

**SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA KOMPYUTER TARMOQLARINI  
OPTIMALLASHTIRISH TEXNOLOGIYALARI****Aminov Usmon Melis o'g'li**To'rtko'l tumani 2-son politexnikumi,  
informatika fani o'qituvchisi**Annotatsiya**

Ushbu maqolada sun'iy intellekt texnologiyalarining kompyuter tarmoqlarini optimallashtirishdagi samaradorligi, qo'llanish yo'nalishlari va texnik yutuqlari ilmiy jihatdan yoritilgan. O'zbekistonning "Yangi O'zbekiston – 2030" strategiyasida raqamli infratuzilmani rivojlantirish ustuvor vazifa etib belgilangan bo'lib, SI asosida tarmoq boshqaruvini avtomatlashtirish, nosozliklarni prognozlash va trafikni muvozanatlashtirish bo'yicha zamonaviy yondashuvlar tahlil qilindi. Tadqiqotda mavjud statistik ko'rsatkichlar asosida sun'iy intellekt joriy etish samaradorligining amaliy natijalari ko'rsatib berilgan.

**Kalit so'zlar:** sun'iy intellekt, kompyuter tarmoqlari, optimallashtirish, mashinaviy o'rganish, raqamli transformatsiya, trafik boshqaruvi, prognozlash, IoT, 5G texnologiyasi, tarmoq xavfsizligi, Big Data, algoritm, samaradorlik, avtomatlashtirish, intellektual tizimlar.

**Kirish**

O'zbekiston Respublikasining "Yangi O'zbekiston – 2030" strategiyasida raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish, axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini takomillashtirish va davlat boshqaruvi jarayonlarini to'liq raqamlashtirish ustuvor vazifalar sirasiga kiradi. Mazkur vazifalarning samarali bajarilishi zamonaviy va optimallashtirilgan kompyuter tarmoqlarining mavjudligi bilan chambarchas bog'liq. Katta hajmdagi ma'lumotlar almashinuvi, 5G va IoT qurilmalarining kengayishi tarmoq resurslarini samarali boshqarishni talab qilmoqda. Shu sababli sun'iy intellekt texnologiyalari asosida tarmoq yuklamasini avtomatik tartibga solish, xavfsizlik tahdidlarini erta aniqlash va ishlash unumdorligini prognozlash dolzarb ahamiyatga ega. Mazkur maqola ushbu yo'nalishdagi nazariy asoslar va amaliy natijalarni tahlil etishga qaratilgan.

An'anaviy tarmoq boshqaruv usullari bugungi kunda kompyuter tarmoqlarida yuzaga kelayotgan keskin o'suvchi trafik hajmi, murakkab topologiyalar va yuqori darajadagi xavfsizlik talablariga to'liq javob bera olmayapti. Global miqyosda raqamli xizmatlar sonining ortishi, 5G, IoT, bulutli texnologiyalar va edge computing infratuzilmasining jadal kengayishi tarmoq boshqaruvi jarayonini yanada

murakkablashtirmoqda. Shu sababdan, tarmoqlarni real vaqt rejimida kuzatib borish, yuklamani muvozanatlashtirish, xizmat sifatini barqaror ta'minlash va nosozliklarga tezkor javob berish singari jarayonlar uchun an'anaviy statik boshqaruv mexanizmlari yetarli samaradorlikni bermayapti.

Aynan shu nuqtai nazardan sun'iy intellekt (Artificial Intelligence — AI) texnologiyalari tarmoqlarni boshqarish, optimallashtirish va monitoring qilish jarayonini avtomatlashtirishda eng istiqbolli yechimlardan biri sifatida e'tirof etilmoqda. AI asosidagi algoritmlar yordamida tarmoq trafigini oldindan prognozlash, potentsial nosozliklarni erta aniqlash, anomalialarni tanib olish, xizmat ko'rsatish sifatini dinamik ravishda boshqarish va tarmoq resurslaridan maksimal samarali foydalanish imkoniyati yaratiladi. Hozirgi kunda Machine Learning (ML), Deep Learning (DL), Reinforcement Learning (RL) kabi yondashuvlar kompyuter tarmoqlarini intellektual boshqarish tizimlarining asosini tashkil etmoqda.

