DASTURIY KONFIGURATSIYALANADIGAN TARMOQ TARIXI, TASNIFI VA TAMOILI TAHLILI

Muxammedinov Kobeysin Kuanishovich
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot taxnologiyalari universiteti tayanch doktoranti, email: kobiyaga@gmail.com

Annotatsiya: Internet foydalanuvchilari soni keskin ortishi sababli an'anaviy telekommunikatsiya tarmoq tomoili markazlashmagan boshqaruv va statik konfiguratsiyasi kabi bazi muammolar keltirib chiqaradi. Dasturiy konfiguratsiyalanadigan tarmoq tomoili bunga echim sifatida markazlashgan boshqaruv, tarmoqni dasturlash orqali moslashuvchanlik, egiluvchanlik va boshqa echimlari bilan kelajak tarmog'i sifatida keltiriladi. Ushbu ishda DKT va OpenFlow tamoili, tarixi va tasnifi haqida chuqur tahlil natijalari keltirilgan.

Kalit so'zlar: Dasturiy konfiguratsiyalanadigan tarmoq, OpenFlow protokoli, Amaliy dasturlash inerfeysi

Аннотация: Из-за быстрого роста числа пользователей Интернета традиционные архитектуры телекоммуникационных сетей создают некоторые проблемы, такие как децентрализованное управление и статическая конфигурация. Программно-определяемые сети рассматриваются как будущее сетевых технологий с централизованным управлением, гибкостью, масштабируемостью и другими решениями посредством сетевого программирования. В статье представлены результаты углубленного анализа принципов, истории и классификации DKT и OpenFlow.

Ключевые слова:Программно конфигурируемая сеть, протокол OpenFlow, интерфейс прикладного программирования.

Abstract: Due to the rapid growth of the number of Internet users, traditional telecommunication network architectures have brought some problems such as decentralized management and static configuration. Software-defined networks are considered as the future network with centralized management, flexibility, scalability and other solutions through network programming. This paper presents the results of an in-depth analysis of the principles, history and classification of DKT and OpenFlow.

Keywords: Software-defined networking, OpenFlow protocol, Application programming interface

Kirish

Hozirgi kunda rivojlanib borayotgan texnologiyalar davrida internetga ulanishlar soni va malumot almashish xarjmi mutonosib ortib bormoqda. Bu tarmoq yuklamasiga an'anaviy tarmoq konseptsiyasi bilan xizmat ko'rsatish bazi

ISSN 3030-3907

muammolarga olib kelmoqda. Misol uchun yangi funktsiyalarni qo'shishda qo'lda sozlanishi yoki cheklanganligi, markazlashmagan boshqaruv, tarmoq qurilmalarini ishlab chiqaruvchiga qaramlik, va hokazo. Kelajak tarmog'i deya hisoblanayotgan Dasturiy konfiguratsiyalanadigan tarmoqlar, tarmoqni dasturlash, avtomatlashtirish va asosiya tamoilidagi kabi markazlashgan boshqaruv imkoniyatiga ega. Beshinchi avlod tarmoqlari 5G tarmoqlariga moslashuvchan arxitekturani va tamoilni keltiruvchi dasturiy taminot asosida boshqariladigan DKT tarmoqlarini o'rganish dolzarb bo'lib qolaveradi. Ushbu ishda DKT evolyutsiyasi, arxitekturasi va tamoillari tahlil qilib chiqilgan.

