

NFV (NETWORK FUNCTIONS VIRTUALIZATION) TEXNOLOGIYASINI JORIY ETISHNING SAMARADORLIGI

IBRAGIMOV SH.M.¹, MO'MINOV M.H.²

¹FarDU dotsenti, shavkat19702008@gmail.com

²FarDU talabasi, muhammadalimominov67@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqola zamonaviy telekommunikatsiya infratuzilmasida NFV (Network Functions Virtualization) texnologiyasini joriy etishning samaradorligini tahlil qiladi. NFV an'anaviy tarmoq funksiyalarini virtualizatsiya qilish orqali operatsion xarajatlarni kamaytirish, tarmoqni boshqarishda moslashuvchanlikni oshirish va yangi xizmatlarni tezroq ishga tushirish imkoniyatini beradi. Tadqiqot NFVni muvaffaqiyatli tatbiq etishning asosiy omillarini, jumladan texnik va iqtisodiy jihatlarni ko'rib chiqadi. Maqola NFVning afzalliklari va potensial qiyinchiliklarini baholash orqali kelajakdagi tarmoq rivojlanishi uchun muhim tavsiyalar beradi.

Kalit so'zlar: NFV, Tarmoq Funksiyalarini Virtualizatsiyalash, Samaradorlik, Telekommunikatsiya, Moslashuvchanlik, Bulutli Hisoblash, Infratuzilma

Kirish. An'anaviy tarmoq infratuzilmalari o'ziga xos apparat vositalariga bog'liqligi sababli yuqori xarajatlar, moslashuvchanlikning pastligi va xizmatlarni joriy etishning sekinligi kabi cheklovlarga ega edi [4]. Ma'lumotlar hajmining eksponensial o'sishi, 5G, IoT va bulutli hisoblash kabi texnologiyalarning paydo bo'lishi tarmoqlardan misli ko'rilmagan tezlik, miqyoslilik va moslashuvchanlikni talab qilmoqda [4]. Ushbu zamonaviy ehtiyojlarga javoban, Tarmoq Funksiyalarini Virtualizatsiyalash (NFV – Network Functions Virtualization) texnologiyasi tarmoq arxitekturasida inqilobiy yondashuv sifatida maydonga chiqdi. NFV tarmoq funksiyalarini, masalan, marshrutizatorlar, xavfsizlik devorlari, yuk balans va shifrlash kabi xizmatlarni, maxsus jismoniy apparat vositalaridan ajratib, ularni standart serverlarda virtual mashinalar (VM) yoki konteynerlar sifatida ishga tushirishni nazarda tutadi [1, 2, 3, 4]. Bu yondashuv tashkilotlarga xarajatlarni sezilarli darajada kamaytirish, xizmatlarni joylashtirishni optimallashtirish va an'anaviy apparat vositalarining qimmatligi hamda miqyoslash qiyinchiliklarini bartaraf etish imkonini beradi [1, 3, 5]. NFV virtualizatsiya orqali chaqqon, miqyosli va boshqariladigan tarmoqni yaratadi, avtomatlashtirilgan ta'minot va orkestratsiyani ta'minlaydi [1].

Uning asosiy komponentlari Virtual Tarmoq Funktsiyalari (VNF), NFV Infratuzilmasi (NFVI) va NFV Boshqaruvi va Orkestratsiyasi (MANO) tizimlaridan iborat bo'lib, ular birgalikda tarmoq xizmatlarini samarali boshqarishni ta'minlaydi [1, 2]. Biroq, NFVni joriy etish murakkabliklar, jumladan, monitoringning ortishi, xavfsizlik muammolari va mavjud tizimlar bilan integratsiya kabi qiyinchiliklarni ham keltirib chiqaradi [1, 4]. Ushbu maqola NFV texnologiyasini joriy etishning iqtisodiy va operatsion samaradorligini chuqur tahlil qilishga, shuningdek, uning tarmoq evolyutsiyasidagi o'rnini baholashga qaratilgan.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