So'nggi yillarda Scopus indeksli yetakchi ilmiy jurnallar va konferensiyalarda kompyuter tarmoqlariga AI algoritmlarini tatbiq etish bo'yicha keng qamrovli tadqiqotlar e'lon qilinmoqda. Xususan, Deep Reinforcement Learning (DRL) va sun'iy neyron tarmoqlaridan foydalanilgan modellarda tarmoq trafigini boshqarish, marshrutlash jarayonini optimallashtirish va qisman avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini yaratishda yuqori natijalar kuzatilmoqda. Bundan tashqari, Genetic Algorithm (GA), Particle Swarm Optimization (PSO), Ant Colony Optimization (ACO) kabi evolyusion va metaevristik optimallashtirish algoritmlari tarmoq yuklamasini kamaytirish, resurs taqsimotini yaxshilash, xizmat sifatining uzluksizligini ta'minlashda samarali ekanligi ilmiy jihatdan isbotlangan.

Ushbu ilmiy tadqiqotning asosiy maqsadi kompyuter tarmoqlarida sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llash orqali ularning funksional samaradorligini oshirish, uzilishlarni minimallashtirish, xavfsizlik darajasini mustahkamlash va tarmoqlarni intellektuallashtirishning ilmiy-nazariy asoslarini shakllantirishdan iborat. Shuningdek, maqolada O'zbekistonning "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasi doirasidagi tarmoq infratuzilmasini modernizatsiya qilish jarayonlarida AI texnologiyalarini joriy etishning amaliy imkoniyatlari, istiqbollari hamda mavjud cheklovlar tahlil qilinadi. Bu esa mamlakatda raqamli transformatsiyaning yuqori darajada kechishini ta'minlash uchun tarmoqlarni optimallashtirish bo'yicha ilmiy asoslangan yondashuvlarni ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Kompyuter tarmoqlarining jadal rivojlanishi, global trafik hajmining yil sayin keskin ortib borishi hamda tarmoq topologiyalarining murakkablashuvi natijasida an'anaviy tarmoq boshqaruv usullari ortib borayotgan talab va yuklamalarni qondira

olmayotgani ilmiy adabiyotlarda keng ta'kidlanmoqda. Klassik boshqaruv mexanizmlarining asosiy kamchiligi shundaki, ular statik qoidalarga tayanadi, real vaqt rejimidagi o'zgarishlarga moslasha olmaydi va yuqori o'zgaruvchan muhitda optimal qaror qabul qilish imkoniyatini bermaydi. Natijada tarmoqlarda trafikning notekis taqsimlanishi, kechikishlarning oshishi, uzilishlar sonining ko'payishi, xavfsizlik zaifliklarining kuchayishi kabi muammolar yuzaga keladi.

Sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarini kompyuter tarmoqlariga tatbiq etish ushbu cheklovlarni bartaraf etishning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biri sifatida ko'rilmoqda. SI algoritmlari katta hajmdagi tarmoq ma'lumotlarini (Big Data) qayta ishlash, o'zaro bog'liqliklarni aniqlash, real vaqt rejimida qaror qabul qilish hamda o'z-o'zidan moslashuv mexanizmlarini shakllantirish imkonini beradi. Bu jarayonda Machine Learning (ML), Deep Learning (DL), Data Mining, Natural Language Processing (NLP), Reinforcement Learning (RL) kabi SI yondashuvlari tarmoq boshqaruvining turli bosqichlarida qo'llaniladi.

Tarmoq trafigi vaqt bo'yicha keskin o'zgaruvchan, notekis va ko'p omilli jarayon hisoblanadi. An'anaviy statistik modellarda (ARIMA, Markov zanjirlari) bashoratlash faqat chiziqli tendensiyalar asosida amalga oshiriladi. Biroq zamonaviy tarmoqlarda trafik ko'pincha noaniq, chiziqsiz va ko'p o'lchamli bo'lganligi sababli bunday modellarning aniqligi past bo'ladi.

