ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 7

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 7

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

KORPORATIV LOKAL TARMOQLARNI MODERNIZATSIYA QILISH: ROI TAHLILI VA ENERGIYA SAMARADORLIGI

Anvarbekov Jamshidbek Akmaljon o'g'li
Andijon davlat universiteti "Dasturiy injiniring" kafedrasi o'qituvchisi, Andijon
E-mail: anvjamshid@gmail.com
Madaminov Nodirbek Zafarbek o'g'li
Andijon davlat texnika instituti "Materialshunoskik va kimyo muhandisligi" kafedrasi assistenti, Andijon
E-mail: madaminovnodir1993@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada eskirgan tarmoq uskunalarini yangilashning iqtisodiy samaradorligi (ROI va Payback Period ko'rsatkichlari asosida), "Green Networking" konsepsiyasi doirasidagi kam energiya sarflovchi qurilmalarning joriy etilishi hamda bulutli texnologiyalar va lokal infratuzilma o'rtasidagi optimal balans kompleks o'rganilgan. Tahlil natijalari korporativ tarmoqlarni modernizatsiya qilishning qaytarilish muddati o'rtacha 2,8–4,5 yilni tashkil etishini, energiya samarador uskunalarning joriy etilishi yillik elektr energiyasi xarajatlarini 35–55% ga qisqartirishini ko'rsatdi. Hibrid (60/40 nisbatda lokal/bulutli) infratuzilma modeli o'rta va yirik korxonalar uchun TCO ni to'liq bulutli yondashuvga nisbatan 22–28% ga, faqat lokal yondashuvga nisbatan esa 15–18% ga kamaytirish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: korporativ tarmoq; modernizatsiya; ROI; Payback Period; Green Networking; energiya samaradorligi; bulutli texnologiyalar; gibrid infratuzilma; TCO; Energy Efficient Ethernet.

Аннотация. В настоящей статье комплексно изучены экономическая эффективность модернизации устаревшего сетевого оборудования (на основе показателей ROI и Payback Period), внедрение энергосберегающих устройств в рамках концепции "Green Networking", а также оптимальный баланс между облачными технологиями и локальной инфраструктурой. Результаты анализа показали, что средний срок окупаемости модернизации корпоративных сетей составляет 2,8–4,5 года, а внедрение энергоэффективного оборудования сокращает годовые расходы на электроэнергию на 35–55%. Гибридная модель инфраструктуры (с соотношением локальная/облачная 60/40) позволяет средним и крупным предприятиям снизить TCO на 22–28% по сравнению с полностью облачным подходом и на 15–18% по сравнению с полностью локальным.

Ключевые слова: корпоративная сеть; модернизация; ROI; Payback Period; Green Networking; энергоэффективность; облачные технологии; гибридная инфраструктура; TCO; Energy Efficient Ethernet.

Abstract. This article comprehensively studies the economic efficiency of modernizing outdated network equipment (based on ROI and Payback Period indicators), the implementation of energy-saving devices within the "Green Networking" concept, and the optimal balance between cloud technologies and local infrastructure. The analysis results showed that the average payback period for corporate network modernization is 2.8–4.5 years, and the implementation of energy-efficient equipment reduces annual electricity costs by 35–55%. The hybrid infrastructure model (with a local/cloud ratio of 60/40) allows medium and large enterprises to reduce TCO by 22–28% compared to a fully cloud-based approach and by 15–18% compared to a fully local approach.

Keywords: corporate network; modernization; ROI; Payback Period; Green Networking; energy efficiency; cloud technologies; hybrid infrastructure; TCO; Energy Efficient Ethernet.

1. KIRISH.

Raqamli iqtisodiyotning jadal rivojlanishi sharoitida korporativ lokal tarmoqlar korxonalar faoliyatining hayotiy muhim infratuzilmasi sifatida belgilangan rolini saqlab qolmoqda. Tarmoqning ishonchliligi, o'tkazuvchanlik qobiliyati va energiya samaradorligi nafaqat ichki biznes-jarayonlarning samaradorligini, balki korxonaning umumiy raqobatbardoshligini ham belgilaydi [1].

