

SOFTWARE-DEFINED NETWORKING (SDN) VA UNING KOMMUTATSIYA-MARSHRUTIZATSIYADAGI O‘RNI

Ilmiy tatqiqotchi: **Mahammadjonov Hayotjon Shuhratjon o‘g‘li**

Nuriddinov Diyorbek Ikromjon o‘g‘li

Ilmiy rahbar: **Xalilov Muxammadmuso Muxammadyunusovich**

Farg‘ona davlat texnika universiteti.

Annotatsiya: Ushbu maqolada kommutatsiya va marshrutizatsiya jarayonlarining zamonaviy kompyuter tarmoqlaridagi o‘rni, ularning funksional vazifalari hamda samaradorlikka ta’siri keng yoritilgan. Kommutatsiya jarayoni ma’lumotlar kadrlar darajasida uzatilishini boshqarib, tarmoqdagi qurilmalar o‘rtasidagi aloqani tezkor va barqaror ta’minlaydi. Marshrutizatsiya esa paketlar manzildan manzilga eng maqbul yo‘l orqali yetkazilishini ta’minlaydigan asosiy mexanizm bo‘lib, global va mahalliy tarmoqlarning barqaror ishlashi uchun muhim hisoblanadi. Maqolada paket kommutatsiyasi, kadrlar jadvallari, VLAN, STP, OSPF, RIP va BGP kabi protokollarning ishlash tamoyillari va ularning bir-biridan farqlari ilmiy asoslangan holda tahlil qilinadi. Shuningdek, marshrutizatsiya algoritmlarining – masalan, Distance Vector va Link State – tarmoqlar samaradorligiga ko‘rsatadigan ta’siri chuqur ko‘rib chiqiladi. Qo‘shimcha ravishda, zamonaviy tarmoqlarda qo‘llanilayotgan QoS, MPLS va SDN kabi texnologiyalar kommutatsiya va marshrutizatsiya jarayonlarining yanada samarali bo‘lishiga qanday yordam berishi haqida fikr yuritiladi. Tadqiqot natijalari kommutatsiya va marshrutizatsiya mexanizmlarini to‘g‘ri tanlash va optimallashtirish tarmoqlarda yuklamani kamaytirish, uzatish tezligini oshirish va xizmat sifatini yaxshilashda muhim rol o‘ynashini ko‘rsatadi. Mazkur maqola kompyuter tarmoqlari yo‘nalishida tahsil olayotgan talabalar, telekommunikatsiya sohasidagi mutaxassislar hamda tarmoq administratorlari uchun nazariy va amaliy ahamiyatga ega bo‘lgan ilmiy manba sifatida xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: kommutatsiya, marshrutizatsiya, paket kommutatsiyasi, VLAN, STP, OSPF, RIP, BGP, MAC jadvali, QoS, MPLS, SDN

Abstract: This article explores the significance of switching and routing processes in modern computer networks, emphasizing their functional roles and impact on network efficiency. Switching enables effective communication between devices by managing data frame forwarding at Layer 2, offering high speed and stability in local area networks. Routing, on the other hand, ensures that data packets are delivered across networks through the most optimal path, making it a core mechanism for the proper and efficient functioning of both local and global networks. The paper analyzes packet switching, MAC address tables, VLAN, STP, OSPF, RIP, and BGP protocols, comparing their structures and operational differences. Furthermore, routing algorithms such as Distance Vector and Link State are examined to understand their influence on network performance. The study also highlights modern technologies such as Quality of Service (QoS), MPLS, and Software-Defined Networking (SDN), explaining how they enhance switching and routing efficiency. The findings suggest that selecting and optimizing appropriate switching and routing mechanisms significantly reduces congestion, increases transmission speed, and improves service quality. This article serves as a valuable academic and practical resource for students studying computer networks, telecommunication engineers, and network administrators seeking to strengthen their understanding of switching and routing concepts.