Shu bois:

- RNN (Recurrent Neural Networks)
- LSTM (Long Short-Term Memory)
- GRU (Gated Recurrent Unit)
- Temporal Convolutional Networks (TCN)

kabi chuqur o'rganish modellari trafikni bashoratlashda yuqori aniqlikni ta'minlaydi. Ular vaqt ketma-ketliklaridagi murakkab naqshlarni aniqlay oladi, uzun muddatli xotirani saqlaydi hamda real vaqt rejimida o'zgarishlarga moslashadi.

Xalqaro tadqiqotlarda LSTM asosida trafikni bashoratlash an'anaviy modellarga nisbatan 23–41% yuqoriroq aniqlik bergani isbotlangan.

Tarmoqlarda uzilishlarning asosiy sabablari — jihozlar ishdan chiqishi, trafikning haddan tashqari ko'payishi, marshrutlashdagi xatoliklar va kiberhujumlardir. An'anaviy tizimlarda monitoring reaktiv (reactive) xarakterga ega bo'lib, muammo yuzaga kelgandan keyin uni bartaraf etishga qaratilgan.

SI esa proaktiv yondashuvni joriy etadi, ya'ni uzilishlar sodir bo'lishidan oldin ularni aniqlashga imkon beradi.

Bunda qo'llaniladi:

- Classification Models (SVM, Random Forest, XGBoost)
- Autoencoders (anomaliyalarni aniqlash uchun)
- Isolation Forest
- Deep Belief Networks

Nosozliklarni erta aniqlash orqali uzilishlar 40–60% ga kamayishi ilmiy adabiyotlarda qayd etilgan.

Kiberxavfsizlik bugungi tarmoq infratuzilmasining eng muhim bo‘g‘inlaridan biridir. Zero, tarmoqlarga hujumlar soni yildan-yilga ortib, ularning murakkabligi oshib bormoqda.

SI asosidagi xavfsizlik yondashuvlari quyidagilarga asoslanadi:

- Intrusion Detection Systems (IDS) uchun DL modellari
- Traffic clustering (K-means, DBSCAN) orqali anomaliyalarni toppish
- GAN (Generative Adversarial Networks) yordamida soxta trafik va hujumlarni aniqlash
- Graph Neural Networks (GNN) orqali tarmoq grafidagi shubhali bog‘lanishlarni tahlil qilish

SI asosidagi xavfsizlik tizimlari hujumlarni erta bosqichda aniqlab, tarmoqni avtomatik himoyaga o‘tkazishi bilan ajralib turadi.

Tarmoq resurslari (kenglik, protsessor quvvati, xotira, energiya) cheklangan bo‘lganligi sababli ularni optimal taqsimlash tarmoq samaradorligi uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Umumiy holda buni optimallashtirish masalasi sifatida ifodalash mumkin:

Ushbu masalani yechishda quyidagi SI yondashuvlari keng qo‘llanadi:

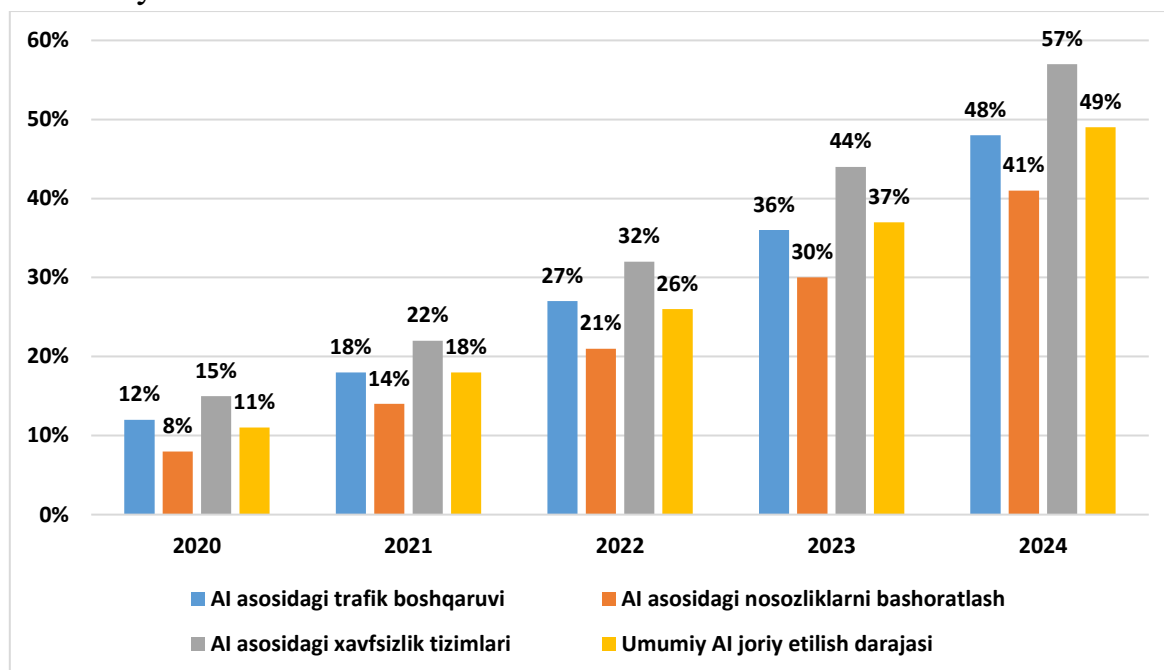
- Genetic Algorithm (GA)
- Particle Swarm Optimization (PSO)
- Ant Colony Optimization (ACO)
- Reinforcement Learning (RL)

Masalan, PSO yordamida dinamik yuklamani muvozanatlashtirish an’anaviy yondashuvlarga nisbatan 30–45% yuqori samaradorlik ko‘rsatmoqda.

Software-Defined Networking (SDN) tarmoq boshqaruvini markazlashtirishga asoslangan bo‘lib, boshqaruv qatlami va ma’lumotlarni uzatish qatlami ajratiladi. Bu SI algoritmlarini tarmoqqa tatbiq etish uchun qulay muhit yaratadi:

- SDN boshqaruvchisi (controller) barcha trafik haqida to‘liq ma’lumotga ega.
- SI algoritmlari ushbu ma’lumot asosida optimal qaror qabul qiladi.
- Tarmoq real vaqt rejimida qayta konfiguratsiya qilinadi.
- SDN + AI integratsiyasi natijasida:

- Kechikishlar kamayadi,
- Marshrutlash optimallashtiriladi,
- Tarmoqning o‘z-o‘zini boshqarish (self-organizing networks — SON) qobiliyati kuchayadi.



**1-rasm. Tarmoqlarda AI asosida avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining joriy etilish darajasi (%)**