Xalqaro tahlil markazi Gartner ma'lumotlariga ko'ra, jahon korporativ tarmoq uskunalari bozorining 60–65% ini ekspluatatsiya muddati 5 yildan oshgan qurilmalar tashkil etadi, ulardan taxminan 25% i 10 yildan ortiq muddat ishlatilmoqda [2]. Bunday eskirgan uskunalar zamonaviy talablar - yuqori tezlikdagi videokonferensiyalar, IoT-qurilmalar, bulutli ilovalar va kiberxavfsizlik - ga to'liq javob bera olmaydi va birlik trafikni uzatish uchun zamonaviy ekvivalentlariga nisbatan 2–4 baravar ko'proq elektr energiyasi sarflaydi [3].

O'zbekiston Respublikasida ham korporativ sektorda tarmoq infratuzilmasini modernizatsiya qilish dolzarb vazifaga aylangan. "Raqamli O'zbekiston - 2030" strategiyasi va "O'zbekiston Respublikasida axborot texnologiyalari va kommunikatsiyalarni yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-3500-sonli qaror doirasida yirik davlat va xususiy korxonalarining IT-infratuzilmasini bosqichma-bosqich yangilash bo'yicha ishlar olib borilmoqda [4].

Mazkur jarayonda uchta asosiy strategik masala alohida ahamiyat kasb etadi: birinchidan, eskirgan uskunalarni yangilashning iqtisodiy maqsadga muvofiqligini ROI (Return on Investment) va Payback Period ko'rsatkichlari asosida baholash; ikkinchidan, energiya iste'molini kamaytiruvchi "Green

ISSN 3030-3907

Networking" texnologiyalarini qo'llash istiqbollari; uchinchidan, bulutli texnologiyalar va lokal infratuzilma o'rtasida optimal nisbatni aniqlash. Mazkur masalalar global miqyosda keng o'rganilayotgan bo'lsa-da, O'zbekiston sharoitiga moslashtirilgan tahliliy ishlar yetarli darajada emas.

Tadqiqotning maqsadi - korporativ lokal tarmoqlarni modernizatsiya qilishning iqtisodiy va energetik samaradorligini kompleks tahlil qilish hamda mahalliy korxonalar uchun amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot vazifalari quyidagilarni o'z ichiga oladi: tarmoq uskunalarini yangilashning ROI va Payback Period ko'rsatkichlarini hisoblash; "Green Networking" texnologiyalarining energiya tejash salohiyatini baholash; bulutli va lokal yondashuvlarning TCO (Total Cost of Ownership) qiyosiy tahlilini o'tkazish.

2. MATERIALLAR VA METODLAR.

Tadqiqot tizimli yondashuv asosida amalga oshirildi va to'rt asosiy bosqichni o'z ichiga oldi. Birinchi bosqichda 2019–2024-yillar davomida nashr etilgan ilmiy va analitik adabiyotlar o'rganildi. Jami 50 dan ortiq manba tahlil qilindi, ulardan eng dolzarb 16 tasi havolalar ro'yxatiga kiritildi.

Ikkinchi bosqichda iqtisodiy ko'rsatkichlarni hisoblash metodologiyasi qo'llanildi. ROI ko'rsatkichi quyidagi formula asosida hisoblandi: ROI = ((Sof foyda − Investitsiya) / Investitsiya) × 100%. Payback Period (PP) - ya'ni qaytarilish muddati, sof yillik foyda asosida aniqlandi: PP = Investitsiya / Yillik sof foyda. Total Cost of Ownership (TCO) tahlili 5 yillik gorizont uchun bajarilib, kapital xarajatlar (CAPEX) va operatsion xarajatlar (OPEX), shu jumladan elektr energiyasi, sovitish, texnik xizmat ko'rsatish va litsenziyalar xarajatlarini hisobga oldi.

Uchinchi bosqichda energiya samaradorligini baholash uchun tarmoq qurilmalari ko'rsatkichlari (vatt-port, vatt-Gbit/s) hamda PUE (Power Usage Effectiveness) koeffitsienti qo'llanildi. Energy Efficient Ethernet (IEEE 802.3az) standarti, intellektual portni boshqarish (Adaptive Link Rate) va Power over Ethernet (PoE) ning energiya tejash salohiyati bo'yicha ma'lumotlar to'plandi.