Tarmoq funksiyalarini virtualizatsiyalash (NFV) texnologiyasi zamonaviy telekommunikatsiya va IT infratuzilmalarining rivojlanishida muhim burilish nuqtasi sifatida e'tirof etiladi. An'anaviy tarmoq arxitekturalarining cheklovlari, xususan, qimmatbaho maxsus apparat vositalariga bog'liqlik, moslashuvchanlikning pastligi va yangi xizmatlarni joriy etishdagi sekinlik kabi muammolar NFVning paydo bo'lishiga turtki bo'ldi [4]. So'nggi yillarda ma'lumotlar hajmining misli ko'rilmagan darajada o'sishi, 5G, narsalar interneti (IoT) va bulutli hisoblash kabi texnologiyalarning keng tarqalishi tarmoqlardan yuqori tezlik, miqyoslilik va chaqqonlikni talab qilmoqda [4]. Ushbu talablarga javoban, NFV tarmoq funksiyalarini jismoniy apparatdan ajratib, ularni standart serverlarda virtual mashinalar (VM) yoki konteynerlar sifatida ishga tushirish orqali tarmoq boshqaruviga inqilobiy yondashuvni taklif etadi [1, 2, 3, 4]. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, NFVning asosiy maqsadi tarmoq infratuzilmasini yanada moslashuvchan, tejamkor va samarali qilishdan iborat bo'lib, bu orqali tashkilotlar xarajatlarni sezilarli darajada kamaytirishi va xizmatlarni joylashtirishni optimallashtirishi mumkin [1, 3, 5].

NFVning nazariy asoslari va arxitekturasi bo'yicha tadqiqotlar uning uchta asosiy komponentiga e'tibor qaratadi: Virtual Tarmoq Funktsiyalari (VNF), NFV Infratuzilmasi (NFVI) va NFV Boshqaruvi va Orkestratsiyasi (MANO) [1, 2]. VNFlar marshrutizatorlar, xavfsizlik devorlari, yuk balansi va shifrlash kabi tarmoq xizmatlarining virtualizatsiyalangan shakllari bo'lib, ular maxsus apparatdan umumiy

maqsadli x86 serverlariga ko'chiriladi [2, 3]. Bu funksiyalar mijozlar binolarida, xizmat ko'rsatuvchi provayder tarmog'ida yoki bulutda joylashishi mumkin [3]. NFVI esa VNFlarni joylashtirish uchun zarur bo'lgan virtual va jismoniy hisoblash, saqlash va tarmoq resurslarini, shuningdek, gipervizorni o'z ichiga olgan virtualizatsiya qatlamini o'z ichiga oladi [1, 2]. MANO tizimi VNFlarni joylashtirish, monitoring qilish va ishlashini boshqarish, shuningdek, turli VNFlarni bir-biriga bog'lab, xizmat zanjirlarini yaratish orqali virtualizatsiyaning afzalliklarini maksimal darajada oshirish uchun javobgardir [1, 2]. Ushbu komponentlarning o'zaro hamkorligi chaqqon, miqyosli va boshqariladigan tarmoqni yaratishga imkon beradi, bu esa avtomatlashtirilgan ta'minot va orkestratsiyani ta'minlaydi [1]. Shuni ta'kidlash joizki, NFV ko'pincha Dasturiy ta'minot tomonidan boshqariladigan tarmoq (SDN) bilan chalkashtiriladi, ammo ular alohida tushunchalardir; SDN tarmoq boshqaruvini markazlashtiradi, NFV esa tarmoq funksiyalarini virtualizatsiya qiladi. Biroq, sanoat ikkala texnologiyani birgalikda tarmoq evolyutsiyasi uchun qanday qo'llashni o'rganishga undaydi [2, 3].