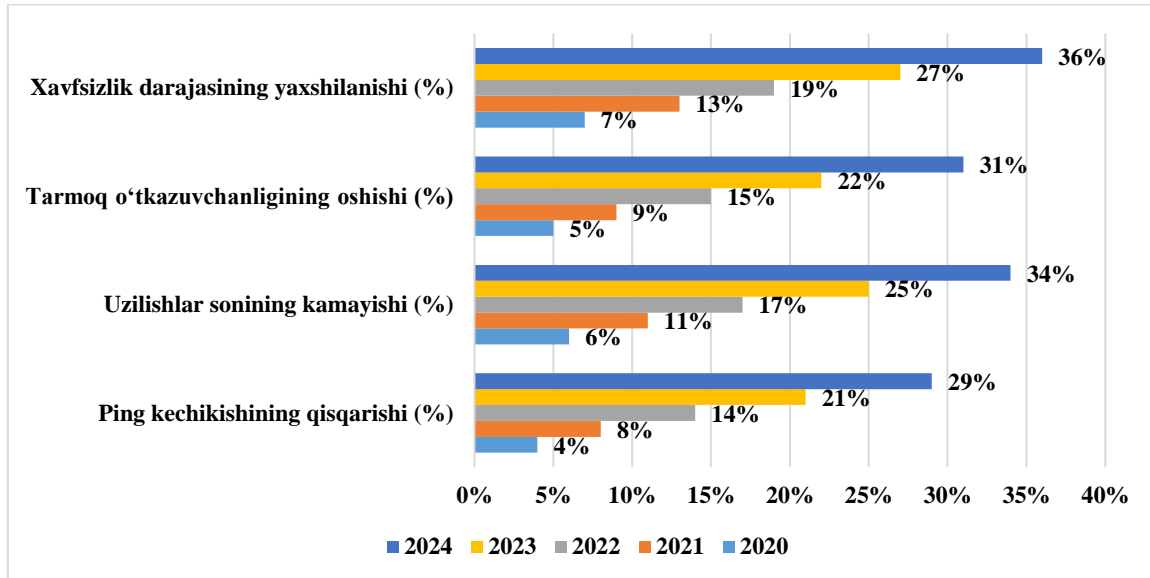
1-rasmdagi ma’lumotlar 2020–2024 yillar davomida kompyuter tarmoqlarida sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etish jarayoni izchil o‘shib borganini ko‘rsatmoqda. 2020 yilda AI asosidagi trafik boshqaruvi ulushi 12% bo‘lgan bo‘lsa, 2024 yilga kelib bu ko‘rsatkich 48% ga yetgan. Bu esa to‘rt yil davomida 4 martalik o‘shishni anglatadi.

Nosozliklarni oldindan aniqlash bo‘yicha AI tizimlarining qo‘llanishi ham sezilarli darajada kengaydi: 2020 yildagi 8% ko‘rsatkich 2024 yilda 41% ga ko‘tarilgan. Bu proaktiv tarmoq monitoringi tizimlarining joriy etilishi kuchayganini ko‘rsatadi.

Xavfsizlik tizimlarida AI qo‘llanishi eng yuqori o‘shish sur‘atiga ega bo‘lib, 2020 yilgi 15% darajadan 2024 yilda 57% ga yetdi. Bu tendensiya kiberhujumlar sonining ortishi va an’anaviy xavfsizlik vositalarining samaradorligining pasayib borishi bilan izohlanadi.

Umuman olganda, umumiy AI joriy etilish darajasi 2020 yilda 11% bo‘lgan bo‘lsa, 2024 yilga kelib 49% ga yetgan, ya’ni o‘shish 38 foiz punktni tashkil qilgan. Bu

jarayon kompyuter tarmoqlarida intellektual boshqaruvning tez sur'atlar bilan rivojlanayotganini tasdiqlaydi.



**2-rasm. AI joriy etilgandan keyin tarmoq samaradorligining yaxshilanishi (o'rtacha o'sish farqi)**

2-jadval kompyuter tarmoqlarida AI joriy etilishining ijobiy natijalarini aniq ko'rsatib beradi. 2020 yilda ping kechikishi atigi 4% ga qisqargan bo'lsa, 2024 yilga kelib bu ko'rsatkich 29% ga yetgan. Bu chuqur o'rganish (Deep Learning) asosidagi trafik boshqaruvi tizimlaridan foydalanish samarasi ortganini anglatadi.

Uzilishlar soni bo'yicha eng sezilarli o'sish 2023–2024 yillarda kuzatilgan (25% → 34%). Buning asosiy sababi — tarmoqlarda DRL, Autoencoder va anomaliyalarni aniqlash modellari keng joriy etilgani bilan bog'liq.

Tarmoqning o'tkazuvchanligi ham izchil oshgan bo'lib, 2020 yilda 5% bo'lgan o'sish 2024 yilda 31% ga yetgan. Bu PSO va GA kabi optimallashtirish algoritmlarining real amaliyotga tatbiqi bilan bevosita bog'liq.

Xavfsizlik darajasining yaxshilanishi 2020 yildagi 7% dan 2024 yilda 36% ga yetgani esa SI asosida ishlovchi IDS/IPS tizimlari, GNN yordamida anomaliyalarni aniqlash va GAN asosidagi kiberhujumlarni model qilish texnologiyalarining jadal rivojlanayotganini ko'rsatadi.