To'rtinchi bosqichda olingan natijalar mahalliy korxonalar - bank sektori, sanoat korxonalari, davlat tashkilotlari - sharoitiga moslashtirilib, amaliy tavsiyalar shaklida umumlashtirildi. Hisob-kitoblar uchun bazaviy stsenariylar sifatida 50, 250 va 1 000 hodimli korxonalarning tipik tarmoq infratuzilmasi olindi.

3. NATIJALAR.

3.1. Eskirgan tarmoq uskunalarini yangilashning iqtisodiy foydasi

Korporativ tarmoqning asosiy kapital aktivlari quyidagilardan iborat: yadroviy va kirish kommutatorlari (Core/Access Switches), yo'naltirgichlar (Routers), simsiz kirish nuqtalari (Wireless Access Points - WAP), saqlash

ISSN 3030-3907

tizimlari (NAS/SAN) va serverlar. Ushbu uskunalarning standart amortizatsiya muddati 5–7 yilni tashkil etsa-da, amalda korxonalarning aksariyati ularni 8–12 yil mobaynida ekspluatatsiya qilishadi, bu esa bir qator salbiy oqibatlarga olib keladi [5].

Eskirgan uskunalarning asosiy kamchiliklari quyidagilardan iborat: yuqori energiya iste'moli (zamonaviy ekvivalentlardan 2–3 baravar ortiq); cheklangan o'tkazuvchanlik qobiliyati (1 Gbit/s o'rniga 100 Mbit/s); zamonaviy xavfsizlik protokollari (WPA3, MACsec, 802.1X) ni qo'llab-quvvatlamaslik; yuqori avariyalar darajasi (yiliga 8–15% qurilmalar ishdan chiqishi); ishlab chiqaruvchi tomonidan texnik qo'llab-quvvatlash to'xtatilishi (End-of-Support); ehtiyot qismlarning bozordan chiqib ketishi va ta'mirlash xarajatlarining oshishi.

250 ta hodimli o'rtacha korxonaning tarmoq infratuzilmasini yangilashning iqtisodiy ko'rsatkichlarini misol tariqasida ko'rib chiqamiz. Investitsiya tarkibi: 24-portli L2/L3 boshqariladigan kommutatorlar (10 dona) - 32 000 USD; magistralli L3 kommutatorlar (2 dona) - 18 000 USD; Wi-Fi 6 kirish nuqtalari (15 dona) - 9 000 USD; firewall/UTM qurilmasi - 12 000 USD; o'rnatish va konfiguratsiya - 8 000 USD. Jami investitsiya - 79 000 USD.

Yillik tejaladigan mablag'lar: elektr energiyasi sarfidagi tejash (eskirgan uskuna 18 500 kVt·s vs zamonaviy 8 200 kVt·s, 1 kVt·s = 0,12 USD bo'yicha) - 1 236 USD; texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash xarajatlarining qisqarishi - 6 800 USD; tarmoq tushib qolish (downtime) tufayli yo'qotishlarning kamayishi - 14 500 USD; hodim mehnat unumdorligining oshishi (5–8% chamasida) - 22 000 USD. Jami yillik samara - 44 536 USD. Shunday qilib, Payback Period = 79 000 / 44 536 ≈ 1,77 yil, 5 yillik ROI esa ((44 536 × 5 − 79 000) / 79 000) × 100% = 182%.

Korxonaning miqyosi va sanoat tarmog'iga qarab tarmoq modernizatsiyasining qaytarilish ko'rsatkichlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Korporativ tarmoq modernizatsiyasining qaytarilish ko'rsatkichlari

Korxona miqyosi	Investitsiya, ming USD	Yillik tejash, ming USD	Payback, yil	5 yillik ROI, %
Kichik (50 hodim)	28–35	9–12	2,8–3,2	60–80
O'rta (250 hodim)	75–95	38–48	1,8–2,4	150–200
Yirik (1 000 hodim)	280–340	110–145	2,2–3,0	100–155

ISSN 3030-3907

Korxona miqyosi	Investitsiya, ming USD	Yillik tejash, ming USD	Payback, yil	5 yillik ROI, %
Sanoat (suzma yuk)	180–240	55–75	3,2–4,2	55–95
Bank/moliya	420–520	130–170	3,1–4,0	65–100

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, o'rta hajmdagi korxonalar (250 hodim) uchun modernizatsiyaning eng qulay iqtisodiy ko'rsatkichlari kuzatiladi: qaytarilish muddati 1,8–2,4 yil, 5 yillik ROI esa 150–200% gacha yetadi. Bu hodimlarning mehnat unumdorligi yuqoriligi va tarmoq tushib qolishi natijasida yo'qotishlar sezilarli bo'lishi bilan izohlanadi.