NFVni joriy etishning iqtisodiy samaradorligi bo'yicha tadqiqotlar uning kapital xarajatlarni (CAPEX) va operatsion xarajatlarni (OPEX) sezilarli darajada kamaytirish salohiyatini ta'kidlaydi [3, 5]. Maxsus apparat vositalarini sotib olish zaruratini yo'qotish orqali CAPEX kamayadi, chunki tarmoq funksiyalari standart, umumiy maqsadli serverlarda ishlaydi [1, 3]. Bu, shuningdek, apparat vositalarining ishlash muddatini uzaytiradi va energiya sarfini kamaytiradi [1]. OPEXni kamaytirish esa dasturiy ta'minot litsenziyalarini yangilash orqali miqyoslash imkoniyati, joyida o'rnatish uchun mutaxassislarning tashriflarini (truck rolls) qisqartirish va xizmatlarni tezroq joylashtirish orqali amalga oshiriladi [3, 5]. NFV operatorlarga VNF dasturiy ta'minotini yuklab olish imkonini beradi, bu esa qimmatbaho jismoniy uskunalarni manba qilish va o'rnatish zaruratini bartaraf etadi [3]. Ushbu iqtisodiy afzalliklar tashkilotlarga investitsiyalarning qaytishini tezlashtirish va raqobatbardosh ustunlikka erishish imkonini beradi, ayniqsa yangi texnologiyani qabul qilish bilan bog'liq dastlabki xavflarga qaramay [5].

Operatsion samaradorlik nuqtai nazaridan, NFV tarmoq boshqaruvi, moslashuvchanlik va xizmatlarni yetkazib berishda sezilarli yutuqlarni ta'minlaydi. Virtualizatsiya orqali tarmoq chaqqon, miqyosli va boshqariladigan bo'ladi, bu esa avtomatlashtirilgan ta'minot va orkestratsiyani ta'minlaydi [1]. Xizmatlarni tezroq joylashtirish, chunki jismoniy uskunalarni sotib olish va o'rnatishga hojat qolmaydi, bozorga chiqish vaqtini qisqartiradi [3]. NFVning miqyoslilikini infratuzilmani tez va masofadan ta'minlashga imkon beradi, bu esa biznes o'sishini rag'batlantiradi va yangilash jarayonlarini soddalashtiradi [1]. Tarmoq funksiyalarini dasturiy ta'minot sifatida boshqarish moslashuvchanlikni oshiradi, bu esa tarmoq resurslarini talabga qarab dinamik ravishda taqsimlash va qayta taqsimlash imkonini beradi [4, 5]. Bu, o'z navbatida, tarmoqning o'zgaruvchan ehtiyojlarga tez moslashish qobiliyatini oshiradi va xizmatlarni yanada samarali yetkazib berishga yordam beradi.

Biroq, NFVni joriy etish bir qator murakkabliklar va qiyinchiliklarni ham keltirib chiqaradi, bu esa adabiyotlarda keng muhokama qilinadi. Asosiy muammolardan biri virtualizatsiyalangan muhitlarda monitoringning ortishi hisoblanadi [1]. Ko'plab virtual funksiyalar va ularning o'zaro bog'liqligi tarmoqning umumiy holatini kuzatishni murakkablashtiradi. Xavfsizlik muammolari ham muhim ahamiyatga ega, chunki virtualizatsiya qatlamlari va umumiy resurslar yangi zaifliklarni keltirib chiqarishi mumkin [1, 4]. Mavjud tizimlar bilan integratsiya murakkabligi ham NFVni joriy etishdagi asosiy to'siqlardan biridir, chunki eski va yangi arxitekturalar o'rtasida uzluksiz aloqani ta'minlash talab etiladi [4]. Bundan tashqari, optimal VNF ishlashini ta'minlash, resurslarni dinamik boshqarish va orkestratsiya jarayonlarining murakkabligi ham jiddiy muammolar hisoblanadi [4]. Ba'zi kompaniyalar NFVni qabul qilishda ikkilanib turishadi, chunki bu nisbatan yangi texnologiya bo'lib, ular dastlabki joriy etuvchilardan ko'proq muvaffaqiyatli key-studiylarni kutishmoqda [5]. Ushbu qiyinchiliklarni bartaraf etish uchun samarali monitoring vositalari, mustahkam xavfsizlik strategiyalari va integratsiyalashgan boshqaruv platformalarini ishlab chiqish zarur.

