

**ZAMONAVIY KOMPYUTER TARMOQLARI
TEXNOLOGIYALARINING RIVOJLANISH TENDENSIYALARI**

Nusratillayev Madamin O'ktam o'g'li, Razzoqov Ilhom Dovranovich

Qarshi davlat universiteti

nusratillayevmadamin@gmail.com

razzokov.id@qarshidu.uz

Annotatsiya. Ushbu tezisdagi zamonaviy kompyuter tarmoqlari texnologiyalarining rivojlanish tendensiyalari dasturiy ta'minot bilan boshqariladigan tarmoqlar (SDN), tarmoq funksiyalarini virtuallashtirish (NFV), 5G, bulutli hisoblash va Edge Computing, hamda ularning raqamli infratuzilmaga ta'siri qisqacha tahlil qilingan. An'anaviy, apparatga asoslangan arxitekturalardan dasturiy boshqariladigan va avtomatlashtirilgan infratuzilmalarga o'tish jarayoni ko'rib chiqilgan. Tahlil natijalari SDN va NFV infratuzilmalarining moslashuvchanligini sezilarli darajada oshirayotganini, 5G va Edge Computing esa real vaqt rejimida ishlaydigan xizmatlar uchun yangi imkoniyatlar yaratayotganini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: kompyuter tarmoqlari, SDN, NFV, 5G, Edge Computing, bulutli hisoblash, tarmoq virtuallashtirish, avtomatlashtirish, IoT.

Kompyuter tarmoqlari zamonaviy raqamli jamiyatning asosiy infratuzilmalaridan biri hisoblanadi. Internet, bulutli xizmatlar, mobil aloqa va IoT tizimlarining jadal rivojlanishi tarmoq infratuzilmasiga bo'lgan talabni sezilarli darajada oshirmoqda. An'anaviy tarmoqlarda marshrutizator va kommutatorlar asosan apparat vositalari orqali boshqariladi. Bu esa katta va dinamik infratuzilmalarda tezkor boshqaruvni murakkablashtiradi. Shu sababli SDN, NFV, 5G va bulutli hisoblash kabi texnologiyalar faol rivojlanmoqda. Ular boshqaruv jarayonlarini apparat vositalaridan ajratib, dasturiy va markazlashgan tarzda amalga oshirish imkonini beradi. Tezisning maqsadi - zamonaviy tarmoq

texnologiyalarining rivojlanish tendensiyalarini tahlil qilish va ularning infratuzilmaga ta'sirini baholashdan iborat.

Welsong Shi Edge Computing texnologiyasining tarmoqdagi kechikishlarini kamaytirish va markaziy infratuzilmaga tushadigan yuklamani yengillashtirishdagi imkoniyatlarini, shuningdek, ushbu yondashuvda yuzaga keladigan resurslarni boshqarish va axborot xavfsizligi bilan bog'liq muammolarni tahlil qilgan [4]. NISTning 5G bulut infratuzilmasiga oid yo'riqnomasida esa virtuallashtirilgan muhitlarda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xavfsizlik tahdidlari hamda Zero Trust konsepsiyasining qo'llanilishi yoritilgan [5]. IETF va IEEE tomonidan ishlab chiqilgan materiallar tarmoqni dasturlash, protokollar va simsiz aloqa standartlari bo'yicha muhim texnik asoslarni shakllantiradi [6, 7]. Bundan tashqari, ETSI MEC arxitekturasini hamda Cisco tomonidan taqdim etilgan tahliliy hisobotlar Edge Computing va zamonaviy tarmoq infratuzilmasining amaliy rivojlanish tendensiyalarini yanada to'ldiradi [8, 9].

Tahlil shuni ko'rsatadiki, zamonaviy kompyuter tarmoqlari alohida texnologiyalar majmui sifatida emas, balki o'zaro integratsiyalashgan yagona ekotizim sifatida rivojlanmoqda.

Software-Defined Networking (SDN) tarmoqni boshqarish jarayonini Application, Control va Infrastructure qatlamlariga ajratib, tarmoq siyosatlarini markazlashgan kontroller yordamida boshqarish imkonini beradi. Bu yondashuv markazlashgan boshqaruv, tezkor konfiguratsiya va resurslardan samarali foydalanishni ta'minlaydi. Biroq markaziy kontrollerning ishdan chiqishi yoki unga qaratilgan hujumlar tarmoqning katta qismiga ta'sir qilishi mumkin.

Network Functions Virtualization (NFV) firewall, router va load balancer kabi tarmoq funksiyalari apparat vositalaridan ajratib, virtual muhitda amalga oshirish imkonini beradi. Natijada infratuzilma xarajatlarini kamaytirish va yangi xizmatlarni tezkor ishga tushirish imkoniyati ortadi [2].