Dasturiy konfiguratsiyalanadigan tarmoqlarning evolyutsiyasi

So‘nggi bir necha yil ichida dasturiy konfiguratsiyalanadigan tarmoq mashhurligi sezilarli darajada oshdi, ammo texnologiya ortidagi ko‘plab g‘oyalar yigirma yil yoki undan ko‘proq vaqt davomida rivojlanib bordi. Bir tomondan, DKT texnologiyasi tarmoq boshqaruvini soddalashtirish va yangi xizmatlarni joriy etish uchun boshqaruv qatlami va ma'lumotlarni uzatish qatlamini aniq ajratib turadigan dastlabki telefon tarmoqlarining tuzilishini qayta ko‘rib chiqadi. Boshqa tomondan, DKT texnologiyasi 20-asr oxirida o‘rganilgan va dasturlashtiriladigan ma'lumotlarni uzatish qatlamlariga ko‘proq e'tibor berilgan bo‘lsada, dasturlashtiriladigan tarmoqlar haqidagi tasavvurni shakllantirgan an'anaviy aloqa tarmoqlari kontsepsiyasi bilan o‘xshashliklarga ega. Markazlashtirilgan, boshqariladigan tarmoqlar bugungi kunda DKT bilan bir xil prinsiplarning ko‘pini qo‘llab-quvvatladi, ammo ularning qo‘llanilishi va oldinga siljish yo‘lini aniq tushunmadi. Ko‘p tadqiqotlardan so‘ng, dasturlashtiriladigan tarmoqlarning ko‘rinishi aniqroq bo‘ldi, bu boshqaruv va ma'lumotlarni uzatish qatlamlarini ajratish hamda ilovalar va tarmoq xizmatlariga API (Application Programming Interface-Amaliy dasturlash interfeysi) orqali mavhum tarmoq infratuzilmasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri boshqarishga ruxsat berish g‘oyasida ifodalangan [1; 2; 3; 4].

OpenFlow protokoli paydo bo‘lishidan oldin, dasturiy konfiguratsiyalanadigan tarmoq g‘oyalari to‘liq dasturlashtiriladigan tarmoqlarni ko‘rishdagi farqlar va mavjud tarmoq infratuzilmasiga DKT joriy etishning maqsadga muvofiqligi tufayli to‘sqinlik qilgan. 2009 yilda OpenFlow protokolining paydo bo‘lishi bahslarni hal qildi, tarmoq qurilmalari ustidan ko‘proq nazoratni ta'minladi va mavjud kommutatsiya qurilmalari tomonidan qo‘llab-quvvatlandi. Oldingi texnik jihozlardan foydalanish moslashuvchanlikni biroz cheklagan bo‘lsa-da, OpenFlow protokoli tezda o‘rnatildi va integratsiya qilindi, bu DKT texnologiyasining faol rivojlanishini ta'minladi. Buning ortidan DKT kontrollerlarini ishlab chiqarish boshlandi, bu esa o‘z navbatida boshqaruv dasturlarini ishlab chiqish uchun OpenFlow API yaratilishiga turtki bo‘ldi.

ISSN 3030-3907

Protokolning muvaffaqiyati sanoat tomonidan yaratilgan texnik sharoitlarda yotadi. OpenFlow mavjud bo‘lishidan oldin ham, Broadcom kabi chipset ishlab chiqaruvchilari dasturchilarga tarmoq uskunasining ma’lum tarmoq xususiyatlarini boshqarishga imkon berish uchun o‘zlarining API-larini joriy qilishni boshladilar. Xususan, kommutatorlar kirishni nazorat qilish va oqim monitoringini allaqachon qo‘llab-quvvatlaganligi sababli, OpenFlow protokoli imkoniyatlarining dastlabki to‘plamini amalga oshirish oddiy va tushunarli edi va ishlab chiqaruvchilar o‘z qurilmalarini protokolga mos kelishi uchun yaxshilashlari shart emas edi.

OpenFlow protokoli uchun dastlabki sinov maydoni tarmoq tadqiqot hamjamiyatining ehtiyojlarini qondirish uchun ideal muhit bo‘lgan kampus tarmoqlari edi. 2000-yillarning oxirida Stenford OpenFlow sinov maydonchalarini joylashtirish va protokol imkoniyatlarini ham bitta kampus tarmog‘ida, ham bir nechta kampuslarni qamrab olgan magistral tarmoqlarda namoyish qilish uchun birgalikda harakat qildi. Stenford sinovlarining muvaffaqiyatidan so‘ng, OpenFlow asta-sekin boshqa sohalarda, masalan, xususiy WAN va ma’lumotlar markazlarida qo‘llanilib boshladi, bu erda katta hajmdagi tarmoq trafigini boshqarishga aniq ehtiyoj bor edi.