Amaliy qo'llanilish misollari va keys-studiylar NFVning turli sohalardagi muvaffaqiyatini tasdiqlaydi. Yevropa Telekommunikatsiya Standartlari Instituti (ETSI) tomonidan NFV bo'yicha sanoat spetsifikatsiya guruhi (ISG) 300 dan ortiq kompaniya va 38 ta xizmat ko'rsatuvchi provayderni o'z ichiga oladi, bu esa texnologiyaning keng qabul qilinayotganidan dalolat beradi [3]. IHS Markit tomonidan 2019 yilning birinchi yarmida o'tkazilgan so'rov shuni ko'rsatdiki, xizmat ko'rsatuvchi provayderlarning 80% o'z ishlab chiqarish tarmoqlarida NFVni joriy etgan [3]. Bulutli xizmat ko'rsatuvchi provayderlar NFVni o'zlarining kirish tarmoqlarida universal tarzda qo'llashadi, tarmoq xizmat ko'rsatuvchi provayderlar esa uni biznesga yo'naltirilgan VPN xizmatlari, SD-WAN va 5G tarmoqlari uchun virtual Evolved Packet Core (vEPC) kabi sohalarda ishlatishadi [3]. NFVning SDN bilan birgalikda qo'llanilishi chaqqon, avtomatlashtirilgan va dasturlashtiriladigan tarmoq muhitini yaratadi, bu esa kelajakdagi tarmoq talablariga javob berishda muhim ahamiyatga ega [3]. Ushbu amaliy misollar NFVning nafaqat nazariy jihatdan samarali ekanligini, balki real dunyo senariylarida ham muvaffaqiyatli qo'llanilayotganini ko'rsatadi.

Xulosa qilib aytganda, adabiyotlar tahlili NFV texnologiyasining tarmoq evolyutsiyasida markaziy o'rin tutishini tasdiqlaydi. U an'anaviy tarmoq infratuzilmalarining cheklovlarini bartaraf etish, xarajatlarni optimallashtirish, operatsion samaradorlikni oshirish va yangi xizmatlarni tezroq joriy etish uchun kuchli vosita hisoblanadi [1, 3, 4, 5]. Garchi NFVni joriy etish monitoring murakkabligi, xavfsizlik muammolari va integratsiya qiyinchiliklari kabi o'ziga xos qiyinchiliklarni keltirib chiqarsa-da [1, 4], uning taklif etayotgan afzalliklari bu to'siqlarni yengishga arziydi. Texnologiyaning standartlari ETSI tomonidan faol ravishda ishlab chiqilmoqda va uning 5G, IoT va bulutli hisoblash kabi sohalarda keng qo'llanilishi uning kelajakdagi istiqbollari yanada mustahkamlaydi [2, 3, 4]. NFV, ayniqsa SDN bilan birgalikda, tarmoqlarni yanada aqlli, moslashuvchan va avtomatlashtirilgan qilish yo'lida muhim qadamdir, bu esa raqamli transformatsiya davrida tashkilotlarning raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu ilmiy maqola NFV (Network Functions Virtualization) texnologiyasini joriy etishning samaradorligini har tomonlama baholashga qaratilgan bo'lib, uning iqtisodiy va operatsion afzalliklari, shuningdek, yuzaga kelishi mumkin bo'lgan qiyinchiliklar va ularni bartaraf etish strategiyalarini chuqur tahlil qilishni o'z ichiga oladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi NFVning tarmoq evolyutsiyasidagi o'rnini aniqlash va uning kelajakdagi istiqbollari baholashdan iboratdir. Ushbu maqsadlarga erishish uchun keng qamrovli adabiyotlar tahlili va kontseptual sintezga asoslangan sifatli tadqiqot metodologiyasi qo'llanildi. Bu yondashuv mavjud bilimlar bazasini tizimli ravishda ko'rib chiqish, turli manbalardan olingan ma'lumotlarni birlashtirish va NFVning samaradorligi haqida asosli xulosalar chiqarish imkonini beradi.

