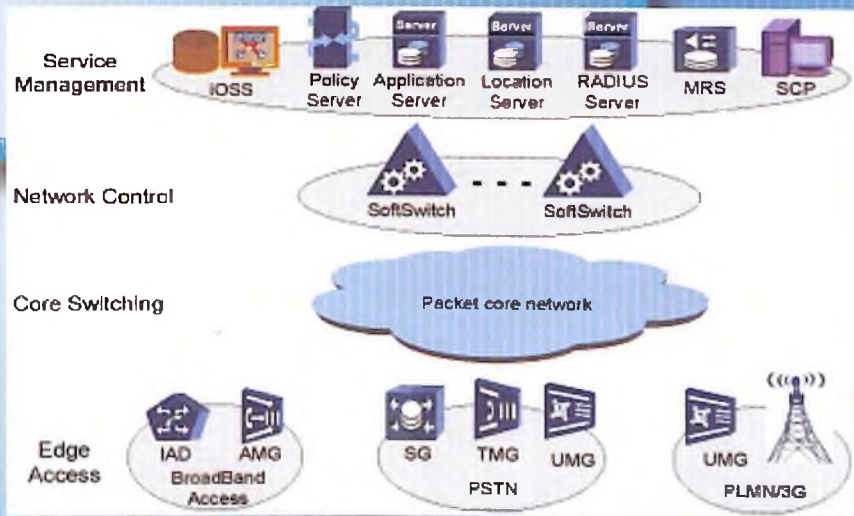


004  
N 69

T. NISHONBOEV

# DASTURIY KONFIGURATSIYALANADIGAN TARMOQLAR



ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

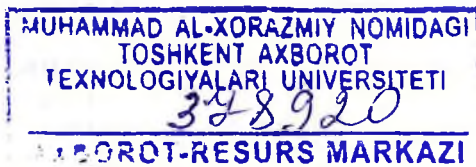
ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АХБОРОТ  
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВА КОММУНИКАЦИЯЛАРИНИ  
РИВОЖЛАНТИРИШ ВАЗИРЛИГИ

МУҲАММАД АЛ-ХОРАЗМИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ  
АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

Т. НИШОНБОВ

ДАСТУРИЙ  
КОНФИГУРАЦИЯЛАНАДИГАН  
ТАРМОҚЛАР

Ўзбекистон Республикаси  
Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги  
томонидан ўқув қўлланма сифатида  
тавсия этилган.



ТОШКЕНТ -- 2017

УО‘К: 004.43

КВК: 32.973.202-018

№ 69

Т.Н. Нишонбоев. Дастурий конфигурацияланган тармоқлар. – Ўқув қўлланма. Т.: «Aloqachi», – 2017, 184 б.

Ўқув қўлланмада дастурий конфигурацияланган тармоқ (ДКТ)нинг архитектураси, Open Flow протоколи ва унинг афзалликлари, ДКТ тармоғида пакетларни маршрутлаш жараёнлари, бошқарув сатҳи операцияларнинг функционал вазифалари, ДКТ негизда виртуал тармоқ шакллантириш асослари ва бошқа мавзулар ёритилган.

Қўлланма ахборот-коммуникация тармоқлари йўналишида тахсил олаётган бакалавр ва магистрантлар учун мўлжалланган. Унда келтирилган материаллар мустақил изланувчиларга ҳам фойдали бўлиши мумкин.

\*\*\*

В учебном пособии систематизированно приведены материалы в области программно - конфигурируемых сетей (ПКС), в частности, архитектура ПКС, протокол Open Flow и его преимущества, маршрутизация пакетов в сети ПКС, функции сетевой операционной системы уровня управления, основы формирования виртуальных сетей на основе ПКС и т.д.

Пособие ориентировано для бакалавров и магистрантов, обучающихся в области сетевых технологий. Приведенные в нём материалы могут быть полезны и для соискателей.

\*\*\*

The training manual systematically provides materials in the field of program-configurable networks (PCS), in particular, the architecture of the PCS, the Open Flow protocol and its advantages, the routing of packets in the PCS network, the functions of a network operating system, the level of control, the basis for the formation of virtual networks based on PCS and etc.

The manual is aimed at bachelors and masters studying in the field of network technologies. The materials in it can be useful for applicants.

УО‘К: 004.43

КВК: 32.973.202-018

№ 69

Тақризчилар:

ISBN 978-9943-5034-1-0

© «Aloqachi» nashriyoti, 2017.

## КИРИШ

Сўнги йиллар мобайнида ахборот-коммуникация технологияларининг ривожланиши натижасида, ахборотлаштириш соҳасида юқори кўрсаткичларга эришилмоқда. Телекоммуникация тармоқларини модернизациялаш, замонавий технологияларни қўллаш, янги рақамли техника воситаларини ўрнатиш, уларни оптималлаштириш ишлари натижасида, Ўзбекистоннинг жаҳон ахборот интеграциялашув жараёнига жадал суъратлар билан қўшилиши кўзга ташланмоқда. Замонавий ахборот-коммуникация технологияларининг республикамиз телеком-муникация тармоқларида қўлланилиши, хизмат кўрсатиш сифат кўрсаткич-ларини жаҳон стандарти талабларига жавоб берадиган поғонага олиб чиқмоқда.

Ушбу шароитда ахборот-коммуникация тармоқларининг муҳим қисми ҳисобланган транспорт ва бошқарув сатҳларининг аппарат-дастур воситалари ҳар хил турдаги ва катта ҳажмдаги ахборот оқимларини юқори тезликда, белгиланган сифат даражасида узатиб бериш қобилиятига эга бўлиши тақозо этилади.

Мазкур ўқув қўлланма ҳам шу муаммога бағишланган бўлиб, унда ҳар хил нуқталарда жойлашган электрон шаклдаги ахборот ресурсларини бугунда тобора ривожланиб келаётган дастурий конфигурацияланадиган тармоқларнинг имкониятларидан унумли фойдаланган ҳолда яратиш, уларни юқори сифат даражасида кенг фойдаланувчиларга тақдим этиш масалалари ёритилган.

Ўқув қўлланмада замонавий ахборот-коммуникация тармоғи(АКТ) нинг архитектуравий хусусиятлари ва имкониятлари, АКТ да маълумот узатиш жараёнларини OSI моделининг етти сатҳли ва бошқа бошқариш протоколлари негизида ташкил этилиши, АКТ транспорт тармоғи пакетларини узатишда юзага келадиган муаммолар, дастурий конфигурацияланадиган тармоғи (ДКТ) нинг архитектураси ва функционал ташкил этилиши, ДКТ компоненталари орасида маълумот узатиш жараёнлари, Open Flow протоколи ва унинг афзалликлари, ДКТ тармоғида пакетларни маршрутлаш жараёнлари ёритилган.

Шу билан бирга, қўлланмада дастурий конфигурацияланадиган тармоғи бошқарув сатҳи операцион тизимининг функционал вазифалари, ДКТ тармоғининг дастурий таъминотини яратишда қўлланиладиган дастурлаш тиллари, ДКТ негизда виртуал тармоқ шакллантириш асослари ҳамда ДКТ топологик структурасини яратиш каби мавзулар ёритилган.

Китоб муаллифнинг Тошкент ахборот технологиялари университети талабаларига 2014-2017 ўқув йилларида “Дастурий конфигурацияланадиган тармоқлар” фани бўйича олиб борган маъруза машғулотларининг материаллари ҳамда Ўзбекистон Республикаси ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг Грант-лойиҳаси (№ 04-635-16, 21 апрел 2016) бўйича бажарилган ишларнинг натижалари асосида ёзилган бўлиб, телекоммуникация технологиялари йўналишида таҳсил олаётган бакалавр ва магистрлар учун мўлжалланган. Китоб ушбу йўналиш бўйича давлат тилида яратилган дастлабки адабиёт ҳисобланганлиги сабабли, унда келтирилган маълумотлар тармоқ технологиялари соҳасида илмий-тадқиқот ишлари олиб бораётган мустақил изланувчиларга ҳам фойдали бўлиши мумкин.

Муаллиф китобни нашрга тайёрлашда ва чоп этиришда фаол иштирок этганлиги учун Тошкент ахборот технологиялари Университети “Маълумотлар узатиш тармоқлари ва тизимлари” кафедрасининг ассистенти М. Абдуллаевга ўз миннатдорчилигини билдиради.

# **I БОБ. ЗАМОНАВИЙ АХБОРОТ-КОММУНИКАЦИЯ ТАРМОҒИНИНГ АРХИТЕКТУРАВИЙ ХУСУСИЯТЛАРИ ВА ИМКОНИЯТЛАРИ**

## **1.1. Ахборот-коммуникация тармоғининг архитектураси**

Бугунги кунда ахборот-коммуникация тармоғи (АКТ) мураккаб структурага эга бўлиб, нутқ, компьютер маълумотлари, видео ва мультимедиа ахборотларини узатиш ва тақдим этиш хизматларини таъминловчи интеграл очик тармоқ архитектурасини ташкил этади.

Замонавий АКТ тармоқ структурасини оптималлаштириб нафақат тармоқлар интеграциясини, балки хизматлар интеграциясини ҳам амалга оширади.

Замонавий АКТ асосан пакетли коммутация тармоғи негизида фаолият юритиб, каналлар коммутацияси асосидаги тармоқнинг барча хизматлар тўпламини амалга ошириш ва мавжуд тармоқларда таъминланиши қийин бўлган умумтармоқ кўламидаги хизматларнинг янги турларини тезкор жорий қилиш имконига эга.

АКТ архитектураси ва унинг техник мезонлари халқаро ташкилотлар, шунингдек турли мамлакатлар операторлари ва ишлаб чиқарувчиларининг биргаликдаги ҳаракатлари асосида ривожланмоқда ва жорий этилмоқда.

Замонавий ахборот-коммуникация тармоғи (ёки, кейинги авлод тармоғи) мавжуд ва янги охирги ускуналарни, шу жумладан, аналог телефон аппаратлар, факсимил аппаратлар, интеграцияланган хизматларнинг рақамли тармоғи (ИХРТ) ускуналари, компьютер, видео воситалари, IP протоколи бўйича телефония терминалларини махсус аппарат-дастур таъминоти асосида ишлашини таъминлайди.

АКТнинг ўзига хос хусусиятлари бўлиб қуйидагилар ҳисобланади:

ахборотнинг турли хилларини узатиш мақсадида транспорт тармоғи-да пакетли технологиялардан фойдаланиш;

тақсимланган архитектурали коммутация тизимини қўллаш;

хизматларни тақлим этиш вазифаларини коммутациялаш ва узатиш вазифаларидан ажратиш;

хар қандай фойдаланувчи учун кенг йўлли кириш имконини таъ-минлаш;

тармоқ хизматларидан фойдаланиш жараёнларини бошқариш вазифаларини амалга ошириш.

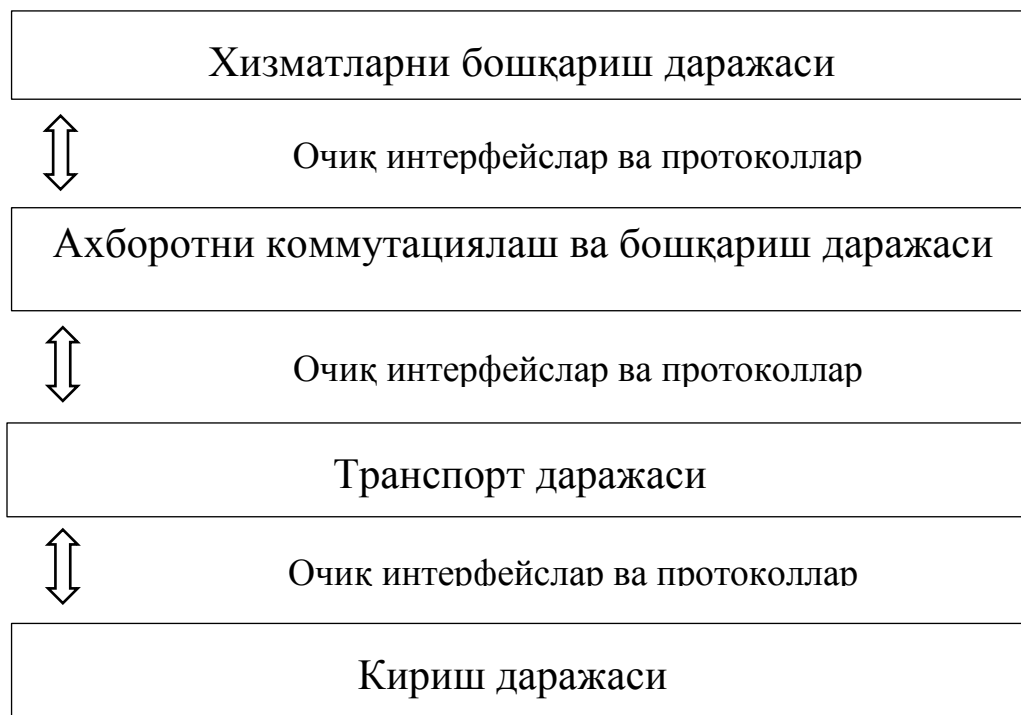
АКТ ининг функционал модели умумий ҳолда тўрт даража асосида тақдим этилади (1 - расм):

кириш даражаси;

транспорт даражаси;

ахборотни коммутациялаш ва узатишни бошқариш даражаси;

хизматларни бошқариш даражаси.



1 – расм. АКТ даражалари ва уларнинг функционал вазифалари

Кириш даражасида абонентларни ва терминалларни тармоқга улаш ҳамда тармоқ бўйича узатишда узатиладиган маълумотларнинг дастлабки форматларини конвертациялаш амали бажарилади.

Транспорт даражасининг вазифаси - фойдаланувчи ахборотни коммутациялаш ва очиқ узатиш ҳисобланади.

Коммутациялаш ва узатишни бошқариш даражасининг вазифаси сигнализация ахборотини қайта ишлаш, чақирувларни маршрутлаш ва оқимларни бошқариш ҳисобланади.

Хизматларни бошқариш даражаси хизматлар ва қўшмалар мантиғини бошқаради. Ушбу даража тақсимланган ҳисоблаш мухити деб тасаввур этилади ва қуйидагиларни таъминлайди;

- инфкоммуникация хизматларини тақдим этиш;
- хизматларни бошқариш;
- янги хизматларни ташкил қилиш ва уни тадбиқ этиш.
- турли хизматларни ўзаро ишлашини таъминлаш.

Ушбу даража ўзига хос хусусиятга эга бўлган хизматларни амалга оширилши, транспорт тармоғи тури (IP, ATM) ва кириш усулидан қатъий назар, битта мантиқий хизмат дастурини қўллашга имкон беради.

Хизматларни бошқариш даражаси бошқа даражалар вазифаларига аралашмасдан тармоқда ҳар қандай янги хизматларни киритишга имкон беради.

Хизматларни бошқариш даражаси ҳар хил технологияларга асосланган. У ўз абонентларига эга ва ўзининг ички манзилини ишлатувчи кўпгина мустақил тизим остиларни ўз ичига олиши мумкин.

АКТ нинг асосий хусусиятларидан яна бири, бу янги модулларни иш-лаб чиқиш ва жорий этиш, мавжуд иловалар билан ишлаш ва ишлаб турган модулларни такомиллаштиришга имкон берувчи очиқ модуллар орасида ўзаро муносабатларни амалга ошириш учун ( ишлаб чиқувчилар ва техно-



логиядан қатъий назар) очик интерфейслар ишлатишга имкон яратилганлиги ҳисобланади.

АКТ модулар асосидаги янги технологияларни, хизматларни ва вазифаларни енгил киритишга, ҳамда мавжудлари билан ўзаро ишлаш-ни таъминлашга имкон беради.

АКТ да транспорт даражасини бошқариш функциялари хизматлар вазифасидан ажратилган ҳолда амалга оширилади.

Анаънавий тармоқларда узатиш, чақирувларни бошқариш ва хизматларни ташкил қилиш тизимлари орасида ўзаро маълумот алмашиш жараёнлари комутация воситалари ёрдамида амалга оширилади. Буларнинг ҳаммаси битта ишлаб чиқувчининг умумий воситалари сифатида яратилади. Бунда янги вазифаларни қўшиш учун қиммат турадиган ўзгаришлар ва ишловлар керак бўлади.

АКТда бу ечимлар ҳар хил ишлаб чиқувчилар компонентларидан қурилиши ва очик стандартлашган ҳолда бўлади. Очик стандартлар янги имкониятларни енгил киритишга ва ечимлар тан нархини камайтирилишига имкон яратади.

АКТ тамойилига мувофиқ қурилган алоқа тармоғининг архитекту-раси 2- расмда келтирилган.

АКТ тармоғининг асосини коммутация ва узатишни бошқариш даражасини амалга оширувчи универсал транспорт тармоғи ташкил қилади.

АКТ транспорт тармоғи таркибига асосан қуйидагилар киради:

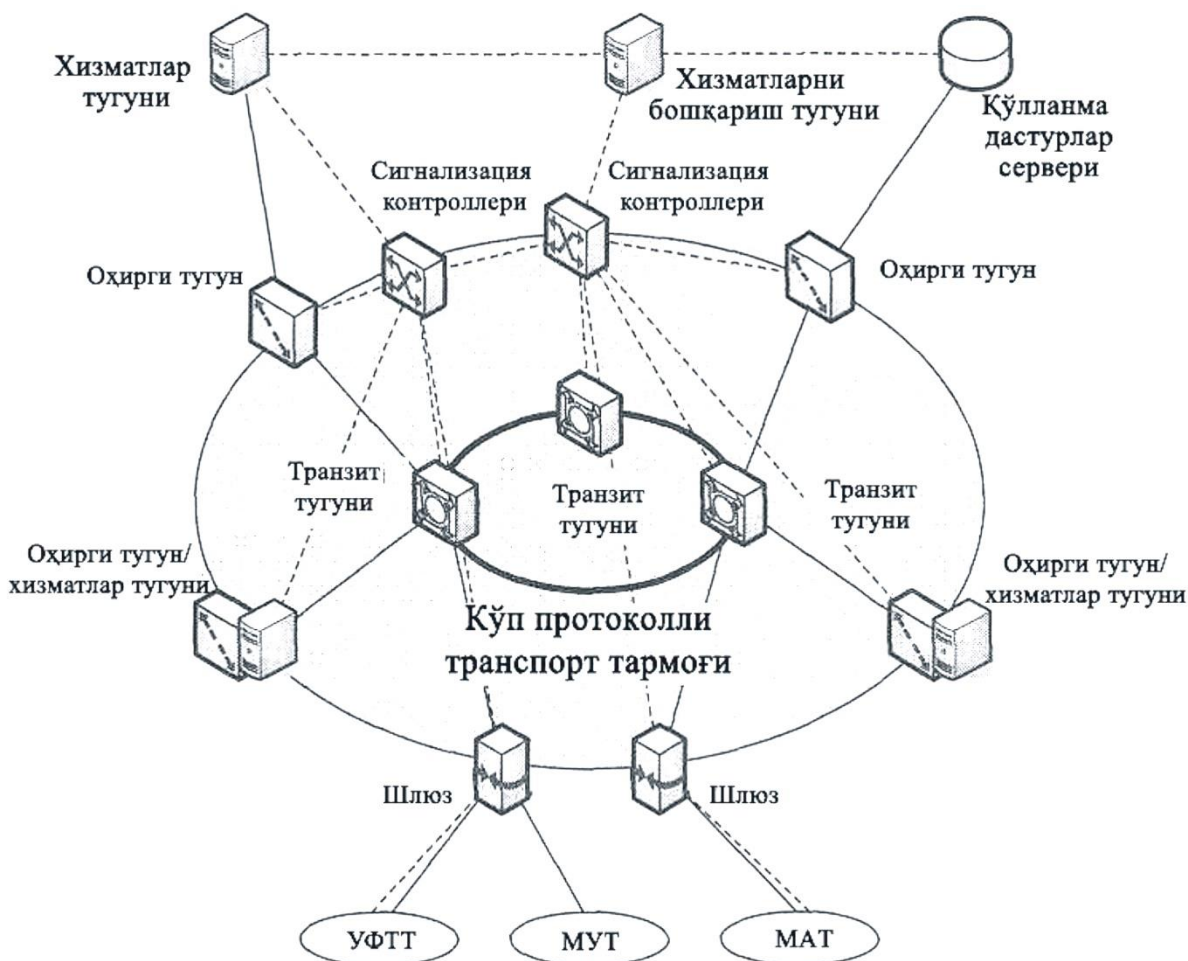
- кўчириш ва комутациялаш вазифасини бажарувчи транзит тугун-лар (марказлар);

- АКТ га абонентлар киришини таъминловчи охириги чегара тугунлари (марказлари);

- сигнализация, чақирувлар ва уланишларни бошқарадиган ахборотларни қайта ишлаш фазифасини бажарувчи сигнализация контроллерлари;

- анъанавий алоқа тармоқларини уланишини таъминловчи шлюзлар.

Транспорт тармоғининг вазифаси кўчириш хизматларини тақдим этиш ҳисобланади. Ахборот-коммуникация хизматларини тақдим этиш хизматлар тугуни ва ёки хизматларни бошқариш тугунлари базасида бажарилади.



2 - расм. Бугунги кундаги ахборот-коммуникация тармоғининг умумлаштирилган архитектураси

Хизматлар тугуни хизматларни етказиб берувчиларнинг ускунаси ҳисобланади ва унинг мижоз қисми фойдаланувчининг охириги ускуналарини томонидан амалга ошириладиган инфокоммуникация хизматлари учун иловалар (приложение) сервери сифатида кўрилади.

Хизматларни бошқариш тугуни ИКТ нинг тақсимланган плат-формаси хисобланади, у мантиқ ва хизматлар атрибутларини бошқариш вазифасини бажаради.

Битта хизматни тақдим этиш учун ишлаётган бир нечта хизматлар тугуни ёки хизматларни бошқариш тугунларининг йиғиндиси, хизматларни бошқариш платформасини ҳосил қилади. Платформа таркибига хизматларни идоравий бошқариш тугуни ва ҳар хил иловалар ( приложение ) серверлари кириши мумкин.

Транспорт тармоғининг охири ва охири транзит тугунлари хизматлар тугуни вазифасини бажаришлари мумкин, яъни чегеравий хизматлар вазифаларининг таркиби, хизматларни тақдим этиш вазифаларини қўшиш хисобига кенгайтирилиши мумкин.

Тармоқни функционал ташкил этиш функционал модель асосида унинг физикавий амалга ошириш омилларига боғлиқ бўлмаган мантиқий поғонада таърифланади. Модель элемент сифатида қаралаётган тармоқ функцияларининг ўзаро боғлиқлигини кўрсатади (3 – расм).

Функция алоҳида вазифани бажарадиган мантиқий элементни ўзида мужассамлаштиради.

Физикавий функция аппарат ёки дастурий маҳсулот сифатида амалга оширилади. Кўп ҳолатларда функцияни объект деб аташ қабул қилинган.

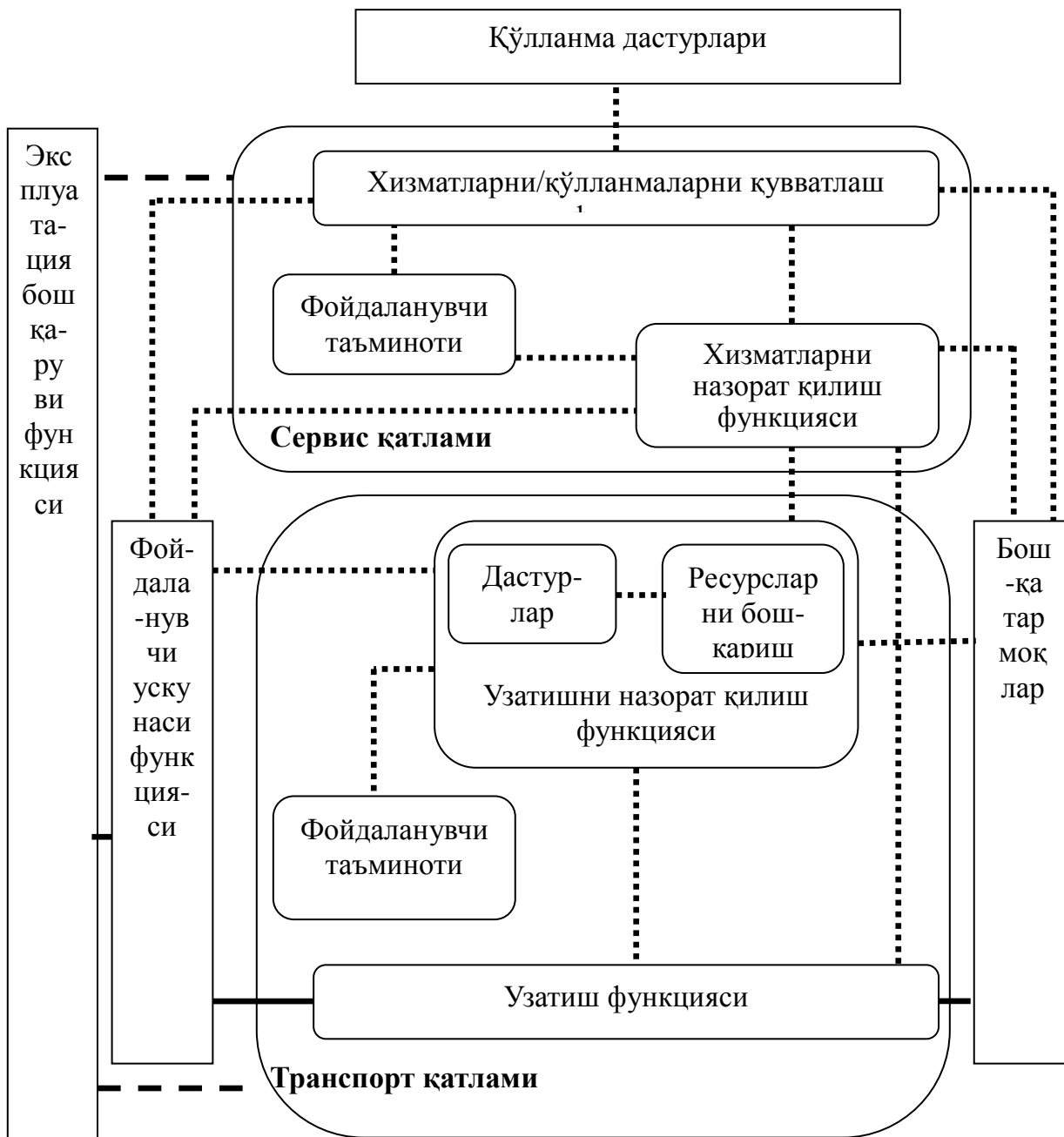
Физикавий амалга оширишда функциялар мантиқий модуль деб номланган гуруҳланган алоҳида функционал тизимостиларга бириктирилади (киритилади).

Бу борада тармоқда бажариладиган қуйидаги функция турлари мавжуд:

- коммуникация функцияси – ахборотлар оқимини транспортировка қилиш ва бошқариш (уларни коммутация нуқталарига тақсимлашда).

- тақдим этиш функциялари - фойдаланувчилар ва тармоқ маъмурига илова қилинадиган объектлар;

- хизматларни бошқариш функциялари - хизмат компонентлари ва улар билан боғлиқ бўлган ресурслардан хизматларни ва бу хизматлар билан фойдаланувчиларнинг ўзаро ҳаракатини бошқаради;



3 – расм. АКТ даражалари ва уларнинг функционал вазифалари.

- тармоқни маъмурий бошқариш функцияси – бошқа ҳамма функцияларни бошқаришни ташкил қилувчи объект;

- маълумотларни қайта ишлаш ва сақлаш функцияси – чақириқлар ва объектларни (уларнинг ўзаро ҳаракатини) таъминлайди, шунингдек сўралаётган маълумотларни маълумотлар базасидан ўқиш (чақириш) ёки уни маълумотлар базасига жойлаштириш;

Тармоқ функциялари ўзаро ҳаракатининг тартиби функционал модель элементларининг боғлиқлигини аниқлайди.

Алоҳида функциялар (объектлар) ёки мантиқий модуллар ўртасидаги шундай ўзаро ҳаракатларнинг тўлиқ спецификацияси мантиқий интерфейс деб номланади. У элементлар ўзаро ҳаракатларининг ва алмашинаётган ахборотлар форматларининг тўғри тўпламини аниқлайди.

Бир хил турдаги функциялар (объект) ўртасидаги мантиқий интерфейс протокол деб аталади. Коммуникация функциялари ўртасидаги мантиқий интерфейс телекоммуникация тармоқларидан функционал эталон нукта деб аталади.

Функциялар (объектлар) мантиқий модулларга тармоқ сегментларида модулларнинг функционал даражасига қараб бирлаштирилади.

Бунга телекоммуникация тармоғидаги сегментларда транспорт функцияси ва оқимларни бирлаштириш функциясини биргаликда амалга ошириш мисол була олади.

Транспорт ва оқимларни бошқариш функцияси билан боғлиқ сегментлар мантиқий модулининг йиғиндиси (мажмуаси) сифатида қаралаётган ихтиёрий телекоммуникация тармоғи функционал моделида транспорт тармоғи деб юритилади.

Функциянинг аниқ таркиби ҳар хил факторларга боғлиқ бўлган фойдаланувчилар ва тармоқ операторларининг вазифаларини конфигурациялари билан аниқланади, тармоқнинг асосий имконияти қар хил хизмат ва иловаларни таклиф қилишдан (кўрсатишдан) иборат.

Хизмат кўрсатиш платформасининг даражаси турли хил алоқа операторларининг доменлари, сегментлари ва модуллари асосида базалаштири-лади, улар аниқ хизмат ёки хизматлар тўпламини кўрсатишни талаб қилади.

Бугунги кундаги АКТ концепциясининг асосий таснифи - бу ўтказиш ва коммутация функциясини, хизматларни ва чақириқларни бошқариш функциясидан ажратиш ҳисобланади.

Функционал моделида бу ажратиш иккита функционал қатлам: транспорт ва сервис қатламлари орқали амалга оширилади (3 - расм).

Сервис қатлами транспорт қатламида уланишнинг ўрнатилишини назорат қилади, шунингдек, транспорт инфратузилмасида ажратилган ресурсларни бошқариш ва назорат қилиш функциясини бажаради.

Транспорт қатлам (transport stratum) транспорт инфратузилмасида ахборотларни узатиш функциясини амалга оширади ва берилган сифатда фойдаланувчиларга ахборотни узатиш учун ажратилган ресурслар бошқарилишини таъминлайди.

Қатлам ости ўтказиш функцияси АКТ тармоғи чегарасидаги физикавий тақсимланган объектларни бир-бири билан улаш функциясини бажаради.

Ўтказиш функцияси медиа ахборотларни (эксплуатацион бошқариш ва назорат қилиш) транспортировкасини таъминлаш имкониятига эга.

Қатлам ости ўтказиш функциясига ўз навбатида, рухсат этилган тармоқ функцияси, чегараланган ҳудуд функцияси, марказий транспортлаш функцияси ва шлюз функциялари киради.

Бундан ташқари функция фойдаланиш трафиғи механизмини назорат қилиш (QoS), буферларни бошқариш, пакетларни филтрация қилиш, классификациялаш, трафикларни маркировка қилиш ва бошқа вазифаларни бирлаштиради.

АКТ тармоғи хизматларга рухсат этиш технологиясидан келиб чиққан ҳолда қуйидаги функцияларни қўллаб-қувватлайди:

- кабель линияси бўйича кириш;
- XDSL линияси бўйича кириш;
- симсиз кириш имкони (WiFi, WiMax, 3G);
- оптик толали линия бўйича кириш.

Марказий ядро функцияси ахборотларни тармоқнинг марказий транс-порти орқали узатишга жавоб беради.

Шлюз функциясига фойдаланувчи қурилмаларининг бошқа тармоқлар (бошқа ИКТ тармоғи, анъанавий УфТТ тармоқ, ISDN, Интернет ва х.к.) билан ўзаро ҳаракатини таъминлаш киради.

Функционал объектлар битта физикавий платформага жойлашиши мумкин ёки мажмуаси натижавий АКТ ечимига олиб келадиган турли хил қурилмаларга тақсимланиши мумкин.

АКТ ни юқорида келтирилган ташкил этиш жиҳатлари фойдаланувчи нуқтаи назаридан шаффофлик хусусиятини акс эттириб, тармоқдаги хизматларни керакли хизмат кўрсатиш сифати доирасида амалга ошириш имкони-ятларини инобатга олади.

Истеъмолчи тармоғига хизмат унинг коммуникацион эҳтиёжини қондириш учун тақдим этилади ва у бир маротабалик ишлатилиши билан тавсифланади.

Илова (application), хизматдан фарқли ўлароқ, истеъмолчига охириги маҳсулотдан кўп маротабали фойдаланиш мақсадида тақдим этилади.

Тармоқдан фойдаланувчиларга хизмат кўрсатиш самарадорлиги, тақ-дим этиладиган хизмат ва иловалар сифати ва номенклатурасига, шунинг-дек ахборотга эгалик қилишнинг осонлиги ва тезлиги билан тавсифланади.

Хизмат кўрсатиш учун махсус тармоқ хизмати ташкил этилади. Хизмат ёки хизмат турларини амалга оширадиган аппарат, дастур ва ташкилий воситалар комплекси тармоқ хизмати деб аталади.

Хизмат тақдим этиш платформасини тармоқ ресурсларини жами бирлашмаси ёки хизматларни тақдим этиш ва ишлаб чиқаришда қатнашувчи бир канча тармоқлар ва уларнинг воситалари ташкил этади. Бундай платформани ташкиллаштиришда, умумий фойдаланиладиган ва хусусий тармоқлар ресурсларини тадбиқ этиш мумкин.

Платформани ташкил этишда, ўз ўрталарида тижорат шартномасини имзолаган бир неча операторларнинг тармоқ ресурсларидан фойдаланилади.

Бир операторга тегишли тармоқ ресурслари хизмат кўрсатишнинг тур-ли платформаларида тадбиқ этилиши мумкин. Баъзан хизматлар тармоқ эгаси бўлмаган хизмат кўрсатиш платформасини ташкил этишда операторлардан ижарага олган тармоқ ресурслари (масалан, ажратилган алоқа каналлари) дан фойдаланаётган компания томонидан ҳам кўрсатилиши мумкин. Бундай компания хизмат таъминотчиси ёки провайдер (service provider) деб юритилади.

Бундан ташқари, АКТ хизматини тақдим этиш жараёни қатнашчиларини аниқлаш модели, ахборот таъминотчилари (content provider) мавжудлигини тахмин қилади. Ахборот таъминотчиси ахборотни (content) истеъмолчиларга тарқатиш учун хизмат таъминотчисига тақдим этади.

Ахборот-коммуникация тармоғи хизматлари учун қуйидаги талаблар қўйилади:

хизматларнинг ҳаракатчанлиги (мобиллиги);

мосланувчан ва тезкор янги хизматларни яратиш имконияти;

хизматнинг кафолатланган сифати.

АКТ тармоғи томонидан кўрсатиладиган хизматлар қуйидагиларга бўлинади:

мультимедиа хизмати;

УфТТ/ ISDN эмуляция хизмати;

махсуслаштирилган хизматлар ва бошқалар.



АКТ тармоғи томонидан қўллаб қувватланадиган мультимедиа хизматларига қуйидагилар киради:

реал вақт катталигидаги сўзлаш хизмати ( УфТТ ва ҳаракатдаги тармоқлари ўзаро алоқаси имкониятини ҳисобга олган ҳолда);

хабарни узатиш хизмати (матн, тасвир);

интерактив мультимедиа хизмати (видеотелефония, матнли хабар алмашув вазифасидан фойдаланиладиган телефония, видеоконференция, ўйин иловалари, масофадан ўқитиш ва бошқалар);

контент етказиш хизмати ( талабга биноан видео ва мусиқа, рақамли телевидение каналларини тақсимлаш, молия бозори ва бошқа профессионал ахборотларни тақсимлаш);

кенг эшиттиришли ва кўп манзилли хизмат, абонентларга реклама фильмларини, спорт воқеаларини ёзиш ва кўрсатиш, фавқулодда вазиятларда огоҳлантирувчи хабарни етказиш ва бошқалар;

корхона ва ташкилотлар учун хостинг ва транзит хизмати;

ахборот хизматлари (ахборотни тарқатиш, шаҳар автомобиль йўлларидаги трафик ҳолат ва бошқалар);

турган жойни координациялаш ва аниқлаш хизмати;

билдиришнома хизмати (объект борлиги ҳақида ахборотга кириш хизмати (объектни жорий ҳолатини тавсифлайдиган атрибутлар масалан, статус, жойлашган манзили ва х.к.), бунда объект сифатида ҳар қандай қурилма, хизмат ёки илова иштирок этиши мумкин.

## **1.2.Ахборот-коммуникация тармоқларида қулланиладиган қурилмалар ва уларнинг вазифаси**

АКТ даражаларида амалга ошириладиган функционал вазифалар махсус аппарат – дастур воситалари ёрдамида бажарилади. 4 – расмда АКТ даражаларида қўлланиладиган асосий воситалари келтирилган.

Биринчи даража фойдаланувчиларни АКТ тармоғига кириш имкониятини берувчи даража бўлиб, тармоқ хизматларига уланиш учун интерфейсларнинг кенг тўпламини беради.

Иккинчи даража транспорт даражаси бўлиб, у пакетли коммутация тармоғи ҳисобланади. Бу тармоқ IP – тармоқ, MPLS тармоқ ёки ATM – тармоқ, бўлиши мумкин. Бу даража учинчи даражадан олган буйруқ асосида пакет коммутацияси усули негизида боғланишни ва ахборот узатиш вазифасини бажаради.

Учинчи даража тармоқни бошқариш даражаси ҳисобланиб, softswitch номли дастурланган коммутаторлар ҳисобланади. У сигнал буйруқларига ишлов беради, буйруқлар яратади, чақирувни маршрутлайди, маълумот оқимларини бошқаради.

Тўртинчи даража фойдаланувчиларга тармоқ хизматларини ягона хизматлар тўплами сифатида тақдим этади.

АКТ кириш даражасида турли-туман воситаларни қўллаш асосида тармоқга абонентлар ва терминалларни улаш амалга оширилади. Улар ёрдамида чақирув (ёки сўров) ахборотининг формати ушбу тармоқда узатиш учун ишлатиладиган мос форматга ўзгартирилади. У IAD – интеграллашган кириш қурилмаси, кириш медиа шлюзи, сигнализация шлюзи, транспорт медиа-шлюзи, универсал медиа-шлюзи, видео оw дан иборат.

Фойдаланувчининг терминали сифатида аналог телефон аппарати, гуруҳли қурилма интеграллашган абонент қурилмаси, мобил терминал, махсус терминал, SIP, H.323 протоколи негизидаги абонент терминали бўлиши мумкин.

Хусусан, **АКТ кириш даражасида** асосан қуйидаги воситалар ишлатилади:

интеграллашган кириш қурилмаси (IAD) - унинг ёрдамида АКТ архитектурасида ишлатиладиган абонент терминали АКТ тармоғига уланади. Бу қурилма ёрдамида пакетли тармоқ бўйича маълумотларни узат иш, товушли алоқа, видеоахборот ва бошқа хизматлар амалга оширилади. Ҳар бир IAD қурилмасида максимум 48 та абонент портлари мавжуд бўлиб, уларга абонент терминаллари уланади;

кириш медиашлюзи (AMG) - унинг ёрдамида абонентга турли – туман хизматлардан фойдаланиш имкони берилади, жумладан, аналогли тармоқга кириш, хизматлари интеграллашган ISDN рақамли тармоқга кириш, рақамли абонент (xDSL) линиясига кириш ва б.;

сигнал медиашлюзи (SG) – умумфойдаланувчи телефон тармоғи ва интернет – протоколи (IP протоколи) асосидаги тармоқнинг интерфейс даражасида жойлашган бўлиб, телефон тармоғи ва IP тармоқ ўртасида сўров сигналлари ўзгартирилишини ва узатилишини таъминлайди;

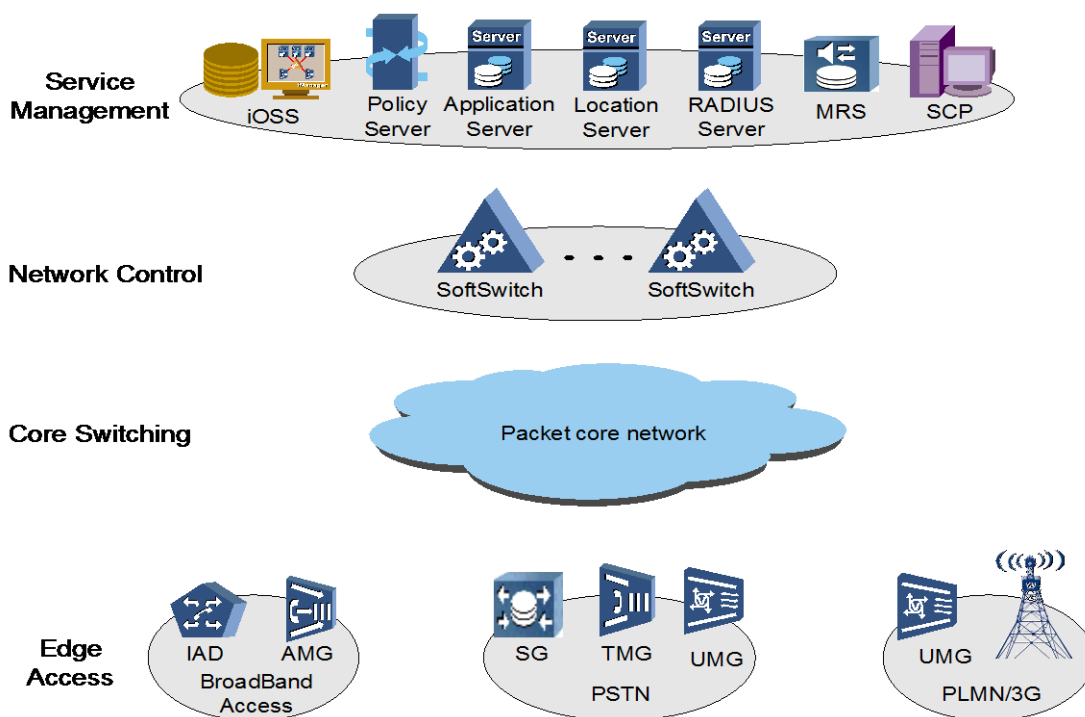
боғловчи линиялар медиашлюзи (TMG) - каналлар коммутацияси тармоғи билан пакетлар коммутацияси асосидаги IP тармоғи оралиғида жойлашган бўлиб, IP узатиш муҳитининг ахборот оқимлари билан ИКМ – оқимлари (яъни, импульс-кодли модуляция негизидаги алоқа тизимлари) ўртасида форматни ўзгартиришни таъминлайди;

универсал медиашлюз (UMG): ичига қурилган SG ёки AMG нинг TMG режимларида сигналлар узатилишини бажаради. Унинг ёрдамида турли – туман қурилмаларнинг уланиши таъминланади, қурилмалар қаторига телефон станцияси, муассаса телефон станцияси, кириш тармоғи, кириш тармоғи сервери (NAS) ва базавий станциянинг контроллери киради.

Шлюзлар АКТ тармоғининг муҳим элементларидан бири ҳисобланиб, қуйидаги функцияларни бажаради:

Медиа-шлюз (MG) телефон тармоғидан келаётган товуш чакирувларни IP тармоқ учун мос трафикга ўзгартиради, товуш маълумотининг ҳажмини

“сиқади” ва пакетлайди, IP тармоқда ҳажми қисқарган товушли пакетларни узатади, шунингдек IP тармоқдан товушли чақирувлар учун тескари операцияни ўтказди, сигнализация маълумотларини медиа-шлюз контроллерига узатади, ҳамда сигнализация хабарини H.323 протоколининг хабарига ўзгартиришни амалга оширади.



4 – расм. АКТ даражаларида қўлланиладиган воситаларни кўрсатувчи схема.

Шу билан бирга медиа-шлюз масофадан кира олиш, маршрутлаш, TCP/IP трафикни филтрлаш ва тармоқнинг виртуал қисмлари учун бошқа функционал вазифаларни бажаради.

*Сигнализация шлюзи (SG)* сигнализацияни ўзгартириш учун хизмат қилади ва уни коммутацияланадиган пакетли тармоқ ўртасида тиниқ узатишни таъминлайди. У сигнализацияни терминаллаштиради ва хабарни медиа-шлюз контроллерига ёки сигнализациянинг бошқа шлюзларига IP орқали узатади.

*Медиа-шлюз контроллери (MGC)* чақирувларни рўйхатга олади ва медиа-шлюзнинг ўтказиш қобилиятини бошқаради. Медиа-шлюз орқали телефон станциялари билан керакли маълумот алмашади.

**АКТ транспорт даражасида** пакетлар коммутацияси асосида пакетлар узатилади. Бошқа сўз билан, пакетлар коммутацияси амалга оширилади. Ушбу даражада магистрал тармоқ ва транспорт тармоғи да тақсимланган маршрутлаштирувчи қурилмалар ишлатилади.

Маршрутизаторлар ОСІ моделининг канал поғонаси воситалари билан биргаликда тармоқ миқёсида маълумотларнинг узатилишини амалга оширилади. Улар ёрдамида маълумотларни тармоқлараро етказиб бериш, маълумотларни узатиш маршрутларини танлаш каби масалалар ечилади.

Бошқа сўз билан, тармоқлар маршрутизатор қурилмалари ёрдамида ўзаро боғланади. У ОСІ моделининг тармоқ поғонаси вазифаларини амалга оширади, шунингдек турли технологиялар уйғунлиги, йирик тармоқларда адресация масалаларини ҳал қилади.

Маршрутизаторлар маълумотларни адресациялаш ва мантиқий манзил ҳамда номларни физик манзилларга айлантириб беради. Ушбу поғонада пакетлар коммутацияси ва ортиқча юкланиш каби тармоқ трафиғи билан боғлиқ бўлган масала ва муаммолар ҳам ҳал қилинади.

Тармоқ поғонасининг маълумотларини пакетлар (packets) деб аташ қабул қилинган. Тармоқ поғонасида пакетларни етказиб беришни ташкил қилишда «тармоқ рақами» тушунчасидан фойдаланилади. Бунда қабул қилувчининг манзили икки қисмдан таркиб топади, унинг катта қисми-тармоқ рақами ва кичик қисми – ушбу тармоқдаги тугун рақамидан иборат бўлади.

Тармоқ поғонасида икки хил протоколлар ишлайди. Биринчи тури – тармоқ протоколлари – тармоқ орқали пакетларнинг ҳаракатини йўлга қўяди, иккинчиси – йўналиш ахбороти алмашуви протоколи ёки маршрутлаш про-

токоллари (routing protocols). Ушбу протоколлар ёрдамида маршрутизаторлар тармоқлараро боғланишларни амалга оширадilar.

**АКТнинг тармоқни бошқариш даражасида** чақирувларни бошқариш амалга оширилади. Даражадаги асосий технология – мослашувчан коммутатор, у чақирувларни, умуман тармоқни бошқариш учун ишлатилади.

Мослашувчан коммутатор (Softswitch) АКТ тармоғининг асосий компоненти бўлиб, асосан чақирувларни бошқариш, медиашлюзларга киришни бошқариш, ресурсларни тақсимлаш, протоколларни қайта ишлаш, маршрутлаш, аутентификация ва хизматлар қийматини ҳисобга олиш, ҳамда абонентларга асосий товушли алоқа хизматлари, мобил хизматлар, мультимедиа хизматлари, ҳамда иловаларни дастурлаш интерфейсларини амалга оширади.

**АКТнинг тармоқни бошқариш даражасида** – чақирувларни назорат қилиш, сигнализация, протоколлари-нинг ўзаро ишлашини, мураккаб тармоқ ичида хизматлар яратилишини амалга оширадиган стандарт дастурий модулларнинг ўзаро ишлашини таъмин-лайдиган модуль ҳисобланади.

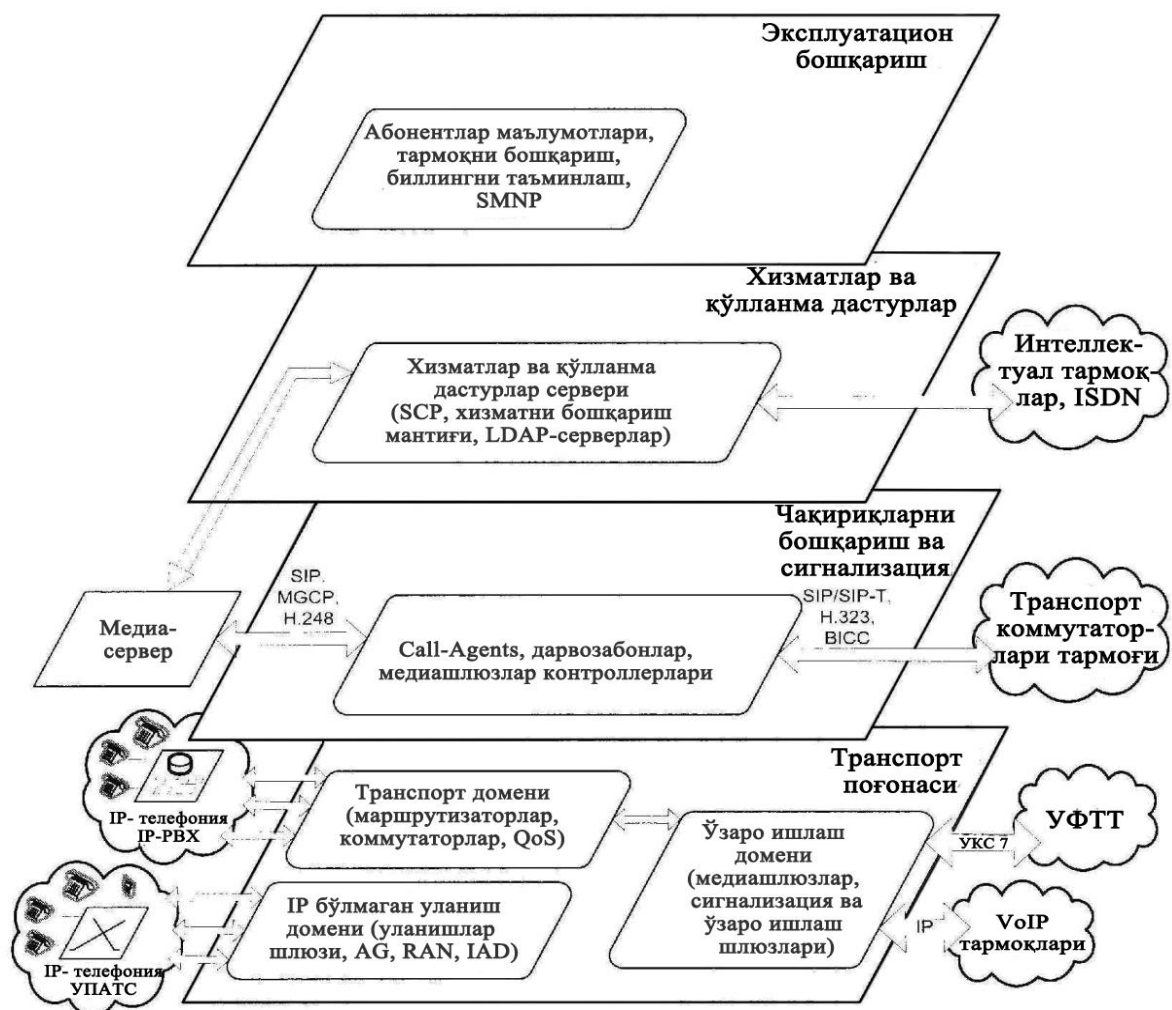
Softswitch модули тармоқ хизматларини яратишда Интернет стилига олиб келадиган тузилманинг муҳим элементи ҳисобланган ҳолда тармоқ хизматларига кира олиш ва транспорт технологияларининг хизматларини сифатли таъминлаш вазифаларини бажаради.

Softswitchнинг архитектураси тўртта функционал поғонани назарда ту-тади (5-расм):

- транспорт,
- чақирикқа хизмат кўрсатишни бошқариш ва сигнализация,
- хизматлар ва иловалар,
- эксплуатация бошқаруви.

А). Транспорт поғонаси (transport plane) алоқа тармоғи орқали хабарларнинг транспортировкасига жавоб беради. Бу хабарлар сифатида

сигнализация ха-барлари, маълумотни узатиш трактини ҳосил қилувчи маршрутизация ха-барлари ёки фойдаланувчиларнинг товушли ахбороти ва маълумотлари бўлиши мумкин.



5 – расм. Softswitchнинг архитектураси.

Бу поғонада жойлашган, хабарларни узатувчи физик муҳит ҳар хил турдаги трафикни узатиш учун ўтказиш қобилияти талабларига жавоб берувчи ихтиёрый технологияга асосланади. Транспорт поғонаси, шунингдек, АКТ тармоғига бошқа тармоқлар ёки терминаллар томонидан келаётган сигнал ва/ёки фойдаланувчи ахборотининг узатилишини таъминлайди.

Б) Чақириққа хизмат кўрсатишни бошқариш ва сигнализация поғонаси АКТ тармоғи асосий элементларини ва биринчи навбатда транспорт поғонасига тегишли бўлган элементларни бошқаради.

У транспорт поғонасидан келаётган сигнал хабарлари асосида чақириққа хизмат кўрсатишни бошқаради, тармоқ бўйича фойдаланувчи ахборотини узатиш учун уланиш ўрнатади ва узади.

Бу поғонада ўзида медиашлюзлар контроллери MGC, чақириқларга хизмат кўрсатиш сервери, дарвозабон (гейткипер) ва LDAP-сервер каби қурилмаларни жамлаган.

Чақириқларни бошқариш қурилмаси функционал объекти CA-F (Call Agent Function) ва ўзаро ишлаш функционал объекти IW-F (Interworking Function) - MGC-F нинг тизим остиси кўплиги ҳисобланадилар. CA-F, чақириққа хизмат кўрсатишни бошқарганда ва хизмат кўрсатиш жараёнининг ҳолатини аниқлаганда мавжуд бўлади, у бир неча сигнал протоколларини (SIP, SIP-T, BICC, H.323 ва б ишлатади. Хизматлар ва иловалар поғонаси билан махсус интерфейс дастурлари ёрдамида боғланади.

С) Хизматлар ва иловалар поғонаси (service & application plane) - АКТ тармоғида хизматлар ва/ёки иловалар тақдим этилишини таъминлайди, ушбу жараёнларни бошқаради ва сигнализация поғонасида жойлашган қурилмалар билан ўзаро алоқа боғлайди ҳамда шу йўл орқали бошқаради.

Хизматлар ва иловалар поғонаси иловалар серверлари (application servers) ва қўшимча хизматлар серверлари (feature servers) каби қурилмалардан ташкил топган.

Хизматлар ва иловалар поғонаси, шунингдек, фойдаланувчининг ах-борот узатишнинг махсулаштирилган компонентларини, масалан, конференц-алоқа ва шунга ўхшаш функцияларни бажарувчи медиа-серверларини бошқариши мумкин.



Д). Эксплуатацияни бошқариш поғонаси - (management plane) абонентларни ва хизматларни улаш/узиш, эксплуатацион қўллаб - қувватлаш, биллинг ва бошқа тармоқни техник эксплуатация қилиш функцияларини қўллаб-қувватлайди. Поғона баъзи ёки барча поғоналар билан стандарт протоколлар орқали (масалан SNMP), ёки API интерфейси орқали ички протоколлар ёрдамида ўзаро ишлаши мумкин.

Softswitch қурилмаси замонавий ахборот-коммуникация тармоқлари-нинг асосий қурилмаси ҳисобланиб кенг қамровли бошқарув функцияларини бажаради. Шу сабабли, қуйида ушбу қурилма тўғрисида батафсилроқ маълумот келтирилади.

Softswitch нинг таркибида чақирувлар назоратини, сигнализацияни, протоколларнинг ўзаро ҳамкорлиги ва тармоқ ичидаги хизматлар ярати-лишини амалга оширадиган стандарт дастурий модуллар ва техник воситалар мавжуд.

Softswitch асосан тўртта компонентадан иборат:

- алоқа агенти (Session agent)
- сигнализация шлюзи (Signaling gateway) – анъанавий телефон тармоғини билан интеграциялаш ва Softswitch асосида Интеллектуал тармоқ (IN) имкониятларини қўллаб-қувватлаш вазифаларини бажарадиган қурилма.

- иловалар серверлари (Application servers) - IP технологияси асосида унификация қилинган почта, конференцияларни қўллаб-қувватлаш ва янги хизматларни тақдим этиб Softswitch га кўп қирралилик имконини яратади. Бу серверлар SIP протоколи ёки бошқа протоколлар ёрдамида Softswitch чақирув назоратининг элементлари билан ўзаро ишлайди.

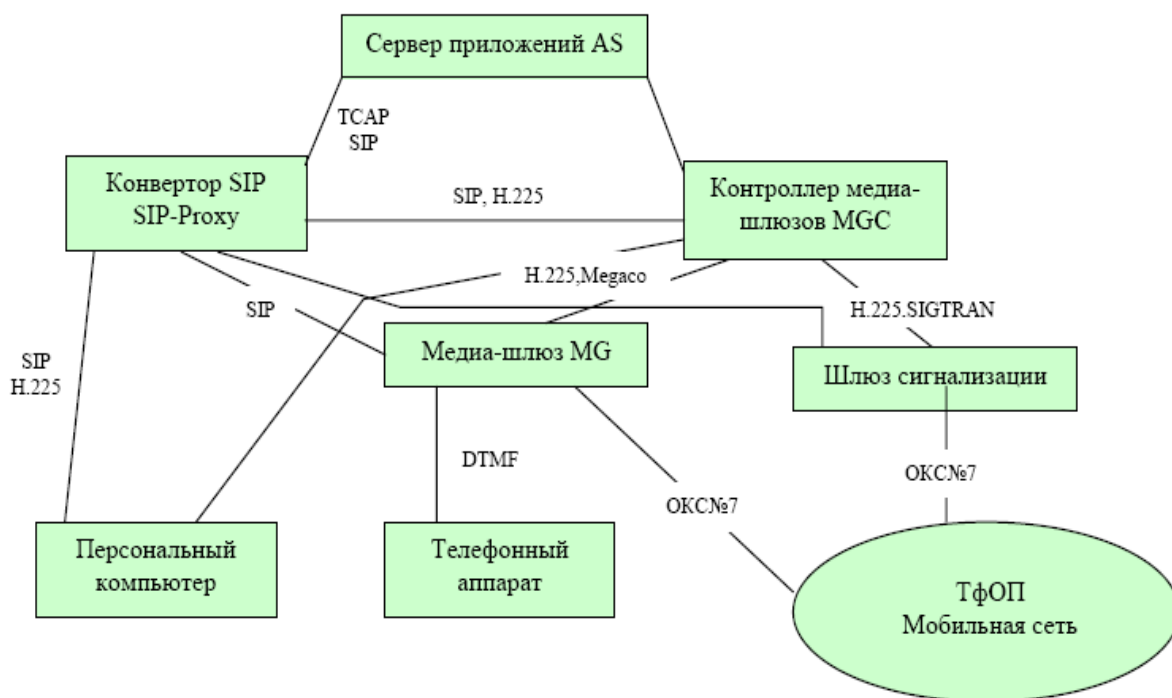
- ўзаро ҳисоб-китобларни бошқариш серверлари (Back-end servers) -ҳисоб-китобларни юритиш, авторизация ва солиқ солиш, биллингни таъминлаш каби функцияларни амалга оширади. Чақирувни детеллаштириш (CDR), провайдер, ўзаро ҳисоб-китоблар маркази ва Web-браузердаги IP-телефониянинг иловаларини бошқариш каби вазифаларига кўра қарама-қарши бўлган таркибий

қисмларни қўллаб-қувватлаш асосий имкониятлар ҳисобланади. Улар, шунингдек, IP-тармоқлардаги вақтинча носозликлар ҳолатида анъанавий телефон тармоқларига чакирувларни қайта йўналтиради.

Softswitch қурилмаси анъанавий телефон тармоғи ва IP асосидаги тармоқлар ўртасидаги, шунингдек, белгиланган жойгача бўлган йўлда нутқ ва маълумотлар трафигини бошқарган ҳолда OSI моделининг иккинчи ва учинчи сатҳларида жойлашади.

Бунда Softswitch модели асосида анъанавий телефон тармоғи негизда телефон хизматларини Интернет услублари асосида яратишга имкон берадиган структура шакллантирилади.

Яратилган структурада тармоқнинг муҳим элементи ҳисобланган хизматлар (сервислар) ва транспорт тармоғининг технологиялари ажратилади. 6 - расмда Softswitch дастурий мослашувчан коммутаторининг схемаси келтирилган:



6 - расм. Softswitch мослашувчан коммутаторнинг аппарат-

## дастурий комплексининг таркиби

Мослашувчан коммутатор функцияларини амалга оширадиган ускуна ўз ичига шлюзларни бошқариш қурилмаси (Media Gateway Controller, MGC) ва сигнализация шлюзи (Signaling Gateway, SG) ни олади.

MGC шлюзларни бошқариш қурилмаси қуйидаги функциялар амалга оширилишини таъминлайди:

- асосий (базали) чақирувларни бошқариш функциялари, шу жумладан чақирувни маршрутлаш ва сигнализациянинг стандарт протоколлари воситасида рақамлашнинг турли режалари ўртасида манзилларни трансляция қилиш;

- бошқаришнинг стандарт протоколлари воситасида транспорт шлюзларини бошқариш;

- стандарт транспорт протоколлари орқали сигнализациянинг стандарт протоколлари воситасида пакетлар коммутациясига эга (MGC, SIP-сервер) тармоқнинг чақирувларини бошқариш қурилмалари билан тармоқлараро ўзаро ҳамкорлик олиб бориш;

- сигнализация шлюзи (SG) орқали халқаро/шаҳарлараро ва маҳаллий тармоқнинг УКС сигнализация пунктлари билан тармоқлараро ўзаро ҳамкорлик олиб бориш;

- очик дастурий интерфейслар (API), хизматларни бошқариш ва фойдаланиш ҳуқуқларини бошқариш орқали иловалар серверлари (Application Server, AS) билан ўзаро ҳамкорлик олиб бориш;

- агар MGC SCP IP узеллари билан ўзаро ҳамкорлик қилса, у ҳолда ўзаро ҳамкорлик SG сигнализация шлюзи орқали амалга оширилишини таъминлаш;

- сигнал хабарларини узатишнинг стандарт протоколлари орқали сигнализация шлюзлари билан ўзаро ҳамкорлик олиб бориш;

- фойдаланувчининг охириги ускунасини аутентификация қилиш ва авторизация қилиш;

- эксплуатация қилиш ва маъмурий бошқариш;

- стандарт файлларини генерация қилиш ва белгиланган чакирувлар учун қийматни ҳисобга олиш учун статистик ахборотни йиғиш.

Сигнализация шлюзи (SG) қуйидаги функцияларнинг амалга оширилишини таъминлайди:

- анъанавий телефон тармоғи ва MGC шлюзларини бошқариш қурилмаси ўртасида SIGTRAN стеки протоколларининг хабарларини узатиш имкониятини таъминлайдиган стандарт протоколлари воситасида сигнал хабарларини узатиш;

- маълумотларни узатиш протоколининг сигнал хабарларини MGC шлюзларини бошқариш қурилмасига узатиш функцияларини амалга ошириш.

Умумий ҳолда, мослашувчан коммутатор функцияларини амалга оширадиган ускуна комплекси ўз ичига қуйидаги қўшимча дастурий-аппарат қурилмаларини олиши мумкин:

транспорт шлюзи, иловалар сервери, медиа-сервер, SIP-прокси-сервер.

Транспорт шлюзи (MediaGateway, MG) қуйидаги функцияларнинг амалга оширилишини таъминлайди:

- сигналлар ва маълумотлар форматларини ўзгартириш;

- сигнални қайта ишлаш;

- бошқаришнинг стандарт протоколлари воситасида MGC шлюзларни бошқариш қурилмаси билан ўзаро ҳамкорлик олиб бориш;

- қўшимча тон сигналларини қайта ишлаш ва MGC шлюзларни бошқариш қурилмасига узатиш;

- маълумотларни узатиш тармоғининг маршрутизатори/коммутатори билан ўзаро ҳамкорлик олиб бориш;

- агар транспорт шлюзи узатиш трактини белгилаш функцияларини амалга оширса, у ҳолда уларни амалга ошириш мақсадида узатиш тракти учун сигнализациянинг стандарт протоколларидан фойдаланишни амалга ошириш;

- транспорт шлюзининг маршрутлаш функцияларини бажариш мақсадида маршрутлашнинг стандарт протоколларидан фойдаланишни амалга ошириш.

Иловалар сервери (Application Server, AS) қуйидаги функцияларнинг амалга оширилишини таъминлайди:

- хизматларни бошқариш;

- API ва скрипт тилларининг стандарт воситалари ёрдамида хизматларни яратиш;

- учинчи томон маъмурий домени учун дастурлаштириладиган интерфейсни муҳофаза қилинган режимда тақдим этиш;

- хизматларни эксплуатацион бошқариш;

- хизматлар ва хизматларга обуначилар тўғрисидаги маълумотларни сақлаш мақсадида юқори тезликдаги маълумотлар базаси (ички ёки ташқи)- ни ишини бажариш;

- очиқ дастурий интерфейслар ёки стандарт протоколлар воситасида MGC шлюзларни бошқариш қурилмаси билан ўзаро ҳамкорликни олиб бориш.

Иловалар сервери чакирувларни маршрутлаш, аутентификация қилиш, авторизация қилиш, хизматлар қийматини ҳисобга олиш ва сифатини бошқариш хизматларини таъминлаши мумкин.

Медиа сервер (Media Server, MS) қуйидаги функцияларнинг амалга оширилишини таъминлайди:

- мультимедиа ресурсларини шакллантириш масалаларини бажариш, масалан, кўшимча тон сигналлари ва нутқ сигналларини таниш, нутқ син-тези, мультимедиа оқимларининг шахобланиши ва коммутациясини амалга ошириш;

- иловалар ва хизматлар томонидан мультимедиа ресурсларини бошқариш имкониятини яратиш, масалан, мультимедиа хабарларни сақлаш, эшиттириш ва

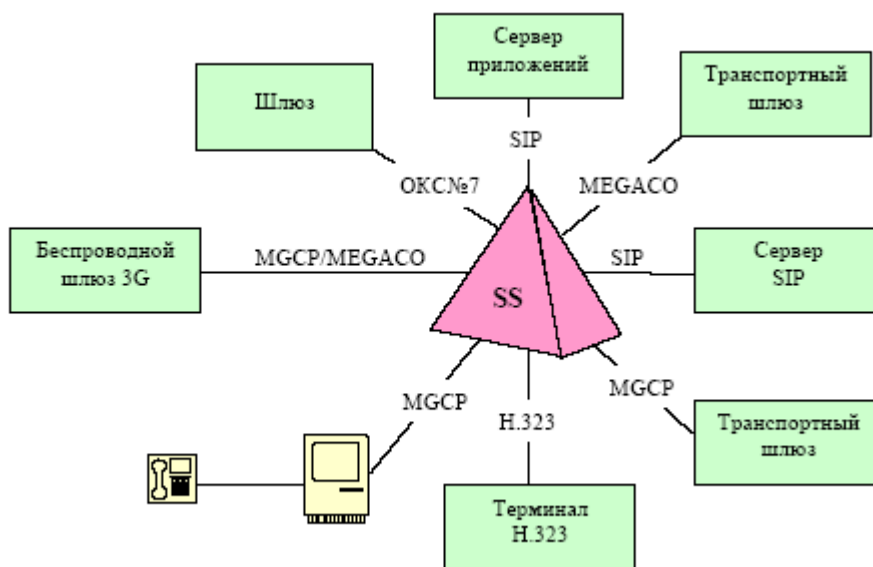
ёзиш, конференц-алоқа учун кўприк функциялари, факсларни жўнатиш ва олиш;

- дастурлаштирилган интерфейслар ва скрипт тилларини талқин қилиш.

Softswitch нинг функционал модели. Softswitch функционал моделининг схемаси 7 – расмда келтирилган. Расмда келтирилган барча функцияларни амалга ошириш учун қурилма турли архитектура бўйича тузилган сигнализациялар протоколлари билан ўзаро муносабатда бўлади ва турли технологияларга асосланган медиашлюзлар билан ўзаро ҳамкорлик қилади. Дастурий коммутаторни бошқа тармоқ қурилмалари билан ўзаро муносабатларини ташкил этилишида қўлланиладиган протоколлар 7 – расмда келтирилган.

Softswitch га юклатилган масалаларни ҳал этиш ихтисослаш-тирилган протоколлар (ускуна) нинг ўзаро ҳамкорлиги, қурилманинг аппарат қисми ва дастурий ядроси ўртасидаги чақирувларни ажратиш ҳисобига амалга оширилади.

Сигнализация протоколлари ва қурилмаларни бошқаришнинг барча хабарлари чақирувларни қайта ишлашни ягона дастурий моделда тақдим этиш учун қулай бўлган ягона кўринишга келтирилади.



## 7 - расм. Softswitch нинг тармоқ муҳитидаги функциялари

Сигнализация протоколлари ва қурилмалар бошқарувининг барча хабарларини, қақрувларни ягона дастурий моделда тақдим этиш учун қайта ишлаш жараёнлари ягона кўринишга келтирилади.

Softswitch технологияси вақт ўтиши билан умум фойдаланувчи телефон тармоғи (УФТф) архитектурасини пакетли коммутация соҳасига кўчириб, IP-телефония имкониятларини яхшилаш имконини беради. Бундай омил сарф-харажатларнинг камайишига олиб келади.

Softswitch нинг дастурий тизими қайси платформада ишлашига боғлиқ бўлмаган ҳолда, ҳар қандай усқунани бошқариши мумкин.

АКТ таркибида қуйидаги техник жихозлар ишлатилади:

сервер ва ишчи станция компьютерлари;

фойдаланувчиларнинг ҳар хил турдаги терминаллари;

алоқа линиялари: кабел линиялари (бир неча қатор изоляцияга жойлаштирилган ва тез қурилмаларга улаш учун разъемлар билан таъминланган узатиш линиялари. Улар учта турда бўлади: жуфтлаб ўрамланган мис симлари (витая пара); мис симли коаксиал кабеллар; оптоволокон кабеллар - энг сифтали кабел тури бўлиб ингичка (5÷10 микрон) нур свет сигналлари ўтадиган толалардан иборат. Бу кабел энг юқори узатиш тезкорлигини ва ташқи сигналлардан ҳимояни таъминлайди);

ер усти ва спутник алоқа радиоканаллари;

модемлар, тармоқ адаптерлари, концентраторлар, коммутаторлар, шлюзлар ва б.

**АКТ хизматларини бошқариш даражасида** асосан хизматларни тақдим этиш, ҳамда боғланишлар ўрнатилганда ишлашни қўллаш амалга оширилади. Ушбу даража бир нечта турдаги сервер компьютерларидан таркиб топади. Улар ҳар хил вазифаларни бажаради, жумладан:

Policy server - алоқа воситаларини абонентга тақдим этилишини бошқариш учун ишлатилади, буларга киришни назоратлаш рўйхати (ACL), ўтказиш йўлаги, трафик, хизмат кўрсатиш сифати ва ҳоказолар киради.

Application server - иловалар сервери, қиймати қўшилган турли хизматларнинг мантиқий ва интеллектуал тармоқ хизматларини яратиш ва бошқариш, ҳамда хизматларни ишлаб чиқиш бўйича инновацион платформадан фойдаланиш учун ва дастурланадиган иловаларнинг (API) очиқ интерфейслари ёрдамида ташқи (четки) провайдерларнинг хизматларидан фойдаланиш учун ишлатилади. Тармоқ бошқарувининг даражасида жой-лашган иловалар сервери физик тарзда ажратилган қурилма бўлгани учун, SoftSwitch ускунасига боғлиқ эмас. Бу ҳол хизматларни тақдим этиш функциясини чақирувни бошқариш функциясидан ажратиш ва янги хизматларни киритиш имконини беради.

Locat server- жойлашув ўрни сервери, АКТ тармоғида мослашувчан SoftSwitch коммутаторлари ускуналари ўртасида маршрутларни динамик тақсимлаш учун ишлатилади, мўлжалланган пункт билан боғланишни ўрнатиш имкони бор-йўқлигини аниқлайди, ҳамда маршрутларнинг мурак-каблалашувини камайтиради.

Rad server- олислаштирилган чақирувчи фойдаланувчиларни аутентификациялаш хизматини амалга оширувчи сервер. У фойдаланувчиларни марказлашган ҳолда аутентификация қилиш, паролни шифровкалаш, хизматларни таъминлаш ва филтрлаш, ҳамда хизматларни марказлаштирилган ҳолда тарификация қилиш учун ишлатилади.

Media Resource Server (MRS) - медиаресурслар сервери, асосий ва мукамаллаштирилган хизматларни ташкил этишда узатиш муҳити функцияларини амалга ошириш учун ишлатилади. Мазкур функцияларга қуйидагилар киради: тонал сигналлар хизматларини таъминлаш, конференцалоқа хизматлари, интерфаол товушли жавоб ёзилган ахборотлар ва товушли хизматлар менюси.



Control Point Server (SCP) - хизматларни бошқариш тугуни, интеллектуал тармоқ (IN) нинг асосий тугуни бўлиб, абонент маълумотлари ва хизматлари мантиғини сақлаш учун ишлатилади. Келаётган чақирувларга мувофиқ равишда (булар тўғрисида хизматлар коммутацияси тугунига SSP хабар берилади), хизматларни бошқариш тугуни SSP хизматнинг мос мантиғини ишга туширади, ишга туширилган хизмат мантиғи фойдаланувчининг маълумотлар базаси ва хизматлар маълумотлар базасини излашни амалга оширади, сўнгра кейинги амалларни бажаришига кўрсатмалар бериш учун мос хизматлар коммутация тугунига чақирувни бошқариш учун зарур буйруқларни юборишни амалга оширади. Шундай қилиб, турли интеллектуал чақирувлар ўрнатилиши амалга оширилади.

### **I боб бўйича савол ва топшириқлар**

1. Замонавий ахборот-коммуникация тармоғининг архитектураларнинг хусусиятлари нимадан иборат?
2. АКТ даражалари ва уларнинг функционал вазифаларини тушунтириб беринг.
3. АКТ функционал модели неча қатламни ташкил этади ва уларнинг вазифалари нимадан иборат?
4. АКТ да қўлланиладиган асосий воситаларни тавсифланг.
5. АКТ кириш сатҳи шлюзлари қандай функцияларни бажаради? Қандай маркали шлюзларни биласиз?
6. АКТ транспорт сатҳи воситаларини тавсифланг. Транспорт сатҳида қандай турдаги маршрутизаторлар ишлатилади?
7. АКТнинг тармоқни бошқариш даражасининг вазифалари нималардан иборат? Softswitch нима?

8. Softswitchнинг архитектураси ва вазифасини батафсил ёритинг.
9. Softswitch мослашувчан коммутаторининг аппарат- дастурий комплексининг таркибига қандай воситалар киради?
10. АКТ хизматларини бошқариш даражаси воситаларини тавсифланг.

## **II БОБ. АХБОРОТ-КОММУНИКАЦИЯ ТАРМОҚЛАРИДА МАЪЛУМОТ УЗАТИШ ЖАРАЁНЛАРИНИНГ ҲОЛАТИ**

### **2.1. Ахборот-коммуникация тармоғида маълумот узатиш жараёнларини ташкил этилиши**

Ахборот – коммуникация тармоғи транспорт тизимида маълумотлар узатиш жараёнлари асосан етти сатҳли OSI моделининг протоколлари негизида амалга оширилади. Шу сабабли, қуйида ушбу модел сатҳларида маълумот узатиш жараёнлари амалга ошириладиган протоколларнинг асосий вазифалари ёритилади.

OSI (Open System Interconnection) эталон модели очик тизимларнинг турли ишлаб чиқарувчилар томонидан тавсия этилган тизимларнинг бир тармоқда ўзаро боғланишини аниқлайди ва қуйидагиларни:

- қўлланиш жараёнларнинг ўзаро боғланишини;
- маълумотларни тақдим этиш шаклларини;
- маълумотлар сақланиши бир хиллигини;
- тармоқ ресурслари бошқарилишини;
- маълумотлар хавфсизлиги ва ахборот ҳимоясини;
- дастурлар ва техник воситаларнинг диагностикасини мувофиқлаштиради.

Очик тизимларнинг стандарт ҳолатдаги ўзаро боғланиши қуйидагича таъминланади:

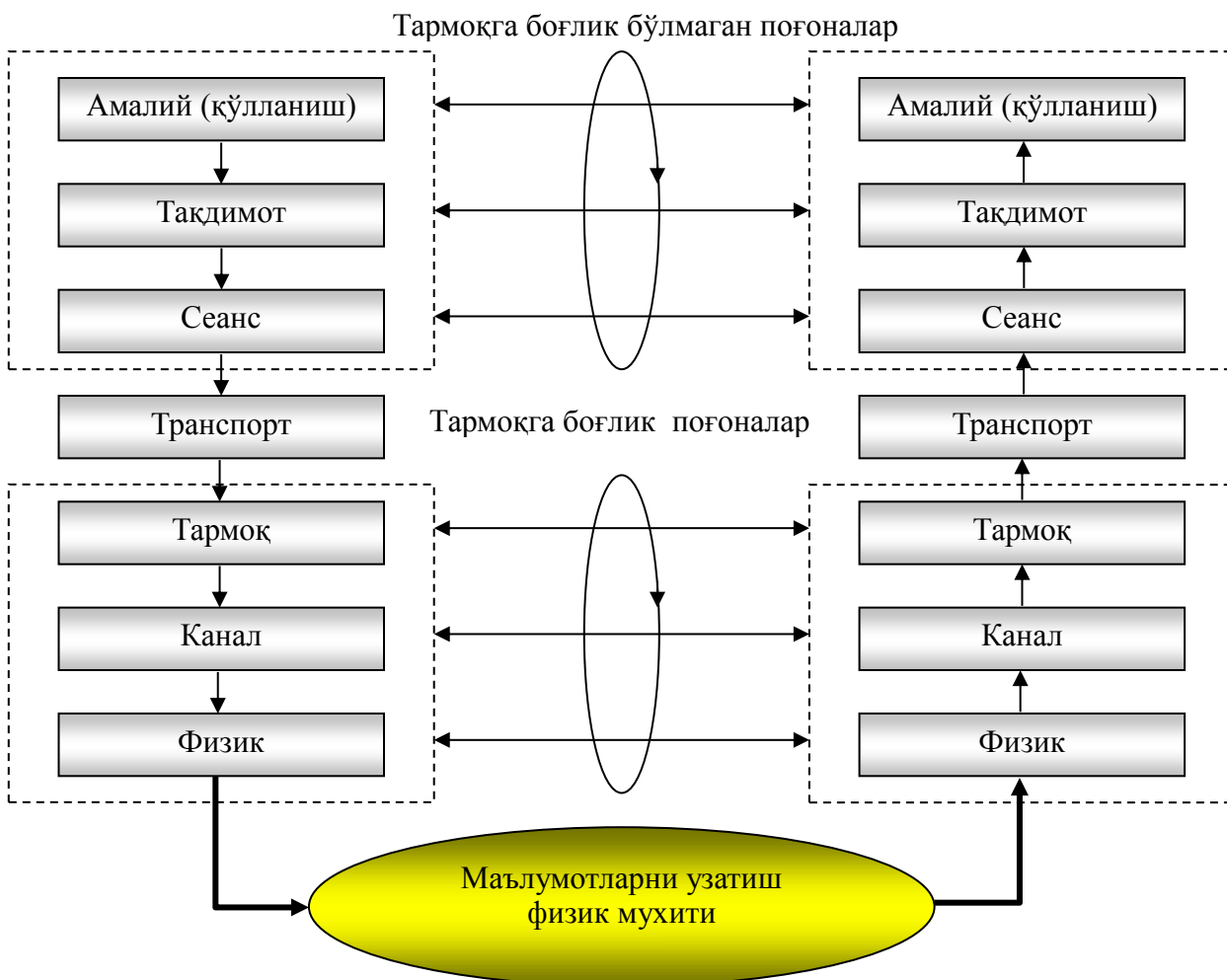
Ўзаро очик тизимнинг эталон модели;  
Эталон моделини қаноатлантирадиган хизматларнинг аниқ тўплами;  
Хизматлар бажарилишини таъминловчи ва уларни амалга ошириш учун  
ишлаб чиқилган протоколлар тўплами.

Очик тизимларнинг ўзаро стандарт ҳолатдаги боғланишининг схемаси  
8 – расмда келтирилган.

Етти сатҳли OSI моделининг протоколлари тармоқ охириги ускуналари  
ўртасида маълумот узатилишини таъминлайди. Ҳар бир сатҳ маълум  
функцияларни бажаради. Қуйида сатҳ протоколларининг асосий функциялари  
келтирилади.

7–амалий поғонаси протоколи- OSI моделининг энг юқори поғонаси  
бўлиб, тармоқ ресурслари ҳамда хизматларига кириш учун имкон яратади ва:

- очик тизимларни ўзаро боғланиш муҳити билан фойдаланувчи-  
ларнинг амалий дастурларини бирга ишлашини;



8 – расм. Очиг тизимларнинг стандарт ҳолатдаги ўзаро боғланишининг схемаси.

- ахборот алмашиш бўйича шерикларни (партнерларни) идентификациялашни;
- маълумотлар ҳажмини аниқлашни;
- конфиденциалликни таъминлаш механизмини мувофиқлаштиришни;
- хизмат кўрсатиш сифатини мувофиқлаштиришни;
- хизмат кўрсатиш тартибини танлашларни таъминлайди.

6–тақдим этиш поғонаси протоколи қуйидагиларни:

- юборувчи ва қабул қилувчи синтаксисларни тармоққа узатиш синтаксиси билан мувофиқлаштириш;
- сўров орқали сеанс ўрнатиш ва яқунлаш;
- ахборот юборишларни таъминлайди.

Тақдимот поғонаси протоколларни қайта ўзгартириш, маълумотлар трансляцияси, қўлланилаётган символлар тўпламини алмаштириш кабиларга жавоб беради.

5-сеанс поғонаси протоколи - сеанс бошланиши ва яқунланишини, транспорт тармоғи даражасида ишдан чиқиш (ишламаслик) ҳолатларида қайта улаш хараёнларини амалга оширишни таъминлайди.

4-транспорт поғонаси протоколи - транспорт поғонасининг асосий вазифаси пакетларни хатосиз, дастлабки кетма-кетликда йўқотишсизларсиз кафолат билан етказиб беришдир. Бу поғонада маълумотлар қайта тахланади: узунлари бир нечта пакетларга ажратилади, қисқа пакетлар эса бирлаштирилади. Шу орқали тармоқдан пакетларни юбориш самарадорлиги

оширилади. Транспорт поғонасида қабул қилувчи томонидан маълумотлар қабул қилингани хақида тасдиқ сигнали юборилади.

3-тармоқ поғонаси протоколи қуйидагиларни таъминлайди:

- фойдаланаётган тармоқ ва физик муҳитларни коммутациялаш;
- маршрутизациялашга боғлиқ бўлмаган транспорт тармоқ даражаси учун ахборотлар узатилишини таъминловчи тармоқ уланишларни ўрнатиш;
- тармоқ уланишларини фаол ҳолда тутиш ва узиш воситаларини етка-зиб бериш;
- маълумот оқимларини бошқариш;
- пакетлар жўнатилиши кетма – кетлигини тартибга солиш;
- шошилиш маълумот узатилишини амалга ошириш;
- хатоларни топиш ва тузатилишини амалга ошириш.

Тармоқ поғонасининг маълумотларини пакетлар деб аташ қабул қилинган. Тармоқ поғонасида 2 хил протоколлар ишлайди.

1. тармоқ протоколлари – тармоқ орқали пакетлар ҳаракатини йўлга қўяди;
2. маршрутлаш протоколлари – тармоқ топологиясидаги ва тармоқлар-аро боғланишлар тўғрисида ахборот тўплайдилар.

Тармоқ поғонаси бир неча тармоқларни бирлаштирувчи ягона транспорт тизимини ташкил этиш учун хизмат қилиб, ушбу тармоқларнинг охириги тугунлари ўртасида маълумот узатишнинг турли хил тамойилларини қўллаши ва ихтиёрий алоқа структурасига эга бўлиши мумкин.

Тармоқ миқёсида маълумотларнинг узатилиши канал поғонаси билан амалга оширилади. Тармоқлараро маълумотларни етказиб бериш, маълумотларни узатиш маршрутларини танлаш каби масалаларни ечади. Тармоқлар маршрутизатор қурилмалари билан ўзаро боғланади.

Тармоқ поғонаси, шунингдек турли технологиялар уйғунлиги, йирик тармоқларда адресация масалаларини ҳал қилади. У маълумотларни

адресациялаш ва мантиқий манзил ҳамда номларни физик манзилларга айлантиришга жавоб беради.

Ушбу поғонада пакетлар коммутацияси ва ортиқча юкланиш каби тармоқ трафиги билан боғлиқ бўлган масала ва муаммолар ҳам ҳал қилинади.

Тармоқ поғонасининг маълумотларини пакетлар (packets) деб аталади. Тармоқ поғонасида пакетларни етказиб беришни ташкил қилишда «тармоқ рақами» тушунчасидан фойдаланилади. Бу ҳолда қабул қилувчининг манн-зили катта қисми-тармоқ рақами ва кичик қисми – ушбу тармоқдаги тугун рақамидан иборат бўлади.

Тармоқ поғонасида икки хил протоколлар ишлайди. Биринчи тур тармоқ протоколлари – тармоқ орқали пакетларнинг ҳаракатини йўлга қўяди, иккинчиси – йўналиш ахбороти алмашуви протоколи ёки маршрутлаш протоколлари (routing protocols). Ушбу протоколлар ёрдамида маршрутизаторлар тармоқлараро боғланишлар топологияси тўғрисида ахборот тўплайдилар.

2–канал поғонаси протоколи канал узатишларини ўрнатади ва маълумот фрагментларини (кадрларни) узатади, кадрлар бўйича синхронизациялашни таъминлайди, хатоларни топиш ва тузатиш, ахборот оқимини бошқариш, кадрлар кетма - кетлигини тартибга солишларни таъминлайди.

Канал поғонаси вазифаларига узатиш муҳитининг лаёқатлигини текшириш (физик муҳит бир неча фойдаланувчилар билан банд бўлиши мумкин), хатоликларни аниқлаш ва коррекциялаш механизмларини йўлга қўйишдир.

Бунинг учун канал поғонасида битлар кетма-кетлиги кадрлар деб номланувчи тўпламларга бирлаштирилади. Канал поғонаси ҳар бир кадрни узатишнинг тўғрилигини таъминлайди, ажратиш учун уни битларнинг махсус кетма-кетлиги билан ўрайди, шунингдек назорат кетма-кетлигини кадрга қўшган ҳолда ҳисоблаб чиқаради.

Канал поғонаси турли топологиядаги локал тармоқнинг ихтиёрий икки тугуни орасида кадрнинг узатилишини таъминлайди. Канал поғонаси протоколларига Ethernet, Token Ring, FDDI, 100VG-AnyLAN мисол бўла олади.

1-физик поғона протоколи физикавий каналлар - коаксиал кабель, оптик толали кабель ёки радиомухит орқали битлар кетма-кетлигининг узатилиши бўйича иш олиб боради. Физик поғона физик улашларни ўрнатиш, фаол ҳолатда тутиш ва ўзини механик, электрон ва процедурали воситаларини бошқариш, битлар бўйича синхронизациялаш, битларни дуплекс ёки ярим дуплексли узатиш, икки ёки кўп нуқтали узатиш, физик даражада ишдан чиқиш ҳолатлари тўғрисида канал даражасини огоҳлантиришларни таъминлайди.

Ахборот-коммуникация тармоғини Интернетга уланиши TCP/IP протоколлари негизида амалга оширилади. Ушбу протоколлар ҳар хил турдаги тармоқлар орасида ахборот узатилишини таъминлаш мақсадида ҳам ишлатилади, яъни улар маҳаллий ва глобал тармоқ шароитида ҳам баб-баробар қўлланилади.

Умуман, Интернет протоколлари комплекси на фақат TCP ва IP протоколларни, балки почта (SMTP), гиперматнли терминалларнинг иловаларини узатиш (HTTP), ҳамда файлларни узатиш (FTP) протоколларини ҳам ўз ичига олади.

IP протоколи - IP дейтаграммаларининг тармоқлар бўйича узатилиш хусусияти, адрессацияси ҳамда форматини белгилайди.

Дейтаграммалар навбати ҳосил бўлганда улар қайси йўналиш бўйича ҳаракатланиши хали номаълум бўлади. Ҳар бир оралиқ тугунда йўналиш жадвалига жорий тугун адресини киритган ҳолда дейтаграммадаги адресни солиштириш орқали кейинги тугуннинг манзили аниқланади.

Турли архитектурага эга тармоқлар ўртасида пакетлар узатилишини IP протоколи таъминлаб беради. IP протоколининг дейтаграммали усули пакетларни ишончли узатилишини кафолатламайди, бироқ бу кўп тармоқлар

орқали маълумотларни узатишда ўтказиш қобилиятини оширади. IP манба хабарларининг шикастланганлик ҳақидаги маълумотни тегишли тугунга жўнатишни тامينламайди, айнан бу масалани хабарларни бошқарувчи интернет протоколи амалга оширади (ICMP - Internet Control Message Protocol) .

ICMP протоколи. ICMP янгидан таксимланган IP тармоқларини бирлаштирувчи бир қатор масалаларни бажаради. IP протоколининг асосий вазифасига қушимча сифатида киритилади ва қуйидагиларни таъминлайди:

тармоқда унга бириктирилган тугунларни акс эттириб текширади; самарали маршрутизацияни қўллаб-қувватлашга ҳаракат килади.

TCP протоколи. Юқори поғана протоколлари учун хизматларни так-дим этиш, маълумотлар оқимини бошқариш ва тасдиқлашни тўлиқ қафолат-лайди. Тартибланган номерли идентификациясида узлуксиз шаклланмаган оқимларга маълумотларни жойлайди. TCP шунингдек юқори поғоналардаги кўп микдорли бир вақтдаги диалогларни қўллаш олади.

UDP протоколи. UDP протоколи TCP га караганда соддарок. Протоколнинг ишончилиги TCP дагидек ишончилик зарур бўлмаганда фойдали. UDP нинг бош қисми 4 та бўлақдан иборат манба порти майдони , қабул қилувчи порт майдони, узунлик порт майдони ва қийматни назорат қилувчи майдонидан иборат. Манба ва қабул қилувчи майдонлар TCP даги-дек вазифани бажаради. Назорат қилувчи майдон пакетнинг бутунлигини текширади.

Сўров сигналлари узатилишини таъминлайдиган SIP ва H.323 протоколлари. IP тармоқлари орқали мультимедиа чақириқларини амалга ошириш учун SIP (Session Initiation Protocol), H.323 ва бошқа бир қанча протоколлар яратилган.

Алоқа сеансларини бошқарувчи протокол (SIP) мультимедиа сеанслари ҳамда чақириқларни ташкил қилиш, олиб бориш ва якунлашга мўл-жалланган.



Мультимедиа сеанслари ўз ичига мультимедик конференция-лар, интернет телефония ва бошқа шу турдаги иловаларни олади.

SIP овозни IP тармоқлар орқали узатишни (Voice over IP - VoIP) амалга оширувчи асосий протоколлардан бири ҳисобланади.

SIP IP-телефония (VoIP) ва мультимедик конференц – алоқада овоз ҳамда мультимедик уланишларни ўрнатувчи, бошқарувчи ҳамда узувчи оддий сигнализация протоколидир.

SIP “мижоз – сервер” типдаги протокол бўлиб, гипертекст узатувчи протоколга (Hyper Text Transfer Protocol – HTTP) ҳам синтаксис, ҳам семантик (моҳияти) жиҳатидан ўхшайди. Хизмат кўрсатиш ва уланиш характеристикалари ҳақида маълумот жойлашувчи сарлавҳа майдонларига эга текстли сўров ва жавобларга эга.

Анъанавий телефон сигнализацияси ҳамда SIP протоколи хабарлари-ни SIP-T протоколи ёрдамида интеграцияланади. SIP-T анъанавий телефон сигнализациясини SIP протоколи сигнализацияси билан мослаштириш механизмларининг тўплами ҳисобланади. Унинг вазифаси протокол хабарларини узатиш ва УФТТ (умум фойдаланувчи телефон тармоғи) алоқа нуқталари орқали уларнинг хусусиятлари аниқлигини таъминлашдан иборат.

MGCP протоколи. Транспорт шлюзини бошқариш протоколи (Media Gateway Control Protocol — MGCP) тақсимланган мультимедик шлюз элементлари ўртасида фойдаланилади.

У декомпозиция принципига асосланган бўлиб, уч функционал блокга тақсимланган:

транспорт шлюзи MG;

бошқарув қурилмаси MGC;

сигнализация шлюзи CG

MGCP шлюзларни бошқарувчи протокол бўлиб, фойдаланувчининг терминали билан боғлиқ уланишларни бошқаришга мўлжалланмаган. Яъни,

MGCP протоколи асосида қурилган тармоқда терминалларни бошқариш учун SIP-сервер мавжуд бўлиши керак.

Транспорт сатҳи протоколлари RTP/RTCP. Интернет тармоғи орқали мультимедиа трафикларини узатишда муоммоларни ечади, аммо пакетларни етказиб беришни ёки унинг кечикмаслигига кафолат бермайди.

Рухсат этилган жойда қўшимча функцияларни амалга ошириш, мультимедиа трафиклар оқимини назорати билан боғлиқ жараёнлар амалий поғонада амалга оширилади.

MPLS технологияси (протоколи). Белгилар ёрдамида кўп протоколли коммута-циялаш технологияси (Multi-Protocol Label Switching, MPLS) энг истиқболли транспорт технологиясидан бири ҳисобланади. Бу технология виртуал каналлар техникасининг TCP/IP стеки функционаллигининг афзалликларини бирлаштиради. Бирлаштириш маршрутизатор белгисига қараб коммутациялайдиган (Label Switch Router, LSR) ҳам IP – маршрутизатор, ҳам виртуал канал коммутатори вазифасини бажарувчи битта тармоқ қурилмаси ҳисобига амалга оширилади. Бунда иккита қурилмани механик бирлаштириш эмас, балки яқин интеграция, яъни ҳар бир қурилманинг функциялари бир – бирини тўлдирди ва биргаликда ишлатади.

SNMP (Simple Network Management Protocol) протоколи. Тармоқни бошқариш протоколи, у тармоқ қурилмалари орасида маълумотлар алма-шинуви бошқарилишини осонлаштиради.

Бошқарувчи дастур SNMP буйруқларидан фойдаланиб, вакилларга қурилма ёки ундан ўтаётган трафик ҳақида маълумот олиш учун сўров жўнатади.

Қурилма типига қараб қуйидаги турдаги ахборотлар олиниши мумкин:

- маршрутизаторлар: интерфейсни юклаш, йўналтириш жадваллари ва х.к.

- коммутаторлар: интерфейсни юклаш, портдаги хатолар ва х.к.

- серверлар: жараёнлар, хотира, диск майдони.

Тармоқ администраторлари тармоқ ресурсларининг унумдорлигини бошқаришнинг оптимал усулини олишга, шунингдек тармоқ муоммоларини ечиш ва кўрсатишга имконият яратади

Агент билан SNMP конфигурациялашда дастурий модуллар кулланилади, баъзи курилмаларни бошқаришда ишлатилади.

АКТ транспорт тизимида маълумотларни узатиш учун асосан мавжуд алоқа каналлари ишлатилади.

Маълумки, мавжуд алоқа каналларида тасодиф тақсимотга эга шовқинлар бўлиб, улар маълумот узатиш сифатини кескин тушириб юбориши, ва хатто, маълумотни йўқолишига ёки мазмун жиҳатдан бир маълумот иккинчисига айланиб кетишига олиб келиши мумкин.

Бундай ҳолатларни олдини олиш учун OSI моделининг канал поғона-сида “шовқинларга қарши курашадиган” усуллар қўлланилади.

Шундай қилиб, ахборот-коммуникация тармоғининг кириш, транспорт, сўровлар ва хизматларни бошқариш сатҳларининг функционал вазифалари махсус протоколлар асосида амалга оширилади, яъни ҳар бир сатҳда ахборотлар билан алмашинув жараёнлари тегишли протоколлар асосида бажарилади.

Масалан, АКТ хизматлари ва эксплуатацион бошқарув сатҳи протоколлари хизматлар ва уларни тақдим этиш жараёнларининг бошқарувини амалга ошириш, абонентларни ҳамда бошқа тармоқ клиентларини АКТ хизматларига чиқишларини таъминлайди.

Бугунги кунда АКТ ларда ишлатиладиган протоколларни қуйидагича классификациялаш мумкин:

Интернет тармоғининг асосий протоколлари: IP, ICMP, TCP, UDP.

Транспорт протоколлари: RTP, RTCP.

Сўров сигналлари узатилишини таъминлайдиган протоколлар: SIP, H.323, SIGTRAN. MEGACO/H.248, MGCP, RSVP, SCTP. ISUP, BICC, SCCP, INAP.

Маршрутлаш протоколлари: RIP, IGRP, OSPF, IS-IS, EGP, BGP, IDRP, TRIP

Тармоқ информацион хизматларининг ва бошқариш протоколлари: SLP, OSP, LDAP, SNMP.

Хизматларни тақдим этиш протоколлари: FTP, SMTP, HTTP, кодеки G.xxx. H.xxx. факс T37, T.38, IRP. NNTP.

Хизматларни тақдим этиш сатҳи асосан Интернет протоколлари негизида ташкил этилади. Шу сабабли, қуйида уларнинг тавсифи келтирилади.

Интернет протоколларини ҳар хил турдаги тармоқлар орасида ахбо-рот узатишни таъминлаш учун ишлатиш мумкин. Улар маҳаллий ва глобал тармоқ шароитида ҳам баб-баробар қўлланилади.

Интернет протоколлари комплекси на фақат қуйи сатҳдаги протоколларни (масалан, TCP ва IP), балки почта (SMTP), гиперматнли терминалларнинг иловаларини узатиш (HTTP), ҳамда файлларни узатиш (FTP) протоколларини ўз ичига олади.

## **2.2. АКТ транспорт тармоғининг пакетлари узатилишида юзага келадиган муаммолар**

АКТ тармоғи транспорт тизими жараёнлари телекоммуникация тармоғи негизида бажарилади.

АКТ тармоғида икки фойдаланувчи бир-бири билан боғланиш жараёни асосан пакет коммутацияси усули орқали амалга оширилади (9 – расм):

Пакетлар коммутациясида пакет формати уҳта гуруҳга бўлиниб, пакетнинг сарлавҳа, маълумот ва трейлер қисмларидан иборат бўлади.

Сарлавҳа қисми пакетнинг узатилиш сигнали, манба адреси, макон адреси, узатишни синхронлаш кабиларни ўз ичига олади.

Маълумот қисми хабар таркибидаги узатишга мўлжалланган маълумотлардан иборат. Тармоқ турига нисбатан бу қисм 0,5— 4 Кб бўлиши мумкин.

Трейлер қисми кўп ҳолларда хатоликларни текширишга мўлжалланган (мисол учун, циклик код ёрдамида текширув). Пакет шаклланиши OSI моделининг қўлланиш поғонасида бошланади. Узатишга мўлжалланган ахборот юқори (қўлланиш поғонаси)дан қуйи поғонага етказилади ва ҳар бир поғонани маълумот қисмига тегишли ахборотни қўшади.

Пакетлар коммутацияси маълумот алмашувини самарали равишда ташкил этишга имкон беради (9 – расм).

Пакетлар коммутациясида фойдаланувчилараро узатилаётган хабарлар кичик қисмларга - пакетларга бўлинади. Маълумот узатиш тармоқларида пакет асосий узатиш бирлиги ҳисобланади. Катта ҳажмдаги хабарлар кичик пакетларга бўлиниши тармоқда маълумот узатиш тезлигининг кескин ошишига олиб келади. Хабарлар турли узунликга эга бўлиши мумкин — бир неча байтдан ўнлаб мегабайтгача, пакетлар эса ўзгармас узунликка эга бўлишлари мумкин.

Пакетлар коммутациясида трафик пакетларга бўлинади. Пакетлар тармоқ орқали мустақил ахборот блоклари сифатида узатилади (10 – расм).

Пакетли коммутация асосидаги тармоқда коммутаторлар ички буфер хотирасига эга бўлиб, унда пакетлар вақтинча сақланади. Коммутаторнинг чиқиш порти банд бўлган ҳолатда, пакет бирор вақт навбат кутади ва кейинги коммутаторга узатилади.

Пакетли коммутациянинг афзалликлари:

пульсацияли трафикни узатишда тармоқнинг ўтказиш қобилиятини ошириш имкониятини беради;

фойдаланувчилараро трафик ҳолатини инобатга олган ҳолда, тармоқ шароитига нисбатан физикавий каналларнинг ўтказиш қобилиятини тақсимлаш имкониятини беради.

Пакетли коммутациянинг камчиликлари:

коммутаторларнинг буферларидаги халақит тармоқ ҳолатига боғлиқ бўлганлиги сабабли фойдаланувчилараро узатиш тезлигининг ноаниқлиги;

маълумот пакетларининг ўзгарувчанлиги;

буферларда навбатлар ортиб кетганлиги сабабли маълумот (пакет-лар) йўқолиши.

пакетли коммутациядаги тўхталишлар: сарлавҳаларни узатишга кетадиган вақт; ҳар бир кейинги пакетни узатиш жараёнида ҳосил бўладиган интерваллар натижасида юзага келадиган тўхталишлар.

ҳар бир коммутатордаги тўхталишлар: пакет буферланиши вақти;

қуйидагилар орқали ҳосил бўладиган коммутация вақти: а) пакетнинг навбатда кутадиган вақти (ўзгарувчан қиймат); б) пакетнинг чиқиш портига кўчиш вақти; с) сарлавҳаларни узатишга кетадиган вақт.

ҳар бир кейинги пакетни узатиш жараёнида ҳосил бўладиган интерваллар натижасида юзага келадиган тўхталишлар.

Бу камчиликларни бартараф этиш мақсадида турли усуллар қўлла-нилади (Quality of Service (QoS) каби). Бундай усуллар қўлланилиши сабабли пакетлар коммутацияси ҳозирги кунда юқори тезликли тармоқларни ташкил этишда самарали деб тан олинган.

Умуман, тармоқда ишлатиладиган қурилмалар 2 та асосий турга бўлинади: аппаратли қурилма; дастурий қурилма.

Бу қурилмаларни асосий вазифалари тармоқ орқали узатилаётган маълумотларни узатиш ва қабул қилишдан иборат.

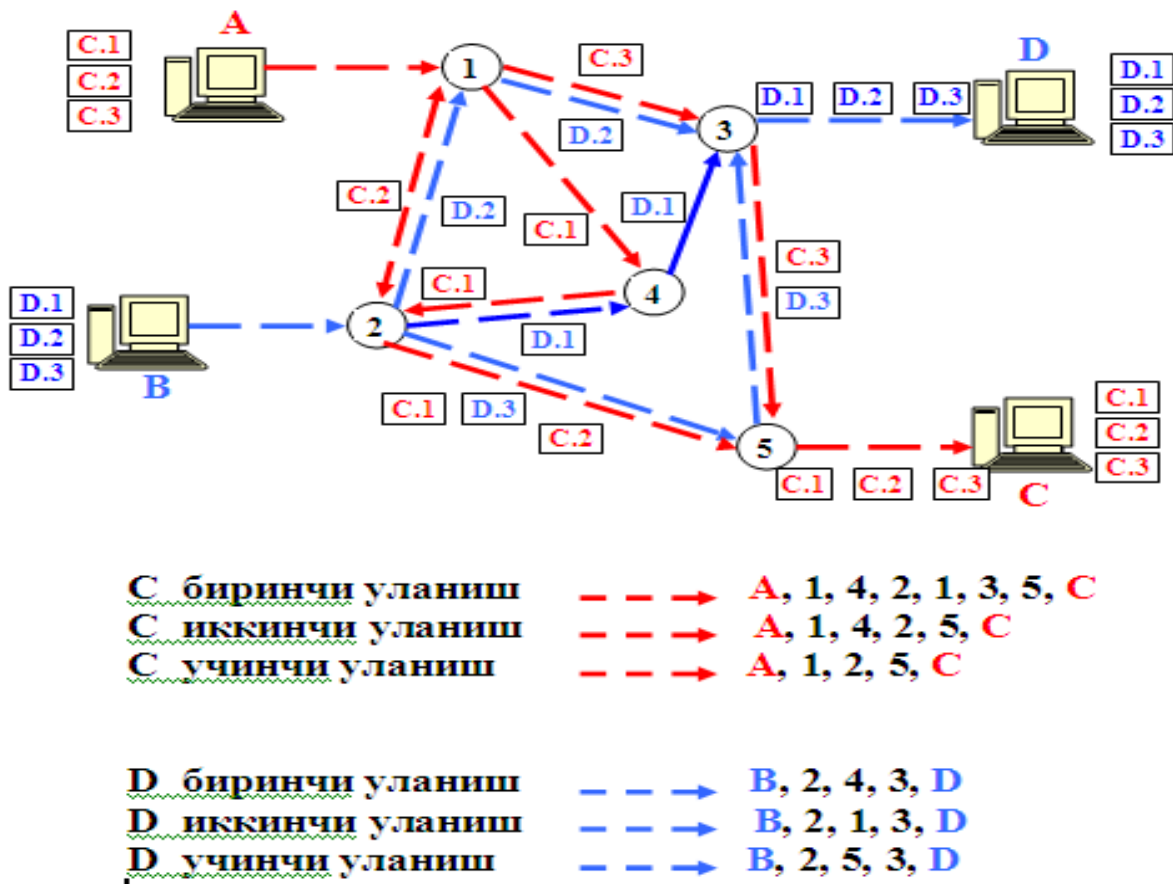
Қайд этилган қурилмалар қуйидагиларни ташкил этади:

HUB (узатиш сигналларини кучайтирувчи ва қайта ишловчи);

BRIDGE (кўприк); ROUTER (маршрутизатор); SWITCH (коммутатор); GATEWAY (шлюз); МОДЕМ.

HUB қурилмаси актив қурилма бўлиб узатилаётган маълумотларни сигнал даражасини кучайтириш имкониятига эга.

Кўпинча HUB қурилмаси ишлатувчилари кўп бўлмаган локал тармоқларда (4, 8 та) ишлатилади. HUB умумий шинага эга бўлиб, агар портлар сонини оширадиган бўлсак маълумотларни узатиш қобилияти камайиб кетади.



9 – расм. Paket узатилишини кўрсатувчи схема.

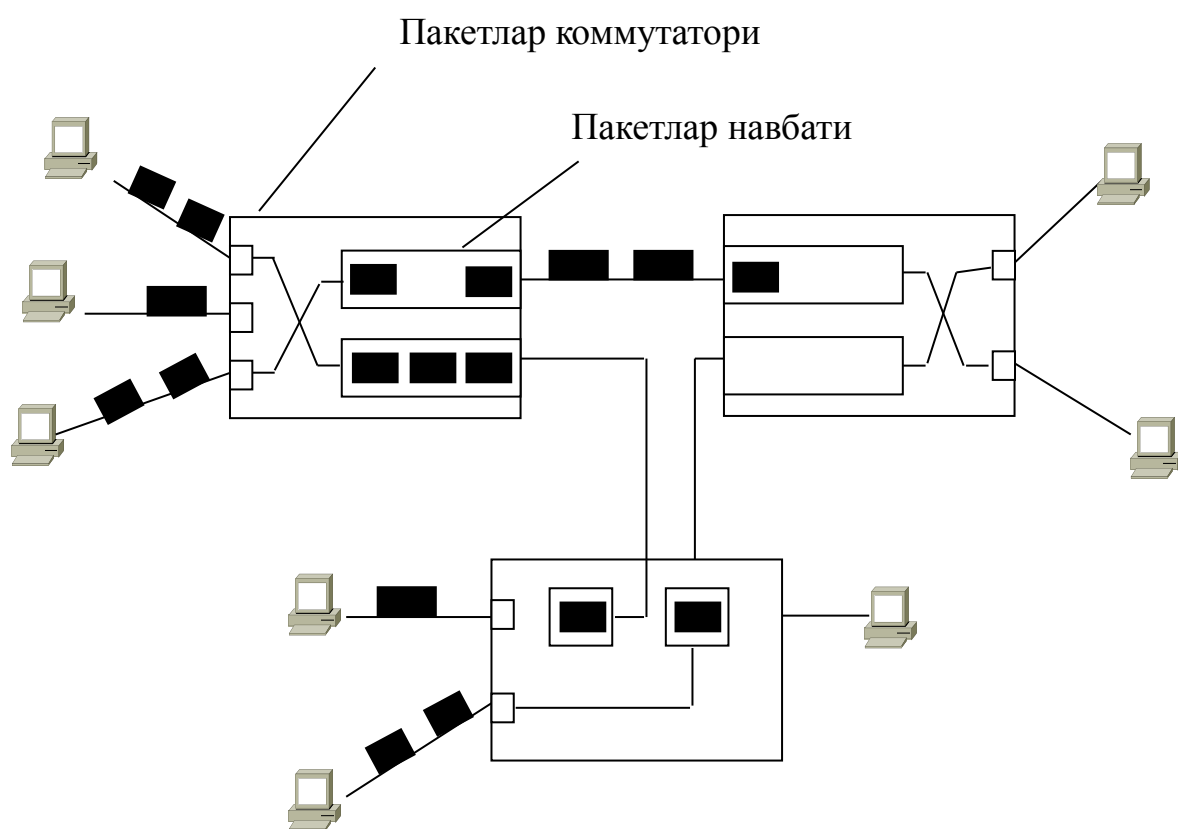
UTP кабели учун HUB 4, 8, 16 та терминаллар, масофаси 100 м; RG 58 кабели учун HUB 4, 8 та (терминаллар сони), масофа 185 м.

SWITCH (коммутатор) қурилмаси ёрдамида кичик тармоқларда ишлаш мумкин. HUB дан фарқи, ўтказиш қобилияти юқорилигидир. Бунда бир нечта жуфт қурилмалар маълумот алмашиш имкониятига эга.

ROUTER (маршрутизатор) қурилмаси ҳам BRIDGE (кўприк) қурилмаси каби 2 та ёки ундан ортиқ бўлган тармоқларни бирлаштиради ёки ажратади.

Фарқи ROUTER (маршрутизатор) қурилмаси катта тармоқларда ишлатилади. Бундан ташқари маршрутизатор қурилмаси керакли тармоқни ёки керакли йўлни танлаш имкониятига эга. Бу ҳолда киришга келаётган маълумотлар танлаш орқали ўз йўллари топади.

АКТ хизматларини тақдим этиш сатҳи сервисларга кенг фойдаланувчиларни киришлари учун имкон яратиши олдинги бандда тавсифи келтирилган протоколлар ёрдамида амалга оширилади.



10 – расм. Пакетли коммутация амалга оширилишини кўрсатувчи схема.

Бугунги кунгача фаолият юритиб келаётган ахборот – коммуникация тармоқлари (Интернет ёки кейинги авлод тармоқлари, компьютер тармоқлари, шу жумладан) нинг архитектураси асосан 69-70 йилларда яратилган ARPANET

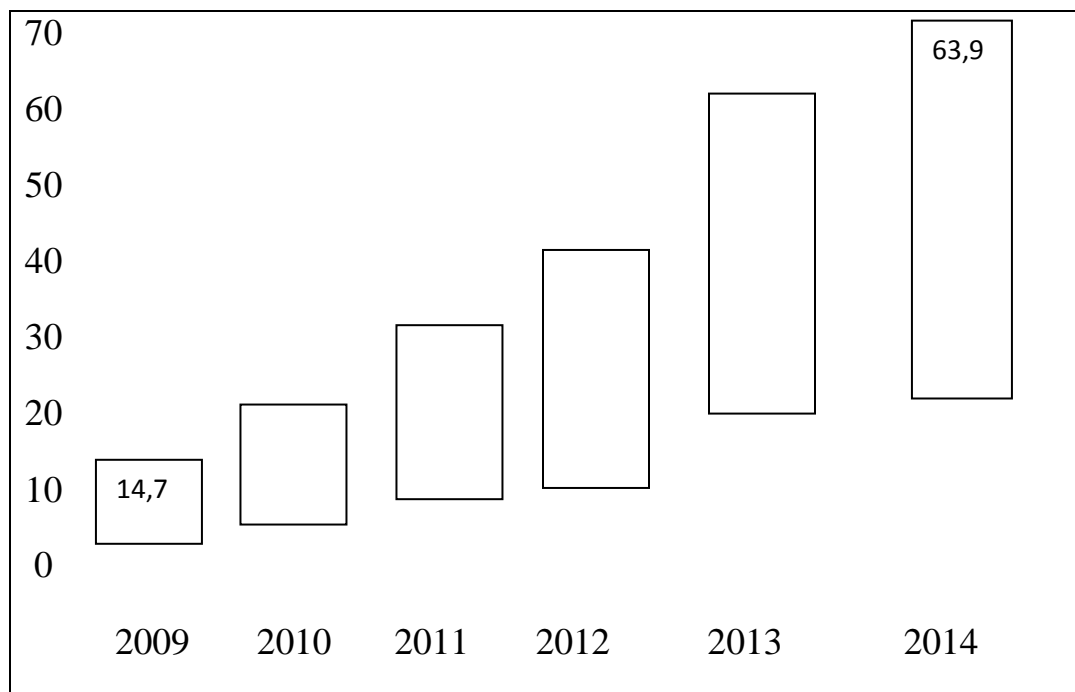


тармоғи негизда яратилган усул ва протоколларни қўллаб лойиҳалаштирилаяпти ва жорий этилаяпти.

Охирги пайтларда электрон ресурсларнинг ва улардан фойдаланиш бўйича келаётгн сўровларнинг сони ҳамда электрон шаклда фаолият ташкил этаётган компанияларнинг кўлами кескин кўпайиб бораётганлиги сабабли, мавжуд тармоқда айланадиган ва қайта ишланадиган ахборотларнинг ҳажми кескин ошиб бормоқда.

Бошқа сўз билан, охирги пайтларда замонавий тармоқда сифат ва миқдор жиҳатларидан катта ўзгаришлар юз берди. Олдинги архитектура ахборот технологияларининг бугунги жадал суръатлар билан ривожланаётган давридаги талабларга тобора жавоб бермай қолаяпти.

Cisco компанияси томонидан олиб борилган изланишлар натижасига кўра 2014 йилда Интернет трафигининг ҳажми қарийб 780 экса байтни ташкил қилган экан. (1эксабайт =  $10^{18}$  байт). Трафикнинг охирги йиллардаги ўсиш даражаси 11 расмда келтирилган.



11 – расм. Глобал тармоқ трафигининг (Интернет трафигининг ўсиши шу жумладан) охириги йилларда ўсиш даражасининг диаграммаси.

2014 йилда ҳар ой трафиги 64 эксабайтни ташкил этганлиги қайд этилган. Бу 16 миллиард DVD дискларини ва 21 триллион MP3 файлларини ташкил этади.

Бундай ҳажмдаги трафикни бошқариш ва узатиш учун мавжуд алоқа каналларининг ўтказиш қобилиятининг етмай қолиш эҳтимоллиги тобора ошиб борапти. Уларнинг ўтказиш қобилиятини ўсиш даражаси трафик ўсиш даражасидан анча орқада қолиб борапти.

Мобил қурилмаларининг тури ва сонининг ўсиши (Wi-Fi, 3G, WI-MAX, LTE), мобил сервисларининг тобора кўпайиши кузатилмоқда, бугунда мобил тармоқ фойдаланувчилари турғун ҳолатдаги тармоқ фойдаланувчиларидан тобора ошиб борапти, ривожланган давлатларда ҳар бир фойдаланувчига учта мобил терминал воситалари тўғри келаяпти.

Ҳисоблаш қувватларининг ўсиши илова ва электрон шаклдаги ахборотларнинг ҳажми тобора кўпайишига сабаб бўлаяпти, статистик маълумотларга кўра, бугунда мобил трафик ҳажми геометрик прогрессия асосида ўсиб борапти.

#### Бугунги тармоқнинг муаммолари:

тузилмаси мураккаблашганлиги, унда ечилаётган масалаларнинг тури, ҳажми ва мураккаблиги тобора ошиб бораётганлиги сабабли, уни бошқариш қийин кечаяпти;

ахборот хавфсизлигига талаблар тобора кучайиб борапти;

тармоқдаги бир неча ўнлаб, юзлаб коммутаторлар, маршрутизаторлар ва бошқа воситалар ўта мураккаблашиб борапти:

мураккаб структурали тақсимланган тармоқда маълумот узатиш протоколлари кўпайиб борапти – интернет маълумотларида уларнинг сони 600 дан ошиб кетганлиги қайд этилган;

вируслар, хужумларнинг кўпайиши ахборот хавфсизлигига муаммолар туғдираяпти. Бугунда бу муаммолар давлатнинг миллий хавфсизлик муаммоларига айланган.

Шундай қилиб, бугун фаолият кўрсатаётган тармоқда бир мунча муаммолар йиғилиб қолган, уларнинг ечимини амалга ошириш учун мавжуд тармоқ архитектурасига маълум бир ўзгартиришлар киритиш кераклиги тақозо этилаяпти.

Бугунда юзага келган муаммолар қуйидагича тавсифланиши мумкин:

илмий-техник муаммолар – тармоқларнинг фаолиятини ишончли ва назорат қилиш мумкин бўлмай бораяпти

ижтимоий муаммолар – Интернет кундалик ҳаётга кириб бораяпти. У ташқи атакаларга таъсирчан.

иқтисодий муаммолар – тузилма мураккаб, уларни бошқариш учун юқори малакали мутахассислар талаб этилади.

ивожланиш муаммоси – мавжуд тармоқларнинг архитектураларига янги инновацияларни киритиш катта тўсиқларни пайдо қилади, улар бундай янгиликларни, янги сервисларни киритилишига мўлжалланмаган.

Келтирилган материал ва муаммоларга асосланиб, мавжуд тармоқ архитектурасини яратиш тамойилларини қайтадан кўриб чиқиш ва такомиллаштириш бугунги куннинг долзарб масаларидн бири ҳисобланади, деган хулосага келиш қийин эмас.

Шу сабабли, охириги йилларда янги ғояга асосланган дастурий конфигурацияланадиган тармоқ архитектураси таклиф этилган ва тобора ривожланиб бормоқда. Кейинги бобларда ушбу йўналиш тўғрисидаги маълумотлар системалаштирилган ҳолда келтирилади.

## **II боб бўйича савол ва топшириқлар**

1. OSI моделининг вазифаси нима?
2. Протокол ва интерфейс тушунчаларига изоҳ беринг.
3. OSI модели 5,6,7 поғоналарининг вазифаларини тушунтиринг, протокол элементларининг таркиби қандай?
4. Транспорт тармоғи протоколлари тўғрисида мустақил иш яратинг.
5. Тармоқ поғонаси виртуал ва дейтаграмм режимларида пакетларни узатиш жараёнларини тушунтиринг.
6. Канал поғонаси протоколининг вазифаси нимадан иборат. Қандай протоколларни биласиз (мустақил иш яратинг).
7. Қандай Интернет протоколларини биласиз, улар эталон моделни қайси сатҳларига мансуб?
8. SIP, MGCP, SNMP ва бошқа протоколлар тўғрисида мустақил иш яратинг.
9. АКТ транспорт тармоғи муаммолари нималардан иборат?

## **III БОБ. ДАСТУРИЙ КОНФИГУРАЦИЯЛАНАДИГАН ТАРМОҚЛАРДА МАЪЛУМОТ УЗАТИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ ТАШКИЛ ЭТИЛИШИ**

### **3.1. Дастурий конфигурацияланадиган тармоғининг архитектураси ва функционал ташкил этилиши**

Дастурий конфигурацияланадиган тармоғи (ДКТ) технологиясининг яратилишига вужудга келган бир нечта ҳолатлар сабаб бўлган:

мавжуд классик архитектура амалий жиҳатдан ташки ўзгаришларга ҳеч қандай таъсирини кўрсата олмай қолди. Ҳар хил ишлаб чиқарувчиларнинг воситалари бир-бири билан боғланиб биргаликда ишлаши ўта қийин кеча бошлади;

трафик ҳажмининг геометрик прогрессия билан ўсишига мавжуд архитектура талаб этилган сифат даражасида жавоб бермай қолди;

тармоқ протоколлари ва протокол стеклари ҳаддан ташқари кўпайиб кетди ва тармоқда фойдали ахборотлар ҳажмидан бошқарув маълумотларининг ҳажми кшпайиб кетди.

Маълумот узатиш жараёнида Ethernet коммутатори коммутациялаш жадвалига сўров билан мурожаат қилади (12 – расм). Сўнг олинган ахборот асосида коммутацияловчи матрица маълумотни қайта ишлайди ва натижавий ахборотни белгиланган портга жўнатади.

Ethernet коммутаторида бир пайтнинг ўзида сўровни бошқариш ва узатиш жараёнлари амалга оширилади. Бошқарув сатҳи коммутаторга ўрнатилган

контроллер сифатида, маълумот узатиш сатҳи эса – коммутацияловчи жадвал ва коммутацияловчи матрица сиатида намоён бўлади.

Контроллер маълум даражада интеллектуаллик функцияларига эга, улар негизда тармоқ структураси тўғрисидаги маълумотларга асосланиб навбатдаги пакетни узатиш тўғрисида ўзи қарор қабул қилиши мумкин. Лекин коммутаторда доирасида бундай фаолиятни бажариш мумкин кўзда тутилмаган, фақат маълум бир қоида ва приоритетларни танлаб олиш асосида контроллер конфигурацияси ўзгартирилиши мумкин.



12 – расм. Ethernet коммутаторида сўровни қайта ишлаш жараёнини кўрсатувчи схема.

Бундай ҳолат коммутаторнинг ва бутун тармоқнинг функционаллигини чеклайди. Жумладан, тармоқда “нуқта-нуқта” алоқасини ўрнатиш жараёнини коммутатордаги контроллер ёрдамида эмас, балки тармоқнинг бошқа “нуқта”сида ўрнатилган OSI моделининг учинчи сатҳида ишлатиладиган маршрутизаторнинг иштироки негизда амалга ошириш мумкин.

Ахборот оқимларининг ҳажми ва тури ошиб бориши, тармоқ сервис ва масштабнинг тобора кенгайиши тармоқ муҳитида ахборот қайта ишлаш жараёнларини ташкил этиш усулларини ўзгартирилишига мажбур бўлинди: мижоз – сервер асосида ташкил этиш усули ўрнига маълумот қайта ишлаш

марказлари ва “булут” да ҳисоблаш технологиялари барпо қилинди, файл тизимлари ва маълумот базалари маълумот сақлаш тармоқларига айлантирилди.

Бундай ўзгаришлар тармоқ технологияларининг сифатини ўзгартирилишига олиб келди, микропроцессор техникасини ривожланиши ва улар асосида телекоммуникация воситалари яратилиши янги тармоқ архитектурасини ишлаб чиқилишига олиб келди.

Дастурий конфигурацияланадиган тармоғи (ДКТ) (Software Defined Networks (SDN)) ривожланаётган тармоқ ҳисобланиб, унинг асосий ғояси, мавжуд тармоқдаги воситаларни (яъни, маршрутизатор ва коммутаторларни) ўзгартирмасдан туриб, уларнинг бошқариш жараёнларини оддий бир компьютерга ўрнатилган махсус дастурий таъминот асосида амалга ошириш ҳисобланади. Ушбу дастурий таъминот тармоқ администратори назоратида бўлади.

ДКТ да тармоқ инфраструктурасининг ҳолатини ва маълумотлар тармоқда ҳар хил турдаги маълумот оқимларини бошқариш даражаси маълумотларни узатиш даражасидан ажратилган ҳолда амалга оширилади. Бундай ажратиш ҳамма тармоқ маршрутизатор ва коммутаторларида бажариладиган бошқарув жараёнлари битта контроллер номли марказий воситага юклаш орқали бажарилади.

Бундай ёндошув тармоқ ҳолатини назорат қилиш ва бошқариш жараёнлари мантиқан битта контроллерда марказлаштирилади.

Бундан ташқари, бошқарув сатҳи ўз вазифаларини тармоқнинг физик инфраструктурасига ва маълумот узатиш даражасига боғлиқ бўлмаган ҳолда амалга оширади. Тармоқнинг маълумот узатиш ва бошқариш даражалари ягона унификацияланган интерфейс орқали боғланадилар.

ДКТ негизида ўтказилган биринчи амалий экспериментлар, бундай ёндошувнинг самарасини яққол кўрсатиб берди, ДКТ архитектураси негизидаги тармоқ тармоқ воситаларининг самарадорлигини 25%-30% ўсишига, тармоқ

эксплуатацияси учун кетадиган харажатларни камида 30% камайишига олиб келди. Шу билан бирга ахборот хавфсизлиги ошди, янги дастурлар яратилиши хисобига тармоқни бошқариш мослашувчанлиги сезиларли даражада яхшиланди, дастурий таъминот асосида янги сервисларни яратиш ва уларни тармоқ воситаларига юклаш имконлари яратилди.

Бундай тармоқ биринчи навбатда маълумот қайта ишлаш марказлари ва корпоратив тизимларнинг фаолиятини янада такомиллаштирилишига олиб келди.

ДКТ архитектураси учта сатҳдан таркиб топади (13 – расм):

1. Тармоқнинг инфраструктура сатҳи - тармоқ қурилмалари, яъни коммутаторлар, маршрутизаторлар ва алоқа каналларини ўз ичига олади

2. Тармоқнинг бошқарув сатҳи – тармоқнинг глобал кўриниши кўллаб-қувватланади ва назорат қилинади. Тармоқнинг глобал кўриниши - бу тармоқ топологияси ва тармоқ воситаларининг ҳолати.

Бошқарув сатҳи тармоқ иловаларига API дастурий интерфейсини тақдим этади, API (application programming interface) - иловаларни дастурлаш интерфейси ёки амалий сатҳ интерфейси;

3. Тармоқ иловаларининг сатҳи - тармоқ бошқарувининг турли хил функциялари амалга оширилади: тармоқда ахборот оқимини бошқариш, хавфсизликни бошқариш, трафик мониторингини бажариш, сервислар сифатини бошқариш ва б.

Умуман олганда замонавий тармоқ маршрутизаторларида иккита асосий масала ечилади:

пакет узатилишини бошқариш – маршрутизаторни жорий ҳолатига асосланиб, пакетни қайта ишлаш, уни қайси маршрутга йўналтириш бўйича қарор қабул қилиш;



маълумотни бир нуктадан иккинчисига узатилишини таъминлаш (forwarding), яъни пакетни кириш портидан чиқиш портигача ҳаракат қилишини таъминлаш.

Бутун тармоқ - маълумот узатиш сатҳи (МУС) яъни алоқа линиялари, канал ташкил этиш қурилмалари, маршрутизаторлар ва коммутаторлардан ҳамда маълумот узатиш қурилмаларининг ҳолатини бошқариш сатҳидан, яъни маълумот узатилишини бошқариш сатҳи (МУБС) дан таркиб топади.

Маршрутизаторларнинг ривожланиши шу икки сатҳ вазифаларини бири-бирига яқинлаштириш, дастурий таъминотларини такомиллаштириш, янги функционал имкониятларни жорий этиш йўли билан пакетлар узатилишининг тезлигини оширишга эришиш ҳисобланади. Аммо бошқариш жараёни (яъни, МУБС) соддалигича қолаверди.

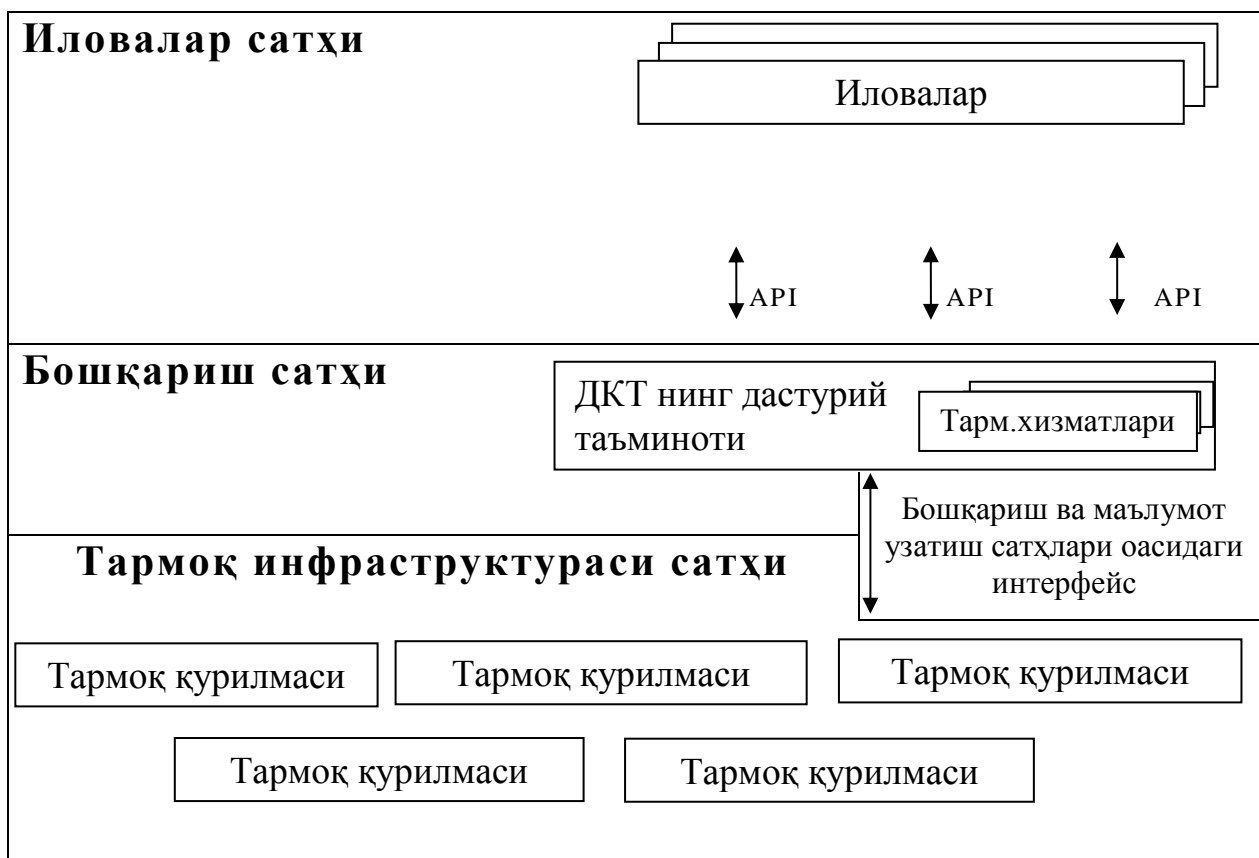


Рис. 13. Дастурий конфигурацияланадиган тармоқ архитектураси.

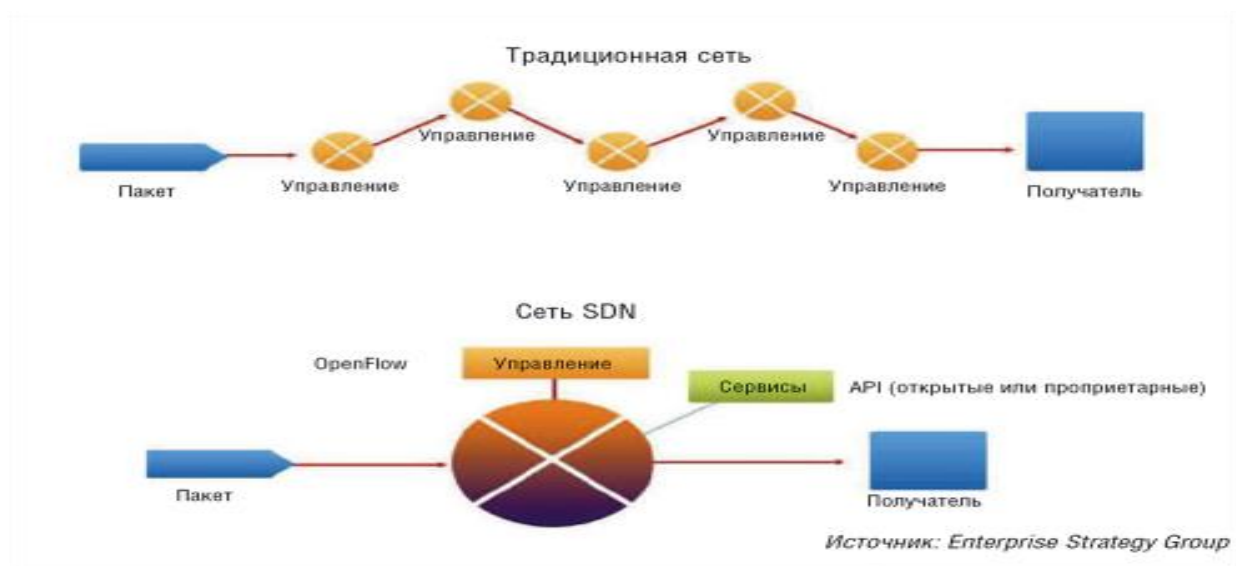
ДКТ\_тармоғининг инфраструктура сатҳида шу икки МУС ва МУБС сатҳ функциялари ажратилади.14, 15 – расмларда ДКТ архитектураси ва анъанавий тармоқ тузилмаларининг қиёсий кўриниши келтирилган (яъни, МУС ва МУБС сатҳларини ажратилмаган ва ажратилган ҳолатлари).

Марказлашган бошқарув асосидаги ДКТ архитектураси анъанавий тақсимланган бошқарув асосидаги тармоқ архитектурасига қараганда қуйидаги афзалликларга эга:

1. Тармоқ бошқаруви дастурлар асосида бажарилганлиги сабабли, у эгилувчан, тармоқ бошқарувини модификациялаш янги иловаларни яратиш ва жорий этиш эвазига бошқарув содда бажарилади, бошқарув автоматлаштирилади;

2. Тармоқ бошқаруви адаптив режимда бажарилади, яъни бошқарув тармоқнинг жорий ҳолатига қараб ўзгариши мумкин.

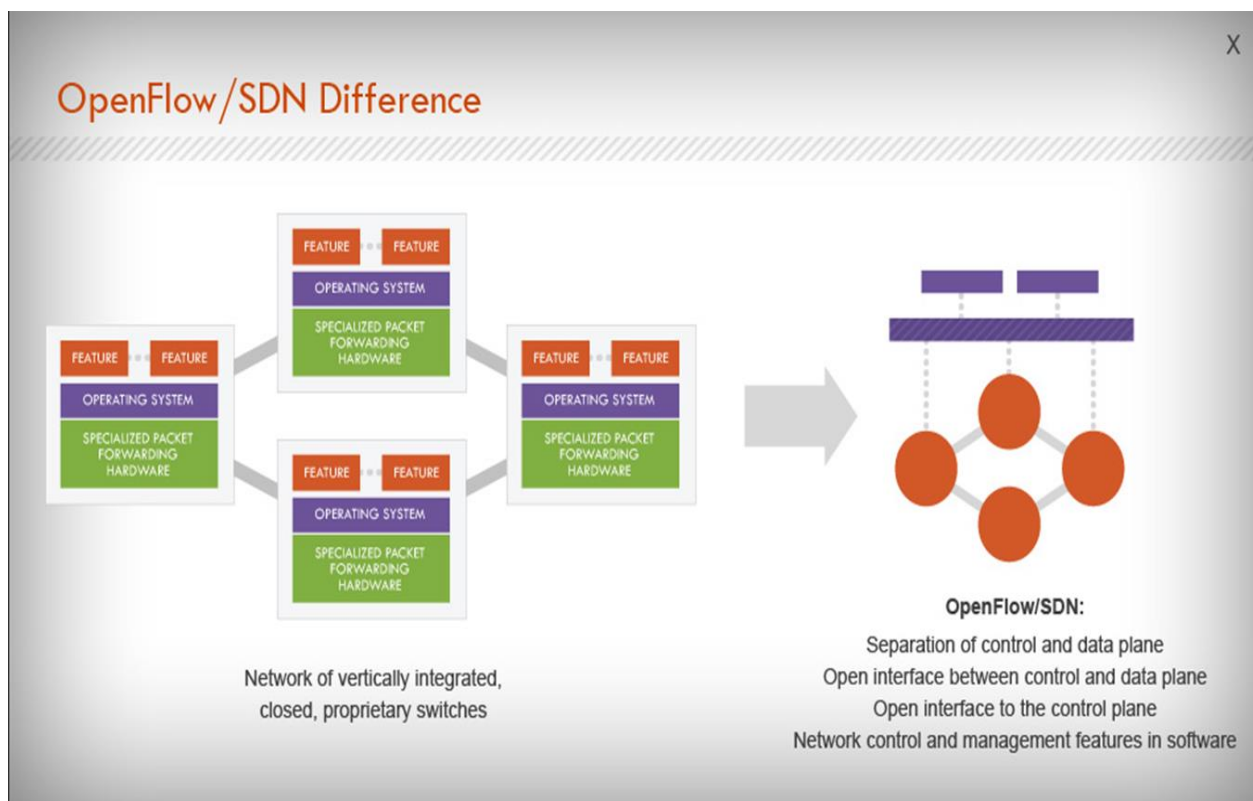
Тармоқ ускуналари реал вақтда ишлаши давомида уларнинг ҳолати ўзгариши табиий.



14 – расм. ДКТ архитектураси ва анъанавий тармоқ тузилмаларининг фарқини пакетларни анъанавий ва ДКТ тармоғи негизда узатиш жараёнида кўрсатувчи диаграмма.

ДКТда махсус яратилган янги тармоқ дастурлари ва сервислари асосида тармоқ бошқаруви янги ҳолатга мос равишда ташкиллаштирилади. Янги тармоқ иловаларини (дастурларини ) яратишга кетадиган вақт ва харажатлар тармоқ конфигурациясини “қўлда” ўзгартириш учун кетадиган вақт ва харажатларга караганда анча кам бўлади.

3. Тармоқ дастурий таъминоти тармоқ қурилмаларига боғлиқ эмас;  
МУС ва МУБС сатҳлари бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда ишга туширилиши ва ривожлантирилиши (яъни кенгайтирилиши) мумкин;



15 – расм. МУС ва МУБС сатҳларини ажратилмаган ва ажратилган ҳолатларининг схемалари.

4. Тармоқни ишончилиги ошади – тақсимланган бошқарув ахбороти хажмини ва операцияларини камайиши ҳисобига.

Ҳар бир коммутация марказида ўрнатилган тақсимланган протоколлар алоқа каналларининг ҳолати тўғрисидаги маълумотлар базаси маълумотларига қараб иш юритади. Лекин бундай маълумот марказлашган ҳолда битта жойда, яъни контроллерда сақланиши тармоқда келишилмаган ҳолда қарор қабул қилиш ҳолатларини йўқга чиқаради.

5. Тармоқ ускуналари ва тузилмаси соддалашади – улар кўп стандарт ва протоколларни бажаришлари ўрнига битта контроллердан келган буйруқни бажаради;

6. Коммутатор ва тармоқ инфраструктурасининг хотира ва бошқарув қисмлари битта контроллерга кўчирилиши ҳисобига уларнинг нархи қисқаради.

### **3.2. Дастурий конфигурацияланадиган тармоғи компоненталари орасида маълумот узатиш жараёнлари. Open Flow протоколи**

ДКТ тармоғи компоненталарининг ишлаш принциплари OpenFlow спецификацияларида (меъёрий ҳужжатларида) ёритилади.

Бундай меъёрий ҳужжатларни яратадиган ташкилотнинг номи Open Networking Foundation – ONF, (<https://www.opennetworking.org/>).

Меъёрий ҳужжатларга (спецификация) асосан OpenFlow (яъни, ДКТ) тармоғининг асосий компоненталарига қуйидагилар киради (16 – расм):

Контроллер, таркибида:

тармоқ операцион тизими;

тармоқ иловалари.

2. OpenFlow коммутатори;

3. Контроллер ва коммутатор оралиғдаги химояланган алоқа канали;

#### 4. OpenFlow протоколи.

OpenFlow-тармоғининг умумий ишлаш принципи қуйидагича изоҳланади: тармоқдаги ҳар бир OpenFlow-коммутатор контроллер билан химояланган канал ўрнатади (расмда штрих чизиқлар)., ушду канал ёрдамида контроллер коммутатор ишини бошқаради

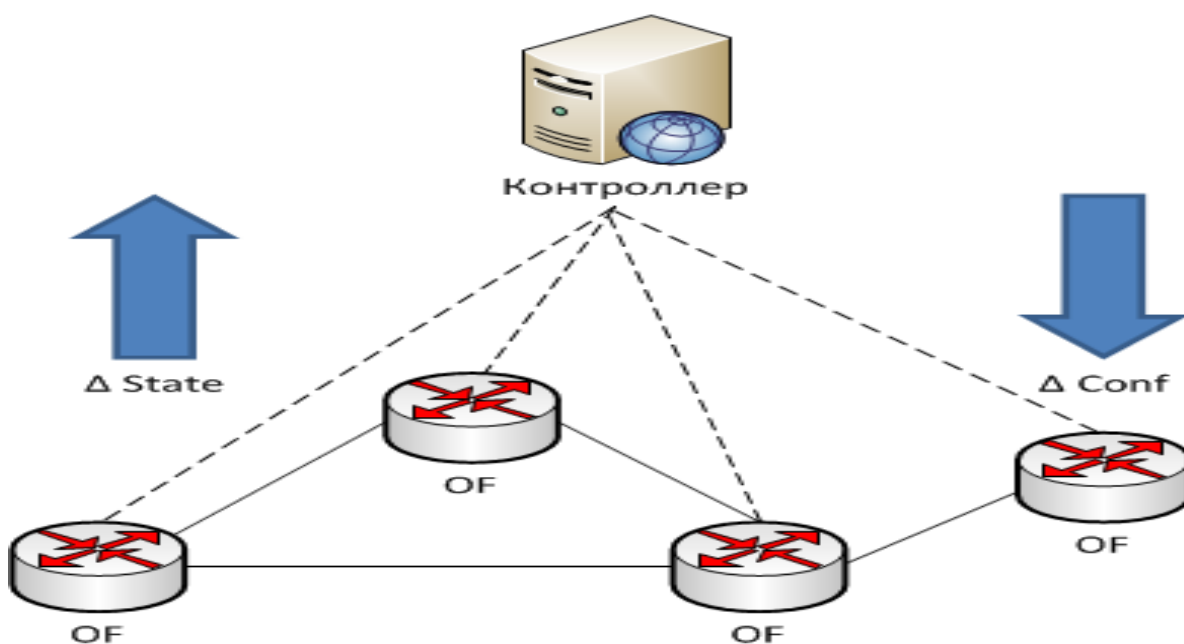
коммутатор билан контроллер орасидаги ўзаро муносабатлар Open Flow протоколининг маълумотлари ёрдамида амалга оширилади.

контроллер тармоқ элементларининг ҳолати ўзгарганлиги тўғрисида маълумот қабул қилади ва унинг асосида янги тармоқ ускуналарини конфигурациялайди, тармоқ инфраструктурасини ва ахборот оқимини бошқаради. Кенг маънода контроллер - бу махсус дастурий таъминот ўрнатилган жисмоний сервер.

Тармоқдаги ҳамма маршрутизатор ва коммутаторлар тармоқ операцион тизими (ТОТ)нинг бошқаруви асосида бирлаштирилади. ТОТ мунтазам равишда тармоқ воситаларининг конфигурациясини назорат қилиб боради ва иловаларга тармоқни бошқаришга имкон яратиб беради.

ДКТнинг асосий протоколи OpenFlow номли протокол ҳисобланади.

Қуйида OpenFlow компоненталари асосида дастурий конфигурацияланадиган тармоғи воситалари ёрдамида маълумот узатиш жараёнлари ёритилади.



16 – расм. OpenFlow (яъни, ДКТ) тармоғининг асосий компоненталарини кўрсатувчи схема.

OpenFlow коммутатор тузилмаси. OpenFlow коммутатори учта қисмдан иборат:

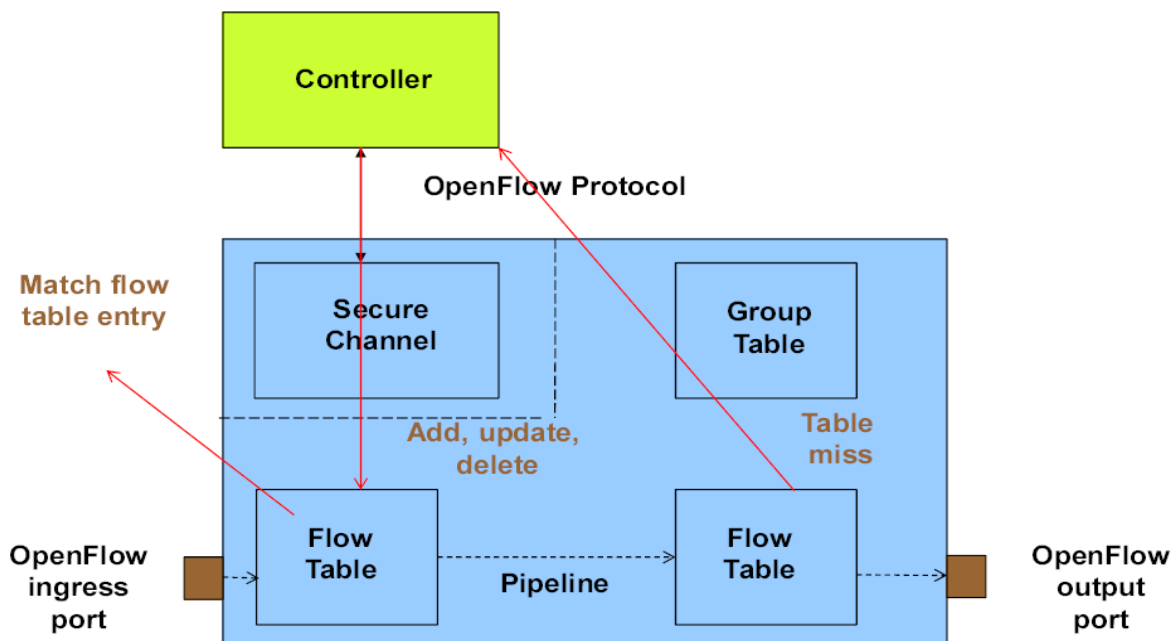
1. Оқимлар жадвали. У ўз таркибида оқимларни ва ҳар бир оқимни қайта ишлаш учун бажарилиши керак бўлган амалларни мужассам этади.

2 Ҳимояланган канал – масофадаги контроллер ва коммутатор орасида пакетларни ҳамда бошқарув командаларини узатиш учун фойдаланилади;

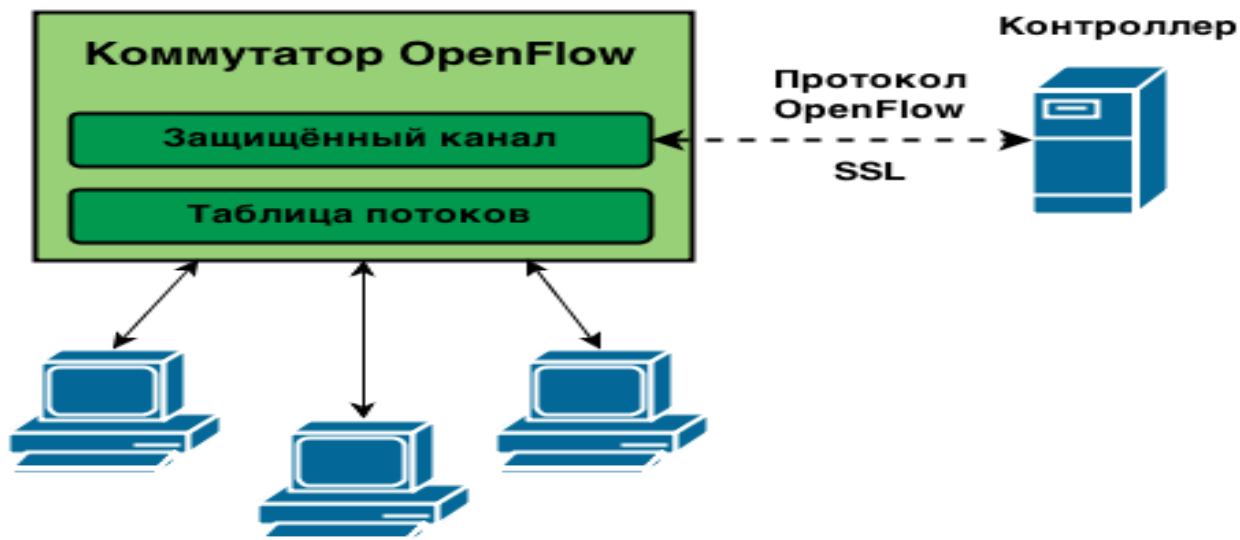
3. OpenFlow протоколи - контроллер ва коммутаторларни очик ҳамда махсус андоза асосидаги ўзаро муносабатларини ташкил этиш йўлини тақдим этади.

OpenFlow-тармоғининг махсус спецификациясига мувофиқ ҳар бир коммутатор таркибида битта ёки бир нечта оқим жадваллари (flow table), гуруҳий жадвал (group table) ва узоқ масофадаги контроллер билан алоқа қилиш учун ҳимояланган канал (Secure channel) ташкил этилади.

OpenFlow коммутаторининг тузилмаси 17 – расмда келтирилган. OpenFlow коммутаторининг оқимлар жадвали ҳимояланган канал орқали масофадан туриб контроллер томонидан бошқарилади (18 – расм).



17 – расм. OpenFlow коммутаторининг тузилмаси.



18 – расм. OpenFlow коммутатори оқимлар жадвалини контроллер томонидан бошқарилиш схемаси.

Коммутатордаги ҳар бир оқим жадвали оқимлар тўғрисидаги ёзувлар тўпламидан, яъни маълумотлар ёки қоидалар тўпламидан (flow entries) таркиб топади. Оқим тўғрисидаги ҳар бир ёзув (қоида) қуйидаги майдонлардан иборат: майдон белгиси (match fields), ҳисоблагич белгиси майдони, инструкциялар тўплами (instructions) (19 – расм);

OpenFlow коммутаторини ишлаш принципи қуйидаги кетма-кетликда бажарилади:

- ҳар бир қабул қилинган пакет коммутатор конвейерига тушади (16 – расм);
- пакетнинг сарлавҳаси кесиб ташланади (маълум бир узунликдаги битлар қатори бўшатилади);

<b>Текширув майдони</b>	<b>Ҳисоблагич</b>	<b>Инструкциялар</b>
-------------------------	-------------------	----------------------

19 – расм. OpenFlow коммутаторида оқимлар жадвалининг кўриниши.

- ушбу битлар қаторига оқим жадвалларини биринчисидан бошлаб, пакет сарлавҳасига энг яқин, яъни мос келадиган майдон белгисили қоида изланади;
- мос келадиган майдон белгисили қоида топилганида, шу қоидада келтирилган инструкциялар асосида пакет ва унинг сарлавҳаси ўзгартирилади;
- жадвал ёзувида келтирилган инструкцияларда пакет сарлавҳасини модификациялаш, гуруҳ жадвалида ва конвейерда қайта ишлаш, пакетни кейинги манзилга узатиш бўйича керак бўлган амаллар тавсифланади (20 – расм).
- пакетни қайта ишлаш конвейеридаги инструкциялар пакетни кейинги жадвалларга узатиш имконига эга.Уларда пакетлар яна кейинги манзилга



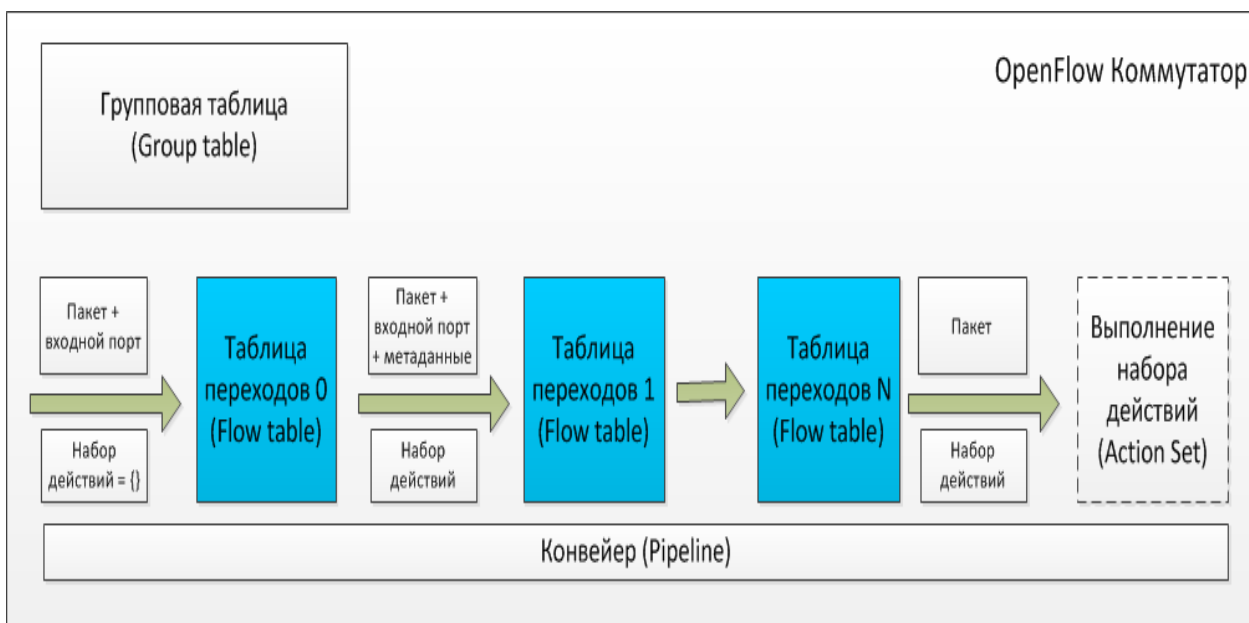
узатилиши учун қайта ишланади. Инструкциялар ахборотни жадваллар орасида узатилишини таъминлайди.

Инструкциялар ҳисоблагичларни модификациялаш қоидаларини аниқлайди, улар асосида ҳар қандай статистик маълумотлар олишда фойдаланилади.

Агарда биринчи жадвалда керакли қоида топилмаса, пакет контроллерга жўнатилади. Контроллер ушбу турдаги пакетга тегишли қоида шакллантиради ва уни коммутаторга жойлаштиради ёки пакетни “улоқтиради” (коммутаторни конфигурациясига қараб).

Оқим тўғрисидаги ёзувда пакетни аниқ бир портга жўнатиш тўғрисидаги маълумот битилган бўлиши мумкин. Бу одатда жисмоний порт бўлади лекин у коммутатор томонидан белгиланган виртуал порт ёки протокол спецификацияси томонидан аниқланган захирадаги виртуал порт ҳам бўлиши мумкин.

Захирадаги виртуал портлар узатишнинг умумий қоидаларини белги-лаши мумкин, яъни пакетни контроллерга узатишни, пакетларни бирданига кўп манзилларга жўнатишни (широковещательная (лавинная) рассылка), бунда OpenFlow - усуллари ишлатилмайди ва пакетлар коммутаторда оддий қайта ишланади.



20 – расм. OpenFlow коммутатори конвейерида қайта ишланиб ўтадиган пакетлар оқимининг схемаси.

Коммутатор томонидан белгиланган виртуал портлар каналларни, туннелларни ёки интерфейсларни аниқ аниқлаб беради.

Оқим тўғрисидаги ёзувлар қўшимча қайта ишлашни бажариш гуруҳларини аниқлаб бериши мумкин.

Гуруҳий жадвалда гуруҳ ҳақидаги ёзувлар таркиб топади. Ҳар бир гуруҳ ёзуви гуруҳ турига қараб махсус тилда (семантикада) бажарилиши керак бўлган амаллар контейнерларининг рўйхатидан иборат бўлади. Бир ёки бир неча контейнерлардаги амаллар гуруҳ таркибида жўнатиладиган пакетларни узатиш учун қўлланилади. Гуруҳлар кенгроқ жўнатишлар учун ишлар тўпламини, ҳамда нисбатан мураккаб жараёнларни амалга оширишда (масалан, multipath, агрегирланган каналда маршрутни тезда ўзгартириш) кўзда тутилган ишлар тўпламини тақдим этади. Гуруҳ механизми оқимлар учун самарали бўлган умумий чиқиш йўлларида ҳам фойдаланади.

Гурух жадвали гурухлар тўғрисидаги ёзувни ўз ичига олади. Ҳар бир гурух ёзуви гурух турига боғлиқ махсус бажариладиган ишлар рўйхатини ўз ичига олади.

Коммутатор оқим жадвалларидаги қоидаларни янгилаш, йўқотиш ва оқим жадвалларига қоидаларни ўрнатиш контроллер томонидан бажарилади. Қоидалар “реактив” (келган пакетга жавобан) ёки “проактив” (пакет келиши-дан олдин жавоб бериш) ҳолда ўрнатилиши мумкин.

Маълумотларни бошқариш алоҳида пакет даражасида эмас, балки пакетлар оқими даражасида амалга оширилади. OpenFlow коммутаторида қоида контроллер иштирокида биринчи пакет учун ўрнатилади, оқимнинг қолган ҳамма пакетлари ундан фойдаланадилар.

OpenFlow протоколи асосидаги коммутаторлар асосан икки турга бўлинади:

OpenFlow- only (фақат OpenFlow);

OpenFlow-hybrid (гибрид).

1. OpenFlow-only коммутаторлари фақат OpenFlow стандартлари асосидаги операциялар негизида ишлайди ва OpenFlow конвейери асосида қайта ишланади. Уларда тескари усулни қўллаш мумкин эмас.

2. OpenFlow-hybrid коммутаторлари OpenFlow операциялари билан бир вақтда оддий Ethernet- коммутация операцияларини, VLAN, L3 маршрутлаш ва бошқа операцияларни қўллаб қувватлайди. Бу коммутатор OpenFlow конвейерида ёки оддий конвейерда қайта ишланаиб маршрутланган трафиклар классификацияси механизми билан таъминланган бўлиши керак.

Коммутаторлар қўлланилиши бўйича дастурий ва аппарат турларига бўлинади.

Бугунда фақат OpenFlow протоколлари билан ишлайдиган ва Гибрид, яъни OpenFlow ва IP протоколлари билан ишлайдиган коммутаторларни ишлаб

чиқарадиган компаниялар мавжуд. Улар қаторига NEC, HP ва бошқа йирик компаниялар киради.

OpenFlow – коммутаторининг асосий функциялари:

1. Контроллер билан ҳимояланган канал ўрнатиш ва у орқали боғланишни ташкил қилиш;
2. Контроллерни портлар ҳолати ўзгарганлиги тўғрисидаги маълумотлар билан таъминлаш;
3. Контроллерни оқим тўғрисидаги ёзувларни ўчирилганлиги тўғрисидаги маълумотлар билан таъминлаш;
4. Контроллерга статуси ўзгарганлиги тўғрисида хабар бериш;
5. Контроллерга хатолик борлиги тўғрисида хабар бериш;
6. Янги маълумот оқими учун қоида ўрнатиш кераклиги тўғрисидаги сўров билан контроллерга мурожаат қилиш.

Ҳимояланган алоқа канали – коммутатор ва контроллер ўртасида маълумот узатиш учун ишлатилади. Ҳар бир OpenFlow коммутатор учун алоҳида канал бўлиши шарт, шу сабабли контроллер бир нечта OpenFlow ҳимояланган каналларини бошқаради.

OpenFlow коммутатори битта контроллер билан битта каналга ёки ишонччиликни ошириш мақсадида бир нечта контроллерлар билан бир нечта каналга эга бўлиши мумкин.

OpenFlow контроллери OpenFlow коммутаторларини масофадан туриб бошқаради. Ҳимояланган канал одатда TCP протоколи асосида ўрнатилади. Бундай каналлар бир нечта бўлиши мумкин.

Коммутатор контроллер билан алоқа ўрнатиши учун у контроллерни порти ва IP адресини аниқлаши керак. Ушбу маълумотлар аниқ бўлганидан сўнг контроллер билан TCP протоколи орқали боғланиш мумкин бўлади.

### 3.3. OpenFlow протоколи

OpenFlow протоколининг ғоясини қуйидагича изоҳлаш мумкин: анъанавий тармоқда ҳар бир маршрутизатор ва коммутаторда ҳар хил маршрутлаш жадвалларидан фойдаланилади ва улар асосида маршрут аниқланади. OpenFlow асосидаги ҳамма коммутатор ва маршрутизаторларда оқим жадвалларини аниқлаш учун ягона очик турдаги дастурлаш протоколи ишлатилади.

ДКТ концепциясига асосан коммутаторлар ва контроллерлар орасидаги ўзаро муносабатлар махсус тармоқ протоколлари асосида ташкил этилиши таъкидланган. Улар контроллерларга стандарт бошқарув интерфейсини тақдир этиши билан бирга, коммутатор қурилмаси ички воситаларининг қандайлигини сир сақланишини таъминлайди.

Бундай муносабатларни таъминлаш мақсадида бир неча хил протоколлар ишлаб чиқилган, улар махсус адабиётларда ёритилган. Уларнинг ичида OpenFlow протоколи кенг тарқалган. Қуйида унинг имкониятлари ёритилади.

OpenFlow протоколи контроллер ва коммутатор ўртасида интерфейсни аниқлаб беради, унинг асосида контроллер коммутаторларда коммутациялаш масаласини ҳал қилади.

OpenFlow тармоқ бошқаруви борасида бир нечта янги сервисларни ишлаб чиқариш имконига эга, аммо бунда ўзига хос муаммолар келиб чиқиши мумкин.

Одатда бир вақтнинг ўзида тармоқда бир неча масалалар бирданга бажарилиши мумкин, масалан, маршрутлаш масаласи, тармоқга киришни назорат қилиш ва трафик мониторингини олиб бориш.

Лекин ушбу масалаларни амалиётда бир – биридан ажратиш ва мустақил равишда ишга тушириш мумкин эмас, чунки бир модул томонидан ўрнатилган пакетни қайта ишлаш қоидаси, бошқа модул томонидан ўрнатилган қоидаларнинг ичига кириб кетиши мумкин.

Масалан, А иловаси маршрутлаш билан шуғулланиб, маълум бир қоида шакллантиради, унга мувофиқ биринчи портдан келаётган ҳамма пакетлар иккинчи портга жўнатилиши керак, яъни

```
<in_port=1:{output(2)}>.
```

Шу билан бирга тармоқда В иловаси ишлайди ва у коммутатордан ўтаётган http-трафикни ҳисобини олиб боришга жавоб беради (80 портдаги пакетлар сони).

Энг содда ва тўғри йўл - бу ушбу қоидани

```
<tcp_port=80:{}>
```

ишлатмасдан қўшиш ҳисобланади.

Openflow протоколида келтирилган икки масалани бир биридан ажратилган ҳолда ечиш мумкин эмас, уларни бирлаштириш талаб этилади.

OpenFlow протоколи тармоқ бошқарувининг энг паст даражадаги абстракцияланишини таъминлайди.

Масалан, коммутаторга ўрнатилиши керак бўлган қоидалар тўплами, унинг функционал имкониятларига қаттиқ боғлиқ бўлади.

Мураккаб дастурлар ҳар хил приоритетга эга ва гуруҳий символлардан фойдаланган катта ҳажмдаги қоидалар тўплами қўшилишини талаб қилади. Аммо бундай катта ҳажмдаги қоидалар тўплами ишлатилаётган техник таъминоти томонидан чекланган бўлади.

Дастурчи бундай ҳолатларнинг ҳаммасини текшириб бориши керак.

Контроллер фақат коммутаторлар қандай қарор қабул қилишни билмай турган пакетлар тўғрисида маълумот олади.

Икки босқичли бошқарувни амалга оширадиган дастурий таъминотни, яъни коммутаторда қайта ишланадиган ва контроллерда қайта ишланадиган пакетлар бошқарувини амалга оширадиган дастурий таъминотни яратиш қийин кечади.

Коммутаторлардан таркиб топган тармоқ тақсимланган тизим шаклида бўлади, бундай тизимни бошқарадиган дастурий таъминотни яратиш параллел дастурлаш жараёнларига хос муаммоларни (синхронлаш, блокировкалаш ваб) келтириб чиқаради.

Масалан, Openflow протоколида янги оқимнинг биринчи пакети маршрутлаш бўйича қарор қабул қилиш учун контроллерга жўнатилади. Бундай қарор қабул қилиш учун маълум бир вақт керак бўлади, бу вақт оралиғида коммутаторга шу оқимнинг кейинги пакетлари келиши мумкин. Бундай ҳолатда тармоқ иловалари пакетни қайта ишлаш учун мустақил қарор қабул қилишига тўғри келади.

Протокол уч турдаги хабарни қўллаб қувватлайди.

- Controller-to-switch – ушбу хабар контроллерда шакллантирилади, коммутатор ҳолатини бошқариш ва бевосита назорат қилиш учун ишлатилади;

- асинхрон хабарлар – ушбу хабар коммутаторда шакллантирилади, тармоқ ҳолатини (хатолик, рад этиш) ва коммутатор ҳолатини ўзгариши тўғрисидаги хабарларни контроллерга етказишда ишлатилади.

- симметрик хабарлар - коммутаторда ва контроллерда шакллантирилиши мумкин.

Асинхрон хабар. Келиб тушган пакетлар, коммутатор ҳолатининг ўзгариши ёки хатоликлар тўғрисидаги асинхрон хабарни коммутатор контроллерга жўнатади.

Асинхрон хабар қуйидаги кўринишларда бўлиши мумкин:

Packet-in. Коммутатор жадвалидаги мавжуд қоидаларга мос келмай-диган пакетлар учун, коммутатор Packet-in хабарини ишлаб чиқади ва уни контроллерга жўнатади.

Flow-Removed - хабари ёрдами билан коммутаторда янги оқимлар учун қоидалар қўшилса, унинг учун тайм-аут белгиси ўрнатилади.

Port-status - Коммутатор порт ҳолатини ўзгартириши орқали кон-троллерга Port-status хабарини жўнатиши мумкин.

Error. Коммутатор хатолик хабари ёрдами билан муаммо тўғрисида контроллерга хабар бериш имкониятига эга.

Симметрик хабарлар -ихтиёрий йўналишда сўровсиз жўнатилади. Синхрон хабарлар қуйидаги кўринишларда бўлиши мумкин.

Hello: коммутатор ва контроллер Hello хабари орқали боғланишлар тўғрисида маълумот алмашади.

Echo: сўров/жавоб кўринишидаги Echo хабари исталган контроллер ёки коммутатор жўнатиши мумкин, ва бу ҳолатда жавоб олиними зарур. Улар контроллер – коммутатор боғланишдаги ўтказиш қобилияти ёки кечикишларни ўзгариши, ҳамда боғланишнинг яшовчанлигини текширишда фойдаланиш мумкин.

Experimenter: Experimenter хабари OpenFlow хабари кўринишида тажриба ўтказиш мақсадида қўшимча имкониятларни таъминлаш учун мўлжалланган.

Хабарларни етказиш. OpenFlow протоколи хабарларни етказишда қуйидаги имкониятларга эга:

- хабарларни ишончли етказиб беришни ва уларни қайта ишлашни таъминлайди, лекин хабарларни қайта ишлаш тартиби ёки етказиб бериш тўғрисида автоматик равишда тасдиқлашни таъминламайди;

- хабарларни қайта ишлаш маълумотларни ишончли узатишда фойдаланиладиган асосий ва қўшимча боғланишларни таъминлайди, лекин ишончсиз маълумотларни узатишда қўшимча боғланишлардан фойдаланишни таъминламайди;

- хабарни етказиш OpenFlow канали тўлиқлигича рад этилмагунга қадар кафолатланади. Контроллер бу ҳолатда коммутатор ҳолати тўғрисидаги тахминга асосланиб бирор бир ишни қилмайди.



Маълумотларни қайта ишлаш. OpenFlow протоколи ёрдамида қуйидаги ҳолатларда маълумот қайта ишлаш жараёнлари бажарилади.

Коммутаторларда контроллердан қабул қилиб олган жавобни қайта ишлаш имконияти мавжуд бўлса зарур бўлган ҳолатда ҳар бир хабар қайта ишланиши керак.

Агар коммутатор контроллердан олган хабарни тўлиқ қайта ишлаш имкониятига эга бўлмаса, у хатолик тўғрисида хабарни жўнатиши зарур.

Протокол **packet\_out** хабари учун коммутаторнинг ичида кўринган пакетни тўлиқлигича қайта ишламайди.

OpenFlow протоколи ёрдамида коммутатор ҳолати ўзгариши сабабли генерацияланган барча асинхрон хабарларни, яъни **flow\_removed**, **port\_status** ёки **packet\_in** каби хабарларни коммутатор контроллерга жўнатиши мумкин.

OpenFlow протоколи қоидаларига асосан хабарлар тартиби қуйидагича ўрнатилади.

Хабарлар тартиби “barrier” туридаги хабардан фойдаланиш ҳисобидан таъминланган бўлиши мумкин. Бундай хабар йўқ бўлганида коммутатор ўз самародорлигини ошириш мақсадида ихтиёрий равишда хабарларни тартибга солиши мумкин.

Контроллер хабарни қайта ишлаши унинг махсус тартибига боғлиқ бўлмаслиги керак. Айрим ҳолатларда коммутатордан олинган flow-mod хабарининг тартиби жадвал кўринишида бўлиши мумкин.

Хабар barrier хабари орқали тартибга солинган бўлиши керак эмас, ва barrier хабари фақат муҳимлиги нисбатан юқори бўлган хабарлар қайта ишланганида қўлланилиши керак.

Контроллердаги агар иккита хабар бир бирига боғлиқ бўлса (масалан, flow\_mod OFPP\_TABLE га навбатдаги packet\_out ни қўшса), улар белгиланган тартибда буйруқларни қайта ишлашга имкон берадиган алоҳида barrier хабарлари ичида бўлиши керак бўлади.

### **3.4. Дастурий конфигурацияланадиган тармоғида пакетларни маршрутлаш**

OpenFlow протоколи негизда трафикни идентификация қилиш учун контроллер тақдим этган оқим концепцияси қоидаларидан фойдаланилади. Шунинг учун контроллер трафик қайси тармоқ воситаси орқали узатилаётганлигини, тармоқдаги юклама қандайлигини, қандай тармоқ ресурсларидан фойдаланиш мумкинлигини назорат қилиш имконига эга. Шу сабабли, ҳар бир оқим йўналиши алоҳида дастурлаш негизда аниқланади.

OpenFlow протоколи ДКТ бошқарув поғнасининг пастки сатҳ протоколи ҳисобланиб, коммутаторларнинг фаолиятини ташкиллаштириш вазифасини бажаради. Ушбу жараён OpenFlow протоколининг қоидалари негизда яратилган дастур ёрдамида амалга оширилади.

Дастур тармоқ қурилмасига киришга рухсат беради, худди компьютер процессори командалар жадвали асосида командаларнинг бажарилишини амалга оширганидек, протокол асосида яратилган дастур қурилмадан маълумотлар узатилишини бошқаради.

OpenFlow протоколи тармоқ интерфейсининг икки тарафида жорий этилади, яъни коммутатор ва контроллер тарафларида. У оқим концепцияси негизда ишлайди.

Оқим жадвалидаги ҳар бир оқим майдонлар тўпламидан иборат, уларнинг кўрсаткичлари бир-бирига тўғри келиши керак – шу шарт бажарилганида пакет кейинги портга жўнатилади.

Агарда биринчи жадвалда керакли қоида топилмаса, пакет контроллерга жўнатилади. Контроллер ушбу турдаги пакетга тегишли қоида шакллантиради ва уни коммутаторга жойлаштиради ёки пакетни “улоқтиради” (коммутаторни конфигурациясига қараб).

Маълумотларни бошқариш битта пакет даражасида эмас, балки пакетлар оқими даражасида амалга оширилади. OpenFlow коммутаторида қоида

контроллер иштирокида биринчи пакет учун ўрнатилади, оқимнинг қолган ҳамма пакетлари ушбу қоида асосида йўналтирилади.

OpenFlow ҳар бир оқим учун алоҳида узатиш қоидасини белгилайди. Бу имконият тармоқни бир тарафдан алоҳида, иккинчи тарафдан оператив бошқаришни таъминлайди.

Пакетлар – маълумотларнинг элементар структураси, улар коммутация ва узатиш операциялари таъсирида автоном равишда тармоқда айланиб юради. Ҳар бир пакет маълум бир битлар қаторидан иборат бўлиб, икки қисмдан иборат: сарлавҳа (header) ва фойдали юклама(payload).

Коммутация операцияси пакетнинг фойдали юкламасини ўзгар-тирмайди, лекин сарлавҳани ўзгартириш имконига эга, узатиш операцияси сарлавҳа ва фойдали юкламани ўзгартирмайди.

Пакет сарлавҳаси бир нечта майдондан (fields) иборат. Майдонларда пакетларни қайта ишлашни амалга оширадиган тармоқ протоколларининг идентификаторлари ва улар томонидан ишлатиладиган махсус ахборотлар кўрсатилади. Масалан, сарлавҳа майдонларида , IP, TCP, UDP протоколлари учун маълумот узатувчи ва қабул қилувчиларнинг манзиллари ва бошқа маълумотлар келтирилади.

Коммутаторга коммутация жадваллари (flow tables) тўплами ўрнатилади, улар коммутация конвейерини (pipeline) ташкил этади.

Маълум бир кириш порти буферига келиб тушган пакет (ingress port), коммутация конвейерига узатилади, шу конвейерда қайта ишланиб, чиқишдаги маълум бир порт буферига (egress port) ёки бошқариш порти буферига (control port), жўнатилади. Ушбу операция пакет коммутацияси деб номланади.

Коммутациялаш жараёнида сарлавҳага коммутатор конвейери ичида махсус маълумотни узатиш учун қўшимча майдон қўшилиши мумкин, бу майдон пакет коммутаторнинг чиқиш буферига келиб тушганида йўқотилади.

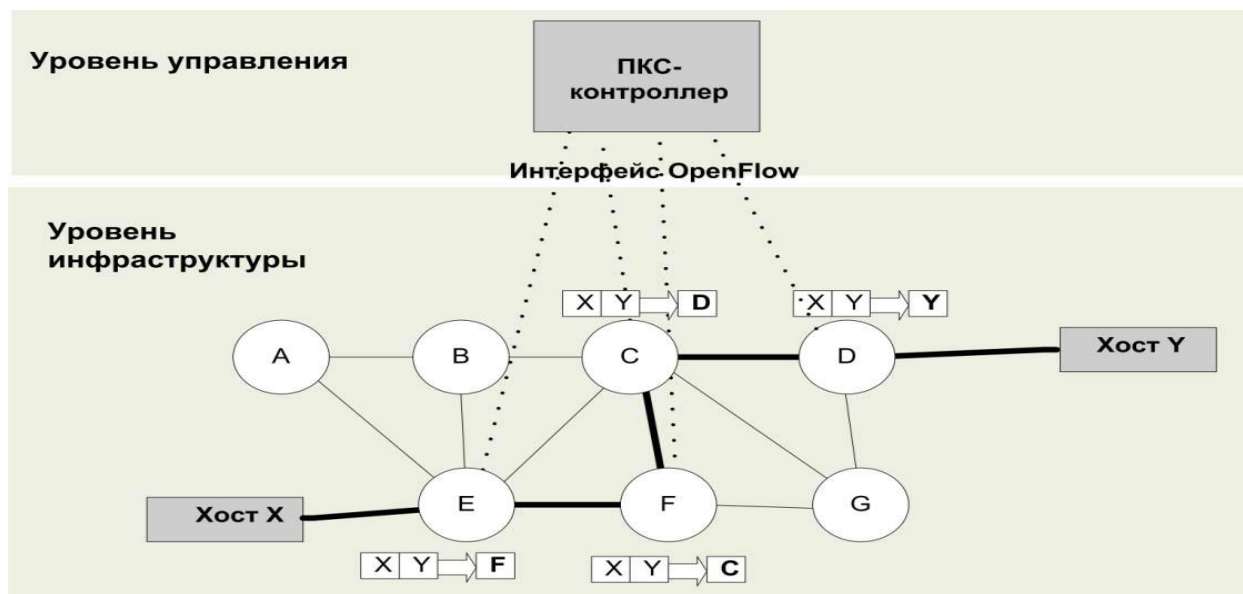
Махсус майдонларнинг ҳажми ва уларда шакллантириладиган маълумотларнинг тури конкрет OpenFlow коммутаторининг техник имкониятларидан келиб чиқиб аниқланади.

Жорий коммутаторнинг чиқиш портига келиб тушган пакетлар, коммутаторга уланган маълумот узатиш канала ёрдамида кейинги коммутаторнинг кириш порти буферига узатилади.

Коммутаторнинг бошқариш портига келиб тушган пакетлар, ҳимояланган канал ёрдамида контроллерга узатилади.

Коммутаторнинг ҳар бир порти уникал тартиб рақамига эга, улар порт номи деб юритилади. Бундан ташқари, пакетлар устида айрим амаллар бажарилишида порт номлари сифатида махсус номлар ишлатилиши мумкин, улар: ALL, CONTROLLER ва IN\_PORT.

OpenFlow протоколи интерфейслари орқали пакетларни ДКТ контроллери бошқаруви остида тармоқ коммутаторлари орасида ҳаракатланишининг схемаси 21 – расмда келтирилган.



21 – расм. ДКТ контроллери бошқаруви остида инфраструктура сатҳида коммутаторлар орасида аниқланган маршрут бўйича пакетлар ҳаракатланишининг схемаси.

Агар коммутаор пакетни ALL номли портга йўналтирса, ушбу пакетнинг нусхаси коммутатор чиқиш портларининг ҳамма буферларига ҳам йўналтирилади.

Агар коммутаор пакетни CONTROLLER номли портга йўналтирса, ушбу пакет коммутаторнинг бошқарув каналига боғланган чиқиш порт буферига йўналтирилади.

Агар коммутаор пакетни IN\_PORT номли портга йўналтирса, ушбу пакет ўзи келиб тушган кириш портига тегишли чиқиш порти буферига йўналтирилади.

### **III боб бўйича савол ва топшириқлар**

1. Дастурий конфигурацияланадиган тармоқ (ДКТ) яратилишига асосий сабаб нима?
2. ДКТ архитектурасининг схемасини тушунтиринг.
3. ДКТ нинг таркибига қандай воситалар киради?
4. ДКТ архитектураси ва анъанавий тармоқ тузилмасининг асосий фарқи нима?
5. Контроллер қандай восита, унинг ДКТ тармоғидаги аҳамияти нимадан иборат?
6. Инфраструктура сатҳи таркиби, ҳимояланган алоқа канали каби ДКТ компоненталарини изоҳланг.
7. Дастурий конфигурацияланадиган тармоғи компоненталари орасида маълумот узатиш жараёнлари қандай амалга оширилади?
8. Open Flow протоколи тўғрисида мустақил ши яратинг
9. OpenFlow коммутаторида қандай функциялар бажарилади?

10. Контроллер ва коммутатор оралиғидаги боғланишнинг неча тури мавжуд, уларнинг қиёсий таҳлили.
11. OpenFlow коммутаторида оқимлар жадвали қандай шаклланади ва қандай бошқарилади?
12. OpenFlow коммутаторида неча хил портлар мавжуд, улардан қандай турдаги маълумотлар оқими узатилади?
13. OpenFlow коммутатори конвейерида қайта ишланиб ўтадиган пакетлар оқимининг схемасини тушунтиринг.
14. OpenFlow протоколи асосида бажариладиган функцияларни тушунтиринг.
15. ДҚТ да пакетларни маршрутлаш қандай амалга оширилади?
16. ДҚТ илова сатҳи вазифаларини тушунтиринг.

## **IV БОБ. ДАСТУРИЙ КОНФИГУРАЦИЯЛАНАДИГАН ТАРМОҒИ БОШҚАРУВ САТҲИНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ**

### **4.1. Дастурий конфигурацияланадиган тармоғи бошқарув сатҳининг хусусиятлари**

Юқорида таъкидланганидек, ДКТ тармоғининг бошқариш поғонаси контроллер воситаси ёрдамида амалга оширилади.

Контроллер – дастурий конфигурацияланадиган тармоқнинг асосий элементи ҳисобланади.

У тармоқ ва элементларининг (коммутаторларининг) ҳолатини назорат қилади ва бошқаради, ҳамда тармоқда ахборот оқимини бошқаради.

Контроллер коммутаторларни OpenFlow протоколи ёрдамида ҳимояланган каналлар орқали масофадан туриб бошқаради.

Ҳимояланган канал одатда TCP протоколи асосида ўрнатилади. Бундай каналлар бир нечта бўлиши мумкин.

Кенг маънода контроллер - бу махсус дастурий таъминот ўрнатилган жисмоний сервер.

Коммутатор контроллер билан алоқа ўрнатиши учун у контроллерни порти ва IP адресини аниқланиши керак бўлади. Ушбу маълумотлар аниқ бўлганидан сўнг контроллер билан TCP протоколи орқали боғланиш имкони яратилади.

Контроллер – тармоқ операцион тизими ва унинг «юқори» қисмида (аниқроғи, унинг асосида) фаолият юритадиган тармоқ иловаларидан таркиб топади. Тармоқ операцион тизимининг функционал вазифалари қуйидагиларни ташкил этади:

- тармоқ элементлари (яъни, коммутаторлари) билан мунтазам равишда мулоқотда бўлади;

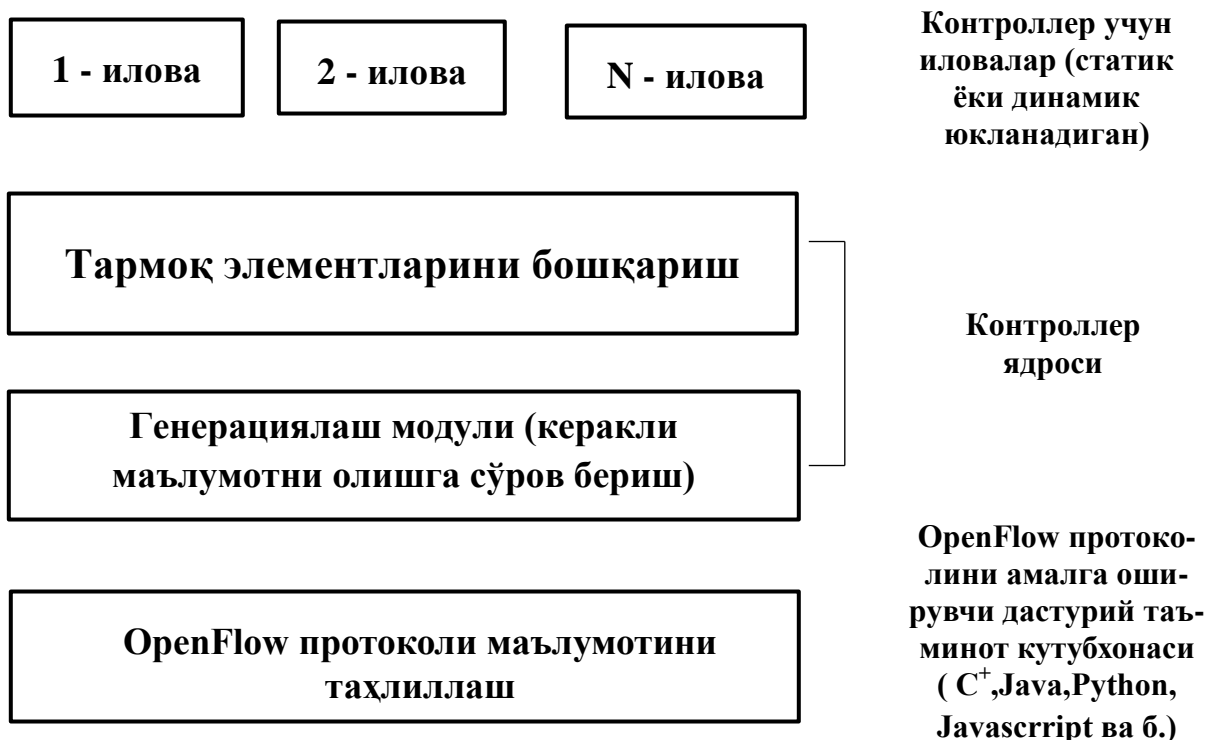
- тармоқ ҳолатини назорат қилади ва коммутаторлардан келган маълумотларга асосан тармоқнинг янги шаклини конфигурациялайди;
- иловаларни ўзаро мулоқотда бўлишига имкон яратади;
- тармоқ элементларига (коммутаторларига) бошқарув таъсир маълумотларини тарқатади, яъни тармоқ ҳолати тўғрисидаги маълумотларга асосан тармоқ ресурсларини бошқаради.

Контроллернинг умумлаштирилган архитектураси 22 – расмда келтирилган. Тармоқ иловалари тармоқ ҳолати тўғрисидаги маълумотларга асосан тармоқдаги юкламаларни (трафикни) мунтазам равишда бошқариб боради.

Тармоқ иловалари тармоқ администратори томонидан яратилади.

Шундай қилиб, контроллерда жуда бўлмаганда битта илова ўрнатилган бўлиши шарт.

Аксарият ҳолларда илова сифатида “learningswitch” номли илова қабул қилинади. У ҳамма контроллерлар учун базовий илова ҳисобланади.





22 – расм. Контроллернинг умумлаштирилган архитектураси.

Тармоқ операцион тизимининг асосий функциялари:

1. Тармоқ воситаларини бошқариш;
2. Тармоқ топологик схемасини бошқариш ( тармоқ топологиясини яратиш, янги элементларни қўшиш ёки эскиларини олиб ташлаш);
3. Иловаларни бошқариш, яъни:
  - бир пайтда бир нечта иловаларни ишга тушириш;
  - иловаларни рўйхатдан ўтказиш;
  - иловалар хатоларини қайта ишлаш;
  - иловалар мулоқотида юзага келган хатоларни қайта ишлаш;
  - махсус инфраструктура ёрдамида иловалар ўртасида мулоқотлар ташкил этилишини таъминлаш;
  - оқим турларига қараб иловалар юкламаларини балансировкалаш;
  - иловаларни тармоқ элементлари (коммутаторлари)га кириш ҳуқуқларини чеклаш ва б.
4. Киришга рухсат этилган сервер ресурсларини бошқариш (оқимлар ва коммутаторлар) функциялари қуйидагиларни ўз ичига олади:
  - кўп оқимли жараёнларни бошқариш;
  - оқимлар юкланишини мониторинг қилиш;
5. Жараён ва узилишларни бошқариш функциялари қуйидагилардан таркиб топади:
  - коммутатор жараёнларини бошқариш;
  - янги ҳолатларни ташкил этиш механизминини яратиш;
  - юзага келган ҳар хил ҳолатлар бошқарилишинини иловалар ўртасида тақсимлаш.

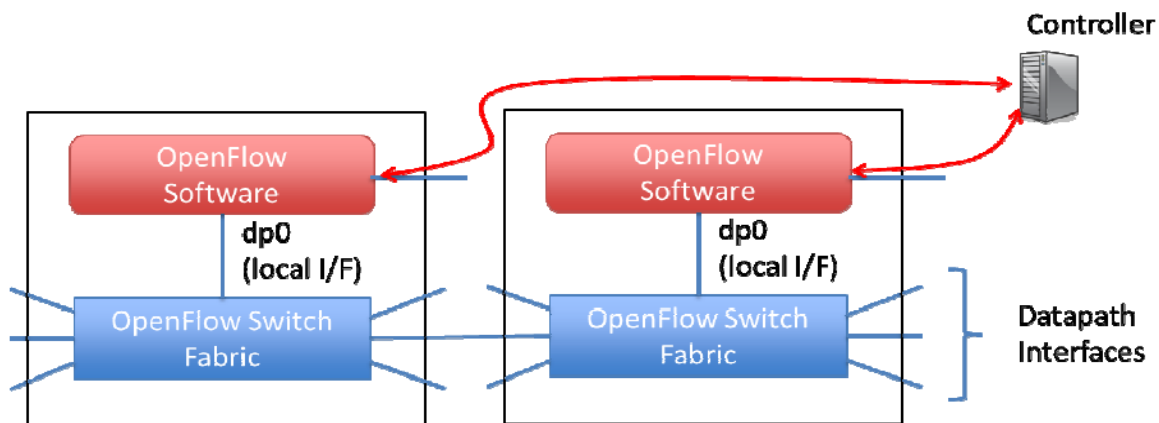
ДКТ да тармоқ бошқарувининг амалга ошириш йўллари

OpenFlow коммутаторини нормал ишлаши учун у ўзига тегишли контроллер билан алоқа ўрнатиш имконига эга бўлиши керак. Бундай алоқа ўрнатишнинг, яъни контроллерни коммутаторлар билан алоқасининг икки йўли мавжуд:

1. OpenFlow бошқарув ахборотларини маълумот узатиш тармоғига боғ-лик бўлмаган алоҳида жисмоний алоқа канали орқали узатиш;
2. Бошқарув ахборотларни контроллер бошқарувидаги мавжуд маълумот узатиш тармоғидан фойдаланган ҳолда узатиш.

Биринчи усул **out-of-band** бошқарув, иккинчиси **in-band** бошқаруви, деб номланади.

**Out-of-band** усулидан фойдаланганда OpenFlow коммутаторида алоҳида порт ажратилади. Ҳамма бошқарув ахборотлари айнан шу порт орқали узатилади. Пакетларни маълумот узатиш тармоғи орқали узатиш учун коммутаторнинг бошқа портларидан фойдаланилади (23 – расм).



23 – расм. **Out-of-band** усули асосида ДКТ коммутаторларини контроллер негизида бошқариш схемаси.

Ушбу ёндошувнинг афзалликлари: соддалиги (ташкил этилиши осон), ишончлилиги (маълумот узатиш тармоғи трафиклари бошқарув ахборот-лари

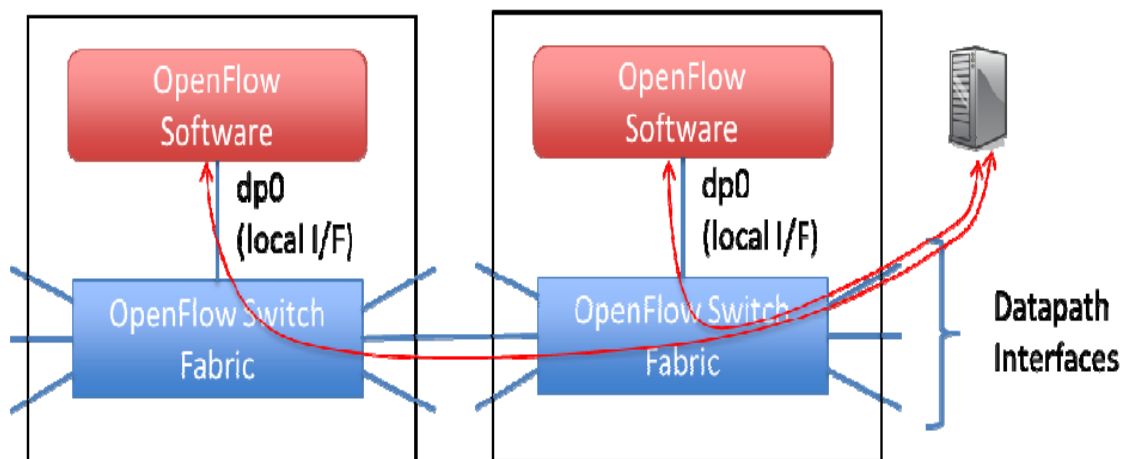
узатилишига таъсир кўрсатмайди), хавфсизлиги (бошқарув тармоғи доирасига крмайдиган воситалар коммутаторлар бошқарувига таъсир кўрсата олмайди).

Иккинчи усул, яъни **in-band** ёндошувида бошқарув ахборотини узатиш учун фойдаланувчилар маълумотлари узатиладиган тармоқдан фойдаланилади (24 –расм).

**in-band** ёндошувнинг афзалликлари:

- бошқарув тармоғи учун алоҳида порт ва жисмоний канал ажратилмаганлиги сабабли, тармоқ воситаларининг сони қисқаради, натижада ушбу бошқарувни амалга ошириш учун кетадиган харажатлар иқтисод қилинади;

- тармоқни лойиҳалаш ва ишлатиш соддалашади.



24 – расм. **in-band** усули асосида ДКТ коммутаторларини контроллер негизида бошқариш схемаси.

Аммо ушбу усул қўлланилганида тармоқнинг ишончлиги ва хавфсизлиги бўйича муаммолар юзага келиши мумкин.

Амалиётда кўп ҳолларда in-band усули асосида бошқарувни ташкил этиш out-of band усулига қараганда яхши самара беради.

ДКТ бошқарув сатҳига қуйидаги талаблар қўйилади:

- қайта ишланадиган сўровлар сонини максималлаштириш;
- берилган юклама шароитида суровни қайта ишлаш учун кетадиган вақтни минималлаштириш;
- коммутаторларнинг сони кўпайиши билан сўровларни қайта ишлаш параметрларини имкон қадар ўзгартирмаслик;
- ишончлилиқ параметрларини таъминлаш, яъни берилган профилдаги юкламалар шароитида воситаларнинг ишдан чиқиш ҳолатларини белгиланган нормада бўлишини таъминлаш;
- ахборот хавфсизлигини таъминлаш, яъни OpenFlow протоколи маълумотларининг “бузилмаслигини” таъминлаш;
- ахборот оқимлари ва тармоқ инфраструктурасини мантиқан марказлаштирилган ҳолда бошқариш
- тармоқ воситаларининг бошқарувини восита ишлаб чиқарувчиларига боғлиқ бўлмаган ҳолда ягона унификацияланган интерфейс асосида олиб борилишини таъминлаш.

Бошқарув сатҳининг бошқа сатҳлар билан мулоқоти API интерфейси ёрдамида амалга оширилади.

Бошқарув сатҳининг инфраструктура сатҳи билан ўзаро мулоқоти жанубий API интерфейси (SouthBound API), илова сатҳи билан мулоқоти эса шимолий API интерфейси, деб номланади.

Бошқарув сатҳи операцион тизимининг жанубий API интерфейси SouthBound API стандарти сифатида юқорида тавсифланган OpenFlow протоколи ишлатилади. Бу протокол ёрдамида бошқарув операцион тизими OpenFlow протоколинини қўллаб-қувватлайдиган коммутаторлар билан мулоқот ўрнатади, уларга коммутациялаш қоидалари бўйича топшириқлар жўнатади ва улардан коммутатор фаолияти бўйича (пакетлар узатилганлиги бўйича) статистик маълумотларни қабул қилади.

Бошқарув сатҳи операцион тизимининг шимолий API интерфейси стандартлаштирилмаган, ҳар бир операцион тизим учун ўзига хос интерфейс ишлатилади. Бундай ёндошув тармоқ иловаларини бир компьютердан бошқасига ўтказиш имконини йўқга чиқаради.

Ушбу интерфейсларнинг моҳияти ва мақсади – янги тармоқ иловаларини яратиш ва ишлатиш учун қулай дастурий моделни тақдим этиш. Айнан шундай архитектуравий ёндошув туфайли тақлиф этилган тармоқ “дастурий конфигурацияланадиган тармоқ” , деб номланган, чунки тармоқ инфраструктурасининг ва маълумот оқимларининг бошқаруви дастурлар асосида бажарилади. Бошқа сўз билан, тармоқ инфраструктурасининг ва маълумот оқимларининг бошқаруви тармоқ операцион тизими ва иловалар орқали амалга оширилади.

#### **4.2. Дастурий конфигурацияланадиган тармоғи бошқарув сатҳи операцион тизимининг функционал вазифалари**

Тармоқ операцион тизимлари (ОТ) ДКТ нинг тармоқ инфраструктураси ва маълумот оқимларининг бошқарувини таъминлайди.

ДКТ операцион тизимларининг моҳиятини чуқурроқ тасаввур қилиш мақсадида қуйида тармоқ операцион тизимлари тўғрисида умумлаштирилган маълумот келтирилади.

Тармоқ операцион тизимлари – бу тармоқларда бажариладиган кўплаб жараёнлар ўртасида ресурсларни тақсимлаш ва компьютер аппарат ресурсларининг самарадорлигини оқилона бошқариш йўли билан ошириш учун хизмат қилувчи дастурий модуллар комплекси.

Тармоқ ОТ асосан қуйидаги компоненталардан таркиб топади.

1. Локал ресурсларни бошқарувчи воситалар - компьютерда автоном компьютер ОТ нинг функцияларини амалга оширади (жараёнларни бошқариш, оператив ва ташқи хотирани бошқариш ва бошқалар);

2. Тармоқ воситалари - улар ўз навбатида учта компонентага бўлинади:

- операцион тизимнинг сервер қисми – умумий фойдаланиш учун локал ресурс ва сервисларни тақдим этиш воситалари;

- операцион тизимнинг клиент қисми – масофадаги ресурс ва сервислардан фойдаланишга рухсат сўраш воситалари;

- операцион тизимнинг транспорт воситалари - бу компьютерлар ўртасида хабарлар узатилишини таъминловчи коммуникация тизимлари билан биргаликда ишловчи воситалар;

Тармоқ орқали компьютер ресурсларининг аниқ турига рухсат берувчи ОТ нинг сервер ва клиент қисмлари мажмуасига тармоқ хизматлари дейилади.

Сервис тушунчаси хизматлардан фойдаланувчилар ва хизматларни тақдим этувчилар ўртасидаги интерфейс. Улар одатда махсус дастурий таъминот сифатида яратиладилар.

Тармоқ операцион тизимлари компьютерлар ўртасида функциялар тақсимланишига қараб, ажратилган сервер ёки клиент узели ролида намоён бўладилар. Бунда тармоқ қуйидаги схемалар асосида қурилган бўлиши мумкин:

- бир рангли тармоқ - сервер ва клиент функциялари бирлаштирилган компьютерлардан ташкил топган ;

- сервери ажратилган тармоқ - клиент ва сервер компьютерлари алоҳида-алоҳида қилиб қурилган тармоқлар;

- гибридли тармоқ - турли тармоқ узелларидан ташкил топган тармоқ.

Тармоқ операцион тизими таркибидаги тақсимланган иловалар ва тармоқ хизматларининг моделлари қуйидаги шаклларда бўлиши мумкин.

Тармоқлардаги иловалар ишлашини ташкил этишга кўра учта бўлинади:

- илова қисмлари тармоқдаги турли компьютерларга тақсимланадиган тармоқлар;

- барча иловаларнинг аксарият умумий функциялари махсус серверлар-да бажариладиган тармоқлар ;

- иловалари турли компьютерларда тақсимланган, функциялари эса ўзаро “келишиб” биргаликда бажариладиган тармоқлар.

Танланган ОТ учун маълумот оқимлари, иловалари, реал ҳолатда юзага келадиган ҳолатлари, тармоқ топологиясини яратилиши ва боғланишлар бошқарувини амалга оширадиган усулларнинг алгоритмини ишлаб чиқиш керак бўлади. Шу сабабли, ОТ ларнинг архитектурасига алоҳида эътибор қаратилади.

ДКТ да қўлланиладиган тармоқ операцион тизимлари кенгаювчанлик, кўп платформалик, мосланувчанлик, ишончлилик, барқарорлик ва тайёргар-лик, хавфсизлик, ишлаб чиқарувчанлик қаба хусусиятларга эга бўлиши керак.

Дастурий конфигурацияланадиган тармоқ воситалари марказлашган ҳолда операцион тизим ёрдамида бошқарилади. Бундай режимни жорий этилиши тармоқ бошқарувида қийин кечадиган бир мунча вазифаларни автоматлаштиради ва тармоқ администраторининг ишини анча енгиллаштиради.

Техника нуқтаи назаридан ДКТ тармоғидаги контроллер бу жисмоний серверга ўрнатилган махсус тармоқ операцион тизими. У махсус хизмат маълумотлари орқали ўзига уланган тармоқ воситалари билан муносабатда бўладиган ТСП сервер сифатида намоён бўлади.

Иловалар ушбу ТСП – сервернинг “юқори” қисмида фаолият юритади - коммутаторлардан олинган маълумотлар асосида пакетларни бошқариш бўйича қарорлар қабул қилади

Инфраструктура сатҳи, умуман тармоқ бошқаруви, реал вақт режимида амалга оширилади.

ДКТ тармоғининг самарадорлиги, масштабланганлиги, ишончлилиги ва хавфсизлиги биринчи навбатда контроллер (ёки тармоқ операцион тизими) ва унинг иловаларининг самарадорлиги, масштабланганлиги, ишончлилиги, ресурслар билан таъминланганлик даражаси ва хавфсизлигига ҳамда операцион тизим ва иловалар ўрнатилган сервер компьютерининг техник характеристикаларига боғлиқ бўлади.

Бугунги кунда ДКТ тармоғи бошқарувида қўлланилиши мумкин бўлган тармоқ операцион тизимларининг 25 тадан ортиқ ҳар хил турлари мавжуд.

ДКТ тармоқ операцион тизимига қўйиладиган талабларни қуйидагича изоҳлаш мумкин:

- тармоқ операцион тизими OpenFlow протоколини қўллаб – қувватлаши керак, яъни танланган операцион тизими муҳотида OpenFlow протоколи асосида яратилган дастурий таъминот “бемалол” ўрнатилиши ва реал вақтда ишлай олиши керак;

- кўп оқимлик шароитида ишлаш имконига эга бўлиши керак;

- тармоқ дастурий таъминот платформасини янада кенгайтириш, масалан Linux платформасини;

ДКТ тармоғи бошқарув тизимига (яъни, контроллерига) операцион тизим жорий этилишида қуйидагиларга эътибор қаритилиши лозим;

дастурлаш тили;

қўлланилиши режалаштирилаётган OpenFlow протоколининг қайси вариантда эканлиги;

таянч тармоқ операцион тизимининг тури.

Шу билан бирга, ДКТ тармоғи бошқарув тизимига (яъни, контроллерига) жорий этилиши режалаштирилаётган операцион тизимнинг архитектураси, асосий компоненталари ва функционал имкониятлари ҳам батафсил таҳлил қилиниши керак.



Бугунги кунда 25 тадан ортиқ ҳар хил турдаги OpenFlow контроллерлари мавжуд. Қуйида айримларининг характеристикалари келтирилади.

NOX-Classic – OpenFlow технологияси негизида ДКТ учун яратилган биринчи контроллер ҳисобланади. У C++ ва Python тилларида яратилган.

Сўнг NOX-Classic иккита мустақил лойиҳага ажратилган:

POX контроллер – Python тили асосида яратилган контроллер;

NOX – контроллер - C++ тили асосидаги контроллер, у контроллер қувватини ошириш мақсадида яратилган.

NOX асинхрон типдаги «ҳолатга йўналтирилган» ғоя асосида яратилган, яъни коммутатордан, иловалардан ва тармоқ модулларида келган маълумотлар асосида қарор қабул қилади.

Аммо бундай ғоя негизида қарор қилиш узоқ пайт давом этиши мумкин эмас, чунки бунда ажратилган вақт ичида контроллер бошқа юзага келган ҳолатларга эътибор қарата олиш имконига эга бўлмайди.

NOX – номли операцион тизим (контроллер) ДКТ тармоғи бошқарувига нисбатан кенг қўлланилиб келган операцион тизим ҳисобланади. У C++ дастурлаш тилида яратилган бўлиб, кўп оқимлик шароитида ишлаш имконига эга. Контроллер OpenFlow протоколи билан бир пайтда яратилган ва ушбу протоколни қўллаб-қувватлайди.

POX - NOX контроллерининг “укаси” ҳисобланади. NOX асосан юқори самарадорлик кўрсаткичига эришиш мақсадларида яратилган, POX эса биринчи навбатда ўқитиш ва илмий тадқиқотлар олиб бориш учун ишлаб чиқилган.

SNAC (Simple Network Access Control) – OpenFlow протоколини қўллаб-қувватлайдиган контроллер, ДКТ асосидаги корпоратив тармоқларда тармоқга кириш жараёнларини содда ва мосланувчан режимда амалга оширилишини таъминлайди. Ушбу ДКТ тармоғининг бошқарув операцион тизими (ёки контроллери) тармоқни формал дастурлаш тили (formal modelling language (FML))

ёрдамида созлаш имконини яратиб беради. Дастурий таъминоти C++ дастурлаш тилида яратилган.

Beacon – етарлича тез ишлайдиган кросс-платформали, модулли принципа яратилган OpenFlow-контроллер. Жуда кўп илмий – тадқиқот лойиҳаларида ва тест режимларида фойдаланилади. Шу билан бирга ДКТ тармоғи негизида яратилган маълумот қайта ишлаш марказларида қўлланилади. У 100 виртуал ва 20 та жисмоний коммутаторларни бошқариш имконига эга. Java дастурлаш тилида яратилган бўлиб, дискрет – ҳодиса ва оқим операцияларини қўллаб-қувватлайди.

Контроллернинг асосий элементи ва тармоқ ОТ сининг бирлиги сифатида пакет (Bundle) қабул қилинган. Пакетнинг таркибида мета маълумотлар (META-INF/MANIFEST.MA), Java ва xml дастурлаш тилларида яратилган ресурслар ҳамда бошқа файллар бўлиши мумкин.

Пакетни ишга тушириш, тўхтатиш, янгилаш, контроллер ишлаётган пайтда ўрнатиш мумкин, бунда бошқа мустақил пакетларнинг ишлаши тўхтатилмайди.

Шу билан бирга, бир пайтнинг ўзида битта пакетнинг бир нечта версияси мавжуд бўлиши мумкин.

Шундай қилиб, Beacon контроллери бирга ишлаётган бир нечта пакетлар мажмуасидан таркиб топади.

Beacon қуйидаги асосий компоненталардан таркиб топади:

- OpenFlowJ протоколи (v1.0 версияли OpenFlow протоколи) - протокол Java дастурлаш тилида ишлаб чиқилган;

- пакетларни шифрация ва дешифрация қилиш воситалари ва усуллари (Ethernet, ARP, IPv4, LLDP, TCP, UDP);

- Core, Learning Switch, Hub, Device Manager модуллари асосидаги пакетлар;

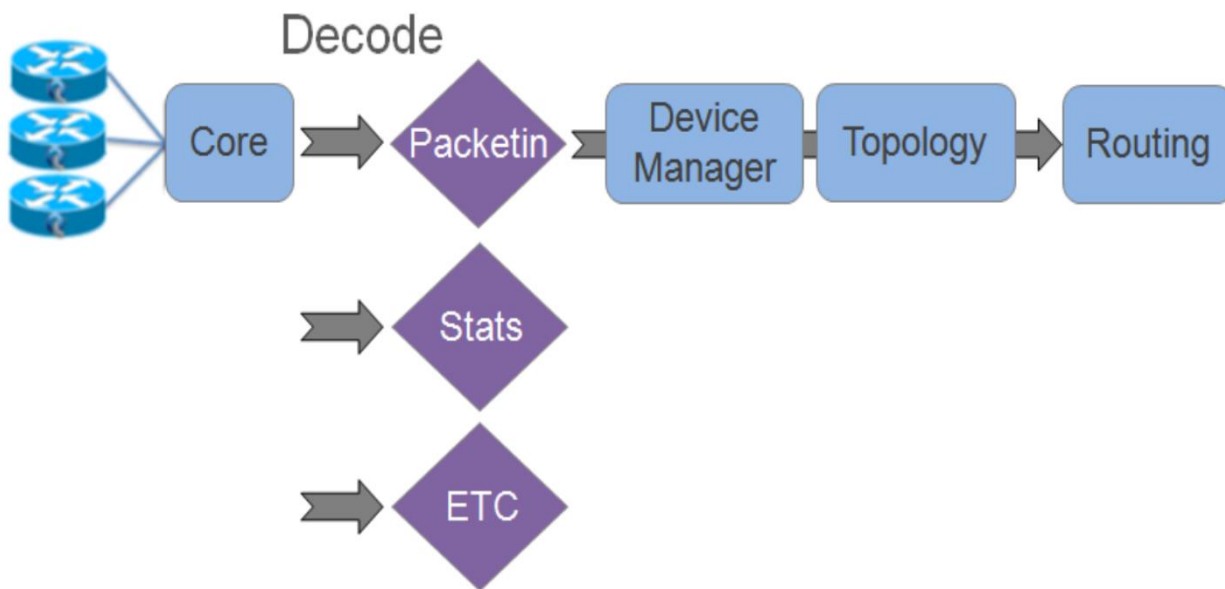
- Topology, Layer 2 Shortest Path Routing модуллари асосидаги пакетлар;

- ARP Proxy, DHCP Proxy, Multicast eliminator номли реал вақтда ишлайдиган дастурий таъминот;

- махсус текстли файл юкланиши ёрдамида бажариладиган маршрутлаш модули;

- фойдаланувчининг веб-интерфейси.

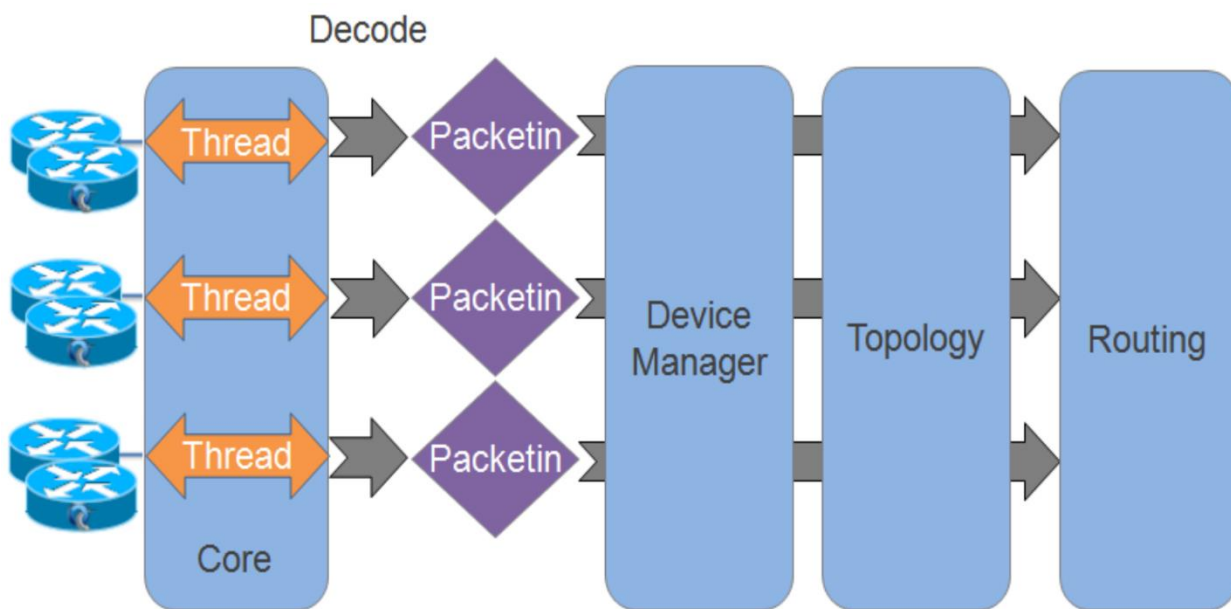
Пакет ядроси (Core bundle) коммутаторлар билан боғланади, бунда IbeaconProvide классдаги объект яратилади. Яратилган объект коммутаторлардан маълумотлар қабул қилиш амалини бажаради. Қолган ҳамма пакетлар ушбу объект билан ишлайди, оқибатда ариш пакетларини қайта ишлайдиган конвейер яратилади. Бир оқимли конвейернинг схемаси 25 - расмда келтирилган. Бунда бир оқимли конвейерда коммутатордан янги оқим яратиш кераклиги тўғрисида келган packet-in маълумотини қайта ишлаш схемаси кўрсатилган.



25 – расм. Бир оқимли конвейер асосида ДКТ контроллерларига коммутатордан келган маълумот асосида янги оқим учун маршрут аниқлаш схемаси.

Маълумот бир оқимли конвейернинг Core модулига келиб тушади, дешифрация қилинади ва Device manager модулига узатилади. Ушбу модул тармоқ элементларини бошқаради ва келган пакет кимга адресланганлигини излаб топади, сўнг бошқарув Topology модулига берилади, у пакет қабул қилувчининг жойлашган манзилини аниқлайди, ва бошқарув Routing модулига узатилади. Routing модули янги оқим учун маршрут яратади.

Beacon контроллери (ДКТ бошқарув сатҳидаги тармоқ операцион тизими) кўп оқимли конвейер асосида маълумотлар қайта ишланишини ҳам қўллаб – қувватлайди (26 – расм).



26 – расм. Beacon контроллерида кўп оқимли конвейер асосида маълумотлар қайта ишланишини кўрсатувчи схема.

Beacon контроллерининг хусусиятлари:

- юқори тезликда иловаларни ишлаб чиқиш имконияти мавжудлиги – контроллер жуда тез созланади ва ишлаб кетади. Java и Eclipse дастурлаш тиллари тармоқ иловалари яратилиши ва созланишини соддалаштиради.

Beacon контроллерининг веб – интерфейси ташкилот веб – серверига осон жойлашишини таъминлайди ва унда кенгайтирилган фойдаланувчи интерфейси мавжуд.

Maestro – кросс-платформали, кўп оқимлик шароитида ишлашни қўл-лаб-қувватлайдиган контроллер. Унинг дастурий таъминоти Java дастурлаш тилида яратилган. Ушбу бошқарув операцион тизими тармоқ иловаларини биргаликда ишлашини (яъни оркестровкасини) таъминлайди. Тармоқ бошқарувига модулли иловалар жорий этилишида, тармоқга кириш ва тармоқнинг ҳолатини мониторинг қилинишида ҳамда тармоқ компоненталари орасидаги ўзаро муносабатларининг координациясини амалга оширилишида керакли интерфейслар билан таъминлайди. Maestro контроллерида на фақат OpenFlow тармоқларини, бошқа протокол асосидаги тармоқларни ҳам қўллаб-қувватлаш имкони мавжуд;

Floodlight – корпоратив даражадаги контроллер ҳисобланиб, Beacon контроллери негизида Beacon (Big Switch Networks) компанияси томонидан ишлаб чиқилган. Java дастурлаш тилларидаги бошқа контроллерларга ўхшаб модулли принципда яратилган, ишлаб чиқарувчилар учун жуда қулай. Floodlight катта спектрдаги виртуал ва жисмоний коммутаторларни бошқариш имконига эга, OpenFlow ва классик турдаги аралаш тармоқларни қўллаб-қувватлайди;

Ryu – тармоқ воситаларини бошқара оладиган бир мунча протоколлар мажмуаси билан биргаликда ишлай олади (яъни уларни қўллаб-қувватлайди): OpenFlow протоколининг ҳамма версияларини, Netconf, OF-Config ва б.;

MUL – тармоқ иловалари учун кўп даражали интерфейсни қўллаб - қувватлайди. Унинг асосий вазифаси – тармоқнинг самарадорлик ва ишонччилик кўрсаткичларини белгиланган нормаларда таъминлаш. У очиқ код принципида яратилган бўлиб, тижорат турдаги контроллерларнинг (Kulcloud Networks Жанубий Корея) асосини ташкил қилади.

Юқорида қайд этилганидек, контроллернинг тури самарадорлик, масштабланганлаик, ишончилилик ва дастурларнинг хавфсизлигини таъминланиш даражаси каби мезонлар негизида танланиши керак.

Бугунда яхши ҳисобланган контроллерлар қуйидаги кўрсаткичларга эга:

- максимал самарадорлиги – бир секундда 7 млн оқимни қайта ишлайди (Веасон контроллери);

- минимал кечикиш вақти –50 мкс дан 75 мкс гача.

Охирги йилларда ахборот қайта ишлаш тизимларидаги оқимларнинг характеристикалари бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижаларига кўра, виртуал машиналари мавжуд сервер компьютерлари уланадиган коммута-торлардан ўрта ҳисобда бир секундда икки миллиондан то ўттиз миллионгача янги оқимлар ўтказилганлиги қайд этилган.

Замонавий тармоқ операцион тизимларининг самарадорлиги бугунги кун талабларига жавоб бермайди. Тармоқ операцион тизимларининг самарадорлигини оширишнинг икки йўли мавжуд: вертикал ва горизонтал.

Биринчиси, бу замонавий кўп ядроли ва кўп процессорли компьютер тизимларининг имкониятларидан фойдаланган ҳолда битта сервер доирасида тармоқ операцион тизими фаолиятини оптималлаштириш. Унга уланган коммутаторлар процессорнинг ядролари орасида тақсимланади, ва юкламалар кўпайганида балансировкалари ўзгартирилади.

Иккинчи йўл - бу тармоқ структурасига янги жисмоний тақсимланган сатҳни киритиш.

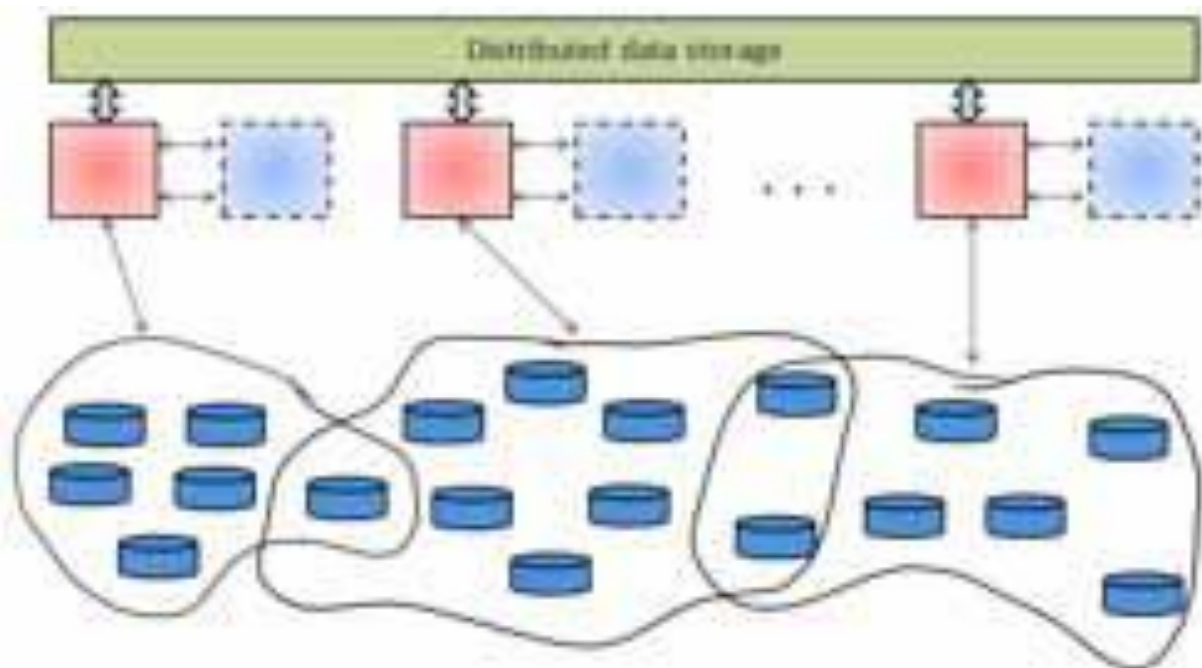
Бунда тармоқда битта эмас, бир нечта контроллерлар ўрнатилади, уларга олдиндан белгиланган сондаги коммутаторлар уланади, шундай тарзда бутун тармоқ сегментларга ажратилади. Ҳар бир сегмент контроллер ва унга уланган бир нечта коммутаторлардан таркиб топади. Контроллерлар тармоқ ҳолати бўйича ўзаро бир – бирлари билан мунтазам ахборотлар алмашиб, бутун тармоқни келишилган ҳолда биргаликда бошқарадилар (27 – расм).

Тарқоқ ҳолдаги бошқарувни киритишдан мақсад – ДКТ тармоғидаги марказлашган бошқарувда юзага келадиган иккита камчиликни бартараф этиш – масштабланганлик ва ишончлилик муаммоларини ҳал этиш.

Тармоқ сегментининг размери кўпайганида битта контроллернинг ресурси бутун тармоқ воситалари билан мулоқот олиб бориш учун етмай қолади. Бундан ташқари, коммутаторлар орасида боғланишларни ўрнатиш учун кетадиган вақт белгиланганидан ошиб кетади.

Агар контроллерда носозликлар пайдо бўлиб, у ишламай қолса бутун тармоқнинг иши тўхтади.

Тарқоқ ҳолдаги бошқарув тизимини жорий этилиши келтирилган муаммоларни олдини олади, лекин бунда контроллерларнинг ўзаро келишилган ҳолатдаги ишлашининг механизмларини яратиш ва жорий этиш керак бўлади, масалан бир контроллер ишламай қолса, унга уланган коммутаторларни бошқасига яхши ишлаётганига (яъни, ундан узоқ масофада бўлмаган ва юқламаси нисбатан камроқ бўлган контроллерга) улаш механизмларини ишлаб чиқиш лозим.



27 – расм. Тарқоқ ҳолдаги тармоқ оерацион тизимини ташкил этиш.

Тармоқ бошқаруви администраторлар томонидан эмас, балки тармоқ иловалари томонидан амалга оширилганлиги сабабли, уларнинг оптимал дастурий таъминотини яратиш ДҚТ тармоғининг муҳим муаммоларидан бири ҳисобланади.

Бугунда фаолият юритаётган контроллернинг аксарияти бир вақтда бир нечта иловаларни ишга тушириш имконига эга. Аммо бунда иловаларнинг ўзаро таъсири назорат қилинмайди, оқибатда ҳар қандай композициялаш ҳам самарали бўлавермайди. Бундай ҳолат асосан маршрутларни аниқлашда юз беради. Янги иловаларни ишлаб чиқиш, уларни оптимал композициясини танлаш ота муҳим ҳисобланади.

Бугунда контроллер ва унинг иловалари орасида самарали дастурий интерфейс яратиш бўйича бир нечта компаниялар томонидан бир –бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда тадқиқотлар олиб борилаяпти. Мақсад – стандарт бошқарув операцияларини, тармоқ ишлашини мониторинг қилиш, берилган хусусиятларга эга маршрутларни яратиш каби функцияларни амалга оширадиган самарали алгоритмлар ишлаб чиқиш ва жорий этиш.

#### **4.3. ДҚТ тармоғининг дастурий таъминотини яратишда қўлланиладиган дастурлаш тиллари**

Юқори бандларда таъкидланидек, OpenFlow протоколи контроллер ва коммутатор ўртасида интерфейсни аниқлаб беради, унинг асосида контроллер коммутаторларда коммутациялаш масаласини ҳал қилади.

OpenFlow тармоқ бошқаруви борасида бир нечта янги сервисларни ишлаб чиқариш имконига эга, аммо бунда ўзига хос муаммолар келиб чиқиш ҳоллари ҳам йўқ эмас.



Одатда бир вақтнинг ўзида тармоқда бир неча масалалар бирданига бажарилиши мумкин, масалан, маршрутлаш масаласи, тармоқга киришни назорат қилиш ва трафик мониторингини олиб бориш.

Лекин ушбу масалаларни амалиётда бир – биридан ажратиш ва мустақил равишда ишга тушириш мумкин эмас, чунки бир модул томонидан пакетни қайта ишлаш учун танланган қоида, бошқа модул томонидан ўрнатилган қоидаларнинг ичига кириб кетиши мумкин.

Масалан, илова сатҳининг А иловаси маршрутлаш билан шуғулланиб, маълум бир қоида шакллантиради, унга мувофиқ биринчи портдан келаётган ҳамма пакетлар иккинчи портга жўнатилиши керак, яъни

`<in_port=1:{output(2)}>.`

Шу билан бирга тармоқда В иловаси ишлайди ва у коммутатордан ўтаётган http-трафикни ҳисобини олиб боришга жавоб беради (80 портдаги пакетлар сони).

Энг содда йўл бу ушбу қоидани `<tcp_port=80:{}>` ишлатмасдан қўшиш ҳисобланади.

Openflow протоколида келтирилган икки масалани бир биридан ажратилгаг ҳолда ечиш мумкин эмас, уларни бирлаштириш талаб этилади.

OpenFlow протоколи тармоқ бошқарувининг энг паст даражадаги абстракцияланишини таъминлайди.

Масалан, коммутаторга ўрнатилиши керак бўлган қоидалар тўплами, унинг функционал имкониятларига қаттиқ боғлиқ бўлади.

Мураккаб дастурлар ҳар хил приоритетга эга ва гуруҳий символлардан фойдаланган катта ҳажмдаги қоидалар тўплами қўшилишини талаб қилади.

Аммо бундай катта ҳажмдаги қоидалар тўплами ишлатилаётган техник таъминоти томонидан чекланган бўлади.

Дастурчи бундай ҳолатларнинг ҳаммасини текшириб бориши керак.

Контроллер фақат коммутаторлар қандай қарор қабул қилишни билмай турган пакетлар тўғрисида маълумот олади.

Икки босқичли бошқарувни амалга оширадиган дастурий таъминотни, яъни коммутаторда қайта ишланадиган ва контроллерда қайта ишланадиган пакетлар бошқарувини амалга оширадиган дастурий таъминотни яратиш қийин кечади.

Коммутаторлардан таркиб топган тармоқ тақсимланган тизим шаклида бўлади, бундай тизимни бошқарадиган дастурий таъминотни яратиш параллел дастурлаш жараёнларига хос муаммоларни (синхронлаш, блокировкалаш ва б.) келтириб чиқаради.

Масалан, Openflow протоколида янги оқимнинг биринчи пакетини маршрутлаш бўйича қарор қабул қилиш учун коммутатор томонидан ушбу пакет контроллерга жўнатилади.

Бундай қарор қабул қилиш учун маълум бир вақт керак бўлади, бу вақт оралиғида коммутаторга шу оқимнинг кейинги пакетлари келиши мумкин. Бундай ҳолатда тармоқ иловалари пакетни қайта ишлаш учун мустақил қарор қабул қилишига тўғри келади.

Келтирилган муаммоларни ҳал қилиш мақсадида махсус дастурлаш тили ишлаб чиқилади, у бир тарафдан, тармоқда оқимларни бошқариш жараёнларини бажаради, иккинчи тарафдан коммутаторларга тўғри ва созлаб ўрнатилган қоидаларнинг ҳамма деталларини сир сақланишини таъминлайди.

Бундай дастурлаш тилларига Frenetic, NetCore ва Nettle номли тиллар киради. Дастурлаш тилларининг конструкциялари асосида оқимларни бошқариш жараёнлари содда ва осон тавсифланади.

Масалан, тиллар пакет сарлавҳасининг алоҳида танланган майдонларига мурожаат қилишни, тармоқдан ўтаётган оқимлар тўғрисида статистик маълумотлар йиғишни таъминлайди.

Дастурлаш тиллари OpenFlow коммутаторларининг қоидаларини шакллантиришда катта аҳамият касб этади.

Frenetic дастурлаш тили энг дастлаб яратилган тармоқ дастурлаш тили ҳисобланиб, умумий Python тилига жойлаштирилган.

Дастурлаш тили икки қисмдан иборат:

1) тармоқга чекланган, аммо юқори даражада декларатив сўровлар билан мурожаат қилиш имконига эга тил - network query language;

2) Тармоқда маршрутлар сиёсатини бошқарадиган функционал дастурлаш тил - network policy management library.

Иккала тил ҳам ўзига хос фойдали хусусиятга эга:

- тармоқдаги ҳар бир пакетни кўриш (худди ҳамма пакетлар контроллер орқали ўтаётганидек), синхронизация жараёнларини осонлаштириш, қандай операциялар қийин ва қайсилари осон ҳисобланишини аниқлаб бериш ва х.к.

- тил асосида тармоқга сўров билан мурожаат қилиш.

Сўров билан мурожаат қилиш тили Frenetic дастурларига тармоқнинг ҳар хил ҳолатларини шакллантиришга имкон яратади, масалан маълум бир коммутатордан ўтаётган HTTP трафик миқдорини аниқлаш. Бу дастурчига кўринмайдиган ёрдамчи OpenFlow қоидаларини қўшиш жараёнларини бажаришига имкон яратади.

Сўровнинг қийинлиги контроллерга қайта ишлаш учун жўнатилиши керак бўлган пакетлар миқдорини аниқлаш ҳисобланади. Ҳамма пакетни контроллерда қайта ишлаш мумкин эмас, кечикишлар миқдори кўпайиб кетади, шу сабабли қанча пакетни контроллерда қайта ишланишини аниқлаш қийин кечади.

Қуйида Frenetic тилида қўлланиладиган асосий операторларнинг тавсифи келтирилади.

Сўров билан мурожаат қилиш тилининг синтаксиси қуйидагича ёзилади

<b>Queries</b>	Сўров
<b>Aggregates</b>	Тўплам, йиғиндининг миқдори
<b>Headers</b>	Сарлавҳа
<b>Patterns</b>	Шаблон, тузилма

28 – расмда мисол тариқасида сўров билан мурожаат қилиш тилининг синтаксиси операторларини қўллаб яратилган дастурнинг кўриниши келтирилган.

Select(a) оператори. Операторлар томонидан қайтиб келган сўровлар тўғрисидаги маълумотларни йиғади, бу жараён махсус ёрдамчи функциялар асосида бажарилади. Улар қуйидаги кўринишда бўлишлари мумкин:

*packets* – пакетларни қайта ўзига қайтариш

*counts* – пакетлар сонини қайтариш

*bytes* – ҳамма пакетлар ҳажмини қайтариш.

Where(fp) оператори. Якуний натижаларни танлаш мезонини аниқлаб беради, бунда *fp* – филтрининг шarti бажарилган қийматлари ҳисобга олинмайди. Шарт сифатида коммутатор (*switch*), кириш порти (*inport*), узатувчининг MAC адреси (*srcmac*), қабул қилувчининг IP адреси (*destip*) бўлиши мумкин. Нисбатан мураккаб шартларни бирлаштириш (*or\_fp*), айириш (*diff\_fp*) ва қўшимча қилиш (*not\_fp*) операторлари ёрдамида шакллантириш мумкин.

```

Queries      q ::= Select(a) *
                Where(fp) *
                GroupBy([qh1, ..., qhn]) *
                SplitWhen([qh1, ..., qhn]) *
                Every(n) *
                Limit(n)

Aggregates  a ::= packets | sizes | counts

Headers     qh ::= inport | srcmac | dstmac | ethtype |
                  vlan | srcip | dstip | protocol |
                  srcport | dstport | switch

Patterns    fp ::= true_fp() | qh_fp(n) |
                  and_fp([fp1, ..., fpn]) |
                  or_fp([fp1, ..., fpn]) |
                  diff_fp(fp1, fp2) | not_fp(fp)

```

28 – расм. Сўров билан муружаат қилиш тилининг синтаксиси  
опреаторлари негизда яратилган дастур.

GroupBy([qh1, ..., qhN]) оператори. Қабул қилинган натижаларни пакетларнинг сарлавҳасига қараб тўпламостиларига ажратади (*qh1* дан бошлаб *qhN* гача). Масалан, битта тўпламостисига IP адреси 10.0.0.1 ва TCP порти 80 бўлган жўнатувчининг ҳамма пакетларини группалаш, бошқа тўплам остисига IP адреси 10.0.0.2 ва TCP порти 21 бўлган жўнатувчининг ҳамма пакетларини группалаш мумкин.

SplitWhen([qh1, ..., qhN]) оператори. GroupBy операторига ўхшаб натижаларни пакетларнинг сарлавҳасига қараб тўпламостиларига ажратади (*qh1* дан бошлаб *qhN* гача). Аммо бундаги шартлар бошқа шартлар бажарилишини кўзда тутуди, яъни қабул қилинган натижаларни таҳлили натижасида янги тўпламостиси яратиш керак бўлганида. Масалан, IP адреслари 10.0.0.1, 10.0.0.2, 10.0.0.1 бўлган жўнатувчилардан учта пакет қабул қилинган

бўлсин. Бунда *SplitWhen* ҳолатида учта тўпلامостиси яратилади, *GroupBy* ҳолатида эса фақат иккита.

*Every(n)* оператори -  $n$  секундда пакетларни битта тўпلامостиға бирлаштиради.

*Limit(n)* оператори. Ҳар бир тўпلامостисида пакетлар сонини  $n$  сонигача чеклайди. Тинч ҳолатда *n бирга тенг*.

Қуйида мисол тариқасида web - трафик мониторингини олиб бориш учун сўров юбориш дастури келтирилади. У ҳар 30 секундда 80 порт орқали коммутаторнинг иккичи портиға келаётган web – трафик ҳажмини чиқаради.

```
def web_query():
    return \
        (Select(sizes) *
         Where(inport_fp(2) & srcport_fp(80))) *
         Every(30))
```

Тармоқда маршрутлаш сиёсатларини бошқариш тили. Тармоқда маршрутлаш сиёсатларини бошқариш тили функционал ва реактив дастурлаш (FRP) кутубхоналаридан фойдаланишға асосланган.

Бундай кутубхоналар одатда роботларни бошқаришда фойдаланилади. Тармоқда маршрутлаш сиёсатларини бошқариш тили юқорида тавсиф қилинган сўровлар тили билан интеграллашган.

Маршрутлаш сиёсати деганида ҳар бир коммутаторға маршрутлаш учун берилган қоидалар рўйхати тушунилади.

Frenetic тилида яратилган дастурларнинг асосий операцияларидан бири пакетларни бир жойдан иккинчисига кўчириш қоидаларини ишлаб чиқиш ва ўрнатиш (*rules*) ҳисобланади. Қоидалар конструктор ёрдамида яратилади, бунинг учун олдиндан унинг кириш қисмида қоидаларни яратишда керак бўладиган ҳаракатлар рўйхати (*actions*) ва шаблон (*pattern*) қабул қилинади.

Шаблон сўровлар тилида қўлланилган филтрлаш шартларига ўхшайди, фарқи – бунда `switch` параметридан фойдаланиш мумкин эмас. Амалга ошириладиган ҳаракатлар пакетни белгиланган порт ( $p$ ) га жўнатишни ( $forward(p)$ ), пакетларни бирданига ҳамма портларга жўнатишни ( $flood()$ ), пакетни контроллерга ( $controller()$ ) жўнатишни ва пакет сарлавҳа майдонининг  $f$  қисми қийматини  $v$  қийматига ўзгартириш. Ушбу қоида-ларнинг биронтаси мавжуд бўлмаса “пакетни чиқариб ташлаш керак” тушунилади.

Frenetic тили сиёсатлар бошқарувини дастурни тармоқ ҳолати ўзгарганлиги ҳақидаги маълумотлар билан таъминлайдиган ҳодисалар механизми орқали амалга оширилишига имкон яратиб беради.

Масалан, *SwitchJoin* ҳодисаси – тармоқда янги коммутаторни пайдо бўлиш ҳодисаси;

*SwitchExit* ҳодисаси – тармоқдан коммутаторни узиб ташлаш ҳодисаси;

*PortChange* ҳодисаси – берилган коммутаторда янги портни пайдо бўлиш ҳодисаси.

Танланган операторларнинг рўйхати 29 – расмда келтирилган.

Frenetic тилидаги дастур махсус ҳодисалар функцияси дастуридан фойдаланиб (*event functions*) ушбу ҳодисаларни таҳлил қилади ва олдиндан берилган функциялардан фойдаланган ҳолда сиёсатларни бошқаради.

Олдиндан берилган функциялар қаторида янги қоидаларни яратиш ва қўшиш (*MakeForwardRules* и *AddRules*).

Қуйида маршрутлаш сиёсатини яратиш бўйича содда мисол келтирилган. Мисолда иккита қоида қўшиш амалга оширилган (30 – расм).

Биринчи қоида – ҳамма пакетларни биринчи портдан иккинчисига ўтказиш.

Иккинчи қоида – тескари узатиш, яъни ҳамма пакетларни иккинчи портдан биринчисига ўтказиш.

### *Events*

`Seconds`  $\in$  int E  
`SwitchJoin`  $\in$  switch E  
`SwitchExit`  $\in$  switch E  
`PortChange`  $\in$  (switch  $\times$  int  $\times$  bool) E  
`Once`  $\in$   $\alpha \rightarrow \alpha$  E

### *Basic Event Functions*

`>>`  $\in$   $\alpha$  E  $\rightarrow$   $\alpha$   $\beta$  EF  $\rightarrow$   $\beta$  E  
`Lift`  $\in$  ( $\alpha \rightarrow \beta$ )  $\rightarrow$   $\alpha$   $\beta$  EF  
`>>`  $\in$   $\alpha$   $\beta$  EF  $\rightarrow$   $\beta$   $\gamma$  EF  $\rightarrow$   $\alpha$   $\gamma$  EF  
`ApplyFst`  $\in$   $\alpha$   $\beta$  EF  $\rightarrow$  ( $\alpha \times \gamma$ ) ( $\beta \times \gamma$ ) EF  
`ApplySnd`  $\in$   $\alpha$   $\beta$  EF  $\rightarrow$  ( $\gamma \times \alpha$ ) ( $\gamma \times \beta$ ) EF  
`Merge`  $\in$  ( $\alpha$  E  $\times$   $\beta$  E)  $\rightarrow$  ( $\alpha$  option  $\times$   $\beta$  option) E  
`BlendLeft`  $\in$   $\alpha \times \alpha$  E  $\times$   $\beta$  E  $\rightarrow$  ( $\alpha \times \beta$ ) E  
`BlendRight`  $\in$   $\beta \times \alpha$  E  $\times$   $\beta$  E  $\rightarrow$  ( $\alpha \times \beta$ ) E  
`Accum`  $\in$  ( $\gamma \times (\alpha \times \gamma \rightarrow \gamma)$ )  $\rightarrow$   $\alpha$   $\gamma$  EF  
`Filter`  $\in$  ( $\alpha \rightarrow$  bool)  $\rightarrow$   $\alpha$   $\alpha$  EF

### *Listeners*

`>>`  $\in$   $\alpha$  E  $\rightarrow$   $\alpha$  L  $\rightarrow$  unit  
`Print`  $\in$   $\alpha$  L  
`Register`  $\in$  policy L  
`Send`  $\in$  (switch  $\times$  packet  $\times$  action) L

### *Rules and Policies*

`Rule`  $\in$  pattern  $\times$  action list  $\rightarrow$  rule  
`MakeForwardRules`  $\in$  (switch  $\times$  port  $\times$  packet) policy EF  
`AddRules`  $\in$  policy policy EF

29 – расм. Ходисалар функцияси дастурини яратишда қўлланиладиган операторларнинг рўйхати.

```
rules = [Rule(inport_fp(1), [forward(2)]),  
         Rule(inport_fp(2), [forward(1)])]  
def repeater():  
    (SwitchJoin() >>  
     Lift(lambda switch: {switch: rules}) >>  
     Register())
```

30 – расм. Frenetic дастурлаш тилида маршрутлаш сиёсатини шакллантирилишига мисол.

Энди NetCore дастурлаш тилининг имкониятлари тўғрисидаги маълумотлар келтирилади.

NetCore (Network Core Programming) тили Frenetic тилининг ривожланиши натижасида яратилган.



NetCore маршрутлаш сиёсатини янада юқори даражали дастурлаш тили негизида бажаради.

У пакетлар қайта ишлаш жараёнларини олдиндан берилган тартибда эмас, балки эркин функциялар негизида бажарилишини таъминлайди.

NetCore маршрутлаш жараёнларининг динамик қоидаларини ишлаб чиқишда биринчи қадам ҳисобланиб, тармоқнинг жорий ҳолатини ҳисобга олиш имконига эга.

Шу билан бирга NetCore тили қўшимча трафик «тарихини» таҳлил қилишга ҳам шароит яратиб беради.

Қуйида NetCore тилида статик маршрутлаш сиёсатига мисол келтирилади (31 – расм). Унга мувофиқ 10.0.0.0/8 манзилдаги ҳамма пакетлар 1 тартиб рақамли портга йўналтирилиши керак, 10.0.0.1 манзилдан келаётган ёки 80 портга йўналтирилган пакетлардан ташқари.

```
SrcAddr:10.0.0.0/8 \ (SrcAddr:10.0.0.1 ∪ DstPort:80)  
→ {Switch 1}
```

31 – расм. NetCore дастурлаш тили асосида статик маршрутлаш сиёсати амалга оширилишига мисол.

NetCore тилининг синтаксисида қўлланиладиган операторлар 32 – расмда келтирилган. Операторлар Frenetic тили операторларига ўхшаганлиги туфайли уларга алоҳида изоҳ берилмади.

Тармоқ ичида аутентификацияни амалга оширадиган иловани яратиш негизида динамик маршрутлаш қуйидагича амалга оширилади.

Мисол. Network 1 номли ички ва Network 2 ташқи тармоқ берилган бўлсин.

Агар А сервери биринчи тармоқ охириги тугунларини иккинчи тармоқ воситалари билан боғланишга имкон яратадиган аутентификациялаш сервери ҳисобланадиган бўлса, динамик маршрутлаш сиёсати қуйидагича бўлади:

## Network Values

Switch	$s$
Header	$h$
Switch Set	$S ::= \{s_1, \dots, s_n\}$
Header Set	$H ::= \{h_1, \dots, h_n\}$
Bit	$b ::= 1 \mid 0$
Packet	$p ::= \{h_1 \mapsto \bar{b}_1, \dots, h_n \mapsto \bar{b}_n\}$
State	$\Sigma ::= \{(s_1, p_1), \dots, (s_n, p_n)\}$

## Language

Snapshot	$x ::= (\Sigma, s, p)$
Wildcard	$w ::= 1 \mid 0 \mid ?$
Inspector	$f \in \text{State}[H_1] \times \text{Switch} \times \text{Packet}[H_2] \rightarrow \text{Bool}$
Predicate	$e ::= h : \bar{w} \mid \text{switch } s \mid \text{inspect } e f \mid e_1 \cap e_2 \mid \neg e$
Policy	$\tau ::= e \rightarrow S \mid \tau_1 \cap \tau_2 \mid \neg \tau$

32 – расм. NetCore тилининг синтаксисида қўлланиладиган асосий операторлар.

- ички тармоқдаги аутентификацияланмаган пакетларнинг ҳаммаси аутентификациялашни амалга оширадиган ички тармоқнинг А серверига жўнатилади ва у орқали ташқи тармоқга ўтказилади;

- рухсат этилган пакетлар эса тўғридан – тўғри ташқи тармоқга ўтказилади;

- ташқи тармоқдан келаётган пакетларнинг жами А сервери орқали ички тармоқга ўтказилади.

NetCore тилида “контроллер ҳолати”, деган тушунча киритилган, бунда ҳамма тармоқ коммутаторларидан “ўтган” пакетларнинг тарихи олиб борилади.

NetCore тили динамик сиёсатларни ҳал қилади, бунда сарлавҳанинг маршрутлаш сиёсатига тааллуқли параметрлари аниқ кўрсатилиши талаб этилади.

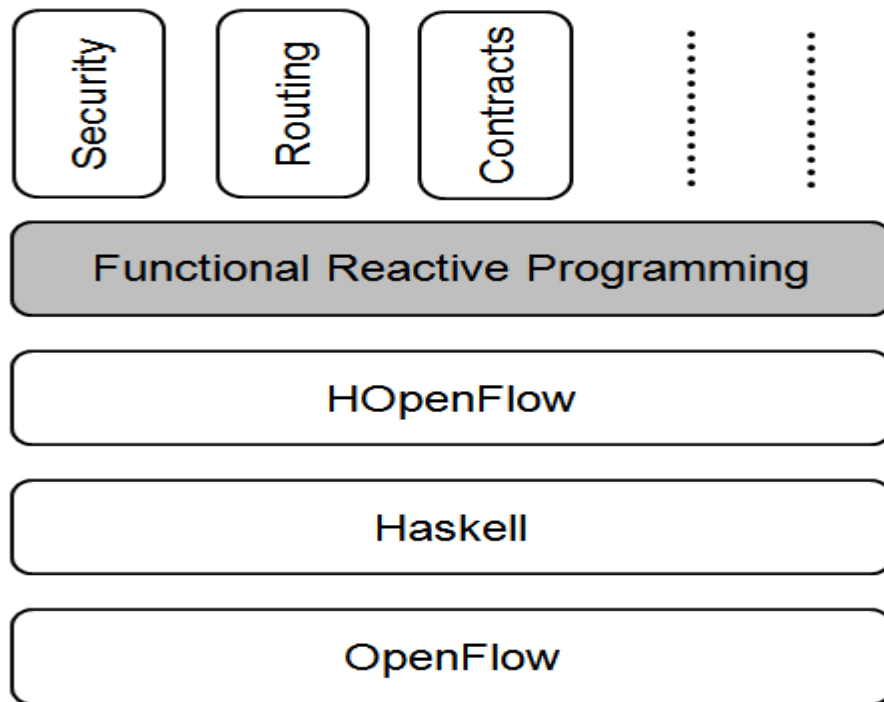
Frenetic ва NetCore тилларининг аксарият сиёсатлари олдиндан компиляция қилиниши талаб этилади. Бунинг натижасида танланган сиёсатга оид бошқарув иловаси шакллантирилади.

Nettle дастурлаш тили маълум бир тил ва контроллерга оид интерпретаторларнинг тўпламини ташкил этади.

Бундай интерпретаторлар тўплами ёрдамида бошқарув иловалари биргаликда ишлаш жараёнларида улар орасида юзага келиши мумкин бўлган конфликт ҳолатлар мустақил равишда бартараф этилади.

Nettle Frenetic тилининг давомчиси ҳисобланади. Nettle тили OpenFlow коммутаторларининг дастурларини яратишда фойдаланилган. Унинг асосида тузилган дастур негизида коммутатор киришида OpenFlow оқими ҳодисалари (масалан, *switch\_join*, *port\_change*, *packet\_in*) қабул қилинади ва чиқиш қисмида OpenFlow маълумотлари (*install*, *uninstall*, *query\_stats*) берилади.

Nettle тили тармоқ иловалари яратилишида нисбатан пастки даражадаги (яъни, машина кодида ёзилган дастурларга яқин тил) тил ҳисобланади. Nettle тили на фақат алоҳида тармоқ иловаларини яратишда, балки бутун контроллер вазифаларини тўлақонли ечилишида қўлланилади. 33 – расмда Nettle дастурлаш тилининг архитектураси келтирилган.



33 – расм. Nettle дастурлаш тилининг архитектураси.

Энг пастки сатҳ OpenFlow коммутаторини ифодалайди. Кейинги сатҳда юқори даражадаги функционал дастурлаш тили Haskell ўрнатилади. Кейин сатҳ - OpenFlow протоколи қоидалари асосида фаолият юритадиган HOpenFlow номли дастурлар кутубхонаси. Ундан кейинги сатҳда интерактив тизимлар фаолиятини ташкиллаштирувчи функционал дастурлар яратилади. Охирга сатҳда хавфсизлик, мониторинг, маршрутлаш ва бошқа жараёнларни амалга оширадиган дастурлар яратилади.

Nettle тили киришдаги ўзгарувчан параметр ёки сигналларни чиқиш сигналларига айлантириб бериш функцияларини бажарадиган сигнал функцияси тушунчасига асосланган (signal function  $SF$ ).

Бундай функциялар маълум бир ҳолатларни ўзида мужассам этади. Масалан, M1 типдаги ҳодисалар оқимини M2 типдаги ҳодисалар оқимига ўтказиб берадиган сигнал функцияси  $SF$  (Event M1) (Event M2) кўринишида таърифланади.

Nettle тили коммутатор маълумотини сигнал функциясининг командаларига ўзгартириб беради, бу ҳолат қуйидагича ифодаланади: *SF (Event SwitchMessage)*.

Мисол тариқасида L2 маршрутизаторида коммутацияни Nettle тилида амалга оширилиш кетма-кетлиги келтирилади. L2 маршрутизатори келган маълумот манзилларининг MAC адреси ва портлари кўрсатилган мувофиқлик жадвалини қўллаб-қувватлайди. Янги пакет қабул қилинганида, жадвалда қабул қилувчининг адреси бор-йўқлиги текширилади. Агар адрес таблицادا мавжуд бўлса, пакетни шу манзилга тегишли портга узатиш амали бажарилади, акс ҳолда, ҳамма портларга кенг қамровли узатиш амалга оширилади. Ушбу жараённи амалга оширадиган Nettle тили асосидаги дастурнинг кўриниши 34 – расмда келтирилган.

Янги пакет қабул қилинганида унинг манзили жадвалда мавжудлига текширилади. Агар адреси жадвалда бўлса, пакетни дресига тегишли портга жўнатиш қоидалари шакллантирилади.

```
packetToCmd hostDirTable (swid, pktInfo) =
  do ps ← lookup (swid, s) hostDirTable
      pr ← lookup (swid, r) hostDirTable
      return (makeCommand swid s ps r pr)
  where ethFrame = packetInFrame pktInfo
        (s, r)    = (sourceAddress ethFrame, destAddress ethFrame)
```

34 – расм. Nettle тилида пакет коммутацияси амалини бажарадиган дастур.

Манзили жадвалда бўлмаса Nothing командаси бажарилади, команда жадвални ушбу манзил билан тўлдириш кераклигини таъкидлайди. Ушду амалнинг дастури 35 – расмда келтирилади.

```

makeCommand swid s ps r pr =
  deleteRules (ethSourceDestAre s r ∨ ethSourceDestAre r s) swid ⊕
  insertRule (flowFromTo s ps r pr) swid ⊕
  insertRule (flowFromTo r pr s ps) swid
where flowFromTo s ps r pr =
  ((inPortIs ps ∧ ethSourceDestAre s r) ⇒ sendOnPort pr)
  'expireAfterInactiveFor' 30

```

35 – расм. Nettle тили негизидаги янги қоидаларни шакллантириш дастури.

Хулоса қилиб шуни таъкиддаш жоизки, юқорида тавсифланган дастурлаш тиллари нинг ҳар бири ўзига хос афзалликларга эга. Уларнинг ҳаммаси маршрутлаш сиёсатларини ва янги иловалар яратилишини енгиллаштиради.

NetCore тилида “контроллер ҳолати”, деган тушунча киритилган, бунда тармоқ коммутаторларидан ўтказилган ҳамма пакетларнинг “тарихи” олиб борилади. Ушбу тил сиёсатга тааллуқли параметрларни пакет сарлавҳасида аниқ кўрсатилишини талаб қилган ҳолда динмик сиёсатлар ечимини ҳал қилади.

Frenetic ва NetCore тиллари асосида яратилган аксарият сиёсатлар олдиндан компиляция қилиниши талаб этилади, натижада ҳамма танланган сиёсатларни бошқариш учун бошқариш иловалари шакллантирилади.

Описания множества политик на языках нуждаются в предварительной компиляции, в результате которой получается управляющее приложение, соответствующее всем выбранным политикам.

Nettle тизими маълум бир тил ва контроллерга оид интерпретаторларнинг тўпламини ташкил этади. Бундай интерпретаторлар тўплами ёрдамида бошқарув иловалари биргаликда ишлаш жараёнларида улар орасида юзага келиши мумкин бўлган конфликт ҳолатлар мустақил равишда бартараф этилиши таъминланади.

Frenetic тили асосидаги функцияларни бажариш муҳитида “иккиламчи” пакетларни қайта ишлаш жараёнлари автоматик тарзда бажарилади. Бундай ҳолат коммутатор томонидан юборилган оқимнинг биринчи пакети асосида

илова қайта ишлаш жараёнини амалга ошириб бўлганидан сўнг, коммутатор оқимнинг навбатдаги пакетини қайтадан юборилишида юзага келади.

Бобнинг якунида дастурий конфигурацияланадиган тармоқларнинг фаолиятини ягона андозалар асосида ташкил этиш бўйича шуғулланадиган ташкилотлар тўғрисида қисқача маълумот келтирилади.

ДКТ фаолиятини стандартлаштириш бўйича бир неча ташкилотлар шуғулланади: улар ичида тармоқ технологияларининг очик фонди (Open Networking Foundation, ONF), Интернетнинг инженерлик масалалари бўйича ишчи гуруҳ (Internet Engineering Task Force, IETF) ва Халқаро электралоқа бирлашмасининг стандартлаштириш сектори алоҳида ўрин тутаяди.

Уларнинг ҳар бири ДКТ тўғрисида ўзларининг андозаларини ишлаб чиқишган.

ДКТ архитектураси бўйича стандартлаштириш ташкилотларининг фикрлари асосан бир хил:

уларда ДКТ архитектураси инфраструктура, марказий бошқарув тизими (контроллер) ва иловалар сатҳларидан иборат дейилади.

Яратилган умумий стандартлар асосида “очик” типдаги (хамма қўллаши мумкин бўлган ечимлар) ечимларни ишлаб чиқиш билан бир неча ташкилотлар шуғулланади.

1. Уларнинг бир қисми OpenDaylight номли уюшма таркибида бирлашганлар. Уюшма таркибига IBM, Juniper Networks, Cisco, Red Hat, VMware, Citrix, Ericsson, Microsoft, NEC, Big Switch Networks, Brocade Communications Systems каби ташкилотлар киради. Уларнинг асосий вазифаси ДКТ нинг ягона умумлашган очик типдаги платформасини яратиш, тайёр маҳсулотлар асосида очик типдаги ДКТ тузилмасининг маълум бир классини (фреймворк) ини ишлаб чиқиш ҳисобланади.

2. Кейинги катта уюшма Open vSwitch номи билан маълум. Уюшма коммутатор сатҳида виртуаллаштирилган тармоқ муҳитини яратишда кеоак

бўладиган очик типдаги дастурий таъминотни ишлаб чиқиш билан шуғулланади. Улар қаторига Citrix, RedHat, Canonical, Oracle, FreeBSD Foundation, Nicira каби йирик компаниялар киради.

3. OpenStack номли уюшма ДКТ асосидаги “Булут” муҳитида ҳисоблаш инфраструктура яратиш билан шуғулланади. Улар қаторига AT&T, AMD, Brocade Communications Systems, Canonical, Cisco, Dell, EMC, Ericsson, Groupe Bull, HP, IBM, Inktank, Intel, NEC, Rackspace Hosting, Red Hat, SUSE Linux, VMware, Yahoo! каби компаниялар киради.

ДКТ инфраструктура сатҳини бошқаришда асосий масалалардан бири унинг топологиясини яратиш ҳисобланади.

ДКТ инфраструктура сатҳи ўзининг шаклига кўра мурракаб тақсимланган тузилишга эга ва шу боис уни лойҳалаштиришнинг асосларидан бири тапологияни синтез қилиш вазифаси ҳисобланади. Ушбу муаммо тўғрисидаги маълумотлар кейинги бобларда ёритилади.

#### **IV боб бўйича савол ва топшириқлар**

1. ДКТ бошқаруви қандай восита орқали амалга оширилади?
2. Тармоқ операцион тизимининг функционал вазифалари нималардан иборат?
3. Контроллернинг архитектураси тўғрисида мустақил иш яратинг.
4. ДКТ тармоғининг бошқаруви қандай амалга оширилади?
5. “out-of-band” ва “in-band” бошқарув алоқа усулларининг қиёсий таҳлили.
6. ДКТ бошқарув сатҳи операцион тизимининг хусусиятлари ва функционал вазифалари.
7. ДКТ тармоғи операцион тизимига қўйиладиган асосий талаблар.
8. NOX-Classic, NOX, POX операцион тизимлари тўғрисида нималар биласиз?



9. SNAC (Simple Network Access Control), Beacon операцион тизимларини тавсифланг.

10. Бир оқимли конвейер асосида ДКТ контроллерларига коммутатордан келган маълумот асосида янги оқим учун маршрут аниқлаш схемасини тушунтиринг.

11. Beacon контроллерида кўп оқимли конвейер асосида маълумотлар қайта ишлаш схемасининг ишини тушунтиринг.

12. Maestro, Floodlight, Ryu, MUI каби ДКТ операцион тизимларига изох беринг. Қайд этилган контроллерлар иши тўғрисида мустақил иш яратинг.

13. Тарқоқ ҳолдаги ДКТ тармоғи операцион тизимини ташкил этиш схемасини тушунтиринг. Мавзу бўйича мустақил иш яратинг.

14. ДКТ тармоғининг дастурий таъминотини яратишда қўлланиладиган дастурлаш тиллари тўғрисида мустақил иш яратинг.

## **V БОБ. ДАСТУРИЙ КОНФИГУРАЦИЯЛАНАДИГАН ТАРМОҚЛАРДА ВИРТУАЛЛАШТИРИШ МАСАЛАЛАРИ**

### **5.1. Виртуаллаштириш технологиясининг мазмун-моҳияти ва афзалликлари**

Ахборот - коммуникация тармоқларида сервер инфраструктурасини шакллантириш жараёни ҳар бир иловани алоҳида серверда жойлаштиришни кўзда тутди. Бундай ёндошув юкларнинг ҳажми катта бўлган ҳолларда ҳисоблаш ресурсларини керакли илова билан таъминланишини, ҳамда жорий иловани бошқа иловалардан алоҳида бўлишини, бир иловани тўсатдан ишламай қолиши бошқаларининг ишлашига таъсир кўрсатмаслигини кафолатлайди.

Аммо бу вариант серверларнинг сонини ва харажатларни кескин кўпайтишига олиб келади.

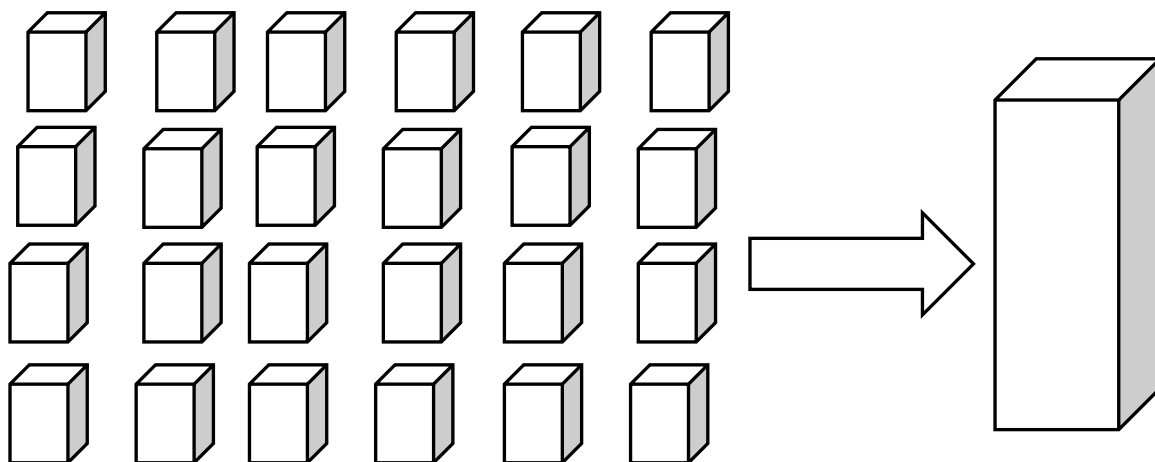
Сервер воситаларидан бундай схема асосида фойдаланишнинг аксарият ҳолларида ҳисоблаш қувватларининг юкланганлик даражаси статистик маълумотларга кўра ўртача 10 % дан ошмаслиги қайд этилган. Яъни, кўп ҳолларда сервер компьютерларининг ҳисоблаш қувватлари ишлатилмай бўш туриши кўрсатиб берилган.

Виртуаллаштириш технологияси сервер компьютерларининг ҳисоблаш қувватларидан унумли фойдаланишни таъминлайди.

Бошқача айтганда, виртуаллаштириш технологияси сервер компьютерларининг ресурсларини иловалар ўртасида рационал тақсимланишини амалга оширади. Илова фақат ўзи учун ажратилган ресурсларни кўради ва ўзи учун алоҳида сервер ажратилган, деб ҳисоблайди. Бунда сервер иловаларининг унумдорлигини, хавфсизлигини ва ишлатишга қулайлик даражасини пасайтирмасдан “битта сервер - бир нечта иловалар” ҳолати ташкил этилади. Бундан

ташқари виртуаллаштириш технологияси бир бўлимда ҳар хил операцион тизимларни ишга тушириш имконини яратади.

Виртуаллаштириш технологияси битта жисмоний компьютер таркиби-да бир нечта виртуал компьютерларни ишга туширилишига имкон яратади (36 - расм).



36 - расм. Виртуаллаштириш технологияси асосида битта жисмоний компьютер таркибида бир нечта виртуал компьютерларни шакллантириши схемаси.

Виртуаллаштириш технологияси компьютер ресурсларини бир неча муҳит доирасида тақсимланишига имкон яратади, натижада битта компьютер бир неча компьютерларнинг ишини бажариши мумкин бўлади.

Виртуал сервер ёрдамида бир неча операцион тизим ва бир неча иловаларни битта компьютер доирасида жойлашишига шароит яратилади.

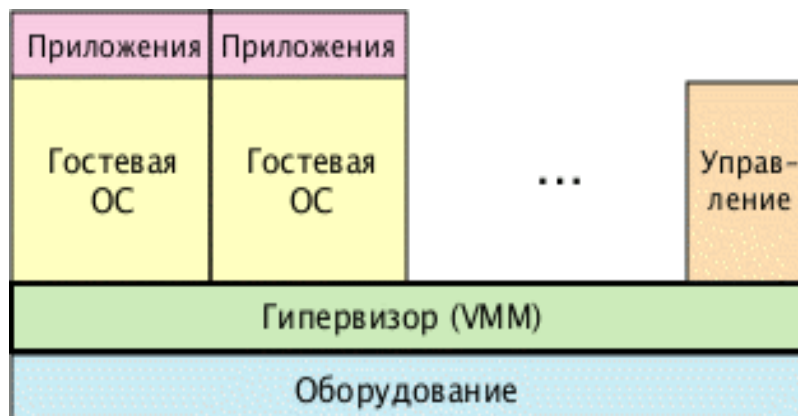
Виртуаллаштириш қандай вазифани бажаради, деган саволга кенг маънода шундай жавоб бериш мумкин:

виртуаллаштириш – ҳисоблаш жараёнлари ва ҳисоблаш ресурсларини бир-биридан изоляциялаш вазифасини бажаради.

Бу жараён амалиётда қуйидагича амалга оширилади:

дастлаб сервер компьютерига махсус операцион тизим ўрнатилади. Бундай операцион тизим “гипервизор”, деб номланади.

Сўнг гипервизор таркибига бир ёки бир нечта “меҳмон” операцион тизимлар ўрнатилади. Уларнинг ҳар бирида ўзига мос иловалар мустақил иш юритиши мумкин (37 - расм).



37 - расм. Виртуаллаштириш схемаси.

“Меҳмон” операцион тизим нуқтаи назаридан гипервизорли сервер виртуал сервер компоненталаридан (процессор, хотира, қаттиқ диск ва б.) иборат сервер кўринишида бўлади. Бундай виртуаллаштирилган сервер компоненталарининг тўплами, “меҳмон” операцион тизим ва иловалар биргаликда “виртуал машина” деб номланади. Битта сервер компьютерида бир нечта виртуал машина жойлаштирилиши мумкин (38 - расм).



38-расм. Виртуал машина.

Сервер компьютерига ўрнатилган гипервизор “меҳмон” операцион тизимларини компьютер “темир” қурилмаларидан ажратади ва сервернинг ресурсларини виртуал машиналар ўртасида бўлинишини таъминлайди.

Виртуал машина ўзининг хусусий операцион тизими ва иловаларига ҳамда виртуал тезкор хотираси, қаттиқ диски ва тармоқ адаптерига эга бўлиб, худди жисмоний компьютер каби фаолият юритади.

Виртуал машиналар техник воситаларни ўз таркибига қўшмайди, улар фақат дастурий компоненталардан таркиб топади. Бундай тузилма уларга жисмоний воситаларга қараганда қуйидаги афзалликларни яратади:

1. Бирга муносабатда бўлаолишлик. Виртуал машиналар ҳар қандай стандарт компьютерлар билан муносабатда бўла оладилар. Виртуал машина худди жисмоний компьютерга ўхшаб ўзининг хусусий “меҳмон” операцион тизими бошқаруви асосида ишлайди ва ўзининг шахсий иловаларини (масалаларини) бажаради. У жисмоний компьютер каби ўзининг оналик платасига, видеокартасига, тармоқ контроллерига ва бошқа компоненталарга эга. Шунинг учун жисмоний компьютерларда бажариладиган ҳар қандай дастурий таъминотларни виртуал машиналарда бажариш мумкин.

2. Изоляцияланганлик. Виртуал машиналар худди жисмоний компьютерлар каби бир-бирлари билан бутунлай ажратилган ҳолда бўладилар. Бошқа сўз билан, виртуал машиналар бир-бирлари билан ҳеч қандай боғ-ланишсиз битта жисмоний компьютер ресурсларини ишлатишлари мумкин. Бунда улар худди алоҳида жисмоний компьютер фаолият кўрсатганидек ишлайдлар. Масалан, бир жисмоний сервер компютери да тўртта виртуал машини ташкил этилган бўлса, улардан бирининг ишламай қолиши бошқасига ҳеч қандай таъсир кўрсатмайди.

Интернет тармоғидан олинган статистик ҳисоб-китоб маълумотларида, гипервизорни харид қилиш, уни сервер компютерига ўрнатиш харажатлари катта эмаслиги, яъни сервер ҳисоблаш ресурсларининг бор йўғи 3 % ни ташкил этиши келтирилган.

Гипервизор ёрдамида сервер ресурсларини бир вақтнинг ўзида бир неча иловалар учун ишлатиш мумкин.

Виртуаллаштириш сервернинг фойдали иш коэффициентини 10 % дан 70 % гача кўтарилишига имкон яратади.

Бошқача айтганда, виртуаллаштириш оқибатида битта жисмоний тизим доирасида ушбу тизим таркибида бир нечта виртуал тизимлар яратилиши мумкин.

Виртуал тизимлар виртуал ресурслардан фойдаланиб мустақил фаолият юритадиган муҳитлар ҳисобланади. Виртуаллаштириш гипервизор технологияси негизида амалга оширилади.

Гипервизор – ресурслар виртуаллаштирилишини амалга оширадиган дастурий таъминот.

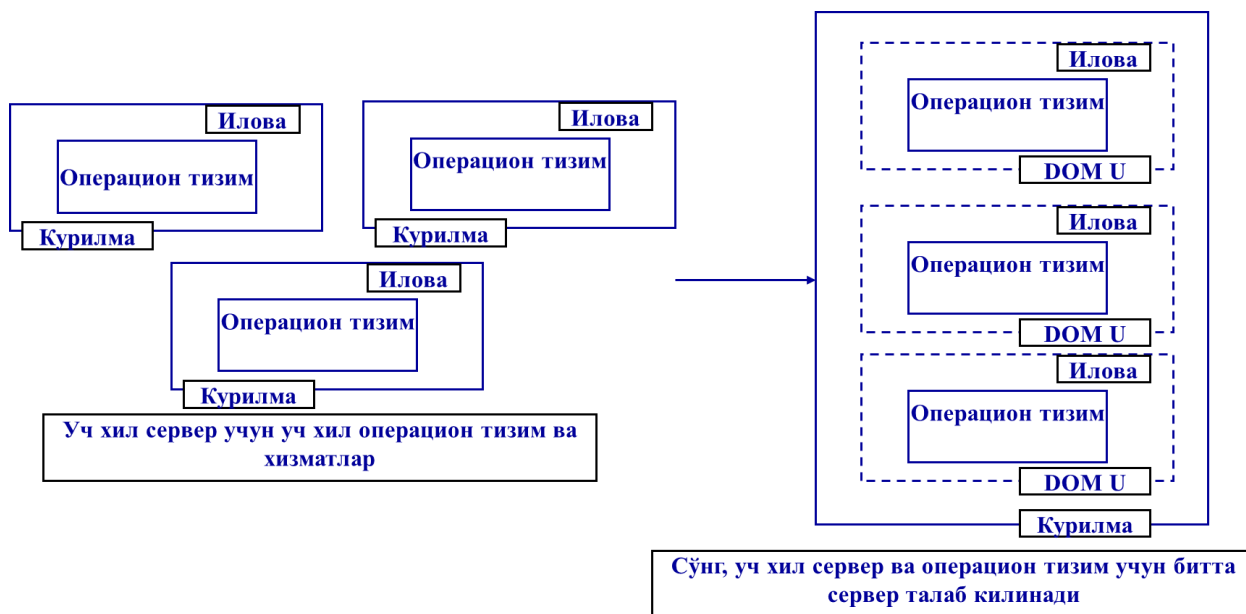
Виртуаллаштириш ёрдамида битта жисмоний ресурсдан бир нечта виртуал ресурслар яратиш мумкин. Бошқа сўз билан виртуаллаштириш – бу жисмоний ёндошувдан мантиқий ёндошувга ўтиш (39 - расм).

Демак, виртуаллаштириш оқибатида ҳар бир янги илова учун янги сервер ажратилишига ҳожат қолмайди, хатто тармоқдаги серверлар сони камайтирилиши ҳам мумкин.

Виртуаллаштиришнинг қуйидаги турлари мавжуд:

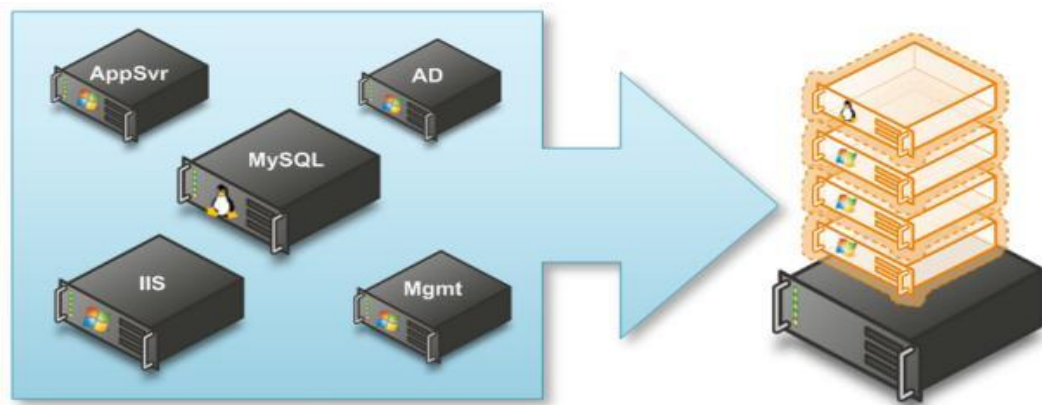
- сервер компьютерларини виртуаллаштириш;
- операцион тизим даражасида виртуаллаштириш;
- иловаларни виртуаллаштириш;
- фойдаланувчи иш жойларини виртуаллаштириш.

1. Сервер компьютерини виртуаллаштириш - битта жисмоний серверда бир нечта виртуал серверларни ишга туширишни назарда тутати (40 - расм). Ҳар бир виртуал машинага операцион тизим ва унга иловалар ва хизматлар ўрнатилиши мумкин.



39 - расм. Виртуаллаштириш натижасида жисмоний ёндошувдан мантиқий ёндошувга ўтиш схемаси.

Виртуал машина Майкрософт компаниясининг Hyper-V, Virtual Server, Virtual PC каби дастурий маҳсулотлари негизида яратилиши мумкин.



40 - расм. Сервер компьютерини виртуаллаштириш.

Виртуализация технологиялари ёрдамида битта катта қувватга эга жисмоний сервер компьютери таркибида бир нечта виртуал сервер ташкил этилиши жисмоний серверларнинг сонини камайишига, уларни хариди учун кетадиган харажатларни иқтисод қилинишига олиб келади.

2. Операцион тизим даражасида виртуаллаштириш. Бу вариантда мустақил равишда параллел ишлайдиган операцион муҳитлар битта сервер компьютрининг (“хост” компьютернинг) операцион тизим негизида шакллантирилади. Бунда ҳар бир “меҳмон” дастурий таъминоти учун алоҳида тармоқ ва аппарат доираси шакллантирилади (41 - расм). Бу вариантнинг асосий афзаллиги аппарат ресурсларидан самарали фойдаланишга имкон яратилиши, камчилиги эса фақат бир хил ҳисоблаш муҳити негизида ишлай олиши ҳисобланади.

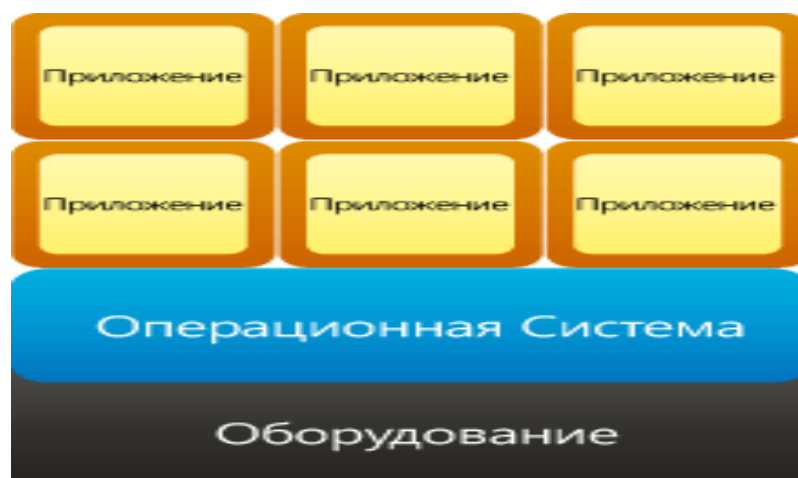




41- расм. Операцион тизим даражасида виртуаллаштириш.

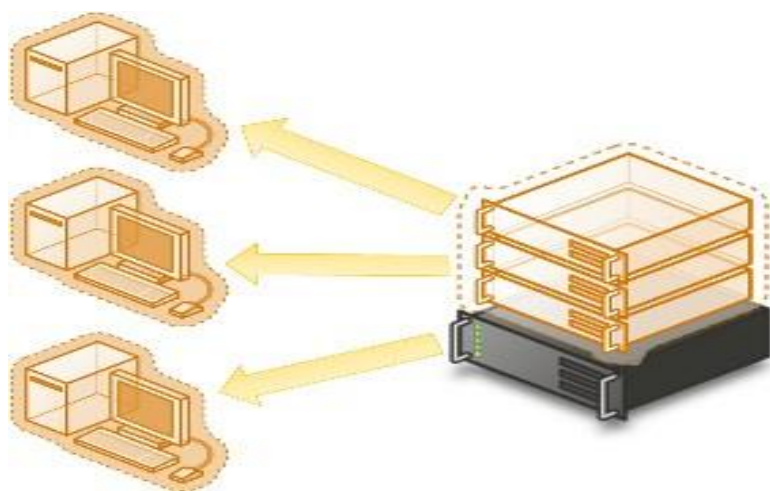
3. Иловаларни виртуаллаштириш. Бу технология битта жисмоний компьютерда, аниқроғи битта операцион тизим доирасида бир вақтнинг ўзида бир-бирига зид (яъни, бир-бири билан ишлай олмайдиган, бир-бирига тўғри келмайдиган) бўлган бир нечта иловалардан фойдаланишга имкон яратади. Иловалар бир-бирига халақит қилмаган ҳолда мустақил ҳамда операцион тизимга ҳеч қандай ўзгартиришлар киритмасдан ўз вазифалари ни бажаридилар (42 - расм).

Иловаларни виртуаллаштириш технологияси иловаларни операцион тизим томонидан бошқарилиш жараёнларини “изоляциялайди”.



42 - расм. Иловаларни виртуаллаштириш

4. Фойдаланувчи иш жойларини виртуаллаштириш. Бунда фойдаланувчи ўзига керакли иловани ўзининг терминалида кўради ва унинг асосида масаласини ечади, амалда эса илова узокда жойлашган компьютерда сақланади ва масала шу ерда бажарилади, фойдаланувчига фақат илова бажарилиши жараёнларининг расми узатилади (43 - расм).



43 - расм. Фойдаланувчи иш жойларини виртуаллаштириш.

Юқорида гипервизор ёрдамида жисмоний компьютерда бир нечта виртуал машиналар ташкил этилиши мумкинлиги тўғрисида маълумотлар келтирилган эди. Қуйида ушбу жараён батафсилроқ ёритилади.

Дарҳақиқат, классик кўринишда битта серверда фақат битта операцион тизим ўрнатилади ва у сервер компьютерининг ишлашини бошқаради. Операцион тизим сервернинг ҳамма ҳисоблаш ресурсларига эгалик қилади.

Виртуаллаштириш жараёнини амалга оширишда операцион тизим таркибига махсус дастурий таъминот кўшилади ва у сервер ҳисоблаш ресурсининг маълум бир қисмини операцион тизимдан изоляцияланган “контейнер” кўринишда бўлишини таъминлайди.

Бундай контейнерлар битта сервер таркибига бир нечта бўлиши мумкин. Улар юқорида келтирилганидек, мустақил фаолият юрита оладиган виртуал машиналар дейилади.

Ҳар бир виртуал машинага алоҳида, фақат ўзига карашли операцион тизим ўрнатилиши мумкин бўлади. Бундай тартибда ўрнатилган операцион тизим ўзининг аппарат қисми виртуал контейнер эканлигини сезмайди ҳам.

Шундай қилиб, битта аппарат-дастур таъминотига эга жисмоний сервер компьютерининг операцион тизимига ўрнатилган махсус дастурий таъминот

унинг таркибида бирнечта мустақил виртуал сервер компьютерлари-ни ташкил этилишига имкон яратади. Бу дастурий таъминот юқорида, қайд этилганидаек, гипервизор деб номланади ва у контейнерлар, яъни виртуал серверлар яратилиши учун муҳит шакллантириб беради (5.6-чизма).

Бир жисмоний сервер компютерида гипервизор негизида яратилган виртуал сервер компьютерларининг ҳар бирига алоҳида ва ҳар хил операцион тизимлар ўрнатилиши мумкин, улар бир-бирларига ҳалақит қилмасдан, мустақил иш юритиш имкониятига эга бўладидар.

Бундай имконият фойдаланувчиларга ахборот технологиялари (АТ) ресурсларига фақат жисмоний тарафдан эмас, балки мантиқий тарафдан ёндошиб иш юритишга, АТ имкониятларидан оптимал фойдаланишга, яъни кенг доирадаги АТ ресурсларини (процессор, хотира ва б.) бир катта “омбордан” динамик режимда хоҳлаган пайтда олиб ишлатишлари мумкин бўлади.

Гипервизор қандай ишлайди, деган савол табиий. Виртуал машиналар-га (контейнерларга) ўрнатилган “меҳмон” операцион тизимлардан тушган сўровлар гипервизор томонидан қабул қилинади ва навбатма-навбат қайта ишланади. Сўровлар процессор қуввати билан ишлашга ёки тезкор хотира, маълумот сақлаш тизимлари ёки тармоқ картаси билан ишлашга тегишли бўлиши мумкин.

Қуйида хотира (маълумот сақлаш тизимлари) билан ишлаш жараёни батафсилроқ ёритилади.

Контейнерлардаги виртуал машиналарнинг операцион тизимларига гипервизор томонидан хотира ресурслари (дисклари)ни тақдим этишда одатда гипервизорнинг таркибидаги хотира ресурсларидан фойдаланилади. Бундай хотира ресурслари жисмоний сервернинг хотира дисклари ёки унга ташқи хотира ресурслари бўлиши мумкин. Ташқи хотира дискларига уланиш тегишли протоколлар ёрдамида амалга оширилади.

Ҳамма хотира дисклари учта характеристика билан тавсифланади:

1. Маълумот узатиш каналининг кенглиги;
2. Киритиш-чиқариш операцияларининг максимал сони;
3. Рухсат этилган максимал юклама даврида ўртача кечикиш вақти-нинг қиймати.

1. Маълумот узатиш каналининг кенглиги хотира тизимининг қуввати ва унга боғланиш интерфейси билан аниқланади. Амалиётда кенглик бўйича ўртача юклама катта бўлмайди ва 20 – 30 та виртуал серверлар гуруҳи шакллантирилганида ҳам секундига 50-100 мегабайтни ташкил этади. Табиий, айрим ҳолларда юклама энг юқори бўлиши мумкин. Бундай ҳолатларда ўтказиш кенглиги етмай қолиши мумкин, шунинг учун инфратузилмани режалаштириш пайтида эътибор айнан максимал юклама қийматига қаратилиши керак.

2. Киритиш-чиқариш операциялари бир оқимли ва кўп оқимли тартибда ўтказилиши мумкин. Лекин бугунги кунда қўлланилаётган замонавий операцион тизим ва иловаларнинг аксарияти кўп оқимли тартибда ишлашини назарда тутиб, ҳамма юкламани кўп оқимли, деб ҳисоблаш мақсадга мувофиқ бўлади.

Киритиш-чиқариш операциялари кетма-кет ва тасодиф бажарилиши мумкин. Юкламалар катта сондаги виртуал машиналардан келаётганлигини ва ҳар бир машинадаги юклама кўп оқимли бўлишини ҳисобга олинандиган бўлса, охир оқибатда маълумотларга кириш бутунлай тасодиф бўлади, деган хулосага келиш қийин эмас. Албатта, айрим ҳолларда кичик ҳажмдаги оқимлар учун маълумотларга кириш кетма-кет бажарилиши ҳам мумкин.

Ниҳоят, киритиш-чиқариш операциялари “ўқиш” ва “ёзиш” тартибла-рига бўлиниши мумкин. Классик модел бўйича етмиш фоиз “ўқиш” ва ўттиз фоиз “ёзиш” операциялари бажарилади, деб таъкидланади. Амалиётда бундай ҳолат фақат виртуал машиналарнинг иловалари учун бўлиши мумкин.

Кўп ҳолларда иловаларга мурожаат қилиш статистикаси билан хотира тизимига мурожаат қилиш статистикаси бир хил деган хулосага келинади. Аслида эса хотира тизимига мурожаат қилиш статистикаси бўйича ўртача ҳисобда 30 % “ўқиш” ва 70 % “ёзиш” операциялари бажарилади.

Бундай фарқ қаердан пайдо бўлади, деган савол табиий. Тафовут “кэш” хотирани ҳар хил даражада ҳар хил ишлатилишидан келиб чиқади. “Кэш” хотира иловада , виртуал машина операцион тизимида, гипервизорда ва хотира дискида ишлатилиши мумкин.

“Ўқиш” операциясининг бир қисми маълум бир даражадаги “кэш” га келиб тушиб жисмоний дискга етиб бормайди.

“Ёзиш” опрецияси ҳар доим жисмоний дискга етиб боради. Ушбу ҳолат хотира тизимларини режалаштириш даврида ҳисобга олиниши даркор.

3. Рухсат этилган максимал юклама даврида маълумот сақлаш тизимида юзага келадиган кечикиш вақти “меҳмон” операцион тизими хотира дискдан ўзига керакли бўлган маълумотни чақириб олиши учун кетадиган вақт билан характерланади.

“Меҳмон” операцион тизимини илова билан мулоқоти асосан қуйидаги кетма-кетликда амалга оширилади:

Илова - Операцион тизим - Виртуал машина - Гипервизор - Маълумот сақлаш тизими - Гипервизор - Виртуал машина - Операцион тизим – Илова.

Ушбу кетма-кетликда кечикиш биринчи навбатда маълумот сақлаш тизимидан сўровга жавоб олиш ва гипервизорни виртуал машина билан ишлаш бўғинларида пайдо бўлади.

Маълумот сақлаш тизимида маълумотни у сақланаётган ячейкадан ўқиш учун бир нечта операциялар кетма-кет бажарилиши талаб этилади ва хотира дискининг турига боғлиқ бўлади. Ячейкадан маълумотни ўқиш жараёнларини амалга ошириш учун кетадиган вақт айрим ҳолларда 9 мс ташкил этади. Бу жуда катта кечикишларни пайдо бўлишига олиб келади.

Гипервизор-виртуал машина бўғинида виртуал машинанинг қаттиқ диск контроллерлари ҳам виртуал ҳолатда бўлади. Виртуал машинага ўрнатилагн “меҳмон” операцион тизим ўзига тегишли хотира диски билан ушбу контроллер орқали мулоқотда бўлади.

Хотира дискига мурожаат бўлган пайтда виртуал машина гипервизор томонидан блокировка қилинади ва ишламайди.

Гипервизор виртуал контроллер командаларини ўзига қаратади ва виртуал машинани ишлатиб юборади. Сўнг гипервизорни ўзи “меҳмон” операцион тизим томонидан сўралган файлга (яъни, виртуал машина дискидаги файлга) чақириқ маълумотлари билан мурожаат қилади ва керакли операцияларни бажаради.

Керакли операциялар бажарилиб бўлганидан кейин гипервизор яна виртуал машинанинг ишлашини тўхтатади, жавоб командаларини шакллантиради ва виртуал машинага тгишли хотира диски номидан “меҳмон” операцион тизимнинг сўровига жавоб қайтаради.

Бундай операциялар жисмоний сервернинг марказий процессори томонидан қарийб 700 та тактгача операциялар бажарилишига олиб келади, охир оқибатда операциялар бажарилиши учун нисбатан кўп вақт кетади ва виртуал машинанинг ишлаш қуввати 40 % гача камайишига сабаб бўлади.

Жисмоний сервер таркибида виртуаллаштириш жараёнларини амалга оширишда келтирилган ҳолатларни албатта ҳисобга олиш керак бўлади.

Демак, виртуаллаштириш технологиясини жорий этилишида қуйидагиларга аҳамият бериш кўзланган мақсадга олиб келади:

- виртуаллаштириш жараёнларида ишлатиладиган маълумот сақлаш тизимининг таркиби тез, ишончли ва минимал кечикишлар билан ишлай-диган воситалардан иборат бўлиши керак;

- виртуаллаштириш муҳитини лойиҳалашда аппарат қисмига ажратил-ган маблағнинг камида 40 фоизини маълумот сақлаш тизимига ажратиш даркор.

Виртуаллаштириш технологияси 5-10 фоиз юкланган 5 ёки 10 та сервер компьютерлари ўрнига, ресурсидан 70 фоизгача фойдаланиладиган битта сервер компьютерини ишлатишга имкон яратади. Молиявий харажатлар камаяди – беш ёки ўнта сервер харид қилиш ўрнига битта сифатли сервер харид қилинади ва унинг ресурси 5 – 10 та серверларда бажариладиган масалаларни ечиш мақсадида ишлатилади.

Виртуаллаштириш оқибатида бир-бири билан қўшила олмайдиган иловалар битта жисмоний компьютер доирасида ишлай олиши мумкин бўлади.

## **5.2. Тармоқ виртуализацияси ҳақида асосий тушунчалар**

Тармоқ виртуализацияси деганда маълумот узатиш тармоғининг реал жисмоний воситаларини мантиқий тармоқ кўринишида тасвирлаш технологияси тушунилади.

Тармоқ виртуализациясининг икки тури мавжуд:

1. Ташқи виртуализация (external) – битта жисмоний тармоқни бир нечта мантиқий тармоқга бўлиш ёки тескариси – бир нечта жисмоний тармоқни битта мантиқий тармоқга бирлаштириш.

2. Ички виртуализация (internal) – жисмоний маълумот узатиш тармоғи иштирокисиз битта жисмоний сервер компьютери ичидаги виртуал машиналар орасида мантиқий тармоқ яратиш.

Тармоқ виртуализацияси аксарият ҳолларда дислокация қилинган, яъни ҳар хил “нуқталарда” жойлашган бир нечта жисмоний локал компьютер тармоқларини ягона мантиқий тармоқга бирлаштириш мақсадларида ишлатилади.

Шу йўл билан локал тармоқга масофадан туриб кириш (VPN технологияси) ёки жисмоний тармоқни мантиқий тармоқларга бўлиш (VLAN технологияси) таъминланади.

Тармоқ виртуализацияси охириги пайтларда нисбатан янги соҳа ҳисобланган маълумот қайта ишлаш марказларини виртуал тармоқлар асосида яратишда кенг қўлланилаёпти.

Маълумот қайта ишлаш марказларида кенг қамровли фойдаланувчиларнинг юкламалари бир-биридан ажратилиши, бир фойдаланувчининг мантиқий тармоғи доирасидаги муносабатларнинг шаффофлиги ҳамда бутун тармоқ инфраструктурасини марказлашган ҳолдаги блшқаруви таъминланиши талаб этилади. Шу билан бирга тармоқ ички виртуализациясини амалга ошириш, яъни бир жисмоний серверда бир нечта виртуал машиналарни шакллантириш масалалари пайдо бўлади. Жисмоний серверлар орасида виртуал машиналарни миграциялаш (уларни биргаликда фаолиятини ташкил қилиш) каби қийин кечадиган қўшимча вазифалар пайдо бўлади. Ушбу ва бошқа муаммоларни ҳал қилишда тармоқ втртуализациясини қўллаш яхши натижа беради.

Маълумот қайта ишлаш марказларида тармоқ виртуализацияни қўллаш жараёнлари мантиқий тармоқ ташкил этилиши доирасида янги технологияларни ишлаб чиқилишига олиб келди, улар қаторига “VXLAN, NVGRE и STT” номли технологияларни келтириш мумкин. Шу билан бирга дастурий конфигурацияланадиган тармоқлар негизида виртуаллаштириш ҳамда виртуал тармоқларнинг комплекс боқарувини амалга ошириш йўналишлари пайдо бўлди ва бугунги кунда ривожланаяпти.

Қуйида тармоқ виртуализациясида қўлланиладиган традицион технологиялар тўғрисида маълумотлан келтирилади.

VLAN технологияси. LAN локал тармоқнинг қисқартирилган ҳолдаги ёзуви. VLAN технологияси – бу жисмоний локал тармоқни мантиқий тармоқларга бўлиш воситаси.



VLAN (яъни, мантикий локал тармоқ) тармоқлари бир-бирдан изоляцияланган ҳолда бўлади. Улар орасидаги трафик (оқим)ни узатилиши фақат маршрутизатор орқали узатилади.

Бир мантикий тармоқ (VLAN) га тегишли коммутация тугунлари жисмоний жойлашган нукталари қаерда бўлишидан қатъий назар уларнинг бири-бири билан ўзаро муносабатлари, бир нуктадаги доменга ҳамма нукталар (“широковеша-тельный домен”) боғлангандек шароитда амалга оширилади.

Мантикий тармоқ таркибига киришнинг бир неча усуллари мавжуд. Қуйида улар тўғрисида маълумот келтирилади.

1. Портга тегишлилиги бўйича идентификациялаш (port-based) усули. Бундай ёндошув кенг тарқалган ва кўп тармоқ воситалари томонидан қўллаб-қувватланади.

Бу усулда жисмоний тармоқни бир нечта мантикий тармоқларга бўлиниши жисмоний тармоқда ишлатиладиган қурилмаларга боғлиқ бўлади.

Энг содда ҳолатда коммутатор трафикни у ёки бу мантикий тармоқга (яъни, VLAN га) тегишли эканлигига ва қайси портдан қабул қилинганлигига қараб аниқлайди. Шу сабабли, ҳар бир VLAN мантикий тармоғи жисмоний коммутатор билан алоҳида боғланиши керак бўлади.

Агар маълумотни ҳар хил VLAN мантикий тармоқларидан битта порт орқали узатиш талаб этилган бўлса, бундай порт магистрал порт ёки транк – коммутатор ва ҳар хил VLAN мантикий тармоқларининг трафиклари узатиладиган бошқа тармоқ воситаси орасида ташкил этиладиган нукта – нукта типидagi канал.

Транк коммутатор ва бошқа тармоқ воситаси орасидаги нукта-нукта типидagi канал бўлиб, у орқали ҳар хил VLAN мантикий тармоқларининг трафиклари узатилиши мумкин. Транк OSI моделининг иккинчи канал сатҳига мансуб бўлиб, у орқали кадрни узатиш жараёнида коммутатор уни қайси VLAN

мантикий тармоғидан олинганлиги ва қаерга узатилиши кераклигига қараб коммутация жараёнини бажаради.

Узатилаётган ахборот қайси VLAN га тегишли эканлигини аниқлаш учун IEEE ташкилотининг 802.1Q протоколи ишлатилади. Унга мувофиқ Ethernet кадр сарлавҳасига «тэг» жойлаштирилади. “Тэг” нинг размери 4 байтдан иборат, шу билан бирга унинг таркибида VLAN ID майдони мавжуд. VLAN ID майдони кадр қайси VLAN га мансублигини кўрсатади. Протокол битта жисмоний тармоқда 4096 гача мантикий тармоқ яратилишини қўллаб-қувватлайди.

ва у қайси VLAN мантикий тармоғига тегишли эканлигини аниқлайди. VLAN ID майдони асосидаги протокол битта жисмоний тармоқда 4096 тага-ча мантикий тармоқ ташкил этилишини қўллаб-қувватлайди.

Пакет Транк коммутатор орқали узатилаётганида, у пакетни қайси VLAN мантикий тармоғидан олинганига қараб “тэглайди” . Ҳамма “Тэгланмаган” трафик учун алоҳида VLAN мантикий тармоғи ажратилади.

2. MAC адресга тегишлилиги бўйича идентификациялаш усули (MAC-based).

Агар тармоқ воситалари ушбу технологияни қўллаб-қувватласа (яъни, ушбу технология асосида ишлай олса) коммутация тугунини мантикий тармоқга аъзолик белгиси MAC адрес билан VLAN ID майдони ўртасидаги мутаносиблик жадвали (таблица соответствия) ёрдамида берилиши мумкин.

3. Протоколга тегишлилиги бўйича идентификациялаш усули (protocol-based).

Локал тармоқга тегишлилиги OSI модели 3-4 сатҳининг қайси протоколи асосида шаклланган маълумот Ethernet кадрда (яъни, иккинчи сатҳ протоколида) мавжудлиги билан аниқланади. Масалан, битта VLAN мантикий тармоғи бутун IP трафикни бирлаштириши мумкин.

VLAN технологиясининг афзалликлари қуйидагича изоҳланиши мумкин:

1. Коммутация тугунлари жисмонан қандай дислокация қилингани ва қандай топологияга эга бўлишидан қатъий назар уларни бирлаштириб мантиқий тармоқ шакллантиришга имкон яратади;

2. Ҳар бир VLAN битта кенг тарқатувчи домен сифатида намоён бўлганлиги сабабли, кенг доирада узатиш ҳолатида трафик бир VLAN таркибига кирувчи коммутация тугунлар орасида тарқатилади. Бунинг оқибатида алоқа каналларининг узатиш қобилияти ва тармоқ воситаларининг ҳисоблаш ресурсларидан оптимал фойдаланишга эришилади;

3. VLAN технологияси бугунги кунда аксарият мавжуд тармоқ воситалари томонидан қўллаб – қувватланади.

Шу билан бирга, VLAN технологиясининг камчиликлари ҳам йўқ эмас;

1. Мантиқий тармоқ умумий жисмоний воситаларни шундай бўлинишига олиб келади-ки, бунда бир мантиқий тармоқнинг трафиклари бошқа мантиқий тармоқ юкламаларига таъсир кўрсатиши мумкин. Тармоқ ресурсларини тўғри тақсимланишини таъминлаш учун қўшимча QoS (Quality of service) механизмлари талаб этилади;

2. Мантиқий тармоқларнинг сони 4096 тадан ошмаслиги керак, бу сон аксарият маълумот қайта ишлаш марказлари учун камлик қилиши мумкин.

Virtual Private Network (VPN) - технологияси – мавжуд оммавий тармоқлар таркибида виртуал хусусий тармоқларни яратиш технологияларининг умумий номи

VPN технологияси бир нечта тармоқ ҳолдаги локал тармоқлар орасида алоқа ўрнатиш мақсадида ишлатилиши мумкин, масалан, компания филиалларининг тармоқларини бир-бири билан боғлашда, узок масофадаги локал тармоқлар орасида нукта-нукта туридаги алоқа ўрнатишда.

Оммавий тармоқ доирасида яратилаётган виртуал хусусий тармоқининг хавфсизлик даражаси оммавий тармоқнинг хавфсизлик даражасига боғлиқ эмас.

Бу ҳар хил криптографик ва туннеллаш воситаларидан фойдаланиш орқали эришилади.

Туннеллаш – бу шундай жараён-ки, бунда икки охири нуқталар орасида ҳар хил протоколларни инкапсуляциялаш (яъни, мослаштириш) операциясини бажариш ёрдамида мантиқий боғланиш амалга оширилади.

Кўп ҳолларда VPN тармоғида туннеллаш жараёнини амалга оширадиган протокол сифатида IP протоколи ишлатилади.

VPN тармоғида талаб этилган хавфсизлик даражасини таъминлаш жараёнлари икки турга бўлинади:

- ҳимояланган VPN тармоғи –VPN тармоғининг кенг тарқалган варианты ҳисобланиб, бунда ҳимояланмаган тармоқ таркибида ҳимояланган тармоқ яратилиши таъминланади (масалан, Интернет тармоғи таркибида). Технология шифрлаш воситаларини қўллашга асосланганлиги сабабли, уни ишлатиш жараёнида маълумот узатиш тезлиги нисбатан камаяди.

- ишонч билдирилган VPN тармоғи – бу вариантда маълумот узатиш тармоғига ишонч билдириш даражаси анча юқори бўлганлиги сабабли, бундай виртуал тармоқлар асосан трафикларни ажратиш мақсадида ишлатилади.

VPN тармоқларида туннеллаш ва шифрлаш жараёнлари техник воситаларни қўллаш асосида (бунда маълумот узатиш тезлиги анча юқори бўлади) ёки фақат дастурий воситалар ёрдамида яратилиши мумкин.

Қуйида нисбатан кенг тарқалган VPN технологиялари тўғрисида маълумотлар келтирилади.

IP протоколида ишлайдиган тармоқга ўрнатиладиган VPN технологияси, қисқартирилган номи - IPSec номли VPN технологияси. Ушбу вариант бир нечта протоколлар тўпламини IP тармоғига ўрнатиш негизида ташкил этилади. Ушбу протоколлар ёрдамида IP тармоғи “устида” ишончли боғланишлар ташкил этилади.

IPSec номли VPN технологияси таркибига кирувчи протоколлар томонидан виртуал боғланишлар бузилиб кетмаслигини таъминлаш, аутентификациялаш ва шифрлаш ҳамда тармоқда махвий калит маълумотлари билан алмашиш жараёнлари амалга оширилади.

Технология икки режимни, яъни канал ва туннел режимларни қўллаб - қувватлайди. Канал режимида фақат IP пакетнинг маълумотлар майдонидаги ахборотлар шифрланади, ҳамма сарлавҳалар ўзгармасдан қолади. Туннел режимида пакетнинг бутун таркиби сарлавҳалари билан биргаликда шифрланади, ва у шифрланган ҳолатда янги пакетга ўзгартирилади ёки мослаштирилади (яъни, мавжуд IP пакет янги пакетга инкапсуляцияланади - янги пакетга мослаштири-лади). Хавфсизлик нуқтаи назаридан туннел режими нисбатан яхшироқ ҳисоб-ланади.

PPTP номли VPN технологияси. Ушбу технология бир тармоқнинг икки коммутация тугуни орасида ёки икки локал тармоқ орасида ўзаро «нуқта-нуқта» туридаги туннел ташкил қилишда қўлланилади. Бунда PPP протоколи («нуқта-нуқта» боғланишни ташкил этадиган канал сатҳи протоколи) асосидаги кадр форматидаги маълумот махсус GRE номли протокол ёрдамида IP пакетига ўзгартирилади.

OpenVPN номли VPN технологияси – OSI моделининг учинчи сатҳида IP пакети ва иккинчи сатҳида Ethernet кадрлари узатилишини ташкил этиш мақсадларида туннеллар яратилишига имкон яратиб беради. Боғланишлар TCP ёки UDP протоколлари базасида амалга оширилади. Махсус калитлар ёрдамида маълумотлар шифрланади ва аутентификация жараёнлари қўллаб-қувватланади.

Ҳар хил идеологиядаги мантиқий тармоқларнинг трафикларини бир-биридан изоляциялаш, бир тарафдан ва иккинчи тарафдан, бир-бири билан мулоқотда бўла олиш имконига эга тармоқларнинг сонини кўпайтириш

масалалари VPN технологияси асосидаги мантиқий тармоқлар яратилишида долзарб масалалардан бири ҳисобланади.

Ушбу масалаларнинг оптимал ечимларини топишда туннеллаш технологияси қўлланилади муҳим аҳамият касб этади. Туннеллаш технологияси мантиқий тармоқларнинг самрадорлик кўрсаткичларини оширилишига “ўзининг муносиб ҳиссасини қўшади”.

Виртуал тармоқларни туннеллаш технологиясидан фойдаланган ҳолда ташкил этишда ҳар бир виртуал тармоқ идентификацияланади.

Бир чегаравий коммутация тугунидан узатилаётган кадр ушбу тугунга энг яқин бўлган “охирги туннел нуқтасидан узатилади” ва узатиш жараёнида транспортировка қилиш сифатидаги ташқи тармоқ протоколига мослаштирилади. Бунда ҳар бир кадрга туннеллаш протоколининг сарлавҳаси кўшилади. Сарлавҳа таркибига мантиқий тармоқнинг идентификатори ҳам кўшилади.

Сўнг маълумот узатувчи тарафида фойдаланувчи терминали туннелнинг бошланғич нуқтасига уланади, кейин маълумот қабул қилувчи уланган охирги коммутация тугуни излаб топилади ва пакет унга узатилади. Пакетнинг таркибига берилган кадр ва протоколнинг ташқи сарлавҳалари жойлаштирилади.

Пакетни туннелнинг икки охирги нуқталари орасида маршрутлаш учун инкапсуляцияланган пакетнинг ташқи сарлавҳасидан фойдаланилади. Туннелнинг иккинчи охирги нуқтасига пакет келиб тушганида ундан инкапсуляцияланган кадр ажратиб олинади ва мантиқий тармоқнинг идентификатори ва кадрнинг ички сарлавҳаси асосида унинг адресати аниқланади.

### **5.3. ДКТда виртуализация технологияси қўлланилишининг**

## хусусиятлари

Олдинги бандда тармоқ виртуализациясини амалга ошириш йўналишидаги маълумотлар ёритилган эди. Бундай усуллар негизда мантикий тармоқлар ярати-лишида муаммолар ҳам келиб чиқиш эҳтимоли йўқ эмас.

1 муаммо. Бундай тармоқ негизда маълумот қайта ишлаш маркази ярати-лаётганида жорий тармоқнинг ҳолатига қараб мантикий тармоқ таркибидаги виртуал машиналар орасидаги боғланишлар ва улар орасидаги туннеллар мунтазам равишда ўзгартирилиши керак бўлади. Бундай янги боғланишларни таъминлаш учун тармоқ воситаларини мунтазам сошлаб туриш керак бўлади.

Масалан, янги мантикий тармоқ ва жисмоний компьютер таркибида янги виртуал машина яратилганида, бир сервердаги виртуал машиналарни бошқа компьютер виртуал машиналари билан улаш жараёни амалга оширилиши табиий. Бунинг учун тармоқ воситалирининг конфигурациясига маълум ўзгартиришлар киритилиши керак бўлади. Бунда виртуал тармоқларни марказлашган ҳолда бошқарилишида махсус интерфейслар талаб этилади. Ҳар хил платформадаги воситалар билан боғлана олиши учун бу интерфейслар имкон қадар “очиқ” типда яратилиши керак бўлади;

2 муаммо. Мантикий тармоқ яратиш технологиясида умумий бир жисмоний воситанинг ресурслари мантикий тармоқлар орасида бўлинади, шу билан бирга тармоқни бошқариш ҳам ўзгаради, яъни маршрутлаш ва оқимларни тақсимлаш алгоритмлари ҳам ўзгариши керак бўлади. Бунда ДКТнинг маълумот узатиш сатҳи ўзгармайди, фақат бошқарув сатҳи жараёнлари ўзгаради.

Бир неча мантикий тармоқларда ҳар хил бошқариш усулларини қўллаш учун қўшимча бошқарув механизмларини ишлаб чиқиш керак бўлади.

Бу муаммолар дастурий конфигурацияланадиган тармоқларни қўллаш орқали бартараф этилиши мумкин бўлади.

Маълумот қайта ишлаш марказлари (МҚИМ) таркибидаги виртуал тармоқларнинг бошқарувини ДКТ ғояси негизда ташкил этиш асослари.

Маълумки, ДКТ нинг асосий ғояси тармоқни бошқариш сатҳини маълумот узатиш сатҳидан ажратиш ҳисобланади.

Ушбу ғояни маълумот қайта ишлаш марказлари таркибида шакллантирилган виртуал тармоқларни бошқариш жараёнларига қўллаб, тармоқ бошқарувини контроллерга юклаш орқали МҚИМ и виртуал тармоқ тизимининг мантиқий бошқарувини марказлаштириш ва автоматлаштиришга эришиш мумкин бўлади.

МҚИМ виртуал тармоқларининг бошқарувини ДКТ негизда амалга оширишда иккита масалани ҳал қилиш керак бўлади:

1. Коммутатор созламалари ўзгартирилишини автоматлаштириш;
2. Тармоқда маълумот узатиш жараёнларини бошқариш.

1. Коммутатор созламалари ўзгартирилишини автоматлаштириш масаласи куйидагича амалга оширилиши мумкин.

Бунинг учун битта сервер доирасидаги виртуал машиналарни ўзаро боғланишини амалга оширадиган ва бир неча серверлар орасида маълумот узатилиши учун қўлланиладиган виртуал коммутаторларга куйидаги ўзгартиришлар киритилиши керак бўлади:

- коммутаторларда янги виртуал портларни яратиш, керакмасларини йўқотиш ҳамда янги виртуал машиналар яратиш ва керакмасларини олиб ташлаш ёки бошқа портга миграция қилишда виртуал портларнинг конфигурацияси ўзгартирилиши керак;

- у ёки бу портга тегишли навбатлар конфигурациясини ўзгартириш, янгисини яратиш, эскисини йўқотиш. Навбатлар жисмоний тармоқ ресурсларини мантиқий тармоқлар орасида бўлинишини таъминлайди ва янги мантиқий тармоқ яратилиши ёки эскиси йўқотилиши оқибатида тармоқ конфигурациясини ўзгартирилишига шароит яратиб беради;

- портларни гуруҳга бирлаштирилишини бошқариш. Портларни бирлаштириш негизда яратилган гуруҳ портлар тўпламини битта типда



созланишини таъминлайди ва натижада портлар гуруҳи маълум бир мантиқий тармоқ билан боғланиши мумкин бўлади;

- контроллер ва коммутатор орасида боғланиш жараёнларини созлаш алгоритмларини аниқлайди, масалан, IP адрес ва контроллернинг TCP порти орасида.

Ушбу масалаларни ечиш учун “OpenFlow Management and Configuration Protocol (OF-Config)” протоколи ва бошқа тармоқ протоколларидан фойдаланиш мумкин. OF-Config протоколи тармоқ воситаларига боғлиқ бўлмаган “очиқ” типдаги протокол ҳисобланиб, OpenFlow коммутаторларини бошқариш учун ишлаб чиқилган.

Ундан ташқари, OVSDB протоколи “Open vSwitch” номли виртуал коммутаторнинг конфигурациясини бошқариш мақсадида ишлатилиши мумкин. Ушбу протокол ҳам “очиқ” типдаги протокол ҳисобланиб, тармоқ воситаларини ишлаб чиқарувчи бошқа компаниялар томонидан ҳам ишлатилиши мумкин.

2. Тармоқда маълумот узатиш жараёнларини бошқариш. Виртуал ва жисмоний коммутаторларнинг коммутациялаш жадвалларини бошқариш учун OpenFlow протоколи ишлатилиши мумкин.

Ушбу протокол ҳар хил классдаги трафик пакетларини қайта ишлаш ва маршрутлаш жараёнлари учун ҳар хил турдаги қоидалар қўлланилишига кўрсатмалар беради. Протоколнинг охириги вариантлари (1.3 ва ундан юқори) мантиқий портлардан фойдаланишни (яъни, мантиқий портлар орасида мулоқат ташкил этилишини), инкапсуляцияланган пакетларни қайта узатилишини ҳамда таркибида фойдаланилаётган туннеллаш протоколига мос мантиқий тармоқ идентификатори бўлган “Tunnel ID” майдонлар (масалан, VXLAN тармоғи учун VNI (virtual network identifikator)) ташкил этилишини кўзда туттади.

Бундай имконият туннеллаш усулини қўллаш асосида дастурий конфигурацияланадиган тармоғини виртуаллаштириш технологияси билан биргаликда ишлатилишига шароит яратади.

МҚИМ виртуал тармоқларининг бошқарувини ДКТ негизда амалга оширилишини юқорида тавсифланган иккита масалани ҳал қилган ҳолда куйидаги “очиқ код асосидаги” дастурий таъминотларнинг биргаликда фаолияти негизда ташкил этиш мумкин: “OpenStack Quantum” номли платформа асосидаги иловалар, “vSwitch” номли виртуал коммутатор ва “ Ryu” маркали контроллер дастурий воситалари негизда умумий майдон ташкил этиб, виртуал тармоқ яратиш ва унинг асосида МҚИМ фаолиятини юритиш.

**ДКТ бошқариш сатҳининг бўлиниши - FlowVisor.** ДКТ технологияси тармоқдаги трафикни бир неча классларга (оқимларга) бўлинишини ва ҳар бир оқим учун ўзига мос бошқарув алгоритми ишлатилишини кўзда тутди.

ДКТ да қўлланиладиган OpenFlow протоколи қоидаларида оқимларни ажратиш жараёни ҳар хил сатҳдаги айрим протколлар сарлавҳаларининг қийматларини аниқлаш ва ушбу қийматларни пакет сарлавҳаси билан солиштиришга асосланган. Бошқа сўз билан, ҳар бир сатҳдаги протокол учун сарлавҳанинг қиймати алоҳида аниқланади ва қабул қилинган пакет шу сарлавҳаларнинг қийматлари билан солиштирилади.

Бундай ёндошув тармоқни виртуаллаштиришга, шу билан бирга, ҳар бир мантиқий тармоқ учун ўзига мос бошқарув механизмлари ишлатилишига катта имкониятлар яратади.

Бундай имконият, яъни ДКТ тармоғи негиздаги виртуал тармоқларнинг бошқарув сатҳларини ажратиш, FlowVisor номли восита ёрдамида амалга ошиилади.

Flow Visor воситаси берилган оқимлар тўпламини бир неча тармоқ кесимларига (slices) ажратиб беради.

Ҳар бир кесим ўзининг мантиқий тасвирланишига ва мантиқий бошқарувига эга. Тармоқ кесими ушбу кесимда узатилаётган оқимлар тўплами ва

тармоқ топологиясининг мантиқий тасвирланиши (коммутаторлар, коммутатор портлари, ўзаро боғланишлар) орқали аниқланади.

FlowVisor воситасини ишлаб чиқишда унга қуйидаги тармоқ ресурсларини кесимларга ажратиб бериш вазифаси қўйилган:

каналларнинг ўтказиш қобилиятини кесимларга ажратиш: ҳар бир тармоқ кесимига каналлар узатиш қобилиятининг кафолатланган улушини тақдим этадиган механизмларини ишлаб чиқиш ва жорий этиш;

инфраструктура сатҳи тармоқ топологиясини кесимларга ажратиш: ҳар бир тармоқ кесими ўзининг мантиқий тармоқ тузилмасига эга бўлиши керак, яъни унинг таркибига кирувчи тугунлар ва улар орасидаги боғланишлар;

тармоқ воситаларининг ҳисоблаш ресурсларини кесимларга ажратиш: айрим ҳолларда пакетни қайта ишлаш учун тармоқ воситасининг марказий процессорини иштироки керак бўлади (slow forwarding), шунинг учун ҳар бир кесим процессор вақтининг кафолатланган улуши билан таъминланиши лозим;

коммутаторларнинг коммутациялаш жадвалларини кесимларга ажратиш: бир кесимга тааллуқли жадвалнинг коммутациялаш қоидалари бошқа кесим жадвалларининг коммутациялаш қоидаларидан изоляцияланган бўлиши лозим.

ДКТ нинг архитектураси нуқтаи назаридан, FlowVisor контроллер ва коммутатор орасида шаффоф прокси-сервер ҳисобланади. Битта FlowVisor га ҳар хил бошқариш мантиғига эга бўлган бир нечта контроллерлар уланиши мумкин. Уларнинг ҳар бири ўзига тегишли тармоқ кесимидаги воситаларни бошқаради.

FlowVisor маълум бир классга тегишли бир ёки бир нечта кесим трафикларини (яъни, оқимларнинг қандайдир тўпламини) бир хилда боғланишига имкон яратади. Трафик классификациясида тармоқдаги “охирги” тугунлар орасидаги трафик ёки бутунлай http-трафик бўлиши мумкин.

FlowVisor ҳар бир контроллерга тегишли тармоқ топологиясининг кўринишини белгилайди ва тармоқ ресурслари тақсимотини амалга оширади.

Ҳар бир контроллер мустақил бутун тармоқни бошқарувотганидек тасаввурга эга бўлади ва бошқа кесимлар борлиги тўғрисида ҳеч нарса билмайди.

FlowVisor ҳар бир трафик классни (тури) бир ёки бир нечта кесимларга тегишлилигини кўрсатиб беради.

**Кесим бошқаруви амалга оширилишининг алгоритми.** FlowVisor орқали кесим бошқаруви амалга оширилишининг умумий сценарийси (алгоритми) қуйидаги кетма - кетликда бажарилади:

- маълумотларни контроллердан коммутаторларга узатиш. Маълумотлар FlowVisor орқали узатилаётганида унинг манзили кўрсатилган коммутатор контроллерга тегишли кесимда жойлашганми ёки йўқлиги текширилади. Маълумотлар фақат ушбу кесимга тегишли коммутаторларга жўнатилади.

Агар маълумот таркибида коммутатор қоидаларини ўзгартириши кераклиги тўғрисида инструкциялар кўрсатилган ва бу инструкциялар қандайдир сарлавҳа майдонлари тўпламида ўз аксини топган бўлса, FlowVisor қуйидаги амалларни бажаради:

- контроллер бундай турдаги қоидаларни ўрнатиши ҳамда сарлавҳа майдонлари маълумотларига ўзгартириш киритиш мумкин ёки мумкин эмаслиги текширилади;

- қоидаларга ушбу кесимни аниқловчи сарлавҳа майдонлари қўшилади. Бу амал қоидани коммутаторда фақат белгиланган кесимга тааллуқли трафиклар учун қўллаш мақсадида бажарилади;

- қоидада келтирилган амаллар янғиси билан шундай алмаштирилади-ки, бунда коммутаторнинг фақат белгиланган кесим таркибига кирувчи портлари қатнашади;

- ҳамма амаллар бажарилганидан сўнг ўзгартирилган маълумот шу пакет узатилиши йўналишидаги бошқа коммутаторларга узатилади.