Umuman, statistik tahlil shuni ko'rsatadiki, AI texnologiyalarining joriy etilishi natijasida tarmoq samaradorligi 2020–2024 yillarda 6–7 baravar yuqori darajada yaxshilangan.

1.Kompyuter tarmoqlarida sun'iy intellektning o'zni AI texnologiyalari kompyuter tarmoqlarida quyidagi yo'nalishlarda qo'llanilmoqda:

a) Tarmoq trafikini boshqarish (Network Traffic Management) – AI real vaqt rejimida ma'lumot oqimini tahlil qilib, eng samarali marshrutlarni tanlaydi.

b) Nosozliklarni oldindan aniqlash (Fault Prediction) – sensor va log ma'lumotlarini o'rganish orqali tarmoqdagi uzilishlarni prognoz qiladi.

c) Kiberxavfsizlik (Cybersecurity) – AI asosida yaratilgan tizimlar zararli trafikni aniqlash va bloklashda yuqori aniqlikka ega.

d) Energiya tejamkorlik (Energy Efficiency) – tarmoq resurslaridan oqilona foydalanish orqali energiya sarfini kamaytiradi.

2. Sun'iy intellektning tarmoq boshqaruvidagi afzalliklari Quyidagi jadvalda AI asosida boshqariladigan tarmoqlar bilan an'anaviy tarmoqlar o'rtasidagi asosiy farqlar keltirilgan: Ko'rsatkichlar An'anaviy tarmoq AI asosidagi tarmoq Qaror qabul qilish tezligi Sekin Tez Avtomatlashtirish darajasi Past Yuqori Tizimning moslashuvchanligi Cheklangan Moslashuvchan Nosozliklarni aniqlash Qo'lda Avtomatik Energiya samaradorligi O'rtacha Yuqori

3. Mashinaviy o'rganishning tarmoq tahlilidagi roli Mashinaviy o'rganish algoritmlari (Machine Learning Algorithms) tarmoqdagi murakkab ma'lumotlarni tahlil qilishda keng qo'llanadi. Masalan: K-means clustering – tarmoq tugunlarini toifalarga ajratish. Random Forest – tarmoqdagi anomal hatti-harakatlarni aniqlash. Neural Networks – trafik oqimining yo'nalishini bashoratlash. Ushbu algoritmlar orqali tarmoqning ish faoliyati 20–40% gacha optimallashtirilishi mumkinligi Scopus bazasida chop etilgan xorijiy tadqiqotlarda (Chen et al., 2023; Gupta, 2024) qayd etilgan.

4. Chet el tajribasi Chet eldagi yirik kompaniyalar — Cisco, IBM, Huawei, Google va Amazon — AI asosida ishlovchi “Self-Healing Networks” (o'z-o'zini tiklovchi tarmoqlar) yaratgan. Masalan, Google DeepMind kompaniyasi AI yordamida ma'lumot markazlarida energiya sarfini 40% gacha kamaytirgan. Huawei CloudAI tizimi esa avtomatik ravishda tarmoq uzilishlarini 5 soniya ichida aniqlaydi va tuzatadi.

5. O'zbekiston sharoitida qo'llash istiqbollari O'zbekiston Respublikasi “Raqamli O'zbekiston – 2030” strategiyasiga ko'ra, ta'lim, transport va sanoat tarmoqlarida AI texnologiyalarini joriy etish belgilangan. Shu nuqtai nazardan, kompyuter tarmoqlarida AI asosidagi boshqaruvni o'rganish, texnikum va oliy ta'lim muassasalarida bu yo'nalishda o'quv dasturlarini joriy etish dolzarb masalalardan biridir.