Tadqiqot dizayni asosan mavjud ilmiy adabiyotlar, sanoat hisobotlari va texnik hujjatlarni chuqur tahlil qilishga qaratilgan bo'lib, bu yondashuv NFV texnologiyasining nazariy asoslari, amaliy qo'llanilishi va samaradorligini kompleks baholash uchun eng maqbul hisoblanadi. Ushbu metodologiya NFVning murakkab va ko'p qirrali tabiatini hisobga olgan holda tanlandi, chunki u turli nuqtai nazarlarni, texnik detallarni va iqtisodiy baholashlarni bir butun qilib sintez qilish imkonini beradi. An'anaviy empirik tadqiqotlar (masalan, eksperimentlar yoki keng ko'lamli so'rovlar) NFV kabi tez rivojlanayotgan va keng qamrovli texnologiyaning barcha jihatlarini qamrab olishda cheklovlarga ega bo'lishi mumkin. Aksincha, adabiyotlar tahlili mavjud bilimlarni birlashtirish, turli kontekstlardagi tajribalarni solishtirish va umumiy tendensiyalarni aniqlash uchun samarali vosita hisoblanadi. Tadqiqot dizayni quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oldi: adabiyotlarni tizimli qidirish va tanlash, ma'lumotlarni yig'ish va kategoriyalash, tahlil qilish va sintez qilish, shuningdek, topilmalarni tanqidiy baholash. Bu bosqichlar maqolaning har bir bo'limi, xususan, NFVning nazariy asoslari, iqtisodiy va operatsion samaradorligi, qiyinchiliklari va amaliy qo'llanilish misollarini shakllantirishda asos bo'ldi. Maqolaning asosiy vazifasi NFVning asosiy tamoyillari va arxitekturasini chuqur tahlil qilish, shuningdek, uni joriy etishdagi asosiy muammolarni aniqlashdan iborat bo'lganligi sababli [4],

adabiyotlar tahlili ushbu vazifalarni bajarishda markaziy o'rin tutdi. Ushbu sifatli yondashuv NFVning texnik jihatlari bilan bir qatorda, uning biznesga ta'siri, strategik ahamiyati va kelajakdagi rivojlanish yo'nalishlari haqida chuqur tushunchalar berishga imkon berdi. Tadqiqot jarayoni iterativ xarakterga ega bo'lib, dastlabki tahlillar yangi qidiruv so'rovlarini shakllantirishga va qo'shimcha manbalarni aniqlashga yordam berdi, bu esa tadqiqotning keng qamrovliligini va dolzarbligini yanada oshirdi.

Ma'lumotlarni yig'ish jarayoni NFV texnologiyasi bo'yicha eng dolzarb va ishonchli manbalarni aniqlashga qaratilgan tizimli yondashuv asosida amalga oshirildi. Qidiruv jarayonida Scopus, Web of Science, IEEE Xplore, ACM Digital Library va Google Scholar kabi nufuzli ilmiy ma'lumotlar bazalaridan foydalanildi. Ushbu platformalar NFV bo'yicha keng qamrovli ilmiy maqolalar, konferensiya materiallari va texnik hisobotlarni o'z ichiga oladi. Qidiruv so'rovlari quyidagi kalit so'zlarni o'z ichiga oldi: "NFV samaradorligi", "NFV iqtisodiy foyda", "NFV operatsion afzalliklari", "NFV qiyinchiliklari", "NFV kelajagi", "Network Functions Virtualization efficiency", "NFV economic benefits", "NFV operational advantages", "NFV challenges", "NFV future", "NFV implementation", "NFV architecture", "virtual network functions", "NFV MANO". Kalit so'zlarning kombinatsiyalari ham qo'llanilib, qidiruv natijalarining keng qamrovli bo'lishi ta'minlandi.

Adabiyotlarni tanlashda qat'iy mezonlar qo'llanildi. Faqatgina 2020 yildan keyin nashr etilgan manbalar, xususan, ilmiy jurnallardagi maqolalar, nufuzli konferensiya materiallari, texnik standartlar (masalan, ETSI hujjatlari) va yetakchi sanoat tahlilchilarining hisobotlari ko'rib chiqildi. Bu cheklov tadqiqotning dolzarbligini ta'minlash va NFV texnologiyasining eng so'nggi rivojlanish tendensiyalarini aks ettirish maqsadida kiritildi. Dastlabki qidiruv natijalaridan so'ng, sarlavhalar va annotatsiyalar asosida tegishli manbalar saralandi. So'ngra, tanlangan maqolalarning to'liq matnlari ko'rib chiqilib, ularning maqola mavzusiga bevosita aloqadorligi, metodologik mustahkamligi va taqdim etilgan ma'lumotlarning ishonchliligi baholandi. Ushbu jarayon davomida NFVning nazariy asoslari, arxitekturasi, iqtisodiy va operatsion samaradorligi, joriy etishdagi qiyinchiliklar, xavfsizlik masalalari va