Keywords (English): switching, routing, packet switching, VLAN, STP, OSPF, RIP, BGP, MAC table, QoS, MPLS, SDN

Аннотация (Abstract на русском): В данной статье подробно рассмотрена роль процессов коммутации и маршрутизации в современных компьютерных сетях, их функциональные особенности и влияние на эффективность работы сетевой инфраструктуры. Коммутация обеспечивает передачу кадров на канальном уровне, создавая стабильное и высокоскоростное взаимодействие между устройствами локальной сети. Маршрутизация отвечает за доставку пакетов по наиболее оптимальному пути, что делает её ключевым механизмом для корректного функционирования локальных и глобальных сетей. В работе анализируются механизмы пакетной коммутации, таблицы MAC-адресов, технологии VLAN, STP, а также протоколы OSPF, RIP и BGP. Дополнительно исследуются алгоритмы

маршрутизации, такие как Distance Vector и Link State, и их влияние на производительность сети. Также рассматриваются современные технологии — Quality of Service (QoS), MPLS и Software-Defined Networking (SDN), — повышающие эффективность процессов коммутации и маршрутизации. Результаты исследования показывают, что правильный выбор и оптимизация данных механизмов позволяет уменьшить сетевую нагрузку, повысить скорость передачи данных и улучшить качество предоставляемых услуг. Статья может служить важным научным и практическим источником для студентов в области компьютерных сетей, специалистов телекоммуникаций и администраторов сетей.

Ключевые слова (Russian): коммутация, маршрутизация, пакетная коммутация, VLAN, STP, OSPF, RIP, BGP, таблица MAC, QoS, MPLS, SDN

Kirish: Zamonaviy axborot-kommunikatsiya tizimlarining uzluksiz rivojlanishi kompyuter tarmoqlarida ma'lumotlarni ishonchli, tezkor va samarali uzatish masalasini yanada dolzarbroq qilmoqda. Bugungi kunda internet global infratuzilma sifatida milliardlab qurilmalarni o'zaro bog'lab, turli xizmatlar va platformalarning ishlashini ta'minlamoqda. Bunday ulkan tarmoqning barqaror ishlashi esa, avvalo, kommutatsiya va marshrutizatsiya jarayonlariga bevosita bog'liq. Kommutatsiya tarmoq segmentlari ichida kadrlar darajasida ma'lumot uzatishni boshqaruvchi asosiy mexanizm bo'lsa, marshrutizatsiya esa paketlarning bir tarmoqdan boshqasiga optimal yo'nalish orqali yetib borishini ta'minlaydi. Shu sababli ushbu ikki tushuncha har qanday tarmoqning "yuragi" sifatida qaraladi va ularning to'g'ri tashkil etilishi tarmoq samaradorligini belgilovchi eng muhim omillardan biri hisoblanadi. Kommutatsiya jarayoni OSI modelining ikkinchi — kanal sathida amalga oshiriladi va u MAC manzillari asosida kadrlarni uzatish funksiyasini bajaradi. Zamonaviy kommutator qurilmalari kuchli apparat va dasturiy imkoniyatlarga ega bo'lib, ular tarmoqdagi trafikni boshqarish, ma'lumot uzatish tezligini optimallashtirish va xavfsizlikni ta'minlashda katta rol o'ynaydi. Kommutatsiyaning eng muhim elementlaridan biri bu MAC jadvali bo'lib, u qurilmalar manzillarini saqlab boradi va kadrlarni kerakli portga yo'naltiradi. Bundan tashqari, VLAN texnologiyasi orqali tarmoqni mantiqiy segmentlarga ajratish imkoniyati yaratiladi, bu esa xavfsizlikni

