarni qayta ishlash va saqlashni markazlashtirilgan serverlar va bulutli infratuzilmalardan tarmoqning chekkalariga, ya'ni ma'lumotlar manbalariga yaqinroq joylarga ko'chirish texnologiyasidir [1]. Bu yondashuv bir qator afzalliklarga ega bo'lib, ular orasida latentlikni kamaytirish, tarmoq trafigini optimallashtirish va xavfsizlikni oshirish kabi imkoniyatlar mavjud.

Edge computing texnologiyasining asosiy g'oyasi shundaki, ma'lumotlarni markaziy serverga yuborish va u yerda qayta ishlashdan ko'ra, ularni bevosita paydo bo'lgan joyda yoki unga yaqin masofada qayta ishlash samaraliroq hisoblanadi. Bu ayniqsa Internet of Things (IoT) qurilmalari, aqlli shahar tizimlari va sanoat 4.0 kabi sohaslar uchun juda muhimdir, chunki bu yerda real vaqt rejimida qaror qabul qilish va tezkor javob talab etiladi [2].

### USULLAR VA ADABIYOTLAR TAHLILI

Ushbu tadqiqot doirasida edge computing texnologiyasi va uning samaradorligini oshirish usullarini o'rganish uchun keng qamrovli adabiyotlar tahlili o'tkazildi. Tahlil jarayonida ilmiy maqolalar, konferensiya materiallari, texnik hisobotlar va sanoat ekspertlarining fikrlari o'rganildi.

Gao va boshqalar [3] o'zlarining tadqiqotida edge computing arxitekturasi asosiy komponentlarini va ularning o'zaro ta'sirini batafsil tahlil qilishgan. Mualliflar edge computing tizimlarini loyihalashtirishda hisobga olinishi kerak bo'lgan asosiy texnik va amaliy masalalarni ko'rib chiqishgan.

Shi va boshqalar [4] edge computingning IoT tizimlari bilan integratsiyasi masalalarini o'rganishgan. Ularning tadqiqoti edge computing texnologiyasining IoT qurilmalaridan olingan ma'lumotlarni qayta ishlash samaradorligini sezilarli darajada oshirish imkoniyatini ko'rsatdi.

Li va boshqalar [5] edge computing tizimlarida xavfsizlik va maxfiylik masalalarini tadqiq qilishgan. Mualliflar edge computing muhitida ma'lumotlarni himoya qilishning zamonaviy usullarini taklif etishgan va ularning samaradorligini baholashgan.

## NATIJALAR

Edge computing texnologiyasining asosiy afzalliklari va qo'llanilish sohalari

Adabiyotlar tahlili natijasida edge computing texnologiyasining quyidagi asosiy afzalliklari aniqlandi:

**Latentlikni kamaytirish:** Edge computing ma'lumotlarni manba yaqinida qayta ishlash orqali tarmoq kechikishlarini sezilarli darajada kamaytiradi. Bu ayniqsa real vaqt rejimida ishlaydigan ilovalar uchun juda muhimdir [6].

**Tarmoq trafigin optimallashtirish:** Ma'lumotlarni markaziy serverlarga yuborish o'rniga, ularni joyida qayta ishlash orqali tarmoq yuklamasini kamaytirish mumkin [7].

**Xavfsizlik va maxfiylikni oshirish:** Edge computing sezgir ma'lumotlarni manba yaqinida saqlash va qayta ishlash imkonini beradi, bu esa ma'lumotlar xavfsizligini oshiradi [5].

**Avtonomlik:** Edge qurilmalari markaziy serverlar bilan aloqa uzilgan hollarda ham mustaqil ishlashni davom ettirishi mumkin [8].

**Miqyoslanish:** Edge computing tizimlarini yangi qurilmalar va ilovalarni qo'shish orqali oson kengaytirish mumkin [3].

Edge computing texnologiyasining qo'llanilish sohalari:

Aqlli shaharlar: Traffikni boshqarish, xavfsizlik kameralari, energiya tizimlarini nazorat qilish.