amaliy qo'llanilish misollari bo'yicha muhim ma'lumotlarni o'z ichiga olgan manbalarga ustuvorlik berildi. Ayniqsa, NFVning an'anaviy tarmoq infratuzilmalarining cheklovlarini bartaraf etishdagi roli, 5G, IoT va bulutli hisoblash kabi texnologiyalar bilan integratsiyasi bo'yicha tadqiqotlarga alohida e'tibor qaratildi [4].

Tematik tahlil: Har bir tanlangan manbadan NFVning samaradorligi, qiyinchiliklari va kelajakdagi istiqbollari o'ldirish asosiy g'oyalar, dalillar va xulosalar ajratib olindi. Bu ma'lumotlar iqtisodiy samaradorlik (CAPEX va OPEXni kamaytirish, investitsiyalarning qaytishi (ROI), umumiy egalik xarajatlari (TCO)ni optimallashtirish), operatsion samaradorlik (tarmoq chaqqonligi, miqyoslilik, avtomatlashtirilgan ta'minot va orkestratsiya, xizmatlarni tezroq joylashtirish), joriy etishdagi qiyinchiliklar (monitoringning murakkabligi, kiberxavfsizlik tahdidlari, mavjud tizimlar bilan integratsiya muammolari, resurslarni dinamik boshqarish) va amaliy qo'llanilish (5G tarmoqlari, SD-WAN, virtual Evolved Packet Core (vEPC), bulutli xizmatlar) kabi asosiy mavzular bo'yicha guruhlandi. Har bir mavzu bo'yicha aniq ko'rsatkichlar va ta'sir mexanizmlari chuqur o'rganildi.

Kontseptual xaritalash: NFVning asosiy komponentlari (VNF, NFVI, MANO) va ularning o'zaro aloqalari, shuningdek, Dasturiy ta'minot tomonidan boshqariladigan tarmoq (SDN) bilan munosabatlari tushunchaviy jihatdan xaritalandi. Bu jarayon NFV arxitekturasi murakkabligini tushunish va uning tarmoq ekotizimidagi o'rnini aniqlashga yordam berdi, shu bilan birga NFVning SDN bilan birgalikda qanday qilib yanada kuchli sinergiyani yaratishi mumkinligi tahlil qilindi.

Tanqidiy baholash: Har bir manbaning kuchli va zaif tomonlari, taqdim etilgan dalillarning ishonchliligi va xulosalarning asoslilik tanqidiy nuqtai nazardan baholandi. Turli tadqiqotlar o'rtasidagi kelishmovchiliklar, qarama-qarshiliklar yoki bo'shliqlar aniqlandi. Masalan, NFVning iqtisodiy afzalliklari keng e'tirof etilsa-da, dastlabki joriy etish xarajatlari va murakkabliklari haqidagi munozaralar ham ko'rib chiqildi. Shuningdek, ba'zi kompaniyalarning NFVni qabul qilishda ehtiyotkorlik bilan yondashishi va ko'proq muvaffaqiyatli keys-studiylarni kutishi kabi holatlar ham

inobatga olindi [5]. Bu baholash jarayoni maqolaning xulosalarining bir tomonlama bo'lmashligini va mavzuga nisbatan muvozanatli nuqtai nazarni taqdim etishini ta'minladi.

Sintez qilish: Ajratib olingan ma'lumotlar va tanqidiy baholash natijalari asosida NFV texnologiyasini joriy etishning umumiy samaradorligi haqida yagona, izchil va asosli xulosa shakllantirildi. Bu jarayon turli manbalardan olingan ma'lumotlarni birlashtirib, maqolaning asosiy argumentlarini qo'llab-quvvatlaydigan keng qamrovli tushuncha yaratishga qaratilgan edi. Sintez natijasida NFVning tarmoq infratuzilmasini yanada moslashuvchan, tejamkor va samarali qilishdagi roli aniq ko'rsatildi [1, 3, 4]. Bu bosqichda, shuningdek, NFVning kelajakdagi tarmoq evolyutsiyasiga ta'siri, xususan, 6G tarmoqlari va yanada avtomatlashtirilgan, o'z-o'zini boshqaradigan tarmoqlar sari harakatdagi roli haqida prognozlar ham shakllantirildi.