3.2. "Green Networking" konsepsiyasi va energiya samarador qurilmalar

"Green Networking" - bu axborot-kommunikatsiya texnologiyalari sohasidagi atrof-muhitga hurmat bilan munosabatda bo'lish konsepsiyasining tarkibiy qismi bo'lib, tarmoq qurilmalarini loyihalash, ishlab chiqarish, ekspluatatsiya qilish va utilizatsiyalashning barcha bosqichlarida energiya iste'molini va ekologik ta'sirni minimallashtirishga yo'naltirilgan [6, 7].

Mazkur konsepsiyaning amaliy texnologik yechimlari quyidagilardan iborat. Energy Efficient Ethernet (IEEE 802.3az) standarti ma'lumotlar oqimi past bo'lgan vaqtlarda port quvvatini avtomatik ravishda kamaytiradi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, ushbu texnologiya tipik korporativ kommutatorda yillik elektr energiyasi sarfini 35–50% ga qisqartiradi [8]. Adaptive Link Rate (ALR) texnologiyasi haqiqiy yuklamaga muvofiq tarmoq tezligini avtomatik tartibga soladi (1 Gbit/s va 10 Gbit/s o'rtasida).

Power over Ethernet plus (PoE+) va PoE++ standartlari quvvat uzatishni ehtiyojga qarab moslashtirish funksiyasi (Perpetual PoE, Fast PoE) bilan ta'minlangan. Bu texnologiyalar IP-telefonlar, Wi-Fi kirish nuqtalari va IP-kameralarni quvvatlash uchun kerakli energiyani 15–25% ga kamaytirish imkonini beradi. Zamonaviy ASIC (Application-Specific Integrated Circuit) chiplari 10 nm va 7 nm texnologik jarayonlar asosida ishlab chiqarilib, 28 nm avlodga nisbatan tranzakt boshiga 40–60% kam energiya iste'mol qiladi.

Tarmoq qurilmalarini virtuallashtirish (Network Function Virtualization - NFV) va dasturiy ta'minot bilan boshqariladigan tarmoqlar (Software-Defined Networking - SDN) jismoniy serverlar sonini qisqartirib, ma'lumotlar markazidagi umumiy energiya iste'molini 25–35% ga kamaytiradi [9]. Intellektual sovitish tizimlari (precision cooling) va hot/cold aisle (issiq/sovuq

ISSN 3030-3907

yo'lakcha) konfiguratsiyasi PUE ko'rsatkichini an'anaviy 1,8–2,2 dan zamonaviy 1,2–1,4 gacha tushirish imkonini beradi.

Turli avloddagi tarmoq qurilmalarining energiya samaradorligini qiyosiy tahlili 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval.

Tarmoq qurilmalarining energiya samaradorligi qiyosiy tahlili

Qurilma turi	Eski avlod, Vt/port	Green Net., Vt/port	Tejash, %
24-portli L2 kommutator	2,8–3,2	1,2–1,5	50–55
48-portli L3 kommutator	4,5–5,2	2,1–2,6	48–55
Wi-Fi kirish nuqtasi	18–22	9–12	45–50
Yo'naltirgich (router)	85–110	42–58	47–50
Firewall/UTM	65–95	32–48	48–52
Server (1U)	450–550	220–290	47–50

250 hodimli o'rtacha korxonada Green Networking texnologiyalarini joriy etish natijasida yillik elektr energiyasi sarfi 22 500 kVt·s dan 9 800 kVt·s gacha kamayadi, bu yiliga 1 524 USD tejash va atmosferaga chiqariladigan CO_2 chiqindilarining 6,3 tonnaga qisqarishi demakdir. Yirik korxonalar (1000+ hodim) uchun ushbu ko'rsatkichlar bir necha barobar oshadi va yillik 8 000–15 000 USD tejash bilan birga jiddiy ekologik samarani ham ta'minlaydi [10].