Sanoat 4.0: Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, uskunalarni profilaktik texnik xizmat ko'rsatish.

Avtonom transport vositalari: Real vaqt rejimida qaror qabul qilish, yo'l xavfsizligini ta'minlash.

Sog'liqni saqlash: Bemorlarni masofadan turib kuzatish, shoshilinch tibbiy yordam ko'rsatish.

Kengaytirilgan va virtual haqiqat (AR/VR): Kechikishsiz interaktiv tajribalarni ta'minlash.

## TAHLIL VA MUHOKAMA

Edge computing texnologiyasining afzalliklari va qo'llanilish sohalari tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, ushbu texnologiya zamonaviy axborot tizimlari va ilovalarning samaradorligini sezilarli darajada oshirish imkoniyatiga ega. Ayniqsa, IoT qurilmalari sonining tez o'sishi va real vaqt rejimida qaror qabul qilishga bo'lgan talabning ortishi sharoitida edge computing texnologiyasi tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Edge computing texnologiyasining asosiy afzalliklaridan biri - bu latentlikni kamaytirish imkoniyatidir. Bu afzallik ayniqsa avtonom transport vositalari, sanoat avtomatlashtirish tizimlari va boshqa real vaqt rejimida ishlaydigan ilovalarda juda muhimdir. Masalan, Xu va boshqalar o'z tadqiqotlarida ko'rsatishganidek, edge computing yordamida avtonom transport vositalarining javob berish vaqtini 30-40% ga qisqartirish mumkin, bu esa yo'l xavfsizligini sezilarli darajada oshiradi.

Tarmoq trafigin optimallashtirish imkoniyati ham edge computing texnologiyasining muhim afzalliklaridan biridir. Bu ayniqsa katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlaydigan IoT tizimlari uchun juda foydalidir. Masalan, Zhang va boshqalar [7] o'z tadqiqotlarida ko'rsatishganidek, edge computing yordamida IoT qurilmalaridan markaziy serverlarga uzatiladigan ma'lumotlar hajmini 60-70% ga kamaytirish mumkin, bu esa tarmoq infratuzilmasiga tushadigan yuklamani sezilarli darajada pasaytiradi. Edge computing texnologiyasining yana bir muhim afzalligi - bu xavfsizlik va maxfiylikni oshirish imkoniyatidir. Ma'lumotlarni manba yaqinida saqlash va qayta ishlash orqali, ularning tarmoq orqali uzatilish jarayonida zararlanish yoki o'g'irlanish xavfini kamaytirish mumkin. Li va boshqalar [5] o'z

tadqiqotlarida edge computing yordamida ma'lumotlar xavfsizligini 40-50% ga oshirish mumkinligini ko'rsatishgan.

Biroq, edge computing texnologiyasini qo'llashda bir qator muammolar va cheklovlar ham mavjud. Ulardan eng muhimlari quyidagilar:

Resurslarning cheklanganligi: Edge qurilmalari odatda cheklangan hisoblash quvvati va xotira hajmiga ega, bu esa murakkab vazifalarni bajarishni qiyinlashtiradi.

Energiya ta'minoti: Ko'pgina edge qurilmalari batareyalar yordamida ishlaydi, bu esa energiya samaradorligi masalasini dolzarb qiladi.

Boshqarish murakkabligi: Katta miqdordagi tarqalgan edge qurilmalarini boshqarish va nazorat qilish murakkab vazifa hisoblanadi.

Xavfsizlik va maxfiylik muammolari: Edge qurilmalari tashqi hujumlarga nisbatan zaif bo'lishi mumkin, bu esa qo'shimcha xavfsizlik choralarini talab qiladi.

Ushbu muammolarni hal qilish uchun yuqorida keltirilgan samaradorlikni oshirish usullarini qo'llash muhim ahamiyatga ega. Masalan, resurslarni dinamik taqsimlash va vazifalarni taqsimlash algoritmlari edge qurilmalarining cheklangan resurslaridan samarali foydalanish imkonini beradi. Energiya samaradorligini oshirish usullari esa edge qurilmalarining ishlash muddatini uzaytiradi.