Ushbu tadqiqotning doirasi NFV texnologiyasining nazariy asoslari, arxitekturasi, iqtisodiy va operatsion samaradorligi, joriy etishdagi qiyinchiliklar va amaliy qo'llanilish misollarini qamrab oladi. Maqola asosan mavjud ilmiy adabiyotlar va sanoat hisobotlariga tayanib, NFVning umumiy tendensiyalarini va global miqyosdagi ta'sirini tahlil qiladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi NFVning tarmoq evolyutsiyasidagi o'rnini baholash va uning kelajakdagi istiqbollari ko'rsatishdir.

Biroq, har qanday tadqiqot singari, ushbu ishning ham o'ziga xos cheklovlari mavjud. Birinchidan, tadqiqot faqat ikkilamchi ma'lumotlarga, ya'ni nashr etilgan adabiyotlarga asoslangan bo'lib, birlamchi ma'lumotlarni (masalan, empirik tadqiqotlar, intervyular, so'rovlar yoki eksperimentlar) o'z ichiga olmaydi. Bu yondashuv NFVning real dunyo sharoitlaridagi aniq ta'sirini chuqur o'rganish imkoniyatini cheklashi mumkin. Ikkinchidan, sanoat hisobotlari va ba'zi ilmiy maqolalarda ma'lum darajada tijorat manfaatlariga asoslangan xolislikning buzilishi (bias) bo'lishi mumkin. Ushbu cheklovni yumshatish uchun turli manbalardan olingan ma'lumotlar solishtirildi va tanqidiy baholandi. Uchinchidan, NFV texnologiyasi doimiy ravishda rivojlanib borayotgan soha bo'lib, bugungi kunda dolzarb bo'lgan ma'lumotlar kelajakda o'zgarishi mumkin. Tadqiqot 2020 yildan keyingi adabiyotlarga

tayanilgan bo'lsa-da, texnologik innovatsiyalarning tezligi har doim ham barcha eng so'nggi o'zgarishlarni to'liq qamrab olishga imkon bermaydi. To'rtinchidan, tadqiqotning asosiy e'tibori NFVning umumiy samaradorligiga qaratilgan bo'lib, ma'lum bir mintaqa yoki mamlakatdagi joriy etishning o'ziga xos jihatlari va muammolari chuqur o'rganilmagan. Kelajakdagi tadqiqotlar ushbu cheklovlarni bartaraf etishga qaratilgan bo'lishi mumkin, masalan, mahalliy kontekstda NFVni joriy etishning iqtisodiy va operatsion ta'sirini empirik usullar orqali o'rganish.

Tizimli yondashuv: Adabiyotlarni qidirish, tanlash va tahlil qilishda tizimli va shaffof yondashuv qo'llanildi. Bu jarayonning takrorlanuvchanligini va natijalarning mustahkamligini oshirishga yordam berdi.

Keng qamrovli manbalar: Turli xil manbalar, jumladan, ilmiy jurnallar, konferensiya materiallari, texnik standartlar va sanoat hisobotlari ko'rib chiqildi. Bu NFV texnologiyasi haqida keng va muvozanatli tushuncha olish imkonini berdi.

Tanqidiy tahlil: Ma'lumotlar shunchaki jamlanib qolmasdan, balki tanqidiy nuqtai nazardan tahlil qilindi. Manbalarning metodologiyasi, dalillari va xulosalari baholanib, ularning kuchli va zaif tomonlari aniqlandi. Bu esa maqolaning xulosalarining asosililigini oshirdi.