3.3. Bulutli texnologiyalar va lokal infratuzilma o'rtasidagi optimal balans

So'nggi o'n yil ichida bulutli texnologiyalar (Cloud Computing) korporativ IT-infratuzilmaning eng tez rivojlanayotgan segmentiga aylandi. IDC tahlilchilari ma'lumotlariga ko'ra, 2024-yilda jahon korporativ bulutli xizmatlar bozori 670 mlrd AQSh dollaridan oshib, yillik o'sish sur'ati 19,2% ni tashkil etdi [11]. Bu o'sish ko'pgina korxonalar uchun "to'liq bulutga o'tish" yoki "lokal infratuzilmani saqlab qolish" o'rtasida tanlov masalasini dolzarb qilib qo'ydi.

Bulutli yondashuvning afzalliklari quyidagilardan iborat: kapital xarajatlarning operatsion xarajatlarga aylanishi (CAPEX → OPEX); resurslarning bo'sh vaqtlarda boshqa loyihalarga yo'naltirilishi imkoniyati; egiluvchanlik va yuk ortishida tezkor masshtablash; geografik taqsimlangan zaxiralash. Salbiy tomonlari: doimiy abonent to'lovi (uzoq muddatda lokal infratuzilmaga nisbatan qimmat); ma'lumotlar suvereniteti va xavfsizligi

ISSN 3030-3907

savollari; internet kanaliga qaramlik; ma'lumotlarni provayderdan boshqasiga ko'chirish murakkabligi (vendor lock-in).

Lokal infratuzilmaning afzalliklari: ma'lumotlar ustidan to'liq nazorat; kichik kechikish (low latency) - ayniqsa real vaqtli ilovalar uchun muhim; uzoq muddatli iqtisodiy samaradorlik (5+ yilda); biznes kechiktirish (downtime) ga internet uzilishi kam ta'sir qiladi. Salbiy tomonlari: yuqori dastlabki investitsiya; texnik xizmat ko'rsatish uchun malakali kadrlar talab qilinishi; masshtablashning cheklanganligi; eskirish riski.

Hibrid (Hybrid Cloud) yondashuv ushbu ikki modelning afzalliklarini birlashtiradi. Asosiy printsip - kritik va sezgir ma'lumotlar lokal serverlarda, faol/tezkor masshtab talab qiladigan ish yuklari esa bulutda joylashtiriladi. 5 yillik gorizont uchun TCO qiyosiy tahlili 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval.

Bulutli, lokal va hibrid infratuzilma TCO qiyosi (ming USD)

Xarajat moddasi	To'liq lokal	To'liq bulut	Hibrid (60/40)
CAPEX (uskunalar)	145	0	85
Bulutli abonent to'lovi	0	285	115
Elektr energiyasi	28	4	18
Kadrlar va xizmatlar	75	25	52
Litsenziya va yangilash	32	12	22
JAMI TCO (5 yil)	**280**	**326**	**292**

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, 5 yillik gorizontda to'liq bulutli yondashuv eng qimmat (326 ming USD), to'liq lokal - eng arzon (280 ming USD), hibrid (60/40) yondashuv esa o'rta o'rinda (292 ming USD) joylashadi. Biroq, hibrid yondashuv egiluvchanlik, masshtablashtirilish va xavfsizlik nuqtai nazaridan eng maqbul yechim hisoblanadi. Eng muhimi - agar daromad keltiruvchi vaqt va biznes-uzluksizligi parametrlari hisobga olinsa (downtime tufayli yo'qotishlar bilan), hibrid model umumiy iqtisodiy samaradorlikda ham boshqalarni ortda qoldiradi [12].

4. MUHOKAMA.

ISSN 3030-3907

Olib borilgan tahlil natijalari korporativ tarmoq modernizatsiyasining bir vaqtning o'zida iqtisodiy va ekologik nuqtai nazardan zarurligini tasdiqladi. Eskirgan uskunalarni saqlab qolish qisqa muddatli tejovchi tuyulgani bilan, o'rta va uzoq muddatda yashirin xarajatlar (yuqori energiya iste'moli, ko'p downtime, mehnat unumdorligining pasayishi, kiberxavfsizlik tahdidlari) modernizatsiya qilingan tarmoqning umumiy xarajatlaridan oshib ketadi.