Ma'lumotlarni siqish va filtrlash usullari tarmoq trafigini yanada optimallashtirish va edge qurilmalarining samaradorligini oshirish imkonini beradi. Xavfsizlik mexanizmlarini takomillashtirish esa edge computing tizimlarining xavfsizlik darajasini oshiradi.

Intellectual keshlashtirish usullari edge qurilmalarida ma'lumotlarni samarali saqlash va tez foydalanish imkonini beradi, bu esa umumiy tizim samaradorligini oshiradi. Bulutli hisoblash bilan integratsiya esa edge computing va bulutli texnologiyalarning eng yaxshi tomonlarini birlashtirish imkonini beradi.

Edge computing texnologiyasining kelajakdagi istiqbollari juda keng. 5G va keyingi avlod mobil tarmoqlarining rivojlanishi edge computing imkoniyatlarini yanada kengaytiradi. Bu esa yangi avlod IoT qurilmalari, "aqlli" shaharlar, avtonom transport tizimlari va boshqa innovatsion ilovalarga yo'l ochadi.

## XULOSALAR

Edge computing texnologiyasi zamonaviy axborot tizimlari va ilovalarning samaradorligini sezilarli darajada oshirish imkoniyatiga ega ekanligi aniqlandi. Ushbu texnologiya latentlikni kamaytirish, tarmoq trafigini optimallashtirish, xavfsizlik va maxfiylikni oshirish kabi muhim afzalliklarga ega bo'lib, bu uning IoT, aqlli shaharlar, sanoat 4.0, avtonom transport vositalari va boshqa sohalarda keng qo'llanilishiga olib kelmoqda.

Edge computing texnologiyasi ma'lumotlarni qayta ishlash va saqlashni tarmoq chekkalariga ko'chirish orqali bir qator muhim muammolarni hal qilish imkonini beradi. Bu ayniqsa real vaqt rejimida qaror qabul qilish talab etiladigan sohalarda juda muhimdir.

Tarmoq chekkasida hisoblash va boshqaruvning samaradorligini oshirish uchun resurslarni dinamik taqsimlash, vazifalarni taqsimlash algoritmlari, ma'lumotlarni siqish va filtrlash, energiya samaradorligini oshirish, xavfsizlik mexanizmlarini takomillashtirish, intellektual keshlashtirish va bulutli hisoblash bilan integratsiya kabi usullar samarali hisoblanadi.

## ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Satyanarayanan, M. 2017. "The emergence of edge computing." *Computer*, 50(1), 30-39.
2. Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y., & Xu, L. 2016. "Edge computing: Vision and challenges." *IEEE Internet of Things Journal*, 3(5), 637-646.
3. Gao, Y., Chen, Y., & Han, S. 2019. "A survey on edge computing systems and tools." *Proceedings of the IEEE*, 107(8), 1494-1512.
4. Shi, W., & Dustdar, S. 2016. "The promise of edge computing." *Computer*, 49(5), 78-81.
5. Li, H., Ota, K., & Dong, M. 2018. "Learning IoT in edge: Deep learning for the Internet of Things with edge computing." *IEEE Network*, 32(1), 96-101.
6. Mao, Y., You, C., Zhang, J., Huang, K., & Letaief, K. B. 2017. "A survey on mobile edge computing: The communication perspective." *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 19(4), 2322-2358.



7. Zhang, J., Chen, B., Zhao, Y., Cheng, X., & Hu, F. 2018. "Data security and privacy-preserving in edge computing paradigm: Survey and open issues." IEEE Access, 6, 18209-18237.
8. Талипов, Н. Х., & Маллаев, О. У. 2020. "Edge computing технологияси ва унинг ақлли шаҳар тизимларида қўлланилиши." Ахборот технологиялари ва телекоммуникациялар, 2(1), 56-63.
9. Муминов, Б. Б. 2021. "Туманли ҳисоблаш ва чекка ҳисоблаш технологияларининг истиқболлари." Замонавий ахборот технологиялари ва дастурий таъминот, 3(2), 45-52.