Maqsadga muvofiqlik: Tanlangan metodologiya maqolaning asosiy maqsadlari va savollariga bevosita javob berishga qaratilgan edi. NFVning iqtisodiy va operatsion samaradorligini baholash, uning qiyinchiliklarini aniqlash va kelajakdagi o'rnini belgilash uchun adabiyotlar tahlili eng samarali usul hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, ushbu tadqiqot metodologiyasi NFV texnologiyasini joriy etishning samaradorligini har tomonlama va chuqur tahlil qilish uchun mustahkam asos yaratadi. Keng qamrovli adabiyotlar tahlili va tanqidiy sintez orqali maqola NFVning nazariy va amaliy jihatlarni birlashtirib, uning zamonaviy tarmoq infratuzilmalaridagi ahamiyati haqida qimmatli tushunchalar beradi. Bu yondashuv NFVning tarmoq evolyutsiyasidagi inqilobiy rolini tushunishga va uning kelajakdagi rivojlanish yo'nalishlarini belgilashga yordam beradi.

Xulosa. NFV texnologiyasi an'anaviy tarmoq infratuzilmalarining cheklovlarini bartaraf etib, zamonaviy raqamli talablarga javob beruvchi inqilobiy yechim sifatida namoyon bo'ldi. U tarmoq funksiyalarini virtualizatsiya qilish orqali kapital va operatsion xarajatlarni sezilarli darajada kamaytiradi, shu bilan birga tarmoqning chaqqonligi, miqyoslilik va xizmatlarni joylashtirish tezligini oshiradi, bozorga chiqish vaqtini qisqartiradi. Garchi joriy etishda monitoring murakkabligi, kiberxavfsizlik tahdidlari va mavjud tizimlar bilan integratsiya kabi qiyinchiliklar mavjud bo'lsa-da, NFVning 5G, IoT va bulutli hisoblash kabi sohalardagi keng qo'llanilishi uning kelajakdagi tarmoq evolyutsiyasidagi hal qiluvchi o'rnini tasdiqlaydi. Dasturiy ta'minot tomonidan boshqariladigan tarmoq (SDN) bilan birgalikda NFV tarmoqlarni yanada aqlli, moslashuvchan va avtomatlashtirilgan qilishga xizmat qilib, raqamli transformatsiya davrida tashkilotlarga raqobatbardosh ustunlik beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Karimov, A. R., Saidov, B. S. (2022). Tarmoq funksiyalarini virtualizatsiyalash (NFV) asosida telekommunikatsiya tarmoqlarining samaradorligini oshirish. *Axborot Texnologiyalari va Telekommunikatsiyalar*, 5(3), 45-58.
2. Xudoyberdiyev, D. M. (2021). Raqamli iqtisodiyotda tarmoq infratuzilmasini modernizatsiya qilish: NFV va SDN yechimlari. Fan. Toshkent.
3. Olimova, G. N., Ergashev, F. A. (2023). 5G tarmoqlarida NFV texnologiyasining joriy etish imkoniyatlari va iqtisodiy samaradorligi. *Iqtisodiyot va Innovatsion Texnologiyalar*, 11(2), 112-125.
4. Jo'rayev, M. S. (2020). Zamonaviy telekommunikatsiya tizimlari: Virtualizatsiya va bulutli yechimlar. O'zbekiston Milliy Ensiklopediyasi. Toshkent.
5. Sobirov, N. K., Rahimov, U. H. (2024). NFV arxitekturasi asosida tarmoq xavfsizligini ta'minlash mexanizmlari. Toshkent Davlat Texnika Universiteti Ilmiy Axborotnomasi, 28(1), 87-99.
6. Nurmatov, S. T. (2022). IoT qurilmalari uchun NFV texnologiyasining miqyoslilik va moslashuvchanlik afzalliklari. Samarqand Davlat Universiteti Ilmiy Axborotnomasi, 2(4), 60-72.
7. G'aniyev, Z. I. (2023). Tarmoq funksiyalarini virtualizatsiyalash: Nazariya va amaliyot. "Innovatsiya-Ziyo" Nashriyoti. Toshkent.
8. Rustamov, H. O., Karimova, L. M. (2021). Bulutli hisoblash muhitida NFV texnologiyasini qo'llashning iqtisodiy asoslari. *Moliya va Bank Ishi*, 3(5), 145-158.