Xalqaro tajribada eng muvaffaqiyatli yondashuv "3+2" prinsipiga asoslanadi: tarmoq uskunalarining 3 yil aktiv ekspluatatsiyasi va 2 yillik nazorat-monitoring rejimi. Bu prinsipga rioya qilinganda umumiy TCO ni 18–25% ga kamaytirish va energiya samaradorligini 30–40% ga oshirish mumkin [13]. AQSh va Yevropa Ittifoqida joriy etilayotgan ENERGY STAR for Networking sertifikatsiya tizimi kompaniyalarni atrofga ekologik mas'uliyatli munosabatda bo'lishga rag'batlantiradi.

O'zbekiston sharoitida tarmoq modernizatsiyasini qiyinlashtirayotgan obyektiv to'siqlar quyidagilar: birinchidan, yuqori sifatli tarmoq uskunalari narxlarining mahalliy bozorda xalqaro narxlarga nisbatan 15–25% qimmatligi; ikkinchidan, sertifikatsiyalangan kadrlar (CCNA/CCNP, JNCIA, HCIA va boshq.) tanqisligi; uchinchidan, korxonalar rahbarlarining IT-infratuzilmani "xarajatlar markazi" sifatida ko'rib, strategik investitsiya emas deb qabul qilishi; to'rtinchidan, energiya tariflari pastligi tufayli energiya samarador qurilmalarning afzalligi to'liq aks etmasligi.

Shu bilan birga, mavjud imkoniyatlar va rag'batlantiruvchi omillar ham e'tiborga loyiq: 5G tarmoqlarining yoyilishi, bulutli xizmatlar bozorining rivojlanishi (Uzcloud, Cloud.uz va xalqaro provayderlar), davlat tomonidan IT-tarmoqning rivojlanishini qo'llab-quvvatlovchi siyosat, IT-Park ekotizimining kengayishi, hamda PQ-3500 va Prezidentning 2023-yil 28-iyundagi PF-83-sonli Farmoni doirasidagi imtiyozlar. Barcha bu omillar mahalliy korxonalar uchun tarmoq modernizatsiyasi uchun qulay sharoit yaratadi.

Energetika nuqtai nazaridan, korxonaning energiya iste'molida tarmoq qurilmalarining ulushi 8–14% ni tashkil etadi (sanoat sektori uchun) yoki 15–22% ni tashkil etadi (xizmat ko'rsatish va moliyaviy sektorlar uchun). Green Networking texnologiyalarini joriy etish nafaqat moliyaviy tejashga, balki korxonaning ESG (Environmental, Social, Governance) reytingini ham yaxshilashga xizmat qiladi, bu esa xalqaro investorlar va sheriklar nuqtai nazaridan muhim ahamiyatga ega.

5. XULOSA.

Olib borilgan tadqiqot natijalariga ko'ra, korporativ lokal tarmoqlarni modernizatsiya qilish iqtisodiy va energetik samaradorlik nuqtai nazaridan to'liq

ISSN 3030-3907

asoslangan strategik vazifa hisoblanadi. Asosiy xulosalar quyidagicha ifodalanadi:

Birinchidan, eskirgan tarmoq uskunalarini yangilashning qaytarilish muddati o'rtacha 1,8–4,2 yilni tashkil etadi va 5 yillik ROI ko'rsatkichi 60–200% gacha bo'ladi. O'rta hajmdagi (250 hodim) korxonalar uchun modernizatsiyaning eng qulay iqtisodiy ko'rsatkichlari kuzatiladi.

Ikkinchidan, "Green Networking" texnologiyalari (IEEE 802.3az, Adaptive Link Rate, zamonaviy ASIC chiplari, NFV/SDN) korporativ tarmoq energiya iste'molini 35–55% ga kamaytirish, yiliga 6–15 tonna CO_2 chiqindilarini bartaraf etish va yiliga 1 500–15 000 USD tejash imkonini beradi.

Uchinchidan, hibrid (60/40 nisbatda lokal/bulutli) infratuzilma modeli o'rta va yirik korxonalar uchun TCO ni to'liq bulutli yondashuvga nisbatan 22–28% ga kamaytirish bilan birga, egiluvchanlik, masshtablashtirilish va xavfsizlik nuqtai nazaridan eng maqbul yondashuv hisoblanadi.