5G tarmoqlari yuqori tezlik va past kechikishni ta'minlasa, **Edge Computing** ma'lumotlarni foydalanuvchiga yaqin joylashgan hisoblash resurslarida qayta ishlash orqali javob berish vaqtini qisqartiradi. **Bulutli hisoblash**

esa katta hajmdagi hisoblash va saqlash resurslarini markazlashgan holda taqdim etib, ushbu texnologiyalarni yagona infratuzilma doirasida integratsiya qilish imkonini beradi.

Mazkur texnologiyalarning o'zaro integratsiyasi infratuzilmalarning moslashuvchanligi, unumdorligi va masshtablanuvchanligini oshiradi. Biroq yangi texnologiyalarning joriy etilishi natijasida yangi hujum yuzalarining paydo bo'lishi xavfsizlikni tarmoq arxitekturasining ajralmas qismi sifatida ko'rib chiqishni talab etadi.

Tahlil natijasida zamonaviy kompyuter tarmoqlari rivojlanishining bir nechta asosiy tendensiyalari aniqlandi:

- apparatga bog'liq arxitekturalardan dasturiy boshqariladigan infratuzilmaga o'tish (SDN, NFV);
- tarmoq va hisoblash resurslarining yaqinlashuvi (bulutli hisoblash, Edge Computing);
- mobil tarmoqlarning yangi avlodga o'tishi (5G);
- avtomatlashtirish va intellektual boshqaruvning kuchayishi;
- tarmoq hujum yuzasining kengayishi natijasida xavfsizlik muammolarining murakkablashuvi.

Mazkur tendensiyalar o'zaro uzviy bog'liq. SDN va NFV 5G tarmoqlarida **Network Slicing** kabi moslashuvchan xizmatlarni tashkil etish uchun texnologik asos yaratadi. Edge Computing esa 5G tarmoqlarida past kechikishni talab qiluvchi xizmatlarning samarali ishlashini ta'minlaydi. Shu bilan birga, boshqaruvning markazlashuvi va infratuzilmaning taqsimlangan holda tashkil etilishi yangi xavfsizlik xatarlarini yuzaga keltiradi.

Kelajakdagi tarmoq infratuzilmasini shartli ravishda quyidagi texnologik zanjir sifatida tasavvur qilish mumkin:

5G → Edge Computing → Cloud → SDN/NFV → AI asosidagi avtomatlashtirish.

Bunday konvergensiya standartlashtirish, operatorlararo muvofiqlik va malakali kadrlar yetishmovchiligi kabi tashkiliy muammolarni ham yuzaga keltirishi mumkin.

Tadqiqot natijalari kompyuter tarmoqlarining an'anaviy, apparatga asoslangan arxitekturalardan dasturiy boshqariladigan, virtuallashtirilgan va moslashuvchan infratuzilmalarga tomon rivojlanayotganini ko'rsatadi. SDN boshqaruvni markazlashtiradi, NFV tarmoq funksiyalarini dasturiy muhitga ko'chiradi, 5G yuqori tezlik va past kechikishni ta'minlaydi, Edge Computing ma'lumotlarni foydalanuvchiga yaqin joyda qayta ishlash imkonini beradi, bulutli hisoblash esa ushbu texnologiyalarni yagona infratuzilma doirasida birlashtiradi.

Shu bilan birga, mazkur rivojlanish xavfsizlik va boshqaruvga oid yangi muammolarni keltirib chiqaradi. Shu sababli yangi texnologiyalarni joriy etishda unumdorlik va moslashuvchanlik afzalliklari bilan bir qatorda boshqaruv murakkabligi hamda xavfsizlik talablari ham dastlabki bosqichdayoq baholanishi lozim.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Kreutz, D., Ramos, F. M. V., Verissimo, P. E., Rothenberg, C. E., Azodolmolky, S., Uhlig, S. *Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey*. Proceedings of the IEEE, Vol. 103, No. 1, 2015, pp. 14–76.
2. ETSI. *Network Functions Virtualisation (NFV); Architectural Framework*. ETSI GS NFV 002 V1.2.1. European Telecommunications Standards Institute, 2014.
3. ITU-R. *IMT Vision – Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT for 2020 and Beyond*. Recommendation ITU-R M.2083-0, 2015.
4. Shi, W., Cao, J., Zhang, Q., Li, Y., Xu, L. *Edge Computing: Vision and Challenges*. IEEE Internet of Things Journal, Vol. 3, No. 5, 2016, pp. 637–646.
5. NIST. *Network Security Guidelines for 5G Cloud Infrastructure*. National Institute of Standards and Technology, 2022.
6. IETF. *Software-Defined Networking and Network Programmability*. Internet Engineering Task Force technical materials.

7. IEEE. *IEEE 802.11 Wireless LAN Standards*. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
8. ETSI. *Multi-access Edge Computing (MEC); Framework and Reference Architecture*. European Telecommunications Standards Institute.
9. Cisco. *Annual Internet Report*. Cisco Systems, Inc.