oshiradi, trafikni boshqaradi va tarmoq resurslarining yengil va tartibli ishlashini ta'minlaydi. Shuningdek, STP (Spanning Tree Protocol) texnologiyasi tarmoqdagi ortiqcha ulanishlar natijasida yuzaga keladigan tsikllarni oldini olib, tarmoqning uzluksiz ishlashini kafolatlaydi. Marshrutizatsiya esa, aksincha, OSI modelining uchinchi sathida amalga oshiriladi va u paketlarning bir tarmoqdan boshqasiga eng maqbul yo'l bilan yetib borishini belgilaydi. Global internetga ulangan har bir paket ma'lum marshrut bo'ylab harakat qiladi va ushbu marshrutni aniqlash marshrutizatorning asosiy vazifasidir. Marshrutizatsiya jarayonida IGP (RIP, OSPF) va EGP (BGP) kabi protokollar muhim rol o'ynaydi. Masalan, RIP oddiy algoritmlar asosida ishlaydigan kichik tarmoqlar uchun mos bo'lsa, OSPF murakkabroq tuzilmaga ega bo'lib, katta va dinamik o'zgaruvchan tarmoqlarda samaradorlikni ta'minlaydi. BGP esa global internet marshrutlarini boshqaruvchi asosiy tashqi protokol bo'lib, operatorlar va provayderlar o'rtasidagi yo'llarni almashish jarayonlarini amalga oshiradi. Marshrutizatsiya algoritmlarining ikki asosiy turi mavjud: Distance Vector va Link State. Distance Vector algoritmlari masofani minimal darajada qisqartirishga intilsa, Link State algoritmlari tarmoqning to'liq xaritasini shakllantirib, eng optimal yo'lni aniqlaydi. Ushbu algoritmlarning to'g'ri ishlashi tarmoqdagi trafik oqimining samaradorligi, kechikishlar darajasi, paket yo'qotilishining kamayishi va umumiy xizmat sifati bilan bevosita bog'liq. Zamonaviy tarmoqlarda kommutatsiya va marshrutizatsiya jarayonlarini yanada takomillashtirish uchun qo'llaniladigan yangi texnologiyalar ham mavjud. Masalan, QoS (Quality of Service) mexanizmi tarmoqdagi trafikni ustuvorliklarga ko'ra ajratib, real vaqtda video yoki ovoz uzatishda barqarorlikni ta'minlaydi. MPLS texnologiyasi esa marshrutizatsiya jarayonini soddalashtiradi va tarmoq resurslaridan samarali foydalanish imkoniyatini yaratadi. SDN (Software-Defined Networking) texnologiyasi esa boshqaruv sathini markazlashtirib, tarmoqni dasturiy boshqarish orqali undan yanada moslashuvchan foydalanishni ta'minlaydi. Tarmoqlarning kengayib borishi, yangi xizmatlarning paydo bo'lishi, qurilmalar sonining ortishi va trafik hajmining keskin ko'payishi kommutatsiya va marshrutizatsiya jarayonlarining ilmiy jihatdan chuqur o'rganilishini talab qilmoqda. Ayniqsa, hozirgi kunda internetning har bir sohada faol qo'llanilishi — uy tarmoqlaridan tortib, korporativ tizimlarga, bulutli xizmatlardan 5G mobil tarmoqlarigacha — ushbu

jarayonlarning ahamiyatini yanada oshirmoqda. Shu bois kommutatsiya va marshrutizatsiya mexanizmlarini chuqur o'rganish telekommunikatsiya sohasida faoliyat yuritayotgan mutaxassislar uchun zaruriy ko'nikma hisoblanadi.

Adabiyotlar taxlili: Kommutatsiya va marshrutizatsiya jarayonlari bugungi telekommunikatsiya infratuzilmasining asosiy tayanch unsurlaridan biri bo'lib, ushbu soha bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar doimiy ravishda kengayib bormoqda. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, kommutatsiya tizimlari va marshrutlash protokollarining rivojlanishi global tarmoqlar samaradorligi va barqarorligini ta'minlashda hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi. Dastlabki ilmiy izlanishlarda kommutatsiya jarayoni faqat kadrlarni o'tkazish funksiyasi sifatida qaralgan bo'lsa, zamonaviy manbalarda uning murakkab boshqaruv tizimi, xavfsizlik mexanizmlari va trafikni optimallashtirishdagi roli keng yoritilgan. Kommutatsiyaga oid eng asosiy ilmiy manbalardan biri IEEE Communications va Cisco Networking manbalaridir. Ushbu manbalarda kommutatorlarning MAC jadvali, ramka uzatish mexanizmlari va VLAN texnologiyasining afzalliklari batafsil tahlil qilingan. Adabiyotlarda ta'kidlashlaricha, VLAN tarmoq resurslarini mantiqiy segmentlarga ajratish orqali xavfsizlikni oshiradi va trafikni samarali boshqarishni ta'minlaydi. Shu bilan birga, STP (Spanning Tree Protocol) to'g'risidagi tadqiqotlar tarmoqdagi tsikl hosil bo'lishini oldini olish muhimligini ko'rsatadi. R. Perlman tomonidan ishlab chiqilgan STP algoritmi tarmoqning uzluksiz ishlashini ta'minlashda asosiy protokol sifatida e'tirof etilgan. Marshrutizatsiya bo'yicha adabiyotlarda esa, asosan, IGP va EGP protokollari ustida ko'proq ilmiy ishlar olib borilgan. RIP protokoli bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarda uning soddaligi afzallik sifatida, ammo kattaroq tarmoqlarda samaradorligining pastligi esa cheklov sifatida qayd etiladi. OSPF protokoli bo'yicha esa ko'plab ilmiy maqolalar mavjud bo'lib, ular Link State algoritmining afzalliklari, marshrutlash xaritasini yaratish jarayoni va tarmoqning dinamik moslashuvchanligini yoritadi. OSPFning tezkor konvergensiya xususiyati va katta tarmoqlarga moslashuvchanligi ko'pchilik mualliflar tomonidan yuqori baholangan. Global marshrutizatsiya sohasi bo'yicha eng ko'p murojaat qilinadigan manbalardan biri BGP protokoliga bag'ishlangan ilmiy ishlardir. BGP internetning asosiy tashqi marshrutlash protokoli sifatida o'rganiladi va operatorlar o'rtasidagi yo'llar almashinuvi jarayonida eng

muhim mexanizm hisoblanadi. Adabiyotlarda BGPning siyosatga asoslangan marshrutlash yondashuvi, yo'llarni filtratsiya qilish imkoniyatlari va xavfsizlik tahdidlari keng yoritilgan. BGP haqida olib borilgan tadqiqotlar uning global internet tuzilmasidagi o'rnini mustahkamlab, uning ishlash algoritmlarining takomillashtirilishi zarurligini qayd etadi. Zamonaviy texnologiyalar bo'yicha adabiyotlarda esa SDN (Software-Defined Networking) alohida o'rin tutadi. SDN tarmoqlarni markazlashgan boshqaruv orqali boshqarish imkoniyatini yaratadi va kontrollerni ajratib qo'ygan holda tarmoqni dasturiy ravishda shakllantirishga imkon beradi. Adabiyotlarda SDNning kommutatsiya va marshrutizatsiya jarayonlariga qo'shgan hissasi, tarmoqni avtomatlashtirishdagi roli va uning moslashuvchanligi alohida ta'kidlanadi. Ushbu texnologiya hozirgi kunda tarmoqlarni boshqarish bo'yicha eng istiqbolli yondashuvlardan biri sifatida qaraladi. QoS (Quality of Service) bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarda esa trafik ustuvorligini belgilash, kechikishlarni kamaytirish, paket yo'qotilishini optimallashtirish va real vaqtli xizmatlarni qo'llab-quvvatlash kabi mexanizmlar tahlil qilingan. Tadqiqotlar natijasida QoS mexanizmlarining video oqimlar, VoIP xizmatlari va bulutli hisoblash tizimlari uchun ayniqsa muhim ekani qayd etiladi. MPLS (Multiprotocol Label Switching) texnologiyasiga bag'ishlangan adabiyotlar ham bu sohada katta o'rin egallaydi. MPLS paketlarni yorliqlar asosida yo'naltirish orqali marshrutizatsiyani tezlashtiradi va tarmoq samaradorligini oshiradi. Manbalarda MPLSning VPN xizmatlarida, korporativ tarmoqlarda va provayder infratuzilmasida qo'llanishi keng tahlil qilingan. Yaqin yillarda kommutatsiya va marshrutizatsiya bo'yicha ilmiy ishlarda xavfsizlik masalalariga alohida e'tibor qaratilmoqda. MAC spoofing, ARP poisoning, BGP hijacking kabi hujumlar tarmoq xavfsizligiga tahdid soluvchi asosiy omillar sifatida ko'rsatiladi. Adabiyotlarda ushbu tahdidlarni kamaytirish uchun autentifikatsiya, filtratsiya va kriptografik usullardan foydalanish bo'yicha tavsiyalar berilgan. Umuman olganda, mavjud ilmiy manbalar kommutatsiya va marshrutizatsiya jarayonlarining nazariy asoslari, amaliy qo'llanilishi va texnologik rivojlanishi haqida keng qamrovli ma'lumot beradi. Adabiyotlar tahlili ushbu sohada hali ko'plab rivojlanish imkoniyatlari mavjudligini, ayniqsa SDN, MPLS va yangi marshrutizatsiya algoritmlarining jadal takomillashayotganini ko'rsatadi.

Metodologiya: Ushbu tadqiqotning metodologik asoslari kommutatsiya va marshrutizatsiya jarayonlarini nazariy, amaliy va eksperimental usullar orqali tahlil qilishga qaratilgan. Maqsad — zamonaviy tarmoqlarda qo‘llanilayotgan kommutatsiya va marshrutlash protokollari, ularning ishlash mexanizmlari, samaradorlik darajasi hamda tarmoq yuklamasi va xizmat sifati (QoS) ko‘rsatkichlariga ta’sirini chuqur o‘rganish. Tadqiqot jarayonida an’anaviy ilmiy tahlil, simulyatsiya tajribalari, mavjud standartlar tahlili va protokollarni solishtirma tahlil qilish usullari qo‘llanildi. Birinchi bosqichda kommutatsiya jarayonlarining asosiy tamoyillari, xususan MAC jadvali, kadrlarni uzatish mexanizmi, VLAN segmentatsiyasi va STP protokoli bo‘yicha nazariy manbalar o‘rganildi. Bu bosqichda mavjud ilmiy maqolalar, IEEE standartlari, Cisco va Juniper tomonidan taqdim etilgan texnik hujjatlar tahlil qilindi. Olingan ma’lumotlar asosida kommutatsiya jarayonining tarmoq ichidagi trafik boshqaruviga ta’siri, kadrlarning samarali yo‘naltirilishida MAC jadvalining roli va VLANlarning xavfsizlik hamda segmentatsiyadagi o‘rni aniqlab berildi. Ikkinchi bosqich marshrutizatsiya protokollarini o‘rganishga bag‘ishlandi. Bu bosqichda RIP, OSPF va BGP protokollari bo‘yicha formal algoritmlar o‘rganilib, ularning ishlash metodlari solishtirildi. Distance Vector algoritmi asosida ishlovchi RIP protokolining afzalliklari va cheklovlari aniqlab chiqildi, xususan uning kichik tarmoqlarda samarali, ammo katta topologiyalar uchun yetarli emasligi qayd etildi. Link State algoritmi asosida ishlovchi OSPF protokolining tarmoqning to‘liq xaritasini shakllantirish imkoniyati, tarmoqdagi o‘zgarishlarga tez moslashuvchanligi, konvergenstsiya tezligi va marshrutlarni optimallashtirishdagi ustunliklari o‘rganildi. BGP protokoli esa global marshrutizatsiya tizimlarining asosi sifatida tahlil qilindi va uning siyosatga asoslangan marshrutlash mexanizmi, filtratsiya imkoniyatlari hamda yirik provayderlar o‘rtasidagi yo‘llar almashinuvidagi roli tadqiq qilindi. Uchinchi bosqichda simulyatsiya usuli qo‘llanildi. Kommutatsiya va marshrutizatsiya jarayonlarini test qilish uchun Cisco Packet Tracer, GNS3 va EVE-NG platformalaridan foydalanildi. Turli topologiyalar yaratildi: kichik LAN tarmog‘i, o‘rta darajadagi korporativ tarmoq va global marshrutlash sxemasi. Har bir topologiyada kommutatorlar va marshrutizatorlarning o‘zaro aloqasi, protokollarning konvergenstsiya vaqti, trafik oqimi, kechikishlar, paket yo‘qotilishi va tarmoq yuklamasi o‘lchandi. Ushbu eksperimental yondashuv

protokollarning real holatdagi ishlash samaradorligini baholash imkonini berdi. To‘rtinchi bosqichda QoS, MPLS va SDN texnologiyalarining kommutatsiya va marshrutizatsiya jarayonlariga ta’siri o‘rganildi. QoS mexanizmlarini test qilish uchun trafikning turli ustuvorliklari belgilandi: ovoqli trafik, video uzatish va oddiy paketlar. Natijada QoS protokollari kechikishlarni sezilarli darajada kamaytirishi va real vaqtli xizmatlar sifatini yaxshilashi aniqlandi. MPLS texnologiyasida yorliqlar asosida yo‘naltirish jarayonlari tahlil qilinib, ularning marshrutlashni tezlashtirish va tarmoq resurslaridan samarali foydalanishga yordam berishi isbotlandi. SDN yondashuvi bo‘yicha esa boshqaruv sathining markazlashuvi, tarmoq konfiguratsiyasini avtomatlashtirish va o‘zgaruvchan trafik sharoitlariga moslashuvchanlikni oshirish bo‘yicha ilmiy natijalar olindi. Beshinchi bosqichda tarmoq xavfsizligi bilan bog‘liq jihatlar tadqiq qilindi. Kommutatsiya jarayonida uchrashi mumkin bo‘lgan MAC spoofing, ARP poisoning kabi hujumlar, marshrutizatsiyada esa BGP hijacking va paket o‘g‘irlash tahdidlarining ishlash mexanizmlari tahlil qilindi. Har bir hujum turi bo‘yicha himoya choralarini baholash maqsadida mavjud xavfsizlik protokollari, autentifikatsiya mexanizmlari va filtratsiya usullari sinovdan o‘tkazildi. Yakuniy metodologik bosqichda barcha olingan natijalar statistik ko‘rsatkichlar asosida tahlil qilindi. Konvergensiya vaqti, kechikish miqdori, paket yo‘qotilishining foiz ko‘rsatkichi, tarmoq samaradorligi va trafik zichligi kabi parametrlar o‘lchandi va solishtirildi. Ushbu yondashuv kommutatsiya va marshrutizatsiya protokollarining qaysi sharoitda yuqori samaradorlikka ega bo‘lishini aniq belgilash imkonini berdi.

Natijalar: Kommutatsiya va marshrutizatsiya texnologiyalarining tahlili shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy kompyuter tarmoqlarida ma’lumotlarni samarali va ishonchli uzatish bir vaqtning o‘zida ikkita asosiy jarayon — ramkalarni kommutatsiya qilish va paketlarni marshrutizatsiya qilish — orqali ta’minlanadi. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, kommutatsiya texnologiyalari asosan lokal tarmoqlarda trafikni tezkor uzatish, portlar o‘rtasidagi aloqani boshqarish, tarmoq segmentlarida to‘qnashuvlar ehtimolini kamaytirish va qurilmalar o‘rtasidagi uzatish yo‘llarini optimallashtirish vazifalarini bajaradi. Marshrutizatsiya esa global tarmoq miqyosida ma’lumotlarning eng maqbul yo‘l orqali yetkazilishini ta’minlaydi. OSPF, RIP, BGP kabi marshrutlash

protokollarining o‘zaro farqlari, ularning qo‘llanilish sohasi va samaradorlik darajasi amaliy misollar orqali baholandi. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, kommutatsiya darajasida qo‘llaniladigan VLAN, STP, trunking kabi texnologiyalar tarmoqning mantiqiy tuzilishini ajratish, xavfsizlikni kuchaytirish va ortiqcha yuklamani kamaytirishda muhim rol o‘ynaydi. VLAN yordamida segmentatsiya qilinmagan tarmoqlarga nisbatan trafik oqimi samaraliroq boshqarilar ekan. STP algoritmlarining qo‘llanishi esa halqa hosil bo‘lishining oldini olib, tarmoqni izdan chiqishdan himoya qilishi aniqlandi. Bu esa yirik korporativ tarmoqlarda kommutatsiya qatlamini barqaror ishlashini kafolatlaydi. Marshrutizatsiya jarayonida esa marshrutlash algoritmlarining to‘g‘ri tanlanishi tarmoq samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatishi qayd etildi. Masalan, OSPFning ierarxik tuzilmasi va tez konvergenstsiya xususiyati uni yirik tarmoqlar uchun eng maqbul protokollardan biriga aylantiradi. BGP esa global internet marshrutlashida asosiy rol o‘ynab, avtonom tizimlar o‘rtasida marshrut almashishning eng ishonchli mexanizmi sifatida qadrlanadi. RIP esa kichik tarmoqlar uchun soddaligi sababli qo‘llanilishi mumkin, biroq konvergenstsiya sekinligi va maksimal 15 hop cheklovi uni katta tarmoqlar uchun samarasiz qiladi. Shu bois transport darajasidagi optimal protokol tanlash umumiy tarmoq samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega ekani aniqlandi. Tadqiqot davomida shuningdek, kommutatsiya va marshrutizatsiya texnologiyalarining uyg‘unlashuvi zamonaviy tarmoqlarda yanada yuqori natijalarni berishi ma’lum bo‘ldi. MPLS texnologiyasining joriy etilishi bilan trafikni markazlashtirilgan boshqarish, ustuvorlik darajalarini belgilash, xizmatlar sifati (QoS)ni aniq nazorat qilish imkoniyatlari kengaydi. Ushbu texnologiya ayniqsa, kechikishga sezgir bo‘lgan xizmatlarda — VoIP, videokonferensiya, real vaqt rejimidagi transmissiyalar — yuqori sifatni ta’minlashga yordam beradi. Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, kommutatsiya va marshrutizatsiya jarayonlarining to‘g‘ri tashkil etilishi nafaqat tarmoqning texnik ishlashiga, balki uning xavfsizligi, kengayuvchanligi, ishonchliligi hamda xizmat ko‘rsatish sifatiga ham bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Xususan, SDN (Software-Defined Networking) texnologiyalarining rivojlanishi an’anaviy tarmoqlardagi qator cheklovlarni bartaraf etib, markazlashtirilgan boshqaruv va dinamik konfiguratsiya imkoniyatlarini yaratmoqda. Bu esa kelajak tarmoqlarida kommutatsiya va marshrutizatsiya jarayonlarini yanada avtomatlashtirish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

Xulosa: Kommutatsiya va marshrutizatsiya texnologiyalarining tahlili shuni ko'rsatadiki, zamonaviy kompyuter tarmoqlarining samarali ishlashi aynan shu ikki asosiy jarayonning to'g'ri tashkil etilishiga bog'liq. Kommutatsiya lokal tarmoqlar ichida ma'lumotlarni tez, xavfsiz va to'qnashuvsiz uzatishni ta'minlasa, marshrutizatsiya global tarmoqlar o'rtasida optimal yo'l tanlab, paketlarni eng maqbul marshrut orqali manzilga yetkazishni ta'minlaydi. VLAN, STP kabi texnologiyalar tarmoqni mantiqan ajratish, yuklamani boshqarish va barqarorlikni oshirishga xizmat qilsa, OSPF, BGP kabi marshrutlash protokollari tarmoqning keng ko'lamda tez ishlashiga yordam beradi. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, ushbu texnologiyalarni kompleks qo'llash tarmoqning tezligi, ishonchliligi va xavfsizligini oshiradi. Ayniqsa, MPLS va SDN texnologiyalarining paydo bo'lishi kommutatsiya va marshrutizatsiyani yangi bosqichga olib chiqib, tarmoqni markazlashtirilgan boshqarish, trafik ustuvorligini belgilash va xizmatlar sifatini yaxshilash imkonini bermoqda. Bu esa zamonaviy biznes, sanoat, ta'lim va davlat infratuzilmasida tarmoqlarning yanada barqaror ishlashini ta'minlaydi. Kommutatsiya va marshrutizatsiya tarmoq texnologiyalarining asosi bo'lib, ular orqali samarali, xavfsiz va kengayuvchan tarmoq tizimini yaratish mumkin. Ularni chuqur o'rganish va amaliyotda to'g'ri qo'llash har qanday telekommunikatsiya tizimining muvaffaqiyatli ishlashida katta ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar:

- 1) Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. **"Computer Networks"** – Prentice Hall, 2013.
- 2) Kurose, J., & Ross, K. **"Computer Networking: A Top-Down Approach"** – Pearson, 2017.
- 3) Forouzan, B. **"Data Communications and Networking"** – McGraw-Hill, 2012.
- 4) Stallings, W. **"Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud"** – Addison-Wesley, 2016.
- 5) Cisco Systems. **"Routing and Switching Essentials"** – Cisco Networking Academy, 2020.
- 6) Perlman, R. **"Interconnections: Bridges, Routers, Switches, and Internetworking Protocols"** – Addison-Wesley, 2000.