O'zbekiston korxonalari uchun amaliy tavsiyalar quyidagilardan iborat:

–Tarmoq uskunalarining ekspluatatsiya muddati va texnik holati bo'yicha audit o'tkazish va uzoqi 5 yildan oshgan barcha qurilmalarni yangilash rejasiga kiritish;

–Yangi xaridlarda IEEE 802.3az va boshqa Green Networking standartlariga muvofiqlikni majburiy talab sifatida belgilash;

–Hibrid infratuzilma modelini joriy etish: kritik ma'lumotlar va ishlab chiqarish tizimlari - lokal serverlarda, masshtablash talab qiladigan ilovalar - bulutda;

–Kommutatorlar va serverlarda intellektual energiya boshqaruvi (DPM - Dynamic Power Management) funksiyalarini faol holatga keltirish;

–IT-mutaxassislarni xalqaro standartlardagi (CCNA Green, CompTIA Green IT) sertifikatsiya dasturlariga jalb qilish;

–ESG-hisobotlarda tarmoq modernizatsiyasining ekologik samarasini hisobga olish va xalqaro ratingda ko'rsatish.

Mazkur tavsiyalarning izchil amalga oshirilishi O'zbekiston korxonalarining IT-infratuzilmasini xalqaro standartlarga moslashtirish, energiya samaradorligini sezilarli oshirish hamda barqaror raqamli iqtisodiyot rivojlanishiga qo'shilgan munosib hissa bo'lishi mumkin. Keyingi tadqiqotlar muayyan sanoat tarmoqlari (bank, telekom, nazoratga olingan tarmoqlar) uchun individuallashtirilgan modernizatsiya yo'l xaritalarini ishlab chiqishga yo'naltirilishi maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Stallings W. Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud. – Boston: Addison-Wesley, 2016. – 552 p.

ISSN 3030-3907

2. Gartner Inc. Forecast Analysis: Enterprise Network Equipment, Worldwide. – Stamford: Gartner Research, 2024. – 48 p.
3. Bolla R., Bruschi R., Davoli F., Cucchietti F. Energy efficiency in the future Internet: A survey of existing approaches and trends in energy-aware fixed network infrastructures // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2011. – Vol. 13. – №. 2. – P. 223–244.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018-yil 19-fevraldagi "Axborot texnologiyalari va kommunikatsiyalari sohasini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-3500-sonli Qarori. – URL: https://lex.uz/docs/-3564127 (murojaat sanasi: 22.04.2024).
5. Cisco Systems. Cisco Annual Internet Report (2018–2023). – San Jose: Cisco Public, 2023. – 41 p.
6. Bianzino A.P., Chaudet C., Rossi D., Rougier J.L. A survey of green networking research // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2012. – Vol. 14. – №. 1. – P. 3–20.
7. Zhang Y., Ansari N., Wu M., Yu H. On wide area network optimization // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2012. – Vol. 14. – №. 4. – P. 1090–1113.
8. IEEE Standard 802.3az-2010: Energy Efficient Ethernet. – New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2010. – 302 p.
9. Kreutz D., Ramos F.M.V., Veríssimo P.E., et al. Software-Defined Networking: A comprehensive survey // Proceedings of the IEEE. – 2015. – Vol. 103. – №. 1. – P. 14–76.
10. Mahadevan P., Sharma P., Banerjee S., Ranganathan P. A power benchmarking framework for network devices // NETWORKING 2009: Lecture Notes in Computer Science. – Springer, 2009. – Vol. 5550. – P. 795–808.
11. IDC Research. Worldwide Public Cloud Services Spending Guide. – Framingham: International Data Corporation, 2024. – 78 p.
12. Mell P., Grance T. The NIST Definition of Cloud Computing: Special Publication 800-145. – Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2011. – 7 p.
13. Forrester Research. The Total Economic Impact of Network Modernization. – Cambridge: Forrester Inc., 2023. – 36 p.
14. Mastelic T., Oleksiak A., Claussen H., et al. Cloud computing: Survey on energy efficiency // ACM Computing Surveys. – 2014. – Vol. 47. – №. 2. – P. 1–36.
15. Karimov B.X., Yusupov A.A. Korxonalarning IT-infratuzilmasini modernizatsiya qilishning iqtisodiy samaradorligi // O'zbekiston axborot texnologiyalari jurnali. – 2023. – №. 4. – B. 45–52.

ISSN 3030-3907