Dasturiy konfiguratsiyalanadigan tarmoq texnologiyasini rivojlantirishdagi muhim qadam 2011 yilda ONF (Open Networking Foundation – Ochiq tarmoq fondi) notijorat tashkilotining tashkil etilishi bo‘ldi. Uning tarkibiga Deutsche Telekom, Facebook, Google, Microsoft, Verizon, Yahoo! va boshqalar kabi axborot texnologiyalari sohasidagi dunyodagi eng yirik taniqli kompaniyalar kiradi [5]. 2017-yil holatiga ko‘ra, tashkilot tarkibiga 150 ga yaqin kompaniya, jumladan, eng yirik aloqa operatorlari va tarmoq qurilmalari ishlab chiqaruvchilari, shuningdek, kichik innovatsion korxonalar – startaplar kirdi. ONF shuningdek, qurilmalarning standartlarga muvofiqligini sertifikatlash uchun dasturlarni ishlab chiqish uchun javobgardir. Ushbu loyihaning maqsadi ochiq standartlarni ishlab chiqish orqali dasturiy konfiguratsiyalanadigan tarmoqlarni rivojlantirishdir.

DKT texnologiyasi o‘zining dastlabki rivojlanishida katta yutuqlarga erishgan bo‘lsa-da, mavjud infratuzilmani yaxshilash va ko‘proq muammolarni hal qilish salohiyatini o‘rganish uchun ushbu sohada ko‘proq tadqiqotlar talab etiladi. Oxirgi tadqiqot ishlari DKT kontrollerning funksional vazifalari va DKT kontroller va korporativ tarmoqlar, 5G/IMT-2020 aloqa tarmoqlari va boshqalar kabi boshqa axborot texnologiyalari o‘rtasidagi munosabatlarga qaratilgan.

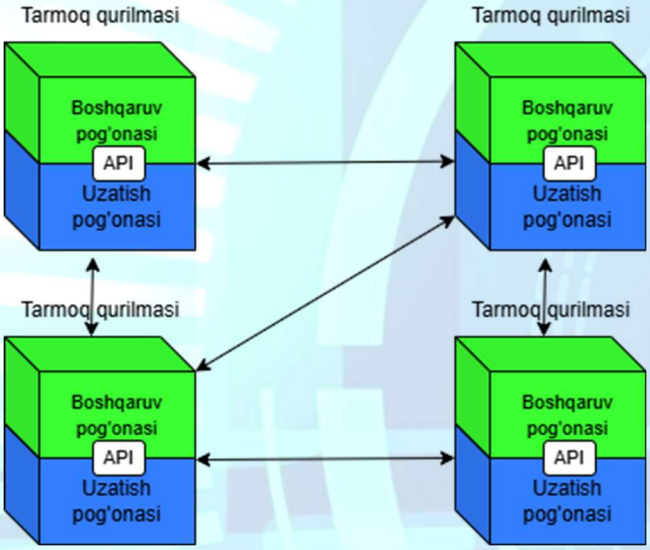
DKT funksionalligiga qiziqish ortishi bilan me’moriy yo‘nalishning katta qismi moslashuvchan paketlarni yo‘naltirishdan dinamik resurslarni virtualizatsiya qilish va xizmat ko‘rsatish orkestratsiyasiga o‘tdi. Olingan arxitektura korporativ, tashuvchi, ma’lumot markazi va kampus tarmoqlaridagi barcha turdagi ilovalarga,

ISSN 3030-3907

oxirgi foydalanuvchidan apparat egasiga qadar, ham yangi, ham rivojlanayotgan mavjud tarmoq ilovalari, turli tarmoq domenlari ichida va o‘rtasida DKT-larni moslashtirish uchun qo‘llaniladi (masalan, operatorlar ichida va o‘rtasida, ma’lumotlar markazlari ichida va o‘rtasida).

Dasturiy konfiguratsiyalanadigan tarmoqning arxitekturaviy kontsepsiyasi va tamoyillari

An’anaviy kompyuter tarmoqlari o‘zaro bog‘langan tarmoq qurilmalari, masalan, kommutatorlar va marshrutizatorlardan iborat (1-rasm). Har bir qurilma uzatish qatlamidagi yunaltirish mexanizmini va operatsion tizim va ilovalarni o‘z ichiga olgan boshqaruv tizimini o‘z ichiga oladi. Ushbu modelda tarmoq qurilmalari yopiq arxitekturaga ega va yangi funksiyalarni qo‘shish imkoniyati yo‘q. Tarmoq qurilmalarini tanlangan tarmoq sotuvchisiga ulash kelajakdagi ilovalar va xizmatlarni qo‘llab-quvvatlashni kafolatlamaydi.



1-rasm. An’anaviy tarmoqdagi qurilmalarning o‘zaro ta’sirining tuzilishi

Dasturiy konfiguratsiyalanadigan tarmoqlar arxitekturasi ONF TR-502 [5] da belgilangan va quyidagi uchta tamoyilga asoslanadi:

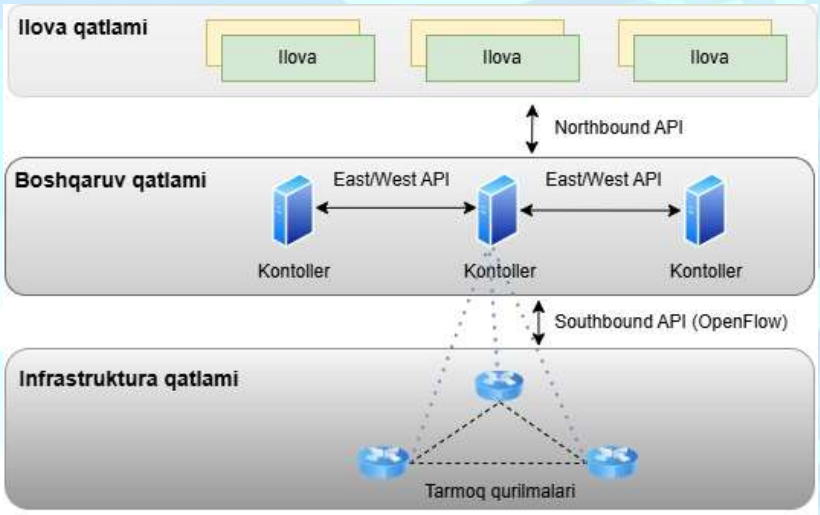
1) Boshqaruv va transportni uzatish funksiyalarini ajratish. Bu harakatni boshqarish va uzatish tizimlarini joylashtirish, hayot aylanishi va rivojlanish erkinligi prinsipi;

2) Mantiqiy markazlashtirilgan boshqaruv. Mantiqiy markazlashtirilgan boshqaruv boshqaruvning tashqaridan (mijoz/ilova) yagona obyekt sifatida qarashini anglatadi, bu esa mahalliy cheklangan istiqbolga nisbatan resurslardan samaraliroq foydalanishni ta’minlaydi;

3) Tarmoq xizmatlarini dasturlash imkoniyati. DKT komponentlari orasidagi interfeyslar manba abstraksiyalari va tarmoq holatini ochib beradi va axborot almashinuvi, tarmoqni dasturlash va boshqarish operatsiyalarini ta’minlaydi.

ISSN 3030-3907

Ilovalar talablarni o‘rnatishi va o‘z tarmoq xizmatlariga o‘zgartirishlar so‘rashi va tarmoq sharoitlariga dasturiy javob berishi mumkin.



2-rasm. Dasuriy konfiguratsiyalanadigan tarmoqning umumiy arxitekturasi

Dasturiy konfiguratsiyalanadigan tarmoq arxitekturasi

DKT tamoiliga ko‘ra, 2-rasmda ko‘rsatilganidek, DKT arxitekturasi oltita asosiy komponentni o‘z ichiga oladi. Bular:

Ilova darajasi. Ilova qatlami yoki dastur qatlami deb ataladigan yuqori qatlamda turli xil xizmatlar, jumladan, tarmoq hujumlarni aniqlash va oldini olish tizimlari (IDS/IPS), xizmat ko‘rsatish sifati (QoS), kirishni boshqarish, proksi-server va boshqalarning xatti-harakatlarini aniqlaydi.

Boshqaruv darajasi. Boshqaruv tekisligi tarmoq topologiyasini shimolga yo‘naltirilgan API orqali dastur qatlamiga mavhumlashtiradi. Ushbu darajadagi asosiy element DKT kontrolleri bo‘lib, u infratuzilma darajasida joylashgan bir yoki bir nechta tarmoq qurilmalarini muvofiqlashtirish uchun javobgardir. Kontroller ushbu qurilmalar uchun ma’lumotlarni qayta ishlash qoidalarini ishlab chiqadi, ularning holatini nazorat qiladi va janubiy API orqali tarmoq ma’lumotlarini to‘playdi. OpenFlow protokoli bunday API-ni amalga oshirishga misoldir. Ushbu qatlam shuningdek, boshqaruv qatlami obyektlari - kontrollerlar o‘rtasidagi aloqani ta’minlaydigan va ularga infratuzilma qatlamida trafikni qayta ishlash bo‘yicha ma’lumot almashish imkonini beruvchi sharqqa va g‘arbga API kabi elementlarni o‘z ichiga oladi.

Infratuzilma darajasi. Infratuzilma qatlami yoki ma’lumot uzatish qatlami sifatida tanilgan pastki qatlam boshqaruv qatlamidan olingan ko‘rsatmalar asosida paketlarni qayta ishlash va yo‘naltirishni boshqaradi. Ushbu darajada kontroller tomonidan boshqariladigan tarmoq qurilmalari mavjud(masalan, kommutatorlar).

ISSN 3030-3907

Shimolga yo‘naltirilgan interfeyslar. Shimoliy API ilovalar uchun dasturlashtiriladigan virtual tarmoq interfeysi va DKT qatlamining tepasida boshqaruv tizimini taqdim etadi. Ushbu interfeyslar DKT arxitekturasining eng muhim API-laridir, chunki ular ilovalarga tarmoq xizmatlaridan foydalanish va tarmoqni dinamik ravishda sozlash imkonini beradi. Shimolga yo‘naltirilgan API-lar yordamida joylashtirilishi va optimallashtirilishi mumkin bo‘lgan tarmoq xizmatlariga xavfsizlik xizmatlari, yuklarni muvozanatlash, trafikni boshqarish, xizmat ko‘rsatish sifati va boshqalar kiradi.

Janubga yo‘naltirilgan interfeyslar. Janubiy API interfeyslari samarali tarmoq boshqaruvini ta’minlaydi va kontrollerga real vaqt talablari va ehtiyojlariga muvofiq tarmoq resurslarini dinamik ravishda tashkil qilish imkonini beradi. Janubiy API interfeyslari, shimoliy interfeyslardan farqli o‘laroq, tarmoq qurilmalari (kommutatorlar, marshrutizatorlar) bilan o‘zaro ta’sir qiladi. Turli janubiy API protokollaridan eng keng tarqalgani OpenFlow hisoblanadi.

Sharqiy/G‘arbiy interfeyslar. Sharqiy/G‘arbiy API boshqaruv tekisliklari obyektlari – kontrollerlar o‘rtasidagi aloqani ta’minlaydi va ularga infratuzilma darajasida trafikni qayta ishlash bo‘yicha ma’lumot almashish imkonini beradi.

Dasturiy konfiguratsiyalanadigan tarmoq kontrolleri

Kontroller DKT arxitekturasining eng muhim komponenti, tarmoq funksiyalarini markazlashtiruvchi va tarmoqning global holatini kuzatuvchi tugundir. Dasturiy konfiguratsiyalanadigan tarmoq kontrolleri apparat-dasturiy yechim sifatida yoki dasturiy ta’minotni amalga oshirish sifatida taqdim etilishi mumkin [6]. Hozirgi vaqtda bozorda kontrollerlar dasturiy ta’minotni amalga oshirishda ko‘proq taqdim etiladi. Boshqaruv tekisligini tarmoq uskunasidan olib tashlash va uni dasturiy ta’minot sifatida ishga tushirish orqali kontroller tarmoqni avtomatlashtirilgan boshqarishni va biznes ilovalarini integratsiyalashuvi va boshqaruvini soddalashtiradi. ONF arxitekturasiga ko‘ra, DKT kontrollerning ichki dizayniga etibor qaratmaydi. DKT arxitekturasining birinchi versiyalari bitta markazlashtirilgan kontrollerdan iborat boshqaruv rejasini ifodalaydi. Keyinchalik, tarmoq unumdorligi va kengaytirilishini yaxshilash uchun bir nechta kontrollerlardan foydalangan holda taqsimlangan arxitekturalar taklif qilindi.

Dasturiy konfiguratsiyalanadigan tarmoq kontrollerining asosiy xususiyatlari quyidagilardan iborat:

– Unumdorlik - vaqt birligida kontroller tomonidan qayta ishlangan oqimlar soni [oqimlar/s];
– Ishlov berish vaqti - kontroller tomonidan kommutatordan so‘rovni qayta ishlash uchun sarflangan vaqt miqdori [s];
– Ishonchlilik - ma’lum bir yuk profilidagi nosozliklar soni;

ISSN 3030-3907

– Resurs intensivligi - kontroller tomonidan jismoniy serverning operativ xotirasidan foydalanish va protsessor yadrolaridagi yuk;
– Miqyoslash - ko‘p tarmoqli boshqarish uchun kontrollerni qo‘llab-quvvatlash.

1-jadval.

Eng keng tarqalgan DKT kontrollerlarining xususiyatlari

Kontroller nomi	Dasuriy til	GUI	Janubiy API	Platformalar	Hamkorlar
ONOS	Java	Veb	OF 1,0, 1,3, 1,5, NETCONF, SNMP	Linux, MAC OS, Windows	ON.LAB, At&T, Ciena, Cisco, Ericsson,Fujitsu, Huawei, Intel, Nec, Sk Telecom
OpenDaylight	Java	Veb	OF 1,0, 1,3–1,5, NETCONF/YANG, OVSDB, PCEP, BGP/LS, LISP, SNMP	Linux, MAC OS, Windows	Linux Foundation
Floodlight	Java	Veb/Java	OF 1,0–1,4	Linux, MAC OS, Windows	Big Switch Networks
NOX	C++	Python + QT4	OF 1.0	Linux	Nicira
POX	Python	Python + QT4	OF 1.0	Linux, MAC OS, Windows	Nicira
RunOS	C++	Veb	OF 1.3	Linux	SPICS
RYU	Python	Veb	OF 1,0, 1,2–1,5 NETCONF, OF-Config	Linux	Nippo Telegraph, Telephone Corporation
Beacon	Java	Veb	OF 1.0	Linux, MAC OS, Windows	Standford University
Maestro	Java	-	OF 1.0	Linux, MAC OS, Windows	RICE, NSF

ISSN 3030-3907

OpenMUL [15]	C	Veb	OF 1.0, 1.3, 1.4, OVSDB, OF-Config	Linux	Kulcloud

DKT kontroller odatda turli tarmoq vazifalarini bajarishi mumkin bo‘lgan "ulanadigan" modullar to‘plamini o‘z ichiga oladi. Asosiy modullarga quyidagilar kiradi: kanalni aniqlash moduli, topologiya moduli, xotira moduli, strategiyani ishlab chiqish moduli, oqim jadvali moduli, ma’lumotlarni boshqarish moduli.