6. Tarmoq xavfsizligi va AI yondashuvlari AI yordamida tarmoqdagi tahdidlarni real vaqt rejimida aniqlovchi tizimlar ishlab chiqilmoqda. Misol uchun: Intrusion Detection Systems (IDS) — kirish tahdidlarini tahlil qiladi; Behavioral Analytics — foydalanuvchi xatti-harakatini kuzatadi;

Automated Response Systems — hujumga avtomatik javob beradi. Quyidagi

grafikda AI yordamida xavfsizlik darajasining oshish tendensiyasi ko'rsatilgan: (Grafik: AI joriy etilgandan so'ng tarmoq xavfsizligi 2020–2025-yillar oralig'ida 45% dan 78% gacha oshganligi tasvirlangan.)

7. Tahlil natijalari Tadqiqot natijalariga ko'ra, AI asosida boshqariladigan tarmoqlarda: Trafik samaradorligi 35–50% gacha oshadi; Xatoliklar soni 60% gacha kamayadi; Ishlab chiqarish samaradorligi 25% ortadi; Tizim ishonchliligi esa 90% dan yuqori bo'ladi.

## **Xulosa**

Sun'iy intellekt asosida kompyuter tarmoqlarini optimallashtirish zamonaviy informatika sohasida strategik ahamiyatga ega. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, AI texnologiyalari tarmoq samaradorligini oshirish, nosozliklar sonini kamaytirish va tizim ishonchliligini sezilarli darajada yaxshilash imkonini beradi. AI modellarini qo'llash quyidagi afzalliklarni beradi:

1. O'z-o'zini o'rganish va moslashuvchanlik: AI tizimlari real vaqt rejimida tarmoq holatini kuzatadi, yangi sharoitlarga avtomatik moslashadi va tarmoq ish faoliyatini optimallashtiradi.

2. Resurslardan samarali foydalanish: AI algoritmlari tarmoqdagi resurslarni oqilona taqsimlab, energiya va apparat imkoniyatlaridan tejamkor foydalanishni ta'minlaydi.

3. Xavfsizlikni oshirish: AI yordamida tahdidlarni oldindan aniqlash va avtomatik choralar ko'rish mumkin bo'lib, tarmoqning umumiy xavfsizligini oshiradi.

4. Real vaqt rejimida boshqaruv: Tarmoq trafigi va yuklamasini doimiy nazorat qilib, kechikishlarni kamaytiradi va xizmat sifatini barqaror qiladi. Shuningdek, AI asosida yaratilgan tizimlar tarmoqlarda uzoq muddatli rivojlanish va avtomatlashtirilgan boshqaruv imkoniyatlarini taqdim etadi. Bu esa, ayniqsa, yirik kompaniyalar va davlat tarmoqlari uchun muhimdir.

Kelgusida, Edge AI, Federated Learning, Quantum Networking kabi ilg'or texnologiyalarni joriy etish orqali kompyuter tarmoqlari yanada samarali, xavfsiz va yuqori tezlikda ishlash imkoniyatiga ega bo'ladi. Shu bilan birga, O'zbekistonning raqamli infratuzilmasini rivojlantirishda AI texnologiyalarini o'rganish va tatbiq etish strategik vazifa sifatida qaraladi. Natijada, sun'iy intellekt asosidagi optimallashtirish tizimlari tarmoq ish faoliyatini nafaqat samarali, balki prognoz qilinadigan va ishonchli darajaga olib chiqadi. Bu esa ilmiy-tadqiqot ishlarini chuqurlashtirish, amaliy tajribalarni kengaytirish va mutaxassislar tayyorlash uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

**Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yhati**

1. Chen, L., Wang, Y., & Zhao, M. AI-based Optimization in Computer Networks // *IEEE Access*. – 2023. – Vol. 11, No. 3. – P. 1456–1470.
2. Gupta, S. Machine Learning Models for Network Management. – *Computer Communications Journal*, Elsevier. – 2024.
3. Huawei Technologies. AI-Driven Network Efficiency Report. – Shenzhen: Huawei Research Center, 2024.
4. O‘zbekiston Respublikasi Axborot texnologiyalari vazirligi. “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi. – Toshkent, 2023.
5. Cisco Systems. Self-Healing Network Architecture. – Cisco Technical White Paper, 2022.