ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Изтурган Рахима Ансабекқызы

Шымкент қаласында SDN желісін ұйымдастыру

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5В071900 – «Радиотехника, электроника және телекоммуникация» мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі
техн. ғыл. канд-ы
_____Е. Т. Таштай
«____» _____2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы:« Шымкент қаласында SDN желісін ұйымдастыру»

5В071900 – «Радиотехника, электроника және телекоммуникация» мамандығы

Орындаған: Изтурган Р.А

Пікір беруші
Тұран Университеті, РЭТ каф.,
PhD докторы.,
қауымдастырылған профессор
_____Г. М. Юсупова
«____» _____ 2019 ж.

Ғылыми жетекші
ЭТжҒТ кафедрасының
лекторы
_____ Н.А.Джунусов
«____» _____ 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі,
техн.ғыл.канд.
_____Е.Таштай
«____» _____2019 ж.

Дипломдықжұмысорындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы *Изтурған Рахима Ансабекқызы*

Тақырыбы *Шымкент қаласында SDN желісін ұйымдастыру*

Университет ректорының «16» қазан 2018 ж. № 1162-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты өткізу мерзімі «25» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: SDN және NFV желілерін талдау жүргізу, SDN желісінің сұлбасы, SDN желісінің құрылымының сұлбасы, SDN желісін ұйымдастыру мәселесін негіздеу.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) SDN желілерін талдау;

б) SDN желілерін жобалау және құрылғыларын таңдау;

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс).

SDN желісінің архитектуралық құрылымы, Дәстүрлі желілер мен SDN желілеріндегі дестелерді тарату , OpenFlow маршрутизаторының құрылымы,

Желінің құрылымдық сұлбасы, Маршрутизаторлардың құрылымдық сұлбасы, Свичтердің жұмыс істеу топологиясы.

Ұсынылатын негізгі әдебиет:

1) Гольдштейн Б.С., Зарубин А.А., Саморезов В.В. Протокол SIP.Справочник. – С.-Петербург. “БХВ- Санкт-Петербург”. 2005. 456 с. 2) Олифер В., ОлиферН. Компьютерные сети, принципы, технологии,протоколы — Санкт-Петербург, 2010, 658 с. 3) АО "Казахтелеком" внедряет высокоскоростные IP-услуги на базе оптической магистрали нового поколения Cisco с помощью АМТ-ГРУП// серверNOMAD.2009

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
SDN технологияларын талдау	20.01.2019 - 01.03.2019	орындалды
SDN желісін ұйымдастыру және технологияларды таңдау	02.03.2019-02.04.2019	орындалды
SDN деректерді тарату желісінің параметрлерін есептеу	01.04.2019–15.04.2019	орындалды

Дипломдықжұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа(жобаға) қойған

қолтаңбалары

Бөлімдератауы	Кеңесшілер (аты, әкесініңаты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылау	PhD докторы, ЭТжҒТ каф.сениор-лекторы Смайлов Н.К.		

Ғылыми жетекшісі _____ Н. А. Джунусов

(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Р.А.Изтурган

Күні «___» _____ 2019 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста Шымкент қаласына «Kaspi Bank» бөлімшелеріне корпоративтік телекоммуникациялар желісінің негізінде SDN желісін ұйымдастыру қарастырылған.Сонымен қатарSDN желісін ұйымдастыру сұлбасы келтірілген.

Желіні ұйымдастыру үшін POX–контроллері, бейнеконференцияларды басқару жүйесі және Huawei S12700 коммутаторлары таңдалған.

Сонымен қатар SDN желісінің дәстүрлі желілер мен SDN салыстырылған. Қолданылатын кодектердің және машрутизаторлардың топологиялары көрсетілген.

Бұл жоба Huawei жабдығының негізінде құрылған. Техникалық есептеу бөлімінде SDN деректерді тарату желісінің параметрлері есептелген.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте предусматривается организация сети SDN на базе корпоративной сети телекоммуникаций для отделения «Kaspi Bank» г. Шымкент. Также приведены схемы организации сети SDN.

Для организации сети выбраны POX-контроллер, система управления видеоконференцсвязи и коммутаторы Huawei S12700.

Кроме того, в сети SDN сравниваются традиционные сети и SDN.Показаны топологии используемых кодеков и маршрутизаторов.

Этот проект создан на основе оборудования Huawei. В разделе технического расчета рассчитаны параметры сети передачи данных SDN.

ANNOTATION

This diploma project provides for the organization of SDH network on the basis of corporate telecommunications network for the branch of "Kaspi Bank" Shymkent. Also shows the scheme of the network SDN.

Chains selected by the POS controller, the control system of videoconferencing and switches Huawei S12700.

In addition, the network is SDN compared to traditional networks and SDN.Shows the topology used codecs and routers. This project is based on Huawei equipment. In the section of technical calculation parameters of data transmission network SDH.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ

Заманауи әлемде ақпараттық технологиялар саласындағы бизнес компьютерлік желілердің икемділігі мен масштабталуына қатысты барған сайын үлкен талаптар қоюда. Мысалы, IT нарығының байырғы өкілі AOL компаниясына бір миллион клиентті өзіне тарту үшін 9 жыл уақыт қажет болды, ал DrawSomething сервисіне небәрі 9-ақ күн жеткілікті болды.

Осы жағдайларда корпоративтік желілер мен деректерді өңдеу орталықтары желілерінің негізгі даму беталыстарына мыналар жататынын байқауға болады:

- трафик көлемінің қарқынды өсу және оның құрылымының бейнедеректерді тарату және біріздендірілген комммуникациялар (UC-C) жағына қарай өзгеруі;
- ұялы пайдаланушылар (BYOD) мен әлеуметтік желілерді қолдау қажеттігі;
- үлкен деректерді өңдеуге арналған өнімділігі жоғары кластерлер (BIG DATA);
- бұлттық сервистерді ұсыну үшін виртуалдандыру (CloudBursting).

Осы жағдайларда желі өзінің классикалық түрінде «командалық жол мен конфигурациялық файлдар арқылы басқару) есептеу инфрақұрылымының дамуын тежейтін факторға айналуда. Проблемаларды шешудің, мысалы, желілерді виртуалдандыруға (VLAN, VRF) негізделген классикалық тәсілдері серверлерді және деректерді сақтау жүйелерін виртуалдандырудың даму деңгейіне сай емес. Дәстүрлі желілер ең алдымен статикалық болып келеді және заманауи IT бизнесінің жылдам даму қарқынына сай емес. Дәстүрлі желілерді масштабтаудың мүмкіндіктері ірі бизнестің және сервис провайдерлердің (DeutscheTelekom, Facebook, Google, Microsoft, Verizon және Yahoo) талаптарына сай келмейді, ал дәстүрлі желілердің құрылғыларын үлестірілген түрде басқару тым күрделі және тиімсіз. Ал таңдап алынған желілік өндірушіге байлау келешек қосымшалар мен сервистердің қолдау көретініне кепілдік бермейді, мысалы, естуіміз бойынша Amazon компаниясының желілік жабдығының кезекті апгрейдінің бағасы тоғыз нөлден тұрған. Нәтижесі ретінде желілердің дәстүрлі архитектуралары/дизайндері дамымалы орталарда тиімсіз бола бастайды.

Ақпараттық желілерді құрудың жоғарыда аталған проблемаларды шешуге мүмкіндік беретін жаңа технологиясы немесе әдісі қажет. Мұндай технология бар және оның атауы — SoftwareDefinedNetworking немесе қысқаша SDN.

SDN технологиясының басты мәні желіні басқару деңгейін (networkcontrolplane) деректерді тарату деңгейінен (forwardingfunctions) басқару (маршруттаушыларды, коммутаторларды және т.б.) функцияларын жеке серверде (контроллерде) жұмыс істейтін қосымшаларға көшіру арқылы бөлуге негізделген.

1 SDN технологияларын талдау

1.1 SDN және NFV технологияларының сипаттамалары

Бірқатар сарапшылар желілер саласындағы қазіргі жағдайды «сыни және төңкерістік» деп сипаттауда. Нарықта басымдыққа ие болып отырған жабық шешімдер қосымшаларға арнап «қара жәшіктерді» ұсынуда, ал әртүрлі тендорлардың шешімдерінің үйлесімділігі ең көп дегенде интерфейстердің деңгейінде ғана қамтамасыз етіліп отырады. Желілер шамадан тыс күрделі болып келеді, бұл оларды масштабтау мен басқаруды қиындатады, олардың сенімділігін төмендетеді. Бұл желілердің және оларда жұмыс істейтін қосымшалардың одан әрі дамуын тежейтіні анық.

«Бағдарламалық анықталатын» (немесе «бағдарламалық конфигурацияланатын») желілердің (Software-DefinedNetworking, SDN) және желілік функцияларды виртуалдандыру (NetworkFunctionVirtualization, NFV) тұжырымдамаларының пайда болуының негізгі алғышарттарына ең алдымен деректер трафигінің және желіге жалғанған құрылғылар санының жылдам өсуі жатады.

Бұл жағдайда трафиктің өзі әртекті бола бастаған – егер 1990-шы жылдардың соңында оның негізгі үлесін деректерді тарату жылдамдығын санамағанда, арнаға ерекше талап қоймайтын деректер мен файлдарды тарату міндеті құраған болса, 2000-шы жылдардың ортасына қарай алғашқы орынға сервистің сапасын (QoS) қамтамасыз ету, арнада барынша аз уақыт кідіру (latency) және т.б. мәселелер шықты. Бұл ең алдымен пайдаланушылық трафик құрылымының өзгеруімен байланысты болып келеді, онда нақты уақыттағы коммуникациялар (RealTimeCommunications, RTC) – VoIP, бейнесервистер және т.б. басым бола бастады. Операторларда трафикті динамикалық басым етуге деген нақты қажеттілік туындады. Мысалы, кейбір жағдайларда басымдық ftp-хаттамаға, енді бір жағдайларда SIP-ке және керісінше беріліп отыруы тиіс.

Ұялы байланыс саласында макроұяларды (базалық станцияларды) орналастырудың белгілі бір шегіне жеткеннен кейін олардың қосымша санын орнату радиоқатынау желілерінің (RAN) өткізу қабілеті мен сыйымдылығының елеулі мөлшерде өсуіне әкелмейді, сол себептен келесі кезеңге шағын ұяларды (фемто- және пикоұяларды) қолдану айналуда. Нәтижесінде ірі ауқымды желілерді конфигурациялау күрделі міндетке айналуда және желілерді құру, пайдалану және басқару принциптерін елеулі түрде өзгертуді қажет етуде.

SDN және желілік функцияларды виртуалдандыру (NFV) талдаушылардың пікірінше дәстүрлі желілік өнімдер нарығына нұқсан келтіруде және Cisco, Juniper NetworksиHewlett-Packard сияқты компаниялардың табысты бизнесіне қауіп төндіруде. SDN және NFV технологиялары желінің міндеттерін басқару және анықтау функцияларын қымбат жабдықтан БҚ-ға көшіруде, кейінгісі анағұрлым арзан жаппай шығарылатын жүйелерде жұмыс істеп отыра

алады. Мұндағы мақсат анағұрлым қозғалғыш, программаланатын және автоматтандырылған желілерді құру.

Бағдарламалық-конфигурацияланатын желілердің басты принциптері – деректерді тарату мен басқару процестерін бөлу, желіні басқару функциясын біріздендірілген бағдарламалық құралдар арқылы орталықтандыру, физикалық желілік ресурстарды виртуалдандыру. Желінің логикалық бақылаушысы мен желілік көлік арасында өндірушіге тәуелсіз интерфейсті іске асыратын OpenFlow хаттамасы бағдарламалық-конфигурацияланатын желі тұжырымдамасын іске асырулардың бірі болып табылады және оның тарауы мен танымал етудің қозғаушы күші болып саналады.

Нәтижесінде әртекті трафиктің үлкен ағымдарын таратуға арнап тиімді бейімделіп отыра алатаны икемді, басқарылатын, бейімделген және үнемді архитектура шығуы тиіс.

SDN технологиясының басты идеялары:

- трафиктің өтуі (dataplane) мен сигнал беруді/басқаруды (controlplane) бөлу;
- dataplane деңгейіндегі желілік элементтерді елеулі түрде ықшамадау;
- басқару деңгейі мен деректерді тарату деңгейінің арасындағы жеткізушіге тәуелді болмайтын бірыңғай, біріздендірілген интерфейс;
- желілік операциялық жүйе мен үстінен іске асырылған желілік қосымшаларымен контроллермен іске асырылатын желіні логикалық орталықтандырылған түрде басқару;
- желінің физикалық ресурстарын виртуалдандыру.

SDN негізгі идеяларын Стэнфорд пен Беркли университеттерінің мамандары сонау 2006 жылы әзірлеп қойған болатын және олар ұйытқы болған зерттеулер ірі операторлар мен интернет компаниялардың (Google, DeutscheTelekom, Facebook, Microsoft, Verizon және Yahoo) қолдауына ие болды. Нәтижесінде 2011 ж. наурызында OpenNetworkingFoundation (ONF) консорциумы құрылды, оның құрамы жылдам кеңейе бастады, 2013 жылы оның құрамына 100 астам компания кіретін болды, оның ішінде Brocade, Citrix, Oracle, Dell, Ericsson, HP, IBM, Marvell, NEC, VMware және т.б. ONF консорциумы ең алдымен контроллердің желілік құрылғылармен өзара іс-қимылын іске асыратын OpenFlow хаттамасын дамытуда, алайда бұл ұйымның бірқатар мүшелері анағұрлым әмбебап спецификацияларға мүдделі болуда. 2013 ж. сәуірінде Cisco, Citrix және IBM компаниялары OpenDaylight.org құрылымын құрды, оның мақсаты – бос БҚ-ға негізделген жалпыға қолжетімді ашық SDN стандартын шығару.

Осылайша, SDN ресурстарды анағұрлым тиімді пайдалану және желілік сервистерді басқаруды автоматтандыру мақсатында желіні басқару мен тасымалдау атты екі жазықтықты бөлуге және нәтижесінде үлестірілген желіні басқаруды орталықтандыруды қамтамасыз етуге тырысуда. NFV технологиясына келетін болсақ, ол желі ішіндегі желілік сервистерді желілік функцияларды (мысалы, DNS, кэширлеу және т.б.) аппараттық қамтуды іске асырудан бөлу арқылы оңтайландыруға бағытталған. NFV бағдарламалық қамтуды әмбебап етуге, желі мен қызметтердің жаңа функцияларын енгізуді

тездетуге мүмкіндік беріп және бұл жағдайда өрбітіліп қойған желілік инфрақұрылымнан бас тартуды қажет етпейді деп саналады.

Ұялы байланыс желілеріне қатысты алғанда виртуалдандыру, атап айтқанда C RAN – радиоқатынаудың бұлттық (Cloud) немесе орталықтандырылған (Centralized) желісі тұжырымдамасына негізделген. Бұл жағдайда радио ішкі жүйе (remoteradioheads, RRHs) мен антенналар базалық станцияның (basebandunits, BBUs) былайша атағанда basestationhotel-де орналасқан негізгі блоктарынан (басқару модульдерінен) ажыратылып және оптикалық-талшықты кабель арқылы RRHs блоктарымен жалғанады. Осылайша, операторлар бұлтта базалық станцияның сигналды цифрлық өңдеу, синхрондау, басқару, статситиканы жинау және т.б. үшін жауап беретін функционалын жайғастыру арқылы радиоқатынаудың бұлттық желілерін NFV принципі бойынша құрып отыра алады. Радиоқатынаудың бұлттық және виртуалды желілерінің мұндай типі күштердің орналасуын ИТ-вендорлардың пайдасына қарай ығыстыруы мүмкін екені жоққа шығарылмайды.

SDN гипервизор немесе виртуалды машина серверлерге немесе үстелүсті ДК-ларға арнап қалыптастырғандай желіге арнап виртуалды деңгейді қалыптастырады. OpenFlow хаттамасы SDN бағдарламалық қамтуға желінің тиісті элементтерімен — маршруттаушылармен және коммутаторлармен ашық API арқылы өзара әрекеттесіп отыруға мүмкіндік береді. Бағдарламалық-конфигурацияланатын желідегі дестелердің жолы өндірушілердің жабдықтарымен және оларға «жазылған» деректерді өңдеу ағымдарын өңдеу алгоритмдерімен емес, софтыдағы арнайы басқару контурмен анықталады.

Желінің виртуалданған функциясы бір немесе бірнеше машинада жұмыс істеп отыруы мүмкін. Сол арқылы сервистер «темірдің» өзіне сезімтал емес болып шығады. Бұл стандарттық серверлер, сақтау жүйелері, ауыстырып-қосқыштар болуы мүмкін. NFV бұдан бұрын тек аппараттық шешімдер түрінде қолжетімді болған сервистерді бағдарламалап отыруға мүмкіндік береді.

Wikipedia-да берілген анықтамаға сәйкес:

Бағдарламалық-конфигурацияланатын желі (SDN ағылш. Software-definedNetworking, сондай-ақ бағдарламалық-анықталатын желі) — өзінде желіні басқару деңгейі деректерді тарату құрылғыларынан бөлектеңген және бағдарламалық түрде іске асырылатын деректерді тарату желісі, есептеу ресурстарын виртуалдандыру түрлерінің бірі.

Осы анықтамаға толық түсіндірме беріп кетейік. Заманауи желілік құрылғыны (роутер бола ма, коммутатор бола ма, маңызды емес) қарайтын болсақ, ол тәтті бәліш сияқты үш компоненттен тұрады.

Басқару деңгейі – бұл CLI, қоса орнатылған веб-сервер немесе API және басқару хаттамалары. Бұл деңгейдің міндеті құрылғының басқарылуын қамтамасыз ету.

Трафикті басқару деңгейі – бұл түрлі алгоритмдер және функционал, кейінгісінің міндеті трафиктің өзгеруіне автоматты түрде ден қойып отыру, яғни ол құрылғының зияты.

Трафикті тарату – деректерді физикалық таратуды қамтамасыз ететін функционал, микросұлбалар мен желілік дестелердің деңгейі.

Интернетке қосылған құрылғылар санының көбеюі, ақпарат көлемінің экспоненциалды түрде артуы, бұлттық технологиялардың дамуы, BYOD, үлкен көлемдегі деректер сияқты заманауи беталыстар корпоративтік телекомды лезде өзгертуде. Желілік трафиктің көлемі артуда, және бизнестің ірі ауқымды желілерді конфигурациялап отыру қажеттігі жиі түрде туындап отырады.

Бұл міндетті бағдарламалық-конфигурацияланатын желілердің SDN (Software-DefinedNetworking) және желілерді функционалды виртуалдандыру NFV (NetworkFunctionVirtualization) технологиялары жеңілдете алады, олар желілік элементтерді реттеліп отырған БЖ-ның бақылауына көшіруге, оларды барынша зиятті етуге, оларды басқаруды жеңілдетуге мүмкіндік береді.

Желілерді дәстүрлі түрде басқару әдетте желіге жалғанған әрбір құрылғыны жеке-жеке реттеп отыруды қажет етеді. Мысалы, бірнеше Cisco коммутаторларында жергілікті желінің виртуалды бөліміне қатынауды бақылау тізімін (VLAN accesscontrollist) конфигурациялау шарасыз түрде оның әрқайсысына еніп отыруды және қажетті реттеулерді орындауды тудырады. Мұндай әдіс бұрында сәтті түрде жұмыс істеп тұрған, алайда ол ұйымдар желіге қызметкерлер алып келген құрылғыларды және көптеген бұлттық сервистерді қосып енгізген кезде елеулі уақыт шығынын қажет етуі мүмкін.

SDN көмектесе алады, себебі желіні басқарудағы мақсат – түрлі құрылғылардың (компанияның, қызметкерлердің, сондай-ақ түрлі өндірушілердің құрылғылары бола ма, мұнысы маңызды емес) желілерге жалғанып және әрбір жалғанған кезде олардың ресурстарын «кім-не-қайда-қалай-неліктен» принциптеріне негізделген шектеулермен пайдаланып отыруға мүмкіндік беру. Бұл барлық құрылғылардың арасында үнемі түрде саясаттарды қолданып отыруды қажет етеді. Алдағы уақытта саясаттарды өзгертіп отырған әкімгер бар уақытын әрбір құрылғыда жекелеп өзгертулер жасап отыруға жұмсауға мәжбүр болмайды және бұл өзгерістер бүкіл кәсіпорын бойынша келісілген болуы тиіс. SDN жүйесінің рөлі мінеки осыған негізделген. Олар барлық желідегі өзгертулерге жалғыз басқару консолінен рұқсат берумен, желілерді келісілген, салыстырмалы түрде жылдам басқару мүмкіндігін ұсынады.

Сондай-ақ, тағы бір маңызды жағы желілерді виртуалдандыру механизмі емін-еркін бағдарламалық қамтудың негізінде құрылған, бұл желілік әкімгерлерге деректердің үлкен ағымдарын бір консольден жылдам әрі тиімді басқарып отыруға мүмкіндік береді.

Виртуалдандыру сервер өндірушілердің бизнесін қиратады: бүгінде жаңа қосымшаға арнап жаңа сервер сатып алудың мәні жоқ, сол себептен темірдің бағасын қымбаттатуға болмайды. железа уже нельзя повышать. Өндірушілерге жаңа табыс көздерін іздестіру қажет, мысалы, өз өнімдерін виртуалдандыруға арнап бейімдеген дұрыс болады, және бүгінде көптеген компаниялардың өнімдері бастапқыдан-ақ гипервизорлардың жұмысына арнап оңтайландырылған. SDN пайда болған уақыттан бастап дәл осындай жағдай желілік жабдық нарығында да байқала бастайды — желілік виртуалдандыру бұлттарды дамыту үшін іргелі болып табылатын оларды масштабтауға қатысты шектеуді алып тастауға арналған. Бір ДБО шегінде орналасқан бірнеше

кластердің ішінде желілерді әлі де қолмен басқарып отыруға болады, алайда мұндай кластерлердің саны көп болып және олар аймақтық тұрғыдан шашырап орналасқан жағдайда міндет көп мәрте ауырлай түседі. Әңгіме әртүрлі ДБО-лардың өзара іс-қимылын ұйымдастыру жайлы болып отырса, бұл деген Cisco компаниясына арналған өріс.

SDN желілік жабдықтарды өндірушілердің алдына бұлттармен жұмыс істеудің жаңа сценарийлерін қолдау бойынша жаңа міндеттер қоюда, мысалы, көптеген дестелерді ұзақ қашықтықтарға беріп отыру мүмкіндігін қамтамасыз ету. Сонымен қатар, VMware аппараттық қамтудың өндірушілеріне тәуелсіз болып келетін желілік жабдықты виртуалдандыру жүйелерін шығарып отыруды жоспарлауда.

Маршрутизаторлар мен коммутаторларды басқарудың фирмалық панельдері — пайдаланушыларға арналған қара жәшіктер, ал SDN панельдерді OpenFlow сияқты ашық хаттамалар арқылы үшінші фирмалардың бағдарламалары тарапынан қашықтан қатынау үшін ашық етумен, оларды әлеуеттік тұрғыдан айналып өтуге мүмкіндік береді. Бұл жағдайда өткізу қабілеті ақсап қалуы мүмкін, алайда ендігі уақытта бұл соншалықты маңызды емес – бүгінде желілерді шектелмеген түрде масштабтау, олардың оқшауламасын шешу мүмкіндігі, басқарудың айқын құралдары және сенімділік анағұрлым маңызды болып табылады. Бұлттарды құру қызықтыратын кез келген ұйым желілерді виртуалдандыру технологиялары мен SDN-ға үңіле қарауы тиіс. Жақын бес жылда желілік жабдықтардың барлық өндірушілері өз шешімдерін SDN-ға арнап бейімдейтін болады, ал тағы жеті-он жыл шамасында бағдарламалық-анықталатын желілері әдеттегі практикаға айналмақ.

SDN желісінің қауіпсіздігі және қорғау

Желінің жаңа мүмкіндіктері және жаңа өрбітулері қателер мен тәуекелдерді тудыруы мүмкін, олар бұрын-соңды болмаған қауіп-қатерлерге есік ашады немесе оларды бұрынғысынан күрделі етеді. Мысалы, бір конфигурацияда бір SDN контроллердің провайдері басқа провайдердің свитчтеріне тікелей қатынау және оларды манипуляциялау мүмкіндігіне ие болуы мүмкін.

SDN желісінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін келесі іс-шаралардың орындалуын қамтамасыз ету керек:

- Трафик пен ресурстарды оқшаулау. Ақпаратты нақты уақыт режимінде бір тұлғаның басқаруы мен бақылауы өзгелерден толығымен оқшауландырылған болуы қажет.

- A-CPI мен I-CPI жүйелеріндегі интерфейстің қауіпсіздігі. Қосымшалармен A-CPIs арқылы байланысумен қатар контроллер контроллердің жоғарғы қабатын басқарып немесе тура сол сатылық дәрежелік деңгейде басқа контроллермен бірлесіп жұмыс істеп отыруы мүмкін. Осы интерфейстер арқылы қорғаныстың болмауы SDN желідегі шабуылдарға әкеп соқтыруы мүмкін.

1.2 SDN желісінің құрылымы

SDN мен NFV желілердің конфигурациясын жеңілдетуге, желілер мен сервистерді сұрату бойынша масштабтауға, желіні басқаруды автоматтандыруға, физикалық инфрақұрылымның қуаттылығын виртуалды инфрақұрылымды қабаттастыру арқылы арттыруға, CAPEX және OPEX азайтуға, ал келешекте бизнесті ағымдағы міндеттерге арнап жылдам қайта конфигурациялап отыруға мүмкіндік береді, SDN желісінің аржитектуралық құрылымы 1.1 суретте келтірілген.

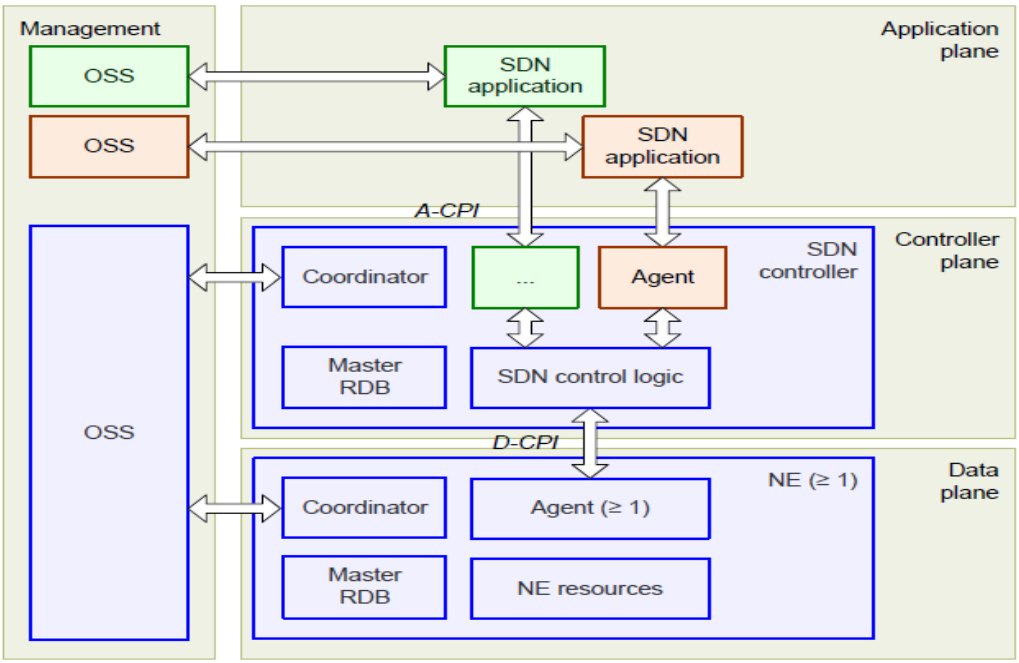
Алғашқы ірі SDN желісі 2012 жылы Google компаниясымен өзі әзірлеген коммутаторлардың негізінде іске асырған болатын. Осылайша, ол дәстүрлі операторлар қолданатын шешімдерге тән шектеулерді жойған болатын. Трафик ДӨО-лардың арасында бағытталып отыратын, себебі бұл ағымдағы сәтте ыңғайлы әрі тиімді болатын. Google компаниясымен қатар SDN технологиясын NTT, Pertino, AT&T, TelecomItalia фирмалары мен өзге де бірқатар компаниялар қолданады.

SDN, NFV және бұлттарды енгізудің екі стратегиялық бағыты қалыптасуда. Алғашқысы желінің тиімділігін және қызметтердің икемділігін арттырумен байланысты. Басты мақсат – желіні пайдаланудың бағасын азайту және нарыққа шығу уақытын қысқарту. Екіншісі жаңа бизнес-мүмкіндіктерді үйлестіруден артықшылықтарға ие болуға бағытталған. Мұндағы мақсат басқа – жаңа сараланған бұлттық сервистерді қалыптастыру және олардың сұраныстың ағымдағы профиліне байланысты болатын серпінді түрде ұсынылуы. Алғашқы жолмен германиялық DeutscheTelekom және испаниялық Telefonica сияқты компаниялар, екінші жолмен жапондық NTT және американдық AT&T компаниялары келеді.

SDN бағдарламалық-анықталатын желілердегі (software - defined networking) қауіпсіздікті қамтамасыз ету тұрғыларын классикалық IP-желісімен салыстырмалы талдаудың екі айрықша ерекшелігі бар. Біріншіден, SDN желісі желілік жабдықты басқару (трафикті қалай өңдеу керектігін шешетін) мен деректерді таратуды басқаруды (трафикті желілік жабдықтармен іске асырылып отырған шешімдерге сәйкес бағыттап отыратын) бөледі. Екіншіден, SDN басқару деңгейлерін біріктіреді, яғни бір басқару бағдарламасы деңгейдегі деректердің бірнеше элементтерін бақылайды. SDN басқару деңгейі айқын белгіленген API құралы арқылы желілік жабдықтардың (яғни, роутерлер, свитчтер және басқа да бағдарламалық-аппараттық элементтер) элементтеріндегі күйлерге тікелей бақылау жүргізеді. OpenFlow – осындай API құралының мысалы. OpenFlow құралының свитчі дестелерді өңдеудің бір немесе бірнеше кестелеріне ие. Әрбір ереже трафиктің кіші жиынына сәйкес және трафик бойынша ережеге сай белгілі түрдегі іс-қимылдарды орындап отырады; іс-қимылдар күшін жоды (dropping), қайта жіберуді (forwarding), немесе флудинг (flooding) әрекеттерін қамтиды. Контроллердің қосымшасымен белгінген

ережелерге қарай, OpenFlow свитчі өзін маршрутизатор, коммутатор, желіаралық экран, желілік адрестерді түрлендіргіш немесе орташа құрал ретінде ұстап отыруы мүмкін. SDN желіні басқаруды жеңілдетіп және жаңа мүмкіндіктердің өрбітілуін ұсыну үшін басқару деңгейі мен деректер деңгейін нақты бөлуді қолданатын бұрынғы телефондық желілердің идеяларын қайта қарастырып отырады. Дегенмен де, OpenFlow сияқты ашық интерфейстер контроллер мен қосымшалардың платформаларында телефондық желі қызметтерінің тар тобына арналған жабық желілерде мүмкін болатын инновациялардан көбірек инновацияларды қамтыған.

SDN үлгі (1.1 сур.) қосымша деңгейінен, желілік жабдықтың деңгейінен және деректер деңгейінен құралады. Желілік коммутаторлар қайта адрестеудің қарапайым құрылғыларына айналуда, ал басқару логикасы логикалық орталықтандырылған контроллерде іске асырылған. SDN контроллер деректер ресурстарын D-CPI (Data-controller plane interface) арқылы басқарады. A-CPI (Applicationcontroller plane interface) қосымшалар мен контроллердің арасындағы байланысты іске асыру үшін қолданылады, және басқару функциясы басқару интерфейсі арқылы оркестрленеді. Мұндай конфигурация көп пайдаланушылық қосымшаларды қолдап отыра алады.

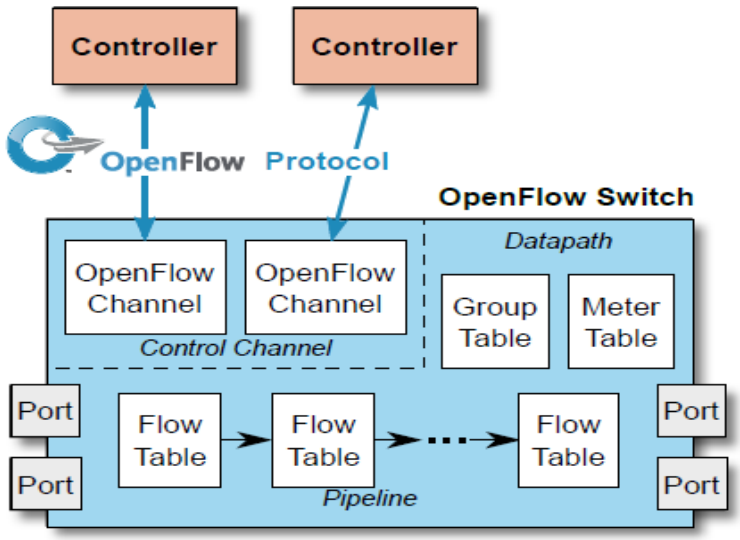


Сурет 1.1 –SDN желісінің архитектуралық құрылымы

Дәстүрлі желілерге қарағанда SDN желілерінде маршрутизатор тек тарату функцияларын атқарады. Дәстүрлі желілер мен SDN желілеріндегі дестелерді таратудың айырмашылығы 1.2 сур. көрсетілген.

Сурет 1.2–Дәстүрлі желілер мен SDN желілеріндегі дестелерді тарату

OpenFlow маршрутизатор
OpenFlow маршрутизаторының құрылымы 1.3 сур. келтірілген.



Сурет 1.3 – OpenFlow маршрутизаторының құрылымы

OpenFlow маршрутизаторы ағымдардың бір немесе бірнеше кестесінен (flow - table), топтық кестеден (group-table) және OpenFlow 9 (OpenFlow channel) арнасынан құралады. Маршртизатор контроллермен OpenFlow хаттамасы арқылы хабарламалармен алмасып отырады. OpenFlow хаттамасының көмегімен контроллер кестелердегі ағымдарын жазумен келесі іс-қимылдарды орындайды:

- қосып енгізу;
– жаңарту;
– жою;

Ағымдар кестелерінде жазбалардың жиындары көрсетілген; жазбалар салыстыру жолдарымен (matching fields), санауыштармен және жолдары сәйкес келген дестеге қолданылатын нұсқаулықтар жиынымен белгіленіп отырады.

Тарату кезінде дестелердің тақырыптары жазбаларды салыстыру жолдарымен басымдық тәртібімен салыстырылып отырады (priority – салыстыру жолдарының бірі). Егер сәйкес келетін жазбалар табылған болса, дестеге сол жазбамен ассоциацияланған нұсқаулықтар қолданылады. Егер бірде-бір жазба табылмаса, онда дестe алынып тасталады немесе талдап шешім қабылдау үшін контроллерге беріледі. Тиісті жазбалардағы нұсқаулықтар не дестеге қатысты қолданылатын іс-қимылдарды қамтып және қайта жіберу ережелерінің өзін белгілейді, не ағымдардың келесі кестелерінде дестені әрі қарай өңдеуді белгілейді (конвейерлік өңдеу). Конвейерлік өңдеу арнайы метадеректерді қосымша қайта таратумен, дестенің талдауын бір кестеден екіншісіне таратып отыруға мүмкіндік береді. Өңдеу тиісті нұсқаулықтарда келесі кестеге қайта тарату командалары болмаған кезде аяқталады: бұл сәтте дестені модификациялау, “жиналып қалған” іс-қимылдар орындалады. Осындай үлгінің арқасында OpenFlow коммутатор қарапайым коммутатор, маршрутизатор, желілік экран және басқа желілік құрылғы ретінде қызмет етіп отыруы мүмкін.

OpenFlow хаттамасының қауіпсіздігі

OpenFlow хаттамасына қатысты қауіп-қатерлерді / шабуылдарды екі санатқа бөлуге болады: сыртқы және ішкі. Ішкі шабулыдар получают привилегии изменять реализацию протокола OpenFlow хаттамасын іске асыруды өзгерту басымдығына ие болады немесе байланысқан анықтамалық деректерге қатынау мүмкіндігіне ие болады, ал артынша сол басымдықты жүйе қауіпсіздігі шекарасының ішінен зиянкестік қызметін орындау үшін пайдалануға тырысады.

Сыртқы шабуыл кезінде келесі іс-қимылдар орындалып отыруы мүмкін:

- Деректерді/басқару хабарламаларымен алмасуды пассивті түрде жасырын тыңдап отыру.

– Man-in-the-Middle (MITM) шабуылдарды, DOS / DDoS- шабуылдарды, немесе жанама арналар арқылы шабуылдарды орындау, деректерді жаңғырту хабарламаларды басқару немесе SDN желісінде жалған деректерді / бақылау хабарламаларын енгізіп отыру.

1.3 Дәстүрлі желілер мен SDN желісін салыстыру

Белсенді желілер

Белсенді желілер программалаудың алдын-ала көзделген (немесе API) интерфейсі арқылы басқару желісін бақылауға деген түбегейлі көзқарас болып табылады, бұл жеке желілік тораптардағы ресурстарды (мысалы, дестелер кезегін өңдеу, сақтау) торап арқылы өтетін дестелердің кіші тобына жүгініп отыруға мәжбүрлейді.

Белсенді желілер программалаудың екі үлгісін көздейді:

- капсула үлгісі, мұнда тораптарда орындауға арналған код деректер дестелеріндегі жолақта жүргізіліп отырады.

- маршрутизатордың / ауыстырып-қосқыштың программаланатын үлгісі, мұндай тораптарда орындауға арналған код кезектен тыс механизмдерден құрылған болатын.

Капсула үлгісі белсенді желілермен анағұрлым байланысты бола бастады. Капсулалар деректер дестелерінде кодты орындаумен, деректер деңгейінің жаңа функцияларын орындауды ескереді (бұдан бұрынғы жұмыстағыдай дестелік радиобайланыс арқылы) және кодты таратудың тиімділігін арттыру үшін кэштеуді қолданады.

Әдеттегі маршрутизаторлар желілік жабдықтарды басқару мен деректерді таратуды басқарудың арасындағы тығыз ықпалдасуды іске асырады.

Мұндай байланыс конфигурацияны реттеу және маршруттаудың іс-қимылын бақылау сияқты желіні басқару міндетін қиындатты.

Бұл міндеттерді шешу үшін деректерді ажыратып және деңгейлерді бақылап отыруға үшін түрлі шешімдер пайда бола бастады.

Келесі жаңалықтар енгізілді:

- деректерді басқару мен таратудың арасындағы ашық интерфейс, яғни ForCES (Forwarding and Control Element Separation) IETF стандартталған интерфейс және Linux жүйесіндегі өзек деңгейіндегі қайта адрестеу пакеттерінің Netlink әрекеттілік интерфейсі.

- Желіні логикалық орталықтандырылған түрде басқару, RCP (Routing Control Platform) көрсеьілгендей және SoftRouter архитектура, сондай-ақ IETF құралындағы PCE (Path Computation Element) хаттама.

Мұндай жаңалықтар ISP желісіндегі маршруттауды басқару технологияларына арналған сала талаптарымен туындалған болатын.

Деректердің деңгейлерін және басқаруды ажыратуға арналған кейбір бастапқы ұсыныстар да академиялық топтардан ATM мен белсенді желілерге келді.

Белсенді желі бойынша бұрынғы зерттеулермен салыстырғанда, бұл жобалар жалпы алғандағы және желілік әкімгерлерге арналған (түпкілікті пайдаланушылар мен зерттеушілерге емес) инновацияларға баса көңіл бөлумен, желіні басқарудың; басқару деңгейіндегі (деректер деңгейін емес) программалаудың; және барлық көрінімділік желісі мен бақылаудың (құрылғы деңгейіндегі конфигурация емес) өзекті проблемаларын шешуге бағытталған.

Желіні басқару қосымшалары маршруттауды жоспарлы түрде өзгерту кезіндегі уақытша іркілістерді барынша азайтумен, клиенттік желілерге трафиктің ағымына және күдікті трафикті қайта бағыттау немесе жоюға қатысты үлкен бақылау ұсынумен, трафиктің ағымдағы жүктемесінің негізінде ең жақсы жолдарды таңдауды қамтиды. Кейбір басқару қосымшалары ескірген операциялық маршрутизаторлар қолданылатын ISP желілерде, сонымен бірге 1-деңгейдегі магистральдік желінің AT & T жүйесінде клиенттердің виртуалды жеке желілеріне арнап қосымша қызметтер ұсынатын IRSCP (басқаруға қызмет көрсету нүктесінің интеллектуалды бағыты) орналасып отырған. Осы уақыт ішінде жұмыстың басым бөлігі бір провайдер шегіндегі маршруттауды басқаруға шоғырланғанымен, кейбір жұмыстар бірнеше әкімшілік домендердің

арасындағы маршрутты икемді басқарып отыруға мүмкіндік беретін әдістерді ұсынады.

Виртуалдандыру желісі

Виртуалдандыру желісі (физикалық желінің логикалық желі тұрғысынан абстракциялануы) SDN жүйесін қажет етпейді. Дәл сол сияқты SDN жүйесі желіні виртуалдандыруды қажет етпейді.

SDN және виртуалдандыру желілері келесі негізгі әдістермен байланыстырылады:

- Бұлттық есептеулер виртуалдандыру желісін көрінетін жерге қойды, себебі провайдерге бірнеше клиенттерге бөлісуге мүмкіндік беру әдісі қажет. NVP желілік инфрақұрылымы (Network Virtualization Platform – желіні виртуалдандыру платформасы) мұны негізгі желілік жабдықтан ешқандай қолдауды талап етусіз ұсынады. Желіні қабаттастыру қолданылады, бұл бір виртуалды маршрутизатордың жалға алушысына виртуалды машинаға жалғануға мүмкіндік беру үшін қажет.

- SDN басқару қосымшаларын деректердің негізгі деңгейінен ажырату қабілеті SDN басқару қосымшаларын оларды әрекеттегі желіде өрбітудің алдында виртуалды ортада тексеріп және бағалауға мүмкіндік береді.

Mininet желісі бірнеше виртуалды OpenFlow свитчтерді, желілік түзілімдерді және SDN контроллерлерді әрқайсысын тура сол физикалық (немесе виртуалды) машинада бірыңғай процесс ретінде виртуалдандыруға негізделген процесті пайдаланады.

Процестік виртуалдандыруды қолдану Mininet-ке желіні бір машинадағы жүздеген тораптар мен свитчтермен эмуляциялап отыруға мүмкіндік береді. Мұндай ортада зерттеуші немесе желі операторы басқару логикасын дамытып және оны өндірістік деректердің деңгейлерін толық ауқымды эмуляциялауға қатысты оңай тексере алады; басқару деңгейі бағаланып, тексеріліп және реттелгеннен кейін оны нақты өндірістік желіде өрбітуге болады.

Әдеттегі виртуалдандыру желілерінде маршрутизатор немесе коммутатор күрделілене түседі, себебі әрбір виртуалды компонент бағдарламалық қамтуды басқару деңгейінің өзіндік данасын әзірлеуі тиіс. FlowVisor жүйесі трафиктің өндірісін арқалайтын тура сол физикалық жабдықтың жоғарғы бөлігіндегі желіні зерттеуге арналған сынақтық тақшаны қолдап отыруға мүмкіндік береді. Басты идея кеңістік ағымының трафигін бөлуге негізделген, мұндағы әр бөлшек желілік ресурстардың үлесіне ие және басқа SDN контроллерімен басқарылады.

Mininet компьютерлік желінің эмуляторы

Mininet – Linux ортасындағы компьютерлік желінің эмуляторы. Mininet виртуалды OpenFlow желілерді - контроллерлерді, ауыстырып-қосқыштар мен хостыларды бір нақты немесе виртуалды компьютерде құрып отырады. Бағдарламалық-анықталатын желілерді жылдам құрып, өзара әрекеттесіп және реттеп отыруға мүмкіндік береді.

Әрбір операциялық жүйе есептеу ресурстарын процестің абстракциясын қолданумен виртуалдандырып отырады. Mininet желісі виртуалдандыруға негізделген процесті ОЖ бір өзегінде көптеген хостылар мен свитчтерді іске қосу үшін қолданып отырады. Mininet свитчті, контроллерді басқару үшін өзекті

немесе OpenFlow пайдаланушылық кеңістігін құрып отыра алады, үлгіленетін желі бойынша байланысты ұйымдастырады. Mininet желісі коммутаторлар мен хостыларды виртуалды Ethernet жұптарды қолданумен құрып отырады. Қазіргі кезде Mininet желісі тек қана Linux жүйесін қолдайды, алайда келешекте ол Solaris немесе FreeBSD сияқты басқа операциялық жүйелерді қолдап отыруы мүмкін.

mininet желісіндегі жобалау

mininet желісінде виртуалды желіні құру жұмысын топологиядан бастау керек. Барлығы желі топологияларының төрт негізгі типін құруға болады:

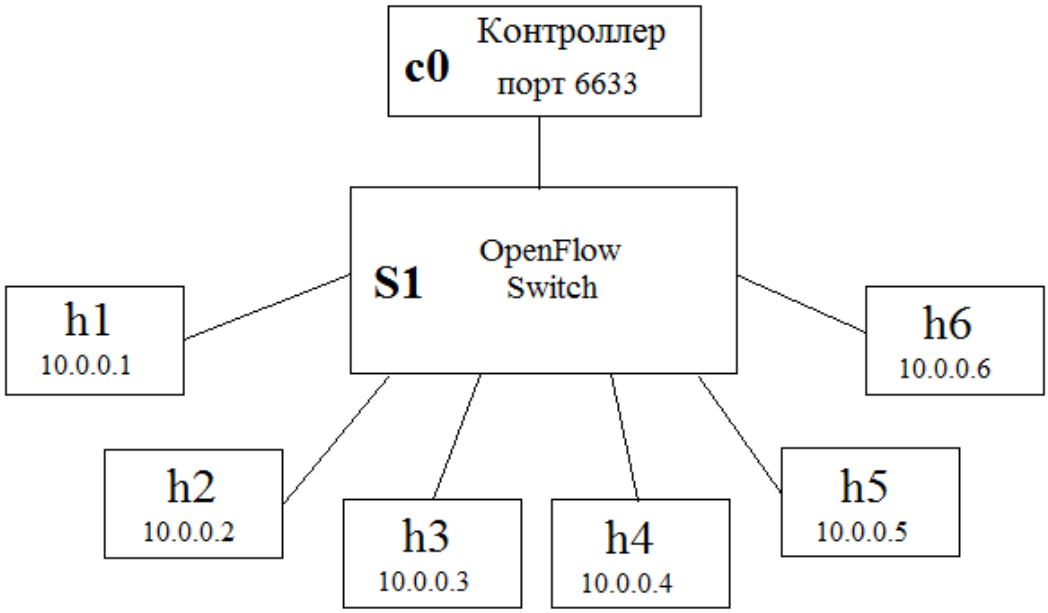
1) Minimal – топологияның ең қарапайым түрі, үнсіз келісім бойынша қолданылады. Мұндай жағдайда бір OpenFlow свитчке жалғанған 2 хост құрылады;

2) Single – хостылардың санын өзіңіз таңдай аласыз, барлығы бір коммутаторға жалғанған;

3) Linear – барлық хостылар өз свитчтеріне жалғанған. Командамен беріледі;

4) Tree – бәйтерек тәрізді топология. Параметрлер ретінде свитчтердің сатылық дәрежелігінің тереңдігі (depth), сондай-ақ оларға жалғанған хостылардың (fanout) саны көрсетіледі.

Біздің жағдайда жеке (single) топология қолданылады (1.4 сурет).



Сурет 1.4 – Желінің құрылымдық сұлбасы

SDN желісін ұйымдастырғаннан кейін тораптардың арасынан өтетін трафикті қорғау қажеттігі туындайды. Ол үшін желіге желіаралық экранды қолдану керек, сол арқылы дестелерді тарату ережелерін белгілейтін боламыз. Мұндай желіаралық экран белгілі бір компьютерлермен қосылыстарды бұғаттайтын болады [2,3].

SDN желісінде трафикті басқару контуры желінің құрылғылары мен элементтерінен (физикалық немесе виртуалды) арнайы БҚ орталықтандырылған деңгейіне ауысады.

Операторлардың пікіріне сүйенсек, SDN желісіне қатысты қызығушылық желілік жабдықтың тиімділігінің артуымен, шығындардың азаюымен, желілік қауіпсіздіктің артуымен және жаңа сервистерді бағдарламалық түрде әзірлеп және оларды желілік жабдықтарға жедел түрде жүктеп отыру мүмкіндігін ұсынумен байланысты болып келеді.

SDN гипервизор немесе виртуалды машина серверлерге немесе үстелүсті ДК-ларға арнап қалыптастырғандай желіге арнап виртуалды деңгейді қалыптастырады.

OpenFlow хаттамасы SDN бағдарламалық қамтуға желінің тиісті элементтерімен — маршруттаушылармен және коммутаторлармен ашық API арқылы өзара әрекеттесіп отыруға мүмкіндік береді.

SDN желідегі дестелердің жолы өндірушілердің жабдықтарымен және оларға «жазылған» деректерді өңдеу ағымдарын өңдеу алгоритмдерімен емес, БҚ-дағы арнайы басқару контурмен анықталады

SDN/NFV нарығын дамытудың негізгі драйверлеріне мыналар жатады:

а) күрделі және операциялық шығындардың, желіні иеленудің жиынтық бағасының азаюы.

Ұялы байланыс жағдайында CAPEX желісіндегі үнемнің мөлшері оператор жеткілікті түрде дамыған оптикалық-талшықты желіге ие болып отырған жағдайда ерекше елеулі болып келеді.

Бұл жағдайда компания C-RAN қолдану кезіндегі күрделі шығындарды 60% дейін қысқарта алады. Олай болмағанда CAPEX желісіндегі үнемі шамамен 30% құрамақ.

CAPEX желісін қысқарту көбінеки базалық блоктарды (BBUs) азайтудың есебінен орын алады. OPEX желісінде азаюы дәл сол себеппен, яғни төмен энергия тұтыну мен қызмет көрсету шығындарының азаюы есебінен орын алады. ChinaMobile компаниясының баға беруіне сәйкес, радиоқатынаудың бұлттық желілері түріндегі «жасыл» баламасы электркуатына қатысты шоттарды дәстүрлі желілермен салыстырғанда 71%-ға азайтады.

NEC деректеріне сәйкес, NFV тұжырымдамасы шеңберінде виртуалдандырылған дестелік өзекті (vEPC) ендіру ұялы байланыс операторына иеленудің жиынтық құнын елеулі мөлшерде төмендетуге мүмкіндік береді .

Виртуалды (софтверлік) экожүйе «классикалық» желіге қарағанда, бастапқыдан-ақ анағұрлым жоғары дәрежеде программаланатын болып келеді.

Бұл мүмкіндік сервисті жылдам ендіріп және бейімдеуге және қазіргі кезде орын алып отырған middleboxes тұжырымдамасынан – оператордың желісіндегі тиісті қызметті іске асырып отырған бағдарламалық-аппараттық құралдардың орасан зор көп санына тездеп алыстап кетуге мүмкіндік береді деп күтілуде.

Сонымен бірге, SDN желісінің дамуын тежеп отырған негізгі факторлардың бірі – бірыңғай стандарттың болмауы және өзінің SDN желісінің негізгі принциптеріне мүлде кереғар болуына қарамастан, бірқатар вендорлардың нарыққа «өзінің» шешімін күштеп ұсынуы. Нәтижесінде SDN

желісінде түсініксіз жайттар әлі көп және бағдарламалық-конфигурацияланатын шешімдердің әлеуетті тұтынушылары осы салада сәтті ірі жобалардың пайда болуын қадағалаумен, күту бекінісін алған.

SDN бағытының дамуына ықпал ететін жалпы мақсаттар:

- VPN құрудың, өткізу жолағын үлестірудің және желі сегменттерін бөлудің икемділігі;
- пайдаланушыларға стандарттық желілік қимаүлгілерді таңдап отыруға мүмкіндік беретін интерфейстер;
- жүйелердің интерфейстерін құру;
- істен шыққан қосылыстарды жылдам анықтау және айырбастау;
- пайдаланушы мен сыртқы әлем арасындағы мықты брандмауэр;
- желіні басқаруға адам-сағаттың елеулі мөлшерде қысқаруы;
- шешіліп отырған міндеттер мен трафиктің көлеміне сәйкес автоматты түрде масштабтау.

SDN желісінің экономикалық әсеріне негіздеме беру әлі де өнердің бір түрі болып табылады. Жоғары қауіпсіздік деңгейі немесе өзгертулерді енгізу талабына анағұрлым жылдам түрде ден қою сияқты материалдық емес заттарды сандық өлшеу – қиын іс. Нәтижесінде барлық назарымызды желі бойынша қызмет көрсету шығындарын азайту, өнімдерді сатып алу шығыстарын қысқарту және т.б. сол сияқты сезілетін заттарға аударып отыруды артық көреміз. Дегенмен де, материалдық емес пайда әсіресе нәтижесінде кәсіпорын тұтастай алғанда икемді бола түссе, анағұрлым үлкен құндылыққа ие болып табылады.

SDN, NFV және бұлттарды енгізудің стратегиялық бағыттары желілік технологияларда соңғы жиырма жылда пайда болған ең бір төңкерістік тұжырымдамалардың бірі болып табылады. Сонау 2006 жылы Стенфорд университетінің қабырғаларында бірнеше пікірлестер өздері байқамастан әлемді күрт өзгертіп жіберді. Жоқ дегенде компьютерлік желілер әлемі өзгеріп кетті.

Біз бүгін өзі жайлы сөз қозғап отырған SoftwareDefinedNetworking (SDN) идеясының немесе Ресейде өзін мамандар бағдарламалық-конфигурацияланатын желілер (БКЖ) деп атап жүрген идеяның өзінің жоғары технологиялар өлшемі бойынша осыншама үлкен жасына қарамастан, оны қызу түрде талқылау және коммерциялық пайдаланудың алғашқы сынамалары соңғы екі жылда ғана өзекті сипатқа ие бола бастады.

SDN желісін өзінде бұл технология бизнесті «зертханалық» технология ретінде, яғни көңіл аударуға тұрарлық және мүмкін оны зерттеуге шағын бюджетін жұмсауға болатын технология ретінде қызықтыра бастайтын күйге дейін ұзақ бейімделудің себептері бірнеше.

Компьютерлік желілердің тарихы бірнеше ондаған жылдан құралған. Осындай аса ұзақ мерзім ішінде желілерді құру мен дамытуға қатысты салалардың барлығында төңкеріс жасауға уәде берген көптеген технологиялар пайда болып отырды. Алайда олардың көпшілігі соншалықты тез жоқ болып кетіп жатты. Мысалы, ATM, FrameRelay немесе ISDN желілерін еске алайық, олар өз заманы үшін төңкерістік және көп үміт күттіретін технологиялар болған. Стандарттар дамып және өзгеріп отырды, өздерінің технологиялары әлемді

өзгертеді деп уәде еткен желілік жабдықтың өндірушілері пайда болып және жоқ болып жатты.

Жаңадан шыққан заттың барлығы сияқты БКЖ-ны жаппай ендіру жолындағы басты кедергі идеяның өзінің төңкерістік сипаты болды, ол дана ойлардың барлығы тәрізді шын мәнінде қарапайым болатын. Трафикті коммутациялау бойынша шешім қабылдау деңгейі мен сол шешімді тікелей іске асыру деңгейін қатаң түрде ажырату жаңалық болып табылмайды. Желілік құрылғыларды өзінде шешімдер қабылданып отыратын Control-Plane және өзінде трафик тікелей жіберіліп отыратын Data-Plane логикалық деңгейлеріне бөлу идеясы бұрыннан бері орын алуда. Алайда SDN тұжырымдамасы мұндай бөлістіруді мүлде жаңа деңгейге шығаруды ұсынады. Егер желідегі құрылғылардың барлығы бірдей шешім қабылдап отыруға мәжбүр болса, олардың барлығы қалай болғанда да құрылғының желідегі орнына байланыссыз бірдей функцияларды орындап отыратын тура сол Control-Plane деңгейін іске асырады. Бұл шешімдер тұтастай желі үшін бірыңғай болып келеді, олай болса неге осы деңгейді бір рет және бір құрылғыда іске асырмасқа?

Мұндай құрылғы алдағы уақытта БКЖ терминологиясында контроллер деп аталатын болады.

Мұның барлығы практика жүзінде нені білдіреді? Мысалы, ең алдымен динамикалық маршруттау хаттамалары (RIP, OSPF, IS-IS, BGP) сияқты негізін қалаушы және мызғымас заттар сияқты шешімдерді қабылдауға арналған желілердің жұмысының көпшілік қабылдаған технологиялық стандарттары керексіз болып қала бастаған. БКЖ парадигмасы әдеттегі заттардың бәрінен бас тартып және желілерге басқа қырынан келуді ұсынады. Және бұл жерде желілік инфрақұрылымға деген көзқарасын бір сәтте түбегейлі өзгертуге және оны не өзінің тәжірибесі болмай, не өзге ұйымдардың іске асыру үлгілеріне ие болмай, жаңа принциптер бойынша құруға дайын ұйымдар көп емес.

Әлемдегі жаңа желілік технологиялардың лоббистері дәстүрлі түрде желілік жабдықтарды өндірушілердің өздері болып табылады. Инновациялық шешімдерді ілгері жылжытуға дәл солардың өздері мүдделі болып келеді. Дәл солардың өздері идеялар мен тәжірибенің генераторларына, сондай-ақ жаңа технологияларды енгізуші ұйымдар үшін негізгі кеңес берушілерге айналуы тиіс. Алайда SDN қандай да бір нақты вендордың зерттеу орталықтарының қабырғасынан тыс жерде пайда болған. Тұжырымдама кеңес берушілердің және желілік шешімдер нарығы ойыншылары құралдарының қатысуынсыз туындады. БКЖ-ны жаппай ендіру жолындағы екінші үлкен кедергі мінеки осы.

Желілік шешімдердің өндірушілері үшін SDN барынша айқын қауіп-қатерді тудырады. Желілік жабдықтарды жаппай консьюмерлендіру және соның салдары ретінде оның арзандауы жағдайларында SDN түрлі желілік вендорлардың шешімдерінің арасындағы айырмашылықтарды бұрынғысынан да артық жоюда. БКЖ желісінің өзінде желіні басқаруға арналған бүкіл интеллект шоғырланған контроллер бағдарламалық өнім болып табылады. Ал трафикті керекті портқа тікелей жіберу функцияларын нақты қандай құрылғылардың орындайтыны маңызды емес, ең бастысы барлық міндеттерге өнімділік жеткілікті болса болғаны. Осының айқын мысалы ретінде бүкіл әлем бойынша

ДӨО-ларды біріктіріп отырған Google компаниясының желісін SDN технологиясына көшіру болып табылады. Осы желіні Google компаниясының пайдалануына енгізу үшін желілік шешімдердің бірде-бір өндірушілерінің қызметі қажет болмады. Олар БКЖ контроллерінің басқаруымен жұмыс істейтін өзінің меншікті коммутаторын жасап шығарып, қолданды. Еске сала кетейін, Google компанияның желілік құрылғыларды әзірлеуде мүлде ешқандай тәжірибесі болмаған.

БКЖ тұжырымдамасы сияқты вендорлар үшін соншалықты қауіпті болып табылатын бағытты бақылап отырудың қажеттігі OpenNetworkingFoundation сияқты бірнеше технологиялық одақтардың пайда болуына әкелді. Іс жүзінде мұндай одақтар SDN желісін дамытпақ түгіл, оны тежеп отыратын, сол арқылы осы ұйымдарға кіретін вендорларға аялдап және БКЖ-ны жүгендеу мен қолданудың өзіндік тактикасын әзірлеуге уақыт беріп отыратын.

Егер бүгінгі желілік өндірушілерге қарайтын болсақ, олардың барлығы өзінің өнімдер қоржынында SDN шешімдерінің бар екені туралы мәлімдейді. Алайда, егер осы шешімдерге жақынырақ қарайтын болсақ, олардың Стенфорд ғалымдарының бастапқы ойына толықтай сай емес екендігі анықталады. Кейінгілері БКЖ-да жұмыс істейтін барлық хаттамалардың ашықтық аспектісіне ерекше көңіл бөлетін. Және ғалымдардың еңбегінің алғашқы нәтижесі бұл OpenFlow ашық хаттамасының пайда болуы, мұнда желінің «миы» — контроллер мен оның қалауын орындайтын коммутаторлардың арасындағы іс-қимыл ережелері суреттелген. Алайда ортақ жалпы стандарттар бұдан жоғары деңгейде – қосымшалардың контроллермен, демек, бүкіл желімен өзара іс-қимылы деңгейінде меңзеліп отыратын.

Желілік шешімдердің өндірушілері бүгінде өз клиенттеріне гибридтік тәсілді ұсынады. Ол жабдықтың бұрынғыдай болып қалуына негізделген, ондағы Control-Plane толығымен жоғалып кетпейді. Құрылғылардың кейбір желілеріне олардың «классикалық» SDN желісімен үйлесімділігі жайлы мәлімдеп отыруға болатындай түрде OpenFlow хаттамасын қолдау қосылып отырады. БКЖ тұжырымдамасын іске асырудың өзі, әдетте, бөгде бағдарламалардың нақты бір өндірушінің желісімен өзара іс-қимыл жасауы үшін меншікті «жабық» контроллері мен меншікті API желілерінің болуына негізделген. Осы бағдарламаларға арнап суреттелген интерфейс соған сәйкес тек сол өндірушінің жабдығымен ғана жұмыс істейтін болады. Ыңғайлы ғой, дұрыс па? Бір жағынан Software-DefinedNetworking идеясын толықтай қолдау және іске асыру, екінші жағынан — клиенттер белгілі бір жабдықты ғана пайдаланып және жабық технологиялармен қатты шектелетініне толық кепілдік беріледі.

Ұйымдар үшін қолжетімді болып табылатын желілік өндірушілердің SDN платформаларының жабықтығы және соған орай әртектілігі бизнес үшін қызықты болатын және сол арқылы желілерді ұйымдастыру тұрғысын БКЖ тұжырымдамасының пайдасына арнап қайта қарауға себеп болуы мүмкін тікелей сервистер мен қосымшалардың адал бәсеке жағдайларында емін-еркін әзірленуіне ықпал етпейді. БКЖ-ны қолдануды ойлап жүрген ұйымдар үшін коммерциялық құндылыққа ие көптеген қосымшалардың жоқтығы жаңа

тұжырымдаманы жаппай қабылдаудың тағы бір үшінші кедергісі болып табылады.

Алайда желілік шешімдерді өндірушінің өзіне арнап таңдап алуына болатын тағы бір баламалы жолы бар. Ол ашық стандарттарды бағдарламалық-конфигурацияланатын желілер тұржырымдамасын іске асырудың барлық деңгейлерінде, яғни контроллер-коммутатор деңгейінде, сондай-ақ қосымша-контроллер интерфейс деңгейінде, немесе бұдан да дәл болып келетін қосымша-желі интерфейсі деңгейінде қолдануға негізделген. БКЖ қосымшалар нарығы қарқынды даму үшін бағдарламалық құралдардың әзірлеушілеріне ашық стандарттарға негізделген, нақты бір өндірушінің нақты іске асыруына ешбір байланбаған қосымша-желі интерфейсін кедергісіз қолданып отыруға мүмкіндік берген маңызды.

Мақсаты ашық бастапқы кодқа ие және API-ге еркін қатына й алатын БКЖ желісінің контроллерін әзірлеу болып табылатын ең жылдам дамып келе жатқан жобалардың біріне OpenDayLight жобасы жатады.

Тек ашық стандарттар ғана қосымшалардың пұлын арттыруға, жаңа стартаптарды құруға және жаңа идеяларды генерациялауға инвестиция тартуға, SDN желілері үшін сұранысқа ие қосымшалардың шығуы мен платформаның өзіне деген қызығушылықтың артуының тізбекті реакциясын қамтамасыз етуге көмектесе алады.

Мұның шынымен жұмыс істейтіндігінің мысалы ретінде Android операциялық жүйесінің тарихын алуға болады, оның API желісі ашық қатынауда және сол ОЖ басқаруымен істейтін құрылғының нақты аппараттық іске асырудан толығымен абстракцияланған.

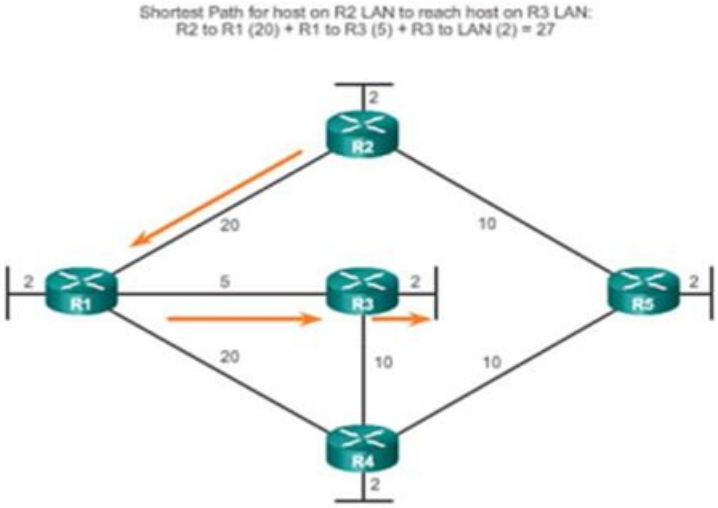
Ашық платформаларды өзінде бағдарламалық құралдардың әзірлеушілердің тарапынан инвестиция тарту қажет етілетін жерлерде пайдаланатын желілік өндірушілер ұтатын болады. Ашық платформаны пайдалану меншікті әзірлемелердің есебінен қосылған құнды ұсынып отыруға ешбір кедергі болмайды. Тапсырыс берушінің тұрғысынан алғанда мұны бонус деп қарастырып отыруға болады: ашық технологиялармен толығымен ықпалдастырылған меншікті қондырмалар мен технологиялар.

Тағы бір маңызды аспект — SDN технологиясының артықшылықтарын желілік жабдықты ауыстырмай-ақ қолдану мүмкіндігі. Және бұл жерде өндірушінің қоржынында өнімдердің ең көп санымен OpenFlow стандартын қолдауды ұсынып отырған желілік өндірушілер ұтады.Тек қана ашық технологиялар және соңғы бірнеше жыл ішінде сатып алынған бүкіл желілік жабдықтарды толықтай ауыстыруды қажет етпейтін жұмсақ миграция ғана Software-DefinedNetworking сияқты соншалықты төңкерістік, алайда сонымен қатар көп үміт күттіретін технологияны жаппай қолдануға түрткі бола алады.

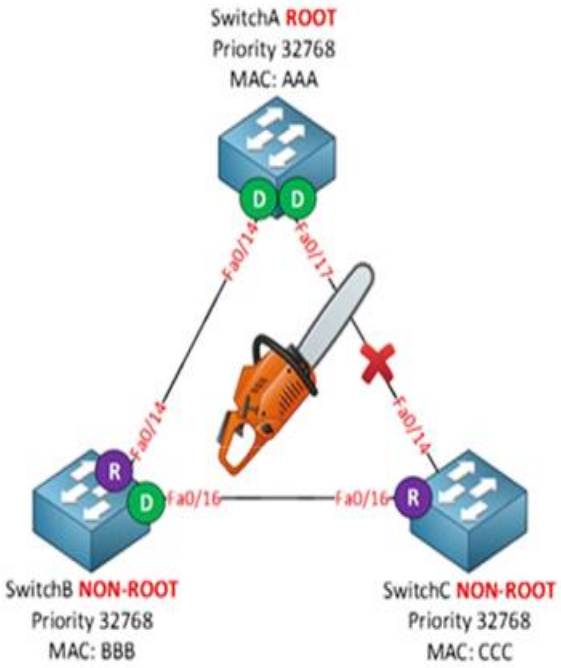
Мұндай тұрғы деректерді тарату желілерінің әскери қақтығыс жағдайларында, яғни құрылғылардың немесе байланыс желілерінің бір бөлігі істен шығып қалып және желінің қалған компонентері қай топологияның бүтін және жұмысқа жарамды күйде қалғаны туралы шешімді өз бетінше қабылдау қажет болатын жағдайларда аман қалу мүмкіндігін арттыру үшін арнайы түрде

жобаланған деген болжам бар. Яғни жұмыс желісін орталықсыздандыру мақсат етіп қойылған болатын.

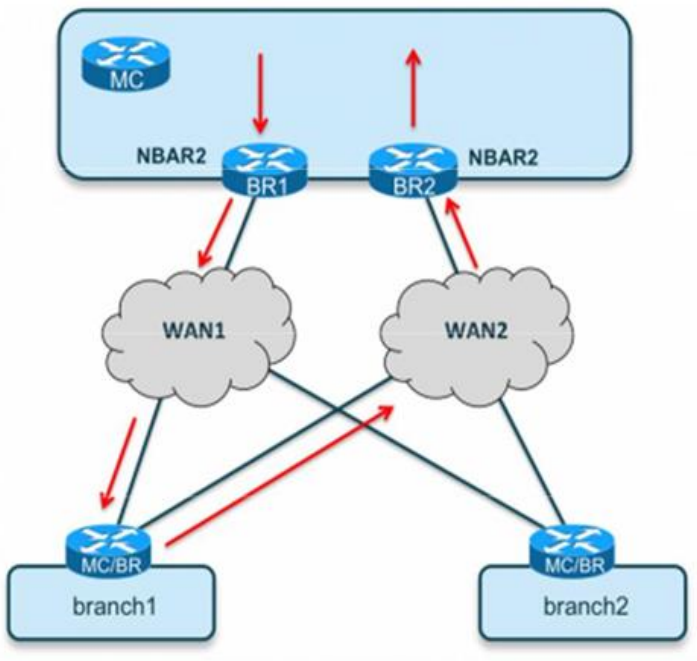
Барлық әзірленген динамикалық маршруттау хаттамалары (RIP, OSPF, IGRP, BGP) мен тармақталған бәйтерек хаттамасы (STP) осы принципке сүйенумен құрылған болатын, яғни құрылғылар теңқұқылы ретінде өздерінің көршілерімен қосылыстары туралы ақпаратпен алмасып отырады және бірыңғай желі ретінде жұмыс істейтін ортақ топологияға бірігеді (1.5, 1.6, 1.7 суреттерді қара.).



Сурет 1.5 – Маршрутизаторлардың құрылымдық сұлбасы



Сурет 1.6 – Свичтердің жұмыс істеу топологиясы



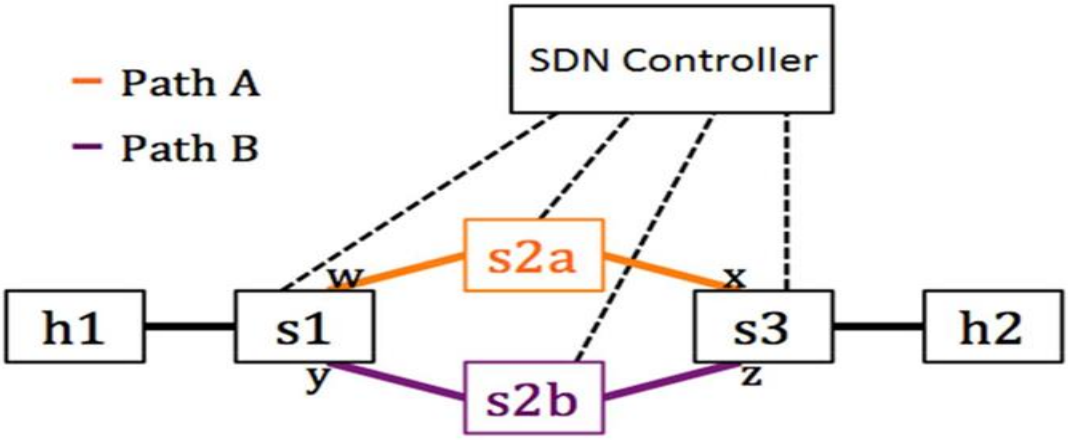
Сурет 1.7 – Кодектердің жұмыс топологиясы

Сол сәтке қарсы өзекті болып отырған мақсатқа – дербестілікке қол жеткізгеннен кейін, уақты өте келе, желіге түсетін жүктеме артқан кезде ағымдағы қосылыстардың қалайша тиімсіз қолданылатыны түсінікті болды. Желінің OSI екінші деңгейдегі жұмысы артық қосылыстардың ажырауына әкеп соқтыра бастады, сол арқылы деректерді тарату желісін жалпы кәдеге жаратуды төмендетіп жіберді. Желінің OSI үшінші деңгейдегі жұмысы асимметриялық маршруттауға әкеп соқтыра бастады, бұл дестелердің ретсіз түрде жеткізілуін тудыруы мүмкін болатын, кейінгісі қабылдаушы құрылғылардағы буфердің бос көлемінің артуына әкеп отырды.

Тағы бір проблемаға мына факт айналды: деректерді тарату желісінің белгілі бір физикалық жерінде іске асырылып отыратын желілік функциялар (Firewall, LoadBalancing, Mirroring) топологияда өзінде трафик өндірілген жерге жақын орналасуы мүмкін болатын. Трафик аппараттық құрылғыға дейін жеткізіліп және тек сол жерде ғана мысалы сүзгіленуі мүмкін болғандықтан, бұл өзінде трафиктің өндірілген жерінде сүзгіленуімен салыстырғанда көбірек кәдеге жаратылуы мен тиімділігінің төмендеуіне әкеп отырады.

Орталықтандыру барлық қосылыстардың жүктелу тиімділігін арттыруға және аппараттық құрылғылардың ресурстарын молынан кәдеге жаратып отыруға мүмкіндік береді. Әзірленген Openflow хаттамасы трафикті тарату жазықтығын басқару міндетін коммутаторларды трафикпен орындалуы тиіс болатын іс-әрекеттері арқылы программалай отырып шешетін. Бұл жағдайда трафиктің басқару жазықтығы контроллерінің ішінде қалай таратылуы тиіс екендігі туралы шешім қабылдаужың үлгісі динамикалық маршруттаудың белгілі хаттамалары негізделген үлгілерден мүлде басқаша математикалық үлгілер бойынша іске асырылып отыруы мүмкін болатын (1.8 сурет).

Мұның өзгешелігі мынада: заманауи маршруттау хаттамалары нүктелердің арасында топология туралы ақпаратпен алмасу принципіне сүйенеді. Алайда егер бүкіл топология бір жерде сақталған болса, демек ақпаратты алмасу алгоритмдерінің қажеті болмайды.



Сурет 1.8 – Контроллердің құрылымы

Топология туралы ақпаратты трафикті А нүктесінен Б нүктесіне жіберу үшін пайдалану қажеттігі ғана бар. Орталықтандырылған тұрғы кезінде трафикті тарату туралы шешімдер әмбебап болмауы мүмкін. Яғни трафикті тұтастай екі нүктенің арасында бір ғана жолмен таратудың қажеті болмайды. Трафиктің бір бөлігі бір жолмен жүріп, ал екіншісі тура сол топологиядағы баламалы жолды қолданып отыра алады. Мұндай тұрғы қолда бар желілік инфрақұрылымды барынша кәдеге жаратудың есебінен тиімділікті арттырады.

1.4 Мәселенің қойылымын негіздеу

Бұл дипломдық жұмыста Шымкент қаласына корпоративтік телекоммуникациялар желісінің негізінде SDN желісін ұйымдастыру қарастырылған.

SDN идеясын қолданудағы басты идея бұл желілік құрылғыларды конфигурациялау интерфейстерін біріздендіру, сондай-ақ қатардағы программистің желімен жұмыс істеуіне арнап ыңғайлы API (Application Programming Interface) ұсыну (соған сәйкес осы API желі мүмкіндіктерінің толық спектрін қолданатын қосымшаларды құрып отыруға мүмкіндік береді). Желіні ұйымдастыру үшін POX – контроллер қолданылатын болады. Желіні үлгілеу Mininet компьютерлік желісінің эмуляторында іске асырылады. Оның көмегімен желі топологияларының әртүрлі типтерін үлгілеп отыруға болады.

Дипломдық жқмыстың басты мақсаты – SDN технологиялары.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер орындалды:

- технологияны таңдау;
- желілерді ICSOS мақсатында салыстыру;

-анықтау алгоритмдерінің шамадан тыс маршруттауышының буфері және талдау әдістері;

- машрутизаторлардың,кодектердің және контроллерлердің топологиясын құру;

- Шымкент қаласына ұйымдастырылатын SDN желісінің сұлбасын құру.

2 SDN желісін ұйымдастыру және технологияларды таңдау

2.1 Huawei технологиясындағы SDN желісі

Шымкент қаласындағы корпоративтік телекоммуникациялар желісінің негізінде SDN желісін ұйымдастыру мақсатында республикамызда қарқынды түрде дамып келе жатқан "Kaspi Bank".-ті қарастырайық (орналасқан мекенжайы: Шымкент қ., Республика даңғ.1,MEGA PLANET сауда орталығы).

Бүгінде даму қарқынын арттыруды жалғастыруда: ол кірістілігі ең жоғары коммерциялық банк деп танылған. Сенімділік – әсіресе «Kaspi Bank» бөлімшелері санының көбеюі жағдайларында АТ- және телекоммуникациялық желілік инфрақұрылым үшін аса маңызды факторлардың бірі болып табылады. Аймақтық бас кеңселермен үздік коммуникация жасап отыру үшін жаңа бөлімшелер екілік өрлемелі байланыс арналарымен қамтылған болуы тиіс. Бөлімшелер санының көбеюімен қатар жүйелерге қызмет көрсету жұмыстарының көлемі де арта бастайды, сол себептен «Kaspi Bank»ке желіні басқару тиімділігін арттырып және қызмет көрсетуші мамандарға түсетін жүктемені азайтып отыру қажет болады.

Ең жоғары көрсеткіштер бойынша көптеген тексерулердің нәтижелеріне қарай «Kaspi Bank» Huawei компаниясын IP-желісін жаңғырту және АКТ түрлендіру жөніндегі серіктесі ретінде таңдап алды. Huawei мен «Kaspi Bank» сарапшылары бірлесе отырып жаңа желінің архитектурасын әзірлеп шығарды. Huawei компаниясы аймақтық банкілерге арнап бөлімшелер мен бас кеңселердің өзара байланысы үшін шешім, сондай-ақ аймақтық банкінің бөлімшелеріне арнап аймақтық кеңселердің шлюзі ретінде сериясы NE операторлық кластағы маршруттауыштарды және 3-ші буындағы AR 3 қатынау маршруттауыштарын ұсынды. Маршруттау процестерін анағұрлым икемді түрде жоспарлап отыру үшін бас кеңсенің шлюзі мен аймақтық банкі бөлімшелері маршруттауышы арасындағы BGP маршруттау хаттамасы өрбітілді.

BGP және DSVPN БҚ «көршілерін» серпінді қолдаудың ілгері функциялары жүйені жаңа бөлімшелерде өрбітіп және қызмет көрсету мамандарына түсетін жүктемені азайтуға мүмкіндік береді. Желілердің сенімділігін қамтамасыз ету үшін Huawei банкінің әр бөлімшесін қос өрлеуші байланыс арнасымен қамтамасыз етеді: арналар бір-бірін қайталап отырады және жүктемені теңгермелеуге мүмкіндік береді. Нәтижесінде желінің сенімді топологиясын құрып және банкілік процестердің үздіксіздігіне кепілдік беріп отыруға болады.

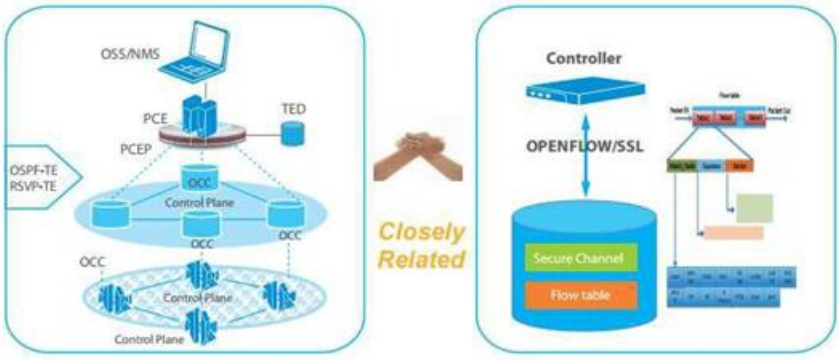
Әлемдік нарықта кең тараған OTN / WDM желіге негізделген GMPLS үлестірілген басқару технологиясы сигнал беру мен саясатты үлестіріліген түрде басқаруды қамтамасыз етеді. Қосылыспен байланысты болып отырған конфигурацияны басқару функциялары оптикалық желіні басқару жазықтығынан ажыратылған және GMPLS басқару жазықтығын түзеді. Қосылыстарды қажетіне қарай құрып, жойып немесе өзгертіп отыруға болады. Сонымен қатар, оптикалық желіні басқару жазықтықтық технология жаңа

оптикалық желілік архитектураны құрады, мұнда қосылыстарды қажет етілген түрде нақты уақыт режимінде құрып, жойып және серпінді түрде өзгертіп отыруға болады, топологиясы бар сетка негізінде қорғау және қалпына келтіру қоса енгізілген және анағұрлым жоғары өміршеңдігін қамтамасыз етіліп отырады.

Алайда іс-жүзінде GMPLS басқару жазықтығы әдетте үлестірілген және жобалау процесіне бағытталған болып келеді, кейінгісінде басқару хаттамасы мен коммутацияның басқарылатын нысандары жабық тораптық құрылымға біріктірілген және интеллектінің қабілеті толықтай құрылғыға байланысты болып келеді, бұл тұтастай желіні басқарудағы іркілістерге әкеп отырады. Проблеманы шешу үшін PCE технологиясы әзірленді, ол жолдарды жекелеп есептеу және GMPLS бақылау жазықтығынан ресурстарды үлестіру үшін құрылған. PCE желіні анағұрлым тиімді ету үшін тұтастай желі бойынша ресурстарды басқару мен басқару бағдарын біріктіреді.

Оптикалық желі саласында басқару жазықтығы және желілік бағдарларды есептеудегі, ресурстарды үлестірудегі PCE, көп қабатты домендік желілердегі трафик туралы ақпаратты анықтау және синхрондау SDN бірқалыпты техникалық шешімінің негізі болып табылады. Осылайша, басқару жазықтығы мен PCE технологиясы SDN жүйесінің келесі буындағы архитектураға дейінгі эволюциясы кезінде сыни бағдар болып табылады.

2.1 суретте басқару жазықтығы мен PCE технологиясы арасындағы тығыз байланыс көрсетілген.

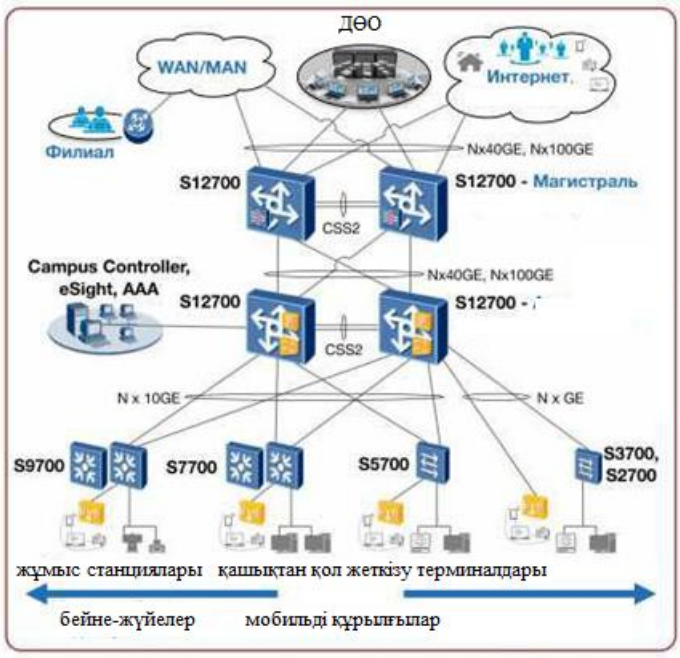


Сурет 2.1 – Архитектуралар және SDN контроллерінің архитектуралары

Сынақтар көрсетіп отырғандай, PCE жүйесі – бұл келесі буындағы SDN желісін құрудың ғана емес, сондай-ақ келесі буындағы SDN архитектурасын дамытудың базалық деңгейін құрудың техникалық базасы. Басқару жазықтығында сигналдарды тарату және автоматты түрде анықтау функциялары біртіндеп PCE басқару мүмкіндігін арттыру үшін PCE жүйесіне көшіріліуі мүмкін. Оптикалық желілік функциялар анағұрлым ашық болып отыруы мүмкін, ал гетерогенді желілерді басқару интерфейстері SDN бүкіл архитектурасын құру үшін біріздендірілуі мүмкін

2.2 SDN желісін ұйымдастыру сұлбасы

«Kaspi Bank»-тің бас кеңсесі Шымкент қаласында Республика даңғ.1, мекенжайы бойынша орналасқан. Бұл кеңсеге біз деректерді өңдеу орталығын (ДӨО) орнатамыз [1].«Kaspi Bank»тің филиалдық желісі Шымкент қаласы бойынша орналасқан 4 филиалдан тұрады. Осы 4 филиалға s12700 коммутаторларын орнатамыз. Құрылымдық бөлімшенің филиалдар желісі шағын кеңселермен аяқталады, «Kaspi Bank»те олардың саны 6, бөлімшелерге s9700, s7700, s5700, s3700, s2700 кіші үлгідегі коммутаторларды орнатамыз, олар 2.2 суретте келтірілген.



Сурет 2.2 – Шымкент қаласында ұйымдастырылатын SDN желісінің сұлбасы

2.3 Huawei S12700 коммутаторлары

Техникалық іске асыру ерекшеліктері:

- Huawei S12700 коммутаторлары қалалық ауқымдағы желіні және Интернет маршруттауды құру үшін маршруттау кестелерінің жоғары өнімділігін және елеулі сыйымдылығын қамтамасыз етеді (1 млн. MAC мекенжай, 3 млн. IPv4 бағдарлық жазба және 1 млн. IPv6 жазба);
- магистраль трафиктің ағымдарын желіні фрагменттеуді бақылау үшін MPLS VPN технологиясын қолданумен, 10 GE, 40 GE немесе 100 GE арналарынан MPLS қолданумен құрылады;
- өзге желілерге қатынау мен қосылу арналары FE, GE, 10 GE немесе 40 GE интерфейстерін қолданып отыра алады, тиісті өнімділікке қоса орнатылған

қауіпсіздікті қамтамасыз ету ресурстарында (NAT, файрвол, DDoS шабуылдардың алдын-алу) қол жеткізіп отыруға болады.

- бейнедеректер мен басқа да маңызды қосымшалар үшін сапаны бақылауға деректер ағымын анықтаудың өтпелі хаттамасының, яғни iPCA жұмысы арқылы қол жеткізіледі, ол қызмет көрсетудің сапасын іске асыру үшін тиісті басымдықтарды сайлайды.

Huawei Enterprise шешімінің артықшылықтары:

- 10/40/100 GE жылдамдығы жоғары магистральдік интерфейстер, FE/GE және 10 GE сервистік интерфейстер, сапаның тұтастай желі ауқымында iPCA арқылы айқын түрде іске асырылуы;

- сенімділігін қамтамасыз етудің дамыған механизмдері: CSS2 кластері, магистральдегі MPLS, ERPS және RSTP технологиялары;

- бағдарлық кестелердің үлкен көлемі, әр құрылғыда 16 млн. дейін деректер ағымын анықтау мүмкіндігі, сондай-ақ дестелік сүзгілерде (ACL) 256 мың жазбаның болуы трафикке қатысты икемді бақылауды ұйымдастырып отыруды мүмкін етеді;

- шешімнің басқарылуы және SDN желісіне миграциялану мүмкіндігі Sx700 коммутаторлардың, сонымен бірге Sx700 және одан кіші үлгілерінің тұтастай желісінде іске асырылыатын болады.

- SmartNetworkController контроллерінің тұтастай желі ауқымында анықтап отыратын пайдаланушыларға қызмет көрсетудің жеке саясатары пайдаланушылардың ұтқырлығын және қашықтан қатынауды ұйымдастырып отыруға мүмкіндік береді.

Huawei инновациялары жаңа жабдықтарды қамтиды, олар ENP (EthernetNetworkProcessor) мамандандырылған желілік процессорлар, интерфейстік модульдерде қолданылады және трафикті өңдеудің кешенді алгоритмдерін орындау кезінде жоғары өнімділікті қамтамасыз етеді. ENP (SDN, SoftwareDefinedNetworking) дамыту Huawei компаниясының бағдарламалық желілер технологиясына арналған стратегиясының бір бөлігі болатын, кейінгісі клиенттің миллиондаған деректер ағымын басқаруда үлкен ресурстарды қажет ететін. SDN желісі корпоративтік желілерді инфрақұрылым, пайдаланушылар және қосымшалар тігінен ықпалдастыру арқылы құру мен оларға қызмет көрсету принциптерін өзгертуге арналған. Оған қоса, ол үшін ENP-процессорлар қозғалысты басқару функцияларын іске асырады және қызмет көрсетудің сапасын қамтамасыз етуді маңызды рөл атқарады. ENP құрылымының аппараттық құралдары жаңа хаттамаларды және деректерді өңдеудің күрделі алгоритмдерін жылдам енгізіп отыруға мүмкіндік береді.

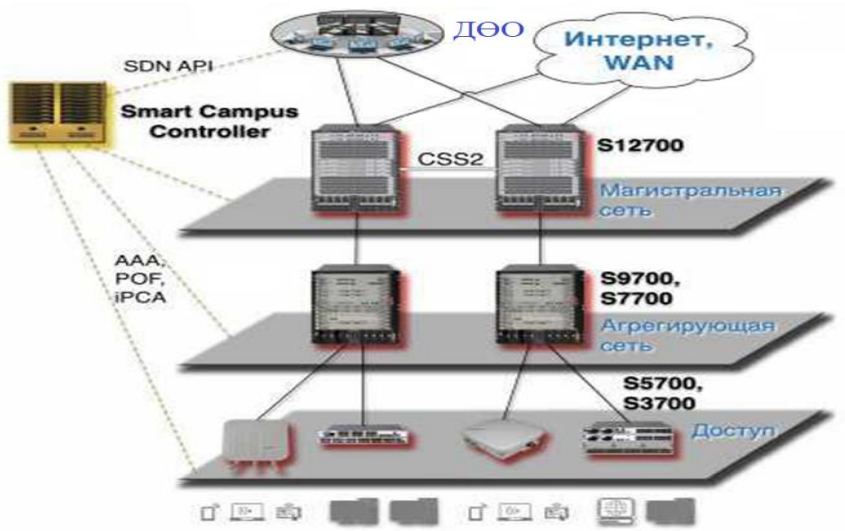
Жаңа жол мыналарды қамтыған:

- SmartCampusController – Ler қызмет көрсету саясатын белгілеу үшін желіні үйлестіру мен мониторинг жүргізеді. Ол Teli пайдаланушының бірыңғай қажетті аутентификациясын көрсетеді, сапаны басқарады, Fika-ны SDN-ге қалай көшіруге болатынын анықтайды және API-интерфейсті, ықпалдастыруға арналған интерфейсті іске асырады;

- S12700 ауыспалы ауыстырып-қосқыштары трафикті маршруттайды және кеңсенің ұйғарымы бойынша қызмет көрсету саясаттарын жүзеге асырады;

- SuperVirtualFabric (SVF) шешімі коммутатордың порттарын, қатынауды маршруттау және қашықтан WiFi желісін ұсынады. S12700 коммутаторларының виртуалды порттары сияқты қатынау нүктелері.

- huaweiEnterprise S9700 және S7700 коммутаторларында Agile-функционалдықты жаңалауда, сондай-ақ кіші коммутатордың үлгілерінде жұмыс істейді, 2.3 сурет.



Сурет 2.3 – ENP технологиясының архитектурасы

S12700 қысқаша техникалық сипаттамасысы [2].

S12700 коммутаторы екі түрлі үлгіде қолжетімді:

- 8-слоттық S12708 мыналарды қамтамасыз етеді:

1) ағымдағы модификациясында 384xFE,384xGE, 128x10GE, 64x40GE дейін бағдарламалық қамтуды;

2) желілік Plata 48h10GE және 8x100GE қолдау, бұл жағдайда құрылғы 384x10GE немесе 64x100GE порттарға дейін кеңейтіледі;

3) қайта адрестеудің өнімділігі 9 120 Мпп; Bone 27 Tbit / s;

- он екі S12712 слоты (2.5 суретті қар.):

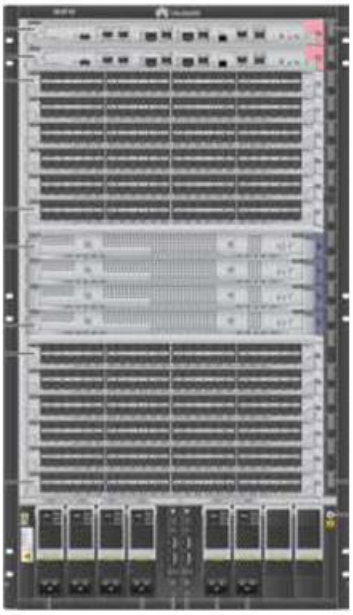
1) 576xFE, 576xGE,192x10GE, 96x40GE портқа дейін;

2) келешекте 576x10GE немесе 96x100GE;

3) ұсыну 12 960 Мпп;

сыйымдылық 37 Тбит / с.

Сурет 2.4 – S12708 коммутаторы



Сурет 2.5 – S12712 коммутаторы

Архитектураның негізгі инновациялық элементі бұл ENP процессор, ол интерфейстік модульдерде деректерді өңдеудің күрделі сценарийлерін орындау кезіндегі жоғары өнімділікті қамтамасыз ету үшін қолданылады. ENP процессорлары AC және BRAS функционалдығын ықпалдастырады (бір мезгілдегі 65 мың жалғану және 4 мың AP), iPCA технологиясын іске асырады және саладағы ресурстардың ең үздік көрсеткіштеріне ие: 1 млн. MAC адрес, 3 млн. IPv4 маршруттық жазба, 1 млн. IPv6, 256 мың IP мультикасталар, 16 млн. SDN ағымдары, әр интерфейсте 200 мс бойы трафиктің лықсуын қарымталап отыру үшін 1.5 GByte деректер буфері. Бұл сипаттамалар S12700 коммутаторын корпоративтік және ведомстволық желілердің шешімдерін құруда, бұлттық , бейнедеректерді, VDI енгізуде және қызметтердің сапасына кепілдік беруде тиімді аспап етеді.

Сервистік және интерфейстік модульдер:

- Firewall – файрвол модулі, NAT, IPSec VPN 10, 20 немесе 40G трафик ағымына арналған;

- OpenServicePlatformUnit (OSPU) – трафикті зияткерлік өңдеу, IPS, теңгерімд.жүктемелер; кластерлеу модулі; 1000M – 24, 36 немесе 48 GE порттары;

- ENP модуль GE 48 порттары; ENP модуль NxGE + Mx 10GE; 10GE – 4, 12 немесе 16 10GE порттарын үйлестіреді;

- 40GE – 2 немесе 8 40GE порттары. Баға құрылымы мен тапсырыс кезінде ENP процессорлары тек қатынау платоларында ғана қолданылатынына көңіл бөліп отыру керек;

- Магистральдік платолар MPLS қамтамасыз етеді, алайда олардың қатынау желісінің трафигін өңдеу бойынша әрекеттілігі шектелген болып келеді. Коммутациялық матрицаның төрт модулі (SFU – switchingfabricunit) 17.44 Tbit/s өткізу қабілетін қамтамасыз етеді, оны 37.28 Tbit/s дейін кеңейтіп отыруға болады.

SFU резервтеу жүктемені S12700 бір шасси ішінде коммутациялық матрица элементтеріне теңгермелеп үлестірумен 3+1 сұлбасы бойынша орындалады. Шассиді Huawei CSS2 (clusterswitchsystemgeneration 2) технологиясы бойынша кластерге біріктіру шешімнің сенімділігін арттырады және деректерді коммутациялауға ең аз кідірістерді енгізеді – 21 μs.

Кластер элементтерінің арасындағы арналардың сыйымдылығы 640 Gbit/s дейін барып отыруы мүмкін және келешекте үш есе артатын болады.

Орталық процессорды резервтеу (MPU – mainprocessingunit) S12700 шассиге арнап 1+1 сұлбасы бойынша және бірнеше құрылғыдан тұратын кластерге арнап N+1 сұлбасы бойынша орындалады. Бұл шешімнің құнын жабдықтардың санын азайтудың есебіннен төмендетуге мүмкіндік береді. Ал кластердегі апат немесе MPU-мен регламенттік жұмыстар деректерді таратуға, маршруттау хаттамаларының жұмысына немесе кеңсенің контроллерімен өзара іс-қимылға әсерін тигізбейді [3].

Huawei S12700 коммутаторларының аппараттық сипаттамалары:

- 576xFE, 576xGE, 192x10GE, 96x40GE дейін агрегирлеу; келешекте 576x10GE немесе 96x100GE портқа дейін;

- жалпы сыйымдылығы 1.92 Tbit/s кластер; коммутациялық матрица мен орталық процессорды жоғары жылдамдықпен біріктіру, орталық процессорды кластер шеңберінде 1+N резервтеу;

- 4 мың базалық станцияға арналған сымсыз қатынау контроллері, жалпы өткізу қабілеті 800 Gbit/s;

Функционалды мүмкіндіктер:

- пайдаланушыларды аутентификаттауға және абоненттік трафикті туннельдеуге арнап ықпалдастырылған AC және BRAS;

- сымсыз AP және агрегирлеуші коммутаторларды CAPWAP технологиясы бойынша автоматты қашықтан конфигурациялау

- қауіпсіздік құралдары: файрвол, NAT, IPSec, IPS, SSL, DDoS шабуылдардан қорғау;

- пайдаланушы деңгейінде қызмет көрсету саясаттарын сайлау, басымдыққа ие трафикті автоматты түрде ажыратып тану мен оны жеткізу сапасын қамтамасыз етуге арналған iPCA технологиясы; сондай-ақ құрылғы, плато және процессор деңгейіндегі апаттарды оқшаулауға арналған;

- сатылық дәрежедегі бес деңгейлік кезектердің сапа кепілдігі;

- деректер ағымын SDN технологиясы бойынша басқару,

- бұлттық қосымшаларға қатынау кеңістігін виртуалдандыру. Корпоративтік кеңсе желісі.

2.4 Техникалық іске асырудың ерекшеліктері

Пайдаланушылардың профильдері кеңсенің контроллерінде белгіленіп отырады және кеңселік компьютер мен смарт-терминалдарда жұмыс істеуді көздейді, желіге қосылған кезде біріздендірілген қатынау құқықтары мен сапа саясаттары тағайындалып отырады.

S12700 коммутаторлары WiFi қатынау мен LAN желісінің трафигін агрегирлейді, оны қоса орнатылған AC тұйықтайды және BRAS – AP могут S12700 концентраторлары арқылы немесе тікелей модульдердің ENP порттарына жалғанып отыруы мүмкін.

S12700 коммутаторлары ДБО мен магистральді құрады, қауіпсіздік қызметін атқарады.

Ішкі желінің қауіпсіздігі ықпалдастырылған файрволмен, IDS/IPS, SSL қамтамасыз етіледі.

Сыртқы қауіп-қатерлерден қорғау NAT, файервол және DDoS арқылы қамтамасыз етіледі.

Магистральдік трафик пен қашықтан қатынауды IPS эскриптілеу; Басымдыққа ие қосымшалардың сапасына қатысты талаптар кампустың контроллерінде суреттеледі және желіні конфигурациялау қажетінсіз автоматты түрде iPCA технологиясы арқылы іске асырылып отырады.

Huawei шешімінің артықшылығы [4]:

- пайдаланушыларға олардың жалғану әдісі мен жеріне байланыссыз әмбебап қызмет көрсету саясаттары;

- қоса орнатылған AC және BRAS (жеке желілік элементтердің орнына) құрылғыны ортақ AC-ға айналдырады, сол арқылы масштабталу мен сенімділік мәселелері шешіледі;

- клиенттік туннельдеудің мүмкіндіктері желінің сымдық және сымсыз сегменттерінің құрылу топологиясы мен принциптеріндегі айырмашылықтарды жояды;

- iPCA-да сапаны автоматты түрде басқару және интеллекутальді кезектер арқылы басымды ету.

Корпоративтік желілерге арналған, сериясы S2700 Huawei коммутаторлары 100M келесі буындағы зияткерлік энергия үнемдеуші қатынау коммутаторлары болып табылады. S2700 сериясы коммутацияның ілгері

технологияларын Huawei компаниясының (VRP) көпмақсатты маршруттау платформасының бағдарламалық қамтуын қолданады және мультисервистік қызметтерді және Ethernet желісіне қатынауды ұсынады. Жабдықты орнату және оған қызмет көрсету жеңілге түседі. Желіде жұмыс істеудің икемді мүмкіндіктерінің, қауіпсіздікті қамтамасыз етудің жан-жақты ойластырылған саясатының, қызмет көрсету сапасы мен энергия үнемдеуші технологиялардың арқасында S2700 жабдығы тапсырыс беруші-кәсіпорындарға келесі буындағы IT желілерді құруға мүмкіндік береді.

2.5 SMC 2.0 бейнеконференцияларды басқару жүйесі

SMC 2.0 бейнеконференцияларды басқару жүйесі бейнеконференциялардың қызметтері мен құрылғыларын басқаруды қамтамасыз етеді, өзге өндірушілердің Huawei жабдықтары мен құрылғыларына қолдау көрсетеді. 2.0 қызметтерді басқару орталығы (SMC 2.0, 2.6 суретті қар.) пайдаланушыға конференцияларды, сонымен бірге жекеменшік желілер мен көпшілікке қолжетімді желілер арқылы өтуді қажет ететін конференцияларды ұйымдастырып және басқару үшін қарапайым интерфейс ұсынады. Сонымен қатар, SMC ірі ауқымды желілердегі құрылғыларды басқару үшін жүйелік әкімгер функцияларының кең спектрін ұсынады. Анық SMC веб-интерфейсі мен керемет QoS технологияларымен бейнеконференциялардың ресурстарын толықтай қолдау.

Сурет 2.6 – SMC 2.0

Функционалды мүмкіндіктері:

- бейнеконференциялардың ресурстарын басқарудың бірыңғай жүйесі құрылғылардың өзара іс-қимылын және толассыз жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.
- Бірнеше пайдаланушыны рөлдердің негізінде сатылық дәрежелікпен аутентификаттау тіпті ірі ұйымдардың өздеріне арнап конференциялар ұйымдастыру ісін жеңілдетеді.
- H.323 гейткиперінің компоненттері мен SIP-серверлер икемді жүйені құрып және оны басқарып отыруға мүмкіндік береді.

- стандартталған порттар бөгде жүйелермен ықпалдастыруды жеңілдетеді.

SMC 2.0 спецификациялары 2.1 кестеде келтірілген.

Кесте 2.1 - SMC 2.0 спецификациялары

Спецификациялар	SMC2.0
1	2
Байланыс стандарттары	ITU-T H.323 и IETF SIP
Басқа қолдау көрсетілетін хаттамалар	H.225, H.245, Q.931, H.235, TCP/IP, FTPS, HTTP, HTTPS, Telnet, SSH, SNMP, LDAP/H350, SOAP, RTP, RTCP, H.460, SNP
Басқарылатын құрылғылар	10000
Тіркеулер	1000
Пайдаланушыларды басқару	Пайдаланушыларды рөлдердің негізінде сатылық дәрежелікпен басқару
	Веб-интерфейстер арқылы тіркелуді қолдау
Құрылғыларды басқару	Барлық құрылғыларды, соның ішінде MCU, телекатыну жүйесін, түпкіліәкті нүктелерді, жазу серверлерін және GK/SIP серверлерін бірізді түрде басқару
	Телекатысу жүйелеріндегі құрылғыларды графикалық-бағытталған топология дисплейлері арқылы бақылап отыруға болады
	Әртүрлі өндірушілердің түпкілікті құрылғыларын басқару
	Авто анықтау, құрылғының күйі туралы сұрату жасау, жабдық конфигурациясының қимаүлгілері, параметрлер тобын конфигурациялау және редакциялау, тұрақты параметрлер, БҚ тобының версиясын басқару және өзгерту, жабдықтың мәртебесі жайлы сұрату жасау, апаттық хабарламаларды өңдеу және веб-интерфейс арқылы қарауға болатын жұмыстық оқиғалар журналы

2.1 – Кестенің жалғасы

1	2
Конференциялардың кестесі	MCU, SiteCall виртуалді ресурстарының, adhoc конференция, конференцияны активациялау және қайталанып отыратын конференциялар функцияларын қамтиды
	Конференция веб-интерфейс немесе Outlook арқылы жоспарлануы мүмкін. Конференцияны жоспарлау кезінде пайдаланушы әр қатысушы сайтының мәртебесін көре алады
	Конференция туралы хабарламалар электронды пошта арқылы жіберіліп отыруы мүмкін
Конференцияны басқару	Қатысушыларды енгізу немесе шығарып тастау, баяндама жасаушының дыбысын ажырату, микрофондарды ажырату, сайттардан бейнедеректерді көрсету, сайттарды қарап отыру және тұрақты түрде болып отыру режимін орнату мүмкіндігі
GK/SIP серверінің функциялары	Тораптардың басқару функциялары, қара/ақ тізім, шақыртуларды басқару, нөмірді өзгерту, өткізу жолағын басқару, аймақтарды басқару, маршруттауды басқару және SIP прокси.
Бөгде жүйелер мен API-мен ықпалдасу	Microsoft Active Directory-мен ықпалдасу
	Microsoft Exchange Server-мен ықпалдасу
	Microsoft Lync 2010TM/OCS 2007R2-мен ықпалдасу
	Бөгде API

3 SDN деректерді тарату желісінің параметрлерін есептеу

3.1 g711 кодегіне арнап желінің өткізу қабілетін есептеу

g711 кодегіне арнап арналық, желілік деңгейдің және қосымша қызметтік ақпараттың есебімен, бір қоңырауға қатысты кадрдың 160 және 240 бит өлшемі жағдайындағы жылдамдықты есептейік.

Орталық кеңседегі абоненттердің жалпы саны 200 адам екенін біле отырып, берілген жүктемесі 4 Эрланг болатын провайдермен арнаға түсетін жалпы ең үлкен шығыстық жүктемені есептейік.

Арнаның кадрдың 240 бит ұзындығы жағдайындағы жылдамдығын есептейік. Қолданылатын кодек (codec) – g711, кадрдың ұзындығы (VoicePayloadSize) = 240 бит, дауыстық хаттама (VoiceProtocol) = VOIP, компрессия қолданылмайды, арналық деңгей (MediaAccess) – Ethernet, Tunnel/Security қолданылмады, қоңыраулар саны = 1, қоңыраулар саны (NumberofCalls) – 1 [15].

Жылдамдығын есептеу үшін дестенің барлық деңгейлердегі ұзындығын есептеп шығу қажет.

Ұзындығын есептеуге арналған бастапқы деректер

Lrtp = 12 бит;

Ludp = 8 бит;

Lip = 20 бит;

L2ovh = 18 бит;

Lvps = 240.

Параметрлердің мәндері:

Lrtp - RTP (RTP Header Overhead) тақырыбының ұзындығы;
Ludp - UDP (UDP Header Overhead) тақырыбының ұзындығы;
Lip - IP (IP Header Overhead) тақырыбының ұзындығы;
L2ovh – екінші деңгейдегі кадрдың ұзындығы (Layer2 Overhead);
Lvps - дауыстық кадрдың ұзындығы (VoicePayloadSize).

L (TotalPacketSize) дестесінің толық ұзындығы есептеп шығу қажет, бит

$$Ltps = Lrtp + Ludp + Lip + L2ovh + Lvps \quad (3.1)$$

$$Ltps = 12 + 8 + 20 + 18 + 240 = 298 \text{ бит.}$$

Кодектің жылдамдығын (CodecBitRate) – Vcbr есептеу кодек кадрының ұзындығына (CodecSampleSize) – Lcss = 80 бит, кодек кадрының интервалы (CodecSampleInterval) – Tcsi = 80, (мсек) сүйене отырып, келесі формула бойынша орындалады:

$$Vcbr = (Lcss * 8)/Tcsi, \quad (3.2)$$

$$Vcbr = (80 * 8)/10 = 64 \text{ кбит/с} .$$

Бір қоңырауға қатысты жылдамдық жолағын (BandwithPerCall (VoIP)) – Vbpc есептеу дауыстық дестенің секундына берілу жылдамдығына VoicePacketsPerSecond – V_{vpps} және бір секундтағы дестелер санына N_{pps} сүйене отырып орындалады.

Дауыстық дестелердің бір секундтағы жылдамдығын есептеу:

$$Vvpps = (Vcbr *125)/Lvps, \quad (3.3)$$

$$Vvpps = (64 *1024)/240 = 34,133 \text{ бит/с}.$$

Тек қана RTP кадрына арналған бір қоңыраудың жолағы (BandwidthPerCallRTPOnly) – Vrtpo дестенің толық ұзындығына (TotalPacketSize) – Ltps және дауыстық дестелердің бір секундтағы жылдамдығына V_{vpps} сүйенумен, келесі формула бойынша есептеледі:

$$Vbpc = (Vvpps * Ltps)/125, \quad (3.4)$$

$$Vbpc = 34,133 * 298/125 = 81,374 \text{ кбит/с}.$$

Артықтық бір қоңырауға қатысты жылдамдықтан тек RTP (BandwidthPerCallRTPOnly) – Vrtpo кадрына арнап және SNIKKY немесе RTP, H225, H245, - R =5% сигнал беруді қолданудың нәтижесінде алынған (AdditionalOverhead) V_{ao} артықтыққа сүйенумен, келесі формула бойынша есептеледі

$$Vao = 0,05 * Vbpco, \quad (3.5)$$

$$Vao = 0.05 * 81,374 = 4,069 \text{ кбит/с}.$$

Қоңыраудың толық жылдамдығы, соның ішінде артықтық (BandwithPerCall + 5.0% AdditionalOverhead) келесі формула бойынша есептеледі

$$Vbpcao = Vao + Vbpc \quad (3.6)$$

$$Vbpcao = 81,374 + 4,069 = 85,443 \text{ кбит/с.}$$

160 бит ұзындығы жағдайындағы арнаның жылдамдығын есептеу.

Жылдамдықты есептеу үшін дестенің барлық деңгейдегі ұзындығын есептеп шығу қажет.

Ұзындығын өлшеуге арналған бастапқы деректер

$$Lrtp = 12 \text{ бит;}$$

$$Ludp = 8 \text{ бит;}$$

$$Lip = 20 \text{ бит;}$$

$$L2ovh = 18 \text{ бит;}$$

$$Lvps = 160.$$

Параметрлердің мәндері

Lrtp - RTP (RTP Header Overhead) тақырыбының ұзындығы;
Ludp - UDP (UDP Header Overhead) тақырыбының ұзындығы;
Lip - IP (IP Header Overhead) тақырыбының ұзындығы;
L2ovh – екінші деңгейдегі кадрдың ұзындығы (Layer2 Overhead);
Lvps - дауыстық кадрдың ұзындығы (VoicePayloadSize).

Дестенің толық ұзындығын (TotalPacketSize) есептеп шығу қажет

$$Ltps = 12 + 8 + 20 + 18 + 240 = 218 \text{ бит.}$$

Кодектің жылдамдығын (CodecBitRate) – Vcbr есептеу кодек кадрының ұзындығына (CodecSampleSize) – Lcss = 80 бит, кодек кадрының интервалы (CodecSampleInterval) – Tcsi = 80, (мсек) сүйене отырып, келесі формула бойынша орындалады

$$Vcbr = (80 * 8)/10 = 64 \text{ кбит/с.}$$

Бір қоңырауға қатысты жылдамдық жолағын (BandwithPerCall (VoIP)) – Vbpc есептеу дауыстық дестенің секундына берілу жылдамдығына VoicePacketsPerSecond – V_{vpps} және бір секундтағы дестелер санына N_{pps} сүйене отырып орындалады

$$Vvpps = (64 *1024)/(160 * 8) = 51,2 \text{ кбит/с.}$$

Тек қана RTP кадрына арналған бір қоңыраудың жолағы (BandwidthPerCallRTPOnly) – Vrtpo дестенің толық ұзындығына

(TotalPacketSize) – Ltps және дауыстық дестелердің бір секундтағы жылдамдығына V_{vpps} сүйенумен, келесі формула бойынша есептеледі.

$$Vrtpo = 51,2 * 218/125 = 89,283 \text{ кбит/с}.$$

Артықтық бір қоңырауға қатысты жылдамдықтан тек RTP (BandwidthPerCallRTPOnly) – Vrtpo кадрына арнап және SNIKKY немесе RTP, H225, H245, - R =5% сигнал беруді қолданудың нәтижесінде алынған (AdditionalOverhead) V_{ao} артықтыққа сүйенумен, келесі формула бойынша есептеледі [11].

$$Vao = 0.05 * 89,283 = 4,465 \text{ кбит/с}.$$

Қоңыраудың толық жылдамдығы, соның ішінде артықтық (BandwithPerCall + 5.0% AdditionalOverhead) келесі формула бойынша есептеледі

$$Vbpcao = 89,283 + 4,465 = 93,757 \text{ кбит/с}.$$

Осылайша, дауыстық кадрдың ұзындығы кем болған жағдайда жылдамдық жолағы дауыстық кадржың үлкен ұзындығы кезіндегіден көбірек қажет болады деп қорытындылауға болады. Демек, g711 кодегін қолданған кезде кадрдың 240 бит ұзындығын таңдаған дұрыс болады. g729 кодегін кадрдың әртүрлі ұзындығы кезінде қолданған жағдайға арнап есептеу қалады.

3.2 Желінің g729 кодегіне арнап өткізу қабілетін есептеу

g729 кодегі кезіндегі дауыстық кадрдың 10 биттен бастап 240 битке дейін өзгеруі жағдайында провайдермен түйісу арнасына түсетін осыған ұқсас жүктемені есептейік [15].

Жылдамдықты есептеу үшін дестенің барлық деңгейлердегі ұзындығын есептеп шығу қажет.

Ұзындығын өлшеуге арналған бастапқы деректер

Lrtp = 12 бит;

Ludp = 8 бит;

Lip = 20 бит;

L2ovh = 18 бит;

Lvps = 60.

Lvps = 160.
Параметрлердің мәндері
Lrtp - RTP (RTP Header Overhead) тақырыбының ұзындығы;
Ludp - UDP (UDP Header Overhead) тақырыбының ұзындығы;
Lip - IP (IP Header Overhead) тақырыбының ұзындығы;
L2ovh – екінші деңгейдегі кадрдың ұзындығы (Layer2 Overhead);
Lvps - дауыстық кадрдың ұзындығы (VoicePayloadSize)
Дестенің толық ұзындығын (TotalPacketSize) есептеп шығу қажет

$$Ltps = 12 + 8 + 20 + 18 + 60 = 118 \text{ бит.}$$

Кодектің жылдамдығын (CodecBitRate) – Vcbr есептеу кодек кадрының ұзындығына (CodecSampleSize) – Lcss = 80 бит, кодек кадрының интервалы (CodecSampleInterval) – Tcsi = 80, (мсек) сүйене отырып, келесі формула бойынша орындалады.

$$Vcbr = (10 * 8)/5 = 16 \text{ кбит/с.}$$

Бір қоңырауға қатысты жылдамдық жолағын (BandwithPerCall (VoIP)) – Vbpc есептеу дауыстық дестенің секундына берілу жылдамдығына VoicePacketsPerSecond – V_{vpps} және бір секундтағы дестелер санына N_{pps} сүйене отырып орындалады

$$Vvpps = (16 *1024)/(60 * 8) = 34,133 \text{ бит/с.}$$

Тек қана RTP кадрына арналған бір қоңыраудың жолағы (BandwidthPerCallRTPOnly) – Vrtpo дестенің толық ұзындығына (TotalPacketSize) – Ltps және дауыстық дестелердің бір секундтағы жылдамдығына V_{vpps} сүйенумен, келесі формула бойынша есептеледі.

$$Vrtpo = (34,133*118)/125 = 32,222 \text{ кбит/с.}$$

Артықтық бір қоңырауға қатысты жылдамдықтан тек RTP (BandwidthPerCallRTPOnly) – Vrtpo кадрына арнап және SNIKKY немесе RTP, H225, H245, - R =5% сигнал беруді қолданудың нәтижесінде алынған (AdditionalOverhead) V_{ao} артықтыққа сүйенумен, келесі формула бойынша есептеледі.

$$Vao = 0.05 * 32,222 = 1,1611 \text{ кбит/с.}$$

Қоңыраудың толық жылдамдығы, соның ішінде артықтық (BandwithPerCall + 5.0% AdditionalOverhead) келесі формула бойынша есептеледі.

Vbpcao = 32,222 + 1,1611 = 33,833 кбит/с.

Алынған жылдамдық кадрының ұзындығы 240 бит болатын g711 кодегін қолданған кездегі жылдамдықпен сәйкес, демек, бір қоңырауға қатысты қажетті өткізу қабілетіне қол жеткізу үшін кез келген кодек пен кадр ұзындығын таңдап алуға болады.

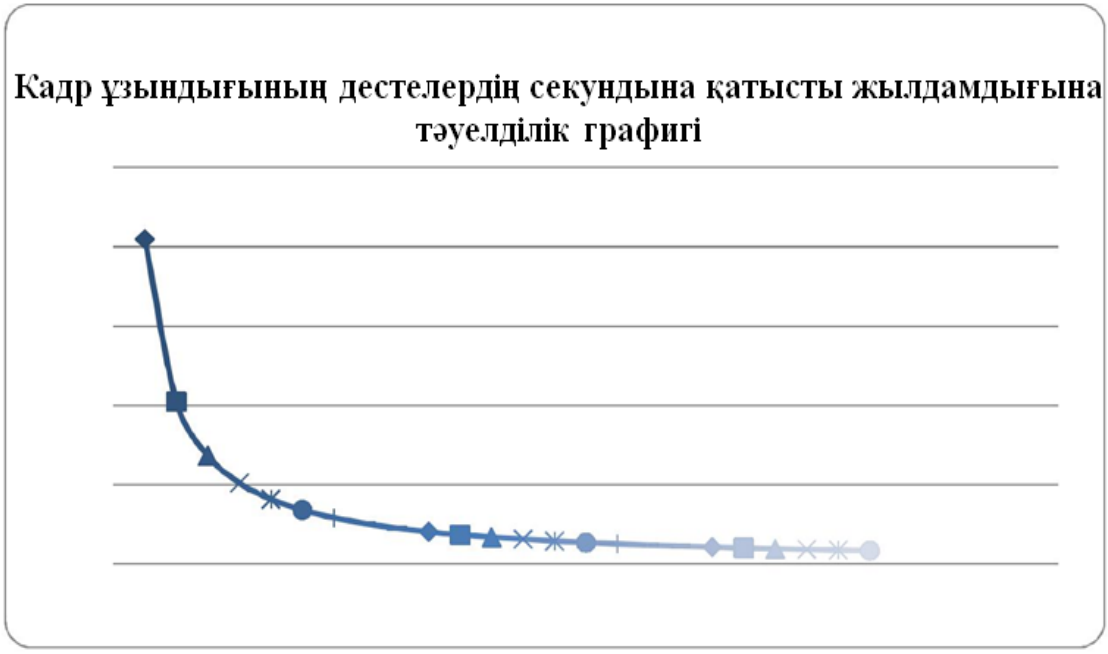
Алайда бұл жағдайда сапасы шамалы өзгешеленіп отыратын болады. Кадрдың ұзындығын g728 кодегін қолданған кезде жылдамдық барынша төмен болып отыратындай етіп таңдап алайық, бұл жағдайда есептеуде тек қолданылып отырған кадр ұзындықтарын қолданайық, барлық деректер 3.1 кестеге жинақталған.

Кесте 3.1 – Бір қоңырауға қатысты жылдамдықтың тәуелділігі

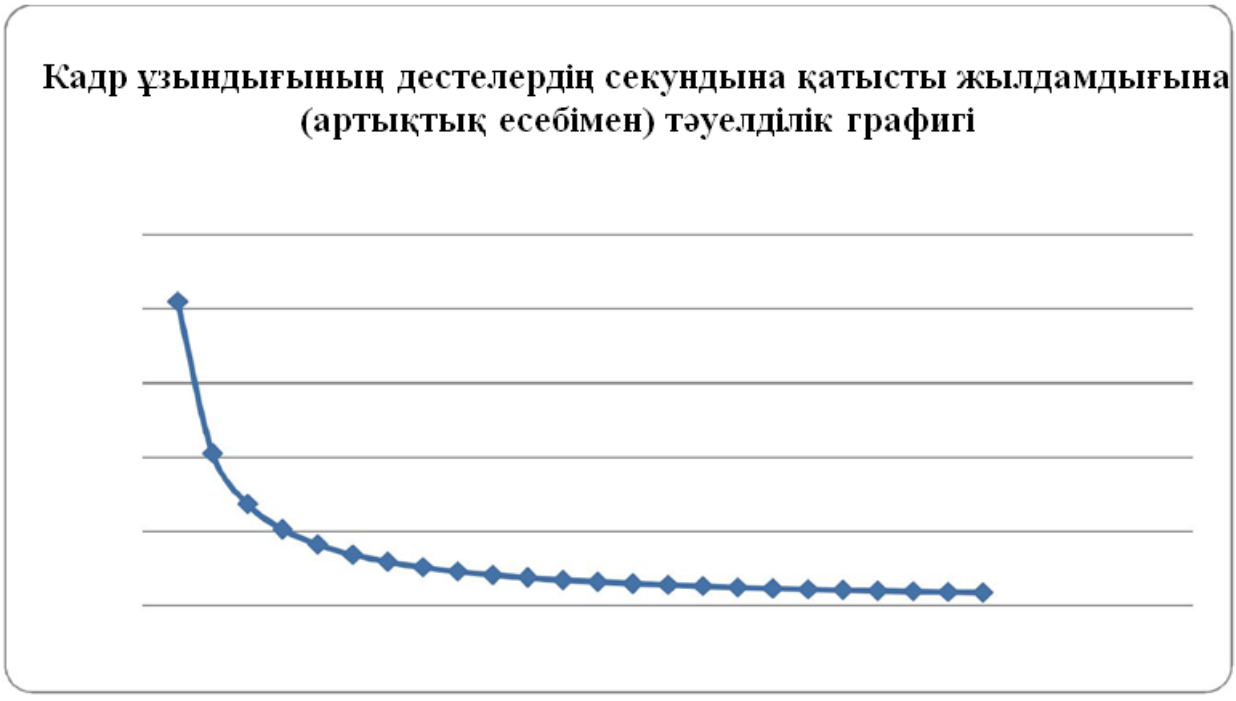
Lvps, биттер	Vpps, дестелер/с	Vbpcao, кбит/с	Lvps, биттер	Vpps, дестелер/с	Vbpcao, кбит/с
10.0	204,80	116,98	130.0	15,75	24,88
20.0	102,40	67,09	140.0	14,63	24,33
30.0	68,27	50,46	150.0	13,65	23,86
40.0	51,20	42,15	160.0	12,80	23,44
50.0	40,96	37,16	170.0	12,05	23,07
60	34,13	33,83	180.0	11,38	22,75
70.0	29,26	31,46	190.0	10,78	22,46
80.0	25,60	29,68	200.0	10,24	22,19
90.0	22,76	28,29	210.0	9,75	21,96
100.0	20,48	27,18	220.0	9,31	21,74
110.0	18,62	26,27	230.0	8,90	21,54
120.0	17,07	25,52	240.0	8,53	21,36

Кадр ұзындығының дестелердің секундына қатысты жылдамдығына тәуелділігі, кадрдың ұзындығына қарай бір қоңырауға қатысты жолағына тәуелділігі графигін құрайық.

Графиктер соған сәйкес 3.1 және 3.2 суреттерде келтірілген.



Сурет 3.1 - Кадр ұзындығының дестелердің секундына қатысты жылдамдығына тәуелділігі



Сурет 3.2 – Бір қоңырауға қатысты жолақтың кадрдың ұзындығына қарай тәуелділігі

Осылайша, кадрдың 240 бит ұзындығы жағдайында g728 кодегін таңдау қажет, нәтижесінде секундына 8,3 Кбит жылдамдығына ие боламыз.

Желіде 200 абонент бар және 4 Эрланг жүктеме нақты болып табылады, яғни әрбір төртінші адам осы сәтте қоңырау шалуда, 200 абоненттің әрбір 7-шісі оның дәл қайда қоңырау шалып отырғанына байланыссыз оператордың шлюзіне қоңырау шалуда. Берілген жүктеме кезінде шлюзді банктің шлюзімен түйістіруге арналған арнаның жылдамдығын келесі формула бойынша есептеп шығуға болады

$$Voper = Vbpcao * (N/H), \qquad (3.7)$$

мұндағы N – абоненттер саны;

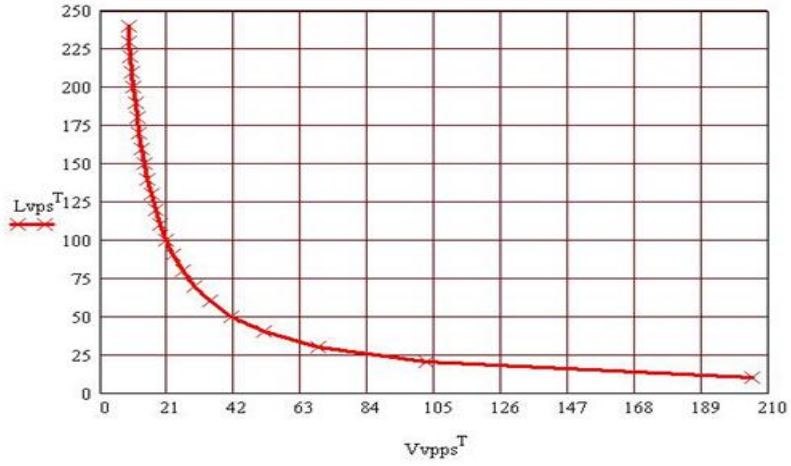
H – шлюзге қоңырау шалып отырғанын абоненттердің саны.

Егер E1 ағымдар санын есептейтін болсаң, олардың саны екіге тең болып шығады. Демек, провайдермен Ethernet желісі бойынша E1 және SIP арқылы түйістірудің баламалы таңдауы пайда болады.

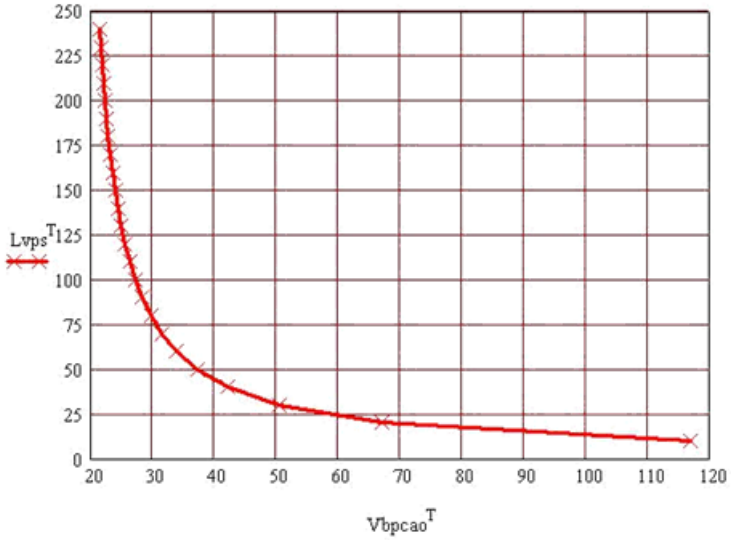
$$Voper = 8,3 * (200/7) = 237,14 (ккбит/с= 0,23 Мбит/с.$$

Бұл жерде провайдердің бағасына және оның ұйымға дейін жақын торапта болуына негізделіп отыру керек. Әртүрлі кодектерге арнап өткізу жолағын есептеу үшін компьютерде математикалық есептеуге арналған инженерлік бағдарлама қолданылып отырды. Бағдарлама листингі А қосымшасында келтірілген.

Кадр ұзындығының дестелердің секундына қатысты жылдамдығына тәуелділігі, кадрдың ұзындығына қарай бір қоңырауға қатысты жолағына тәуелділігі графигін компьютердік бағдарламаны қолдана отырып құрайық. Бағдарламаны қолданудың нәтижелері соған сәйкес 3.3 және 3.4 суреттерде келтірілген.



Сурет 3.3 – Бағдарламаны қолдану нәтижесі



Сурет 3.4 – Бағдарламаны қолдану нәтижесі

3.3 Күту уақыты мен кадрды тарату уақытын есептеу

ЖҚТ объектінің жүйеде болуының орташа уақытын және кезегін күтудегі орташа уақытын (Wq) есептеп шығуға мүмкіндік береді. Кадрдық жүйеде болуының орташа уақыты қызмет көрсетудің жылдамдығы мен кадрлардың келіп түсу жылдамдығының арасындағы айырмаға кері шама болып табылады [12]. Кадрлардың өткізу қабілеті 4 Мбит/с құрайтын арна арқылы тарату кезіндегі кезектердің болуынан туындаған кешігуі орта есеппен 19,22-10~ секундты құрайды. Айта кететіні, бұл уақыт кадрдың жүйеде өтуінің толық уақытының бір бөлігін ғана құрайды. Сонымен қатар сигналдың физикалық орта арқылы тарау уақытын ескеріп отыру қажет. Кезекті сипаттайтын маңызды параметрге кезекте күту уақыты жатады, ол келесі формула бойынша анықталады

$$W_q = W \times P \qquad (3.8)$$

мұндағы W_q- кезекте күту уақыты;

W- кадрдың жүйеде болу уақыты. Сандық түрде кезегін күту уақытының мәні мынаған тең

$$W_q = 19{,}22 \times 10^{-5} \times 0{,}188 = 3{,}61 \times 10^{-5} \text{ с}$$

Кадрдың жүйеде болу уақыты кезекте күту уақыты қамтиды. Болу уақыты мен күту уақытының айырмасы арнаның бір кадрға қызмет көрсету уақытын немесе байланыс арнасы арқылы тарату уақытын береді

$$t = W - W_q = 19{,}22 \times 10^{-5} - 3{,}61 \times 10^{-5} = 15{,}61 \times 10^{-5}\ \text{с}$$

Осылайша есептелген бір кадрға қызмет көрсету уақыты бұрын есептелген уақытқа сәйкес келеді (домалақтау қателігін ескерумен).

3.4 Қабылдағыш оптоэлектронды модульдің сезімталдық деңгейін есептеу

Цифрлық ҚОМ-ның Рпор сезімталдық деңгейін анықтауға арналған өрнекті келтірейік, ол келесі түрге ие:

$$Pnop = 2g\Delta fQ\frac{M^X}{Si}\left[1+\sqrt{(1+\beta)}\right], \qquad (3.9)$$

$$\beta = \frac{g * I_T + 2 * k * T * F_Ш / R}{M^{2+X} * g^2 Q\Delta f}, \qquad (3.10)$$

$$\text{erfc}\,(z) = 2/\sqrt{\pi}\int_z^{\infty}\exp(-t^2)dt\,. \qquad (3.11)$$

мұндағы Q – қателер функциясының дәйегі.

g – электронның заряды, 1,6 * 10^{-19} Кл тең;
Іт – фотодиодтың қараңғылық тогы;
k – Больцман тұрақтысы, 1,38 * 10^{-23} Вт/К*Гц тең;
Т – абсолюттік температура, 300 К тең;
R – фотодиод жүктемесінің кедергісі;
M – көшкіндік көбейту коэффициенті;
Δf – фотоқабылдағыштың өткізу жолағы;
Si – фотодиодтың монохроматикалық токтық сезімталдығы.

Мәндерді (3.11) формуласына қоямыз:

$$\beta = \frac{(1{,}6*10^{-19}*5*10^{-9} + 2*1{,}38*10^{-23}*300*4/50482)}{30^{2+1}(1{,}6*10^{-19})^2*6{,}36*622*10^6} =$$

$$= \frac{8*10^{-28} + 0{,}0656*10^{-23}}{30^3*2{,}56*10^{-38}*3955{,}92*10^6} = \frac{6568*10^{-28}}{303814{,}65*10^{-29}} = \frac{65680}{303814{,}65} = 0{,}22$$

Алынған мәнді (4.24) формуласына қоямыз

$$Pпор = 2*1{,}6*10^{-19}*622*10^{6}*6{,}36*\frac{50}{0{,}5}\left[1+\sqrt{(1+0{,}22)}\right]=$$

$$=(253178{,}88[1+1{,}105]=253178{,}88*10^{-13}*2{,}105=1595026{,}944*10^{-13}(Вт).$$

Сезімталдық шегін қуаттылық бойынша деңгейдің 1 мВт-ға қатысты анықталатынын есте сақтаумен, децибелмен көрсеткен дұрыс болады

$$Pпор = 10\lg(Pпор/1мВт)=10\lg\frac{1595026{,}944*10^{-13}}{10^{-3}}=$$

$$=10\lg 532941{,}5*10^{-10}=-38(дБ).$$

$$Э = P1 - P2min, \qquad (3.12)$$

мұндағы P2min – сезімталдық шегі;

P1 – енгізілген қуаттылық (–3 бастап +2 дейін).

Э1 = - 3 + 38 = 35 (дБ),

Э2 = 0 + 38 = 38 (дБ),

Э3 = + 2 - (-38) = 40 (дБ).

3.5 Желінің өткізу қабілетін есептеу

Деректер кадрын деректерді тарату желісінің бірінен екіншісіне тарату үшін оған екі құрылғымен қызмет көрсетілуі тиіс, оны бір арналы көп фазалық үлгі шеңберінде суреттеп шығуға болады. Бір-бірінен қашықта орналасқан деректерді таратудың екі желісінің арасындағы ақпараттар ағымының ең тар жері – ғаламдық желінің байланыс арнасы, оның өткізу қабілеті әдетте ОЕЖ жұмысының жылдамдығынан едәуір аз. Желінің жұмыстық станциясы деректер кадрын Ethernet желісіне береді – таратылып отырған кадр алдымен желінің сегментінен көпірге немесе маршрутизаторға желі жұмыс істеп тұрған жылдамдықпен (4, 10, 16 Мбит/с) «саяхат жасайды». Маршрутизаторға немесе көпірге келіп түскен кадр желіден алмасу буферіне көшіріледі, басқа форматқа айналдырылып, артынша (бос арна болса) ғаламдқы желі арқылы кадрдың ОЕЖ-дан маршруттау құрылғысына түсетін жылдамдығынан анағұрлым төмен жылдамдықпен беріліп отырады. Егер тура ағымдағы кадрдың алдында ЖТ-ға басқа кадр келіп түскен болса, онда біздің кадрға алдыңғы кадрға қызмет көрсетілген сәтке дейін (буферде) күте тұруға тура келеді. Ағымдағы кадрға

қызмет көрсетудің уақыты ЖТ-ға ағымдағы кадрдың тура алдында қанша кадрлардың келіп түскеніне байланысты: кадрлардың саны неғұрлым көп болса, күту уақыты да соғұрлым ұзара түседі. ҒЕЖ-дан маршрутизатордың көпіріне келіп түскен кезде кадр ОЕЖ форматына түрлендіріліп, оқшаулы желіге таратылады. ҒЕЖ арқылы ақпараттың таратылу жалдымдығы әрдайым кадрлардың оқшаулы желіде таратылу жылдамдығынан төмен болып отыратындықтан, мұндай қызмет көрсету кезінде ешқандай кезектер туындамайды, демек кадрға маршрутизатордың екінші көпірінде қызмет көрсету кезінде негізгі үлесті құрылғының өзі қосады. Және бұл кадрлардың маршрутизатордың бірінші көпіріндегі кідіру уақытының аз ғана бөлігі.

Бастапқы деректер: станциялардың саны 500 және бір станциядан транзакциялардың (кадрлардың) саны – 700. Жұмыс режимі тәулік бойы (24 сағат). ЕЖС-да таратылып отырған кадрлардың барлық санының 20%-ы таратылып отырады. Кадрдың өлшемі 80 байт. Жиынтығында бір сағатта HUB арқылы Гаусстық үлестіру кезінде

$$N = 700 * 500 * 0.2 = 70000 \text{ кадр өтіп отырады}$$

Қалыпты үлестіру кезінде

$$N = 700 * 500 / 24 = 14583,3 \text{ кадр}$$

Кадрлардың келіп түсу жылдамдығы алынған сандарды Гаусстық үлестіру кезінде 3600-ге азайтумен алынады

$$70000 / 3600 = 19,44 \text{ кадров/ сек}$$

Қалыпты үлестіру кезінде

$$14583,3 / 3600 = 4,05 \text{ кадров/ сек}$$

Ақпаратпен алмасу жылдамдығын 64 кбит/с тең деп қабылдайық. Олай болса, ұзындығы 80 байт бір кадрды таратуға қажетті уақыт 0,01 секундты құрайтын болады. Қызмет көрсетудің күтілетін уақыты 0,01 с тең, осыдан алатынымыз: қызмет көрсетудің орташа жылдамдығы сек. 100 кадрды құрайды. Есептеулерден көріп отырғанымыздай, қызмет көрсету жылдамдығы кадрлардың келіп түсу жылдамдығынан жоғары, яғни бұл арна келіп отырған трафикты еңсере алады. Бір арналы бір фазалық жүйедегі қызмет көрсетуші құрылғының (ҚҚ) техникалық мүмкіндіктерін қолдану дәрежесі (Р) тапсырыстардың орташа кліп түсу жылдамдығын қызмет көрсетудің орташа жылдамдығына азайтумен анықтауға болады. Гаусстық үлестіру кезінде

$$P = 19,44/100 = 0,1944 = 19,44 \%.$$

Қалыпты үлестіру кезінде = 4,05/100 = 0,0405 = 4,05 %.

ҚҚ қолданылуын біле отырып, тапсырыстардың белгілі бір уақыт мезетінде болмау ықтималдығын оңай анықтап шығуға болады. Біз P0 деп белгілеген бұл ықтималдық бір минус арнаның қолданылу дәрежесіне тең(P0 = 1 - P). Гаусстық үлестіру кезінде

$$P0 = 1 - 0,1944 = 0,8066 = 80,66\ \%.$$

Қалыпты үлестіру кезінде

$$P0 = 1 - 0,0405 = 0,9595 = 95,95\ \%.$$

ҚҚ қолданылу дәрежесіне негізделе отырып, кадрлардың кезектерде қалайша жиналып отыратынын және осы кезектермен байланысты кідірулердің кадрлардың бір ОЕЖ-дан екіншісіне таратылу жылдамдығына қалай әсер ететінін анықтайық. ТМО-да жүйедегі объектілердің орташа саны (unit) әдетте L деп белгіленеді, ал кезектегі объектілердің орташа саны - Lq. Бір арналы бір фазалық жүйе үшін L мәні тапсырыстардың келіп түсуінің орташа жылдамдығын қызмет көрсетудің орташа жылдамдығы мен тапсырыстардың келіп түсу жылдамдығының арасындағы айырмаға азайтудан алынған шамаға тең [10].

Гаусстық үлестіру кезінде

$$L = 19,44 / (100 - 19,44) = 0,2414$$

Қалыпты үлестіру кезінде

$$L = 4,05 / (100 - 4,05) = 0,0422$$

Маршрутизатордың буферінде және байланыс желісінде кез келген сәтте бір кадрдың 4 - 24%-ынан артық бөлігі болып отырады. Кезектегі объектілердің орташа санын (Lq) анықтау үшін ҚҚ қолданылу дәрежесін (P) жүйедегі объектілердің санын (L) көбейтейік [11,12].

Гаусстық үлестіру кезінде

$$Lq = 0,2414 * 19,44 = 0,0469$$

Қалыпты үлестіру кезінде

$$Lq = 0,0422 * 4,05 = 0,00171$$

ТМО объектінің жүйеде болуының орташа уақытын (W) және кезекте күтудың орташа уақытын (Wq) есептеп шығуға мүмкіндік береді. Жүйеде болудың орташа уақыты қызмет көрсетудің жылдамдығы мен тапсырыстардың келіп түсу жылдамдығы арасындағы айырмаға кері шаманы құрайды. Гаусстық үлестіру кезінде

$$W = 1/(100 - 19,44) = 0,0124 \text{ с}$$

Қалыпты үлестіру кезінде

$$W = 1 / (100 - 4,05) = 0,0104 \text{ с}$$

3.2 кесте – Ғаламдық желінің өткізу қабілетін өзгертіп отыру

Атауы	Формула	Мәндер					
Жылдамдық, кбит/с		19,2	32	64	128	256	512
Кадрдың таратылу жылдамдығы, с		0,033	0,02	0,01	0,005	0,002	0,001
Қызмет көрсетудің орташа жылдамдығы		30	50	100	200	400	800
Арнаның қолданылу коэффициенті	P	0,648	0,388	0,194	0,097	0,048	0,024
Жүйдн кадрлардың болмау ықтималдығы	P0 = 1 - P	0,351	0,611	0,805	0,902	0,951	0,975
Объектілердің орташа саны (барлығы)	L	1,842	0,636	0,241	0,107	0,051	0,024
Кезегін күтіп тұрған кадрлардың орташа саны	Lq = L * P	1,193	0,247	0,046	0,010	0,002	0,0006
Толық күту уақыты	W	0,094	0,032	0,012	0,005	0,002	0,001
Кезекте күту уақыты	Wq = W * P	0,0614	0,0127	0,0024	0,0005	0,0001	3,1E-05

Жүйедегі кезектерді күту уақытымен сипаттауға болады. Wq шамасы жүйеде күту уақытының қызмет көрсетушы құрылғыны қолдану дәрежесіне көбейтіндісіне тең. Гаусстық үлестіру кезінде

$$Wq = 0,0124 * 0,1944 = 0,00241 \text{ с}$$

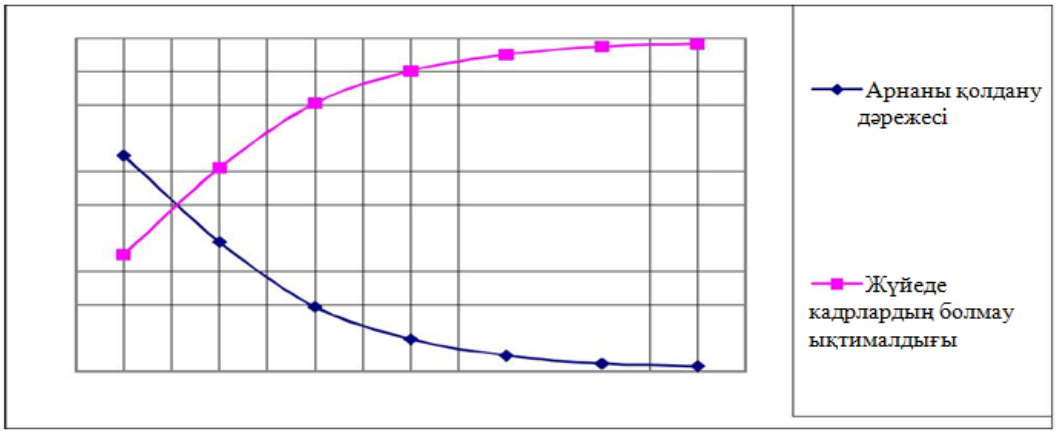
Қалыпты үлестіру кезінде

$$Wq = 0,0104 * 0,0405 = 0,00042 \text{ с}$$

Гаусстық үлестіруге арнап өткізу қабілеті әртүрлі арналар үшін осыған ұқсас есептеулерді жүргізейік және нәтижелерін 3.2 кестеге жинақтайық.

Өткізу қабілеті артқан сайын күту уақыты бойынша ұтудың заңды түрде азаюы өткізу қабілеті әртүрлі арналарға арнап ғаламдық жерінің өнімділігін салыстыру кезінде көрінеді. Арнаның өткізу қабілеті 4-деңгейден жоғары (128 кбит/с) артқан жағдайда жүйеде кадрлардың болмау ықтималдығы артпайды. Арнаға түсетін жүктемені Гаусстық үлестіру кезінде оның жылдамдығы 128 кбит/с құрауы тиіс. Бұл жағдайда кезекте күту уақыты 0,000538 с құрайды, ал байланыс арнасы арқылы бір жағына қарай тарату уақыты – 0,005 с.

3.5 суретте жүйеде кадрлардың болмау ықтималдығы және арнаны қолдану дәрежесі көрсетілген.



Сурет 3.5 – Жүйеде кадрлардың болмау ықтималдығының тәуелділігі

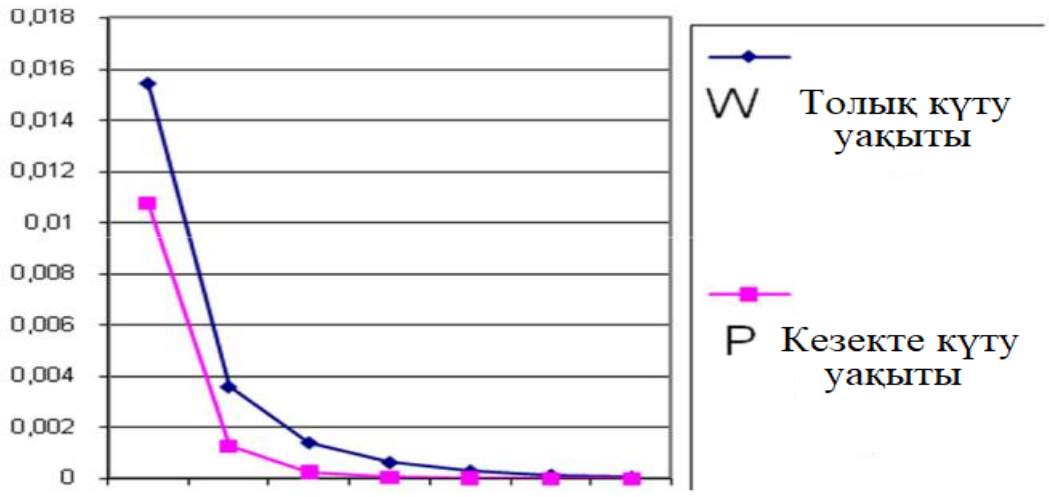
Арнаны қолдану дәрежесі 90%, ал жүйеде кадрлардың болмау ықтималдығы – 10%. Бұл жағдайда маршрутизатордың алмасу буферінде кез келген уақытта бір кадрдың 0,5 %-ы болып отырады, мұның барлығы 3.3 кестеде қарастырылған [13,14].

3.6 суретте күтудің толық уақыты және кезекте күту уақыты көрсетілген.

3.7 суретте арнаны қолдану дәрежесі Р және жүйеде кадрлардың болмауы ықтималдығы P_0 көрсетілген.

3.3 кесте – Ғаламдық желінің өткізу қабілеті

Атауы	Формула	Мәндер						
1	2	3						
Желіні 1 абон. алып отыруы, сағ.		1	1	1	1	1	1	1
Кодтау жылдам., кбит/с		19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8
Тәулігіне 1 аб. трафик Мбит		71,3	71,3	71,3	71,3	71,3	71,3	71,3
Кадрдың орташа ұзындығы, кбит		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
1 аб. кадрлардың саны, 10^3		59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4	59,4
Аб. саны		18	18	18	18	18	18	18
Кадрлардың жалпы саны, х, 10^3		1069	1069	1069	1069	1069	1069	1069
Қоңыраулардың жалпы санының пайызы, %		50	50	50	50	50	50	50
Тұрақты кадр. жылдамд.		148,5	148,5	148,5	148,5	148,5	148,5	148,5
Желінің жылдамд. (Мбит/с)		2,05	4,1	8, 2	16, 4	32,7	65,5	131
Кадрдың таратылу уақыты, мс		4,68	2,34	1,17	0,58	0,29	0,14	$7,3E^{-2}$
Қызмет.көрс.орт. жылдамд.		213,3	426,7	853,3	1707	3413	6827	13653
Арнаны қолдану дәрежесі	P	0,69	0,35	0,17	0,087	0,04	0,02	0,01
Жүйеде кадрлардың болмау ықтималдығы	P0=1-P	0,304	0,652	0,826	0,913	0,956	0,978	0,989
Объектілердің орташа саны (барлығы)	L	2,29	0,534	0,21	0,09	0,045	0,022	0,011
Кезектегі кадрлардың орташа саны	Lq=L*P	1,59	0,18	0,037	0,008	0,002	0,001	0,0001
Күту уақыты, мс	W	15,42	3,59	1,41	0,64	0,31	0,15	$7,4E^{-2}$



3.6 Сурет – Толық күту уақыты және кезекте күту уақыты

Шыққан санды 4-ке бөлейік, себебі бір кеңседе орта есеппен 4 адам отырады және осылайша әлеуетті абоненттердің түпкілікті санына ие боламыз.

$$N_{аб.инт}=34704 / 4=8676 \text{ адам.}$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Бағдарламалық-конфигурацияланатын сеть (SDN ағылш. Software-defined Networking, сондай-ақ бағдарламалық-анықталатын желі) - өзінде желіні басқару деңгейі деректерді тарату құрылғыларынан бөлектеңген және бағдарламалық түрде іске асырылатын деректерді тарату желісі, есептеу ресурстарын виртуалдандыру түрлерінің бірі.

Қазіргі кезде әлемде қызмет көрсетушілердің деректерді тарату желілерінің сапасына көп көңіл бөлінуде.

SDN желілік жабдықтарды өндірушілердің алдына бұлттармен жұмыс істеудің жаңа сценарийлерін қолдау бойынша жаңа міндеттерді қоюда, мысалы, көптеген дестелерді ұзақ қашықтықтарға беріп отыру мүмкіндігін қамтамасыз ету. Сонымен қатар, VMware аппараттық қамтудың өндірушілеріне тәуелсіз болып келетін желілік жабдықты виртуалдандыру жүйелерін шығарып отыруды жоспарлауда.

Бірінші тарауда біз SDN желісінің туындау жағдайларын қарастырдық, дәстүрлі желілер мен SDN желісін салыстырдық.

Екінші тарауда Шымкент қаласындағы «Kaspi Bank» бөлімшелеріне SDN желісін ұйымдастыру қарастырылды. Бұл жоба Huawei жабдығының негізінде құрылды. Дәл осы жерде жобада қолданылған жабдықтың сипаттамасы берілген.

Үшінші тарауда біз деректерді тарату желісінің сипаттамасы, g711 кодегі үшін желінің өткізу қабілеті, g729 кодегі үшін оптоэлектрон, кадрдың таратылуын күту уақыты, қабылдағыш оптқалық-электронды модульдің сезімталдық деңгейі, желінің өткізу қабілеті сияқты көрсеткіштерді есептеп шықтық.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 О банке//sberbank.kz: сервер Сбербанка Казахстан. 2014. URL:http://www.sberbank.kz/ru/about (дата обращения: 25.12.2014).

2 http://www.huawei-sale.ru/setevoe-oborudovanie-huawei/kommutatory-huawei/kommutatory-huawei-agile-switch-s12700/

3 http://e.huawei.com/en/solutions/technical/sdn

4 http://developer.huawei.com/ict/en/site-sdn

5 Гольдштейн Б.С., Зарубин А.А., Саморезов В.В. Протокол SIP.Справочник. – С. -Петербург. “БХВ- Санкт-Петербург”. 2005. 456 с.

6 Олифер В., ОлиферН. Компьютерные сети, принципы, технологии,протоколы — Санкт-Петербург, 2010, 658 с.

7 АО "Казахтелеком" внедряет высокоскоростные IP-услуги на базе оптической магистрали нового поколения Cisco с помощью АМТ-ГРУП// серверNOMAD.2009URL:http://www.nomad.su/?a=4 nomad.su:200912030517(дата обращения: 29.01.2015).

8 http://e.huawei.com/ru/news/ru/2016/201620061435

9 А.Б. Гольдштейн, Б.С. Гольдштейн Технология и протоколы MPLS. - “БХВ - Санкт-Петербург”, 2005, 302 с.

10 http://www.computerworld.kz/articlekz/4994/

11 РТМ“Системно-сетевыерешенияразвития инфокоммуникационных сетей межрегиональных компаний связи и ОАО “Ростелеком” как составных частей ВСС России, на перспективу до 2007 г.”

12 cisco.com:серверкомпанииCISCO.2015.URL: http://www.cisco.com/web/RU/products/ (дата обращения: 09.02.2015)

13 solarisit.kz: серверкомпании SOLARISIT. 2015. URL: http://solarisit.kz/products/CISCO/(дата обращения: 10.03.2015).

14 http://www.itelon.ru/product/huawei_s12700/