Yana murakkab funksiyalarni qo‘llab-quvvatlaydigan boshqa modullar ham amalga oshirilishi mumkin.

Marshrutlash xizmatini taqdim etish uchun ikkita modul mavjud: topologiya moduli va kanalni aniqlash moduli. Kanalni aniqlash moduli tarmoqdagi jismoniy ulanishlar holatini aniqlash va saqlash uchun javobgardir. Har qanday noma’lum trafik turi OpenFlow domeniga kirganda jarayon kontroller tomonidan ishga tushiriladi. Shunday qilib, kanalni aniqlash moduli tomonidan to‘plangan ma’lumotlar kontrollerda qo‘shni ma’lumotlar bazasini yaratish uchun ishlatiladi. Ushbu ma’lumotlar bazasiga asoslanib, topologiya moduli topologiya ma’lumotlarini yangilaydi va tarmoqdagi marshrutlarni hisoblaydi.

Bugungi kunda juda ko‘p sonli kontrollerlar mavjud, ularning aksariyati ochiq manba va OpenFlow protokolini qo‘llab-quvvatlaydi. Ushbu kontrollerlar dasturlash tillarida, OpenFlow versiyasini qo‘llab-quvvatlashda, ko‘p tarmoqli sifatida ishlatiladigan usullarda va bit tezligida ishlashda farqlanadi. 1-jadvalda eng keng tarqalgan DKT kontrollerlarining xarakteristikalari jamlangan [6].

Xulosa

DKT texnologiyasi an’anaviy tarmoq arxitekturasiga nisbatan sezilarli yutuqlarni taqdim etadi. Uning asosiy g‘oyasi – boshqaruv qatlami va ma’lumot uzatish qatlamini ajratish orqali tarmoqni markazlashgan holda boshqarishdir. Ushbu yondashuv orqali tarmoqlar moslashuvchan, samarali va avtomatlashtirilgan holga keltiriladi. DKT kontrollerlari tarmoqni boshqarishda muhim rol o‘ynaydi. Bugungi kunda DKT innovatsion tarmoq boshqaruvi uchun asosiy texnologiyalardan biri sifatida qaralmoqda. Ushbu ishda DKT yondoshuvi o‘rganildi va keyingi ishlarda OpenFlow protokolining ishlash tamoillarini o‘rganib chiqamiz.

ADABIYOTLAR:

1. Alsmadi I.M., AlAzzam I., Akour M., A Systematic Literature Review on Software-Defined Networking, Information Fusion for Cyber-Security Analytics. SCI, 2017, vol. 691, pp. 333–369.

2. K. Benzekki, A. E. Fergougui, Software - defined networking (SDN): a survey /Security and Communication Networks. – 2016. /– Vol. 9(18). – pp.5803–5833

ISSN 3030-3907

3. A. Ksentini, N. Nikaein, Toward Enforcing Network Slicing on RAN: Flexibility and Resources Abstraction/ in IEEE Communications Magazine, vol. 55, no. 6, pp. 102 - 108, 2017.
4. Xia W., Wen Y., Foh C., Niyato D., Xie H., A Survey on Software-Defined Networking / IEEE Communications Surveys & Tutorials, 17 (1), 27–51, 2015.
5. ONF TR-502 SDN architecture. Elektron resurs: https://www.opennetworking.org/wp-content/uploads/2013/02/TR_SDN_ARCH_1.0_06062014.pdf
6. O. Salman, I. H. Elhajj, A. Kayssi, A. Chehab "SDN controllers: A comparative study", MELECON, pp. 1-6, 2016.

ISSN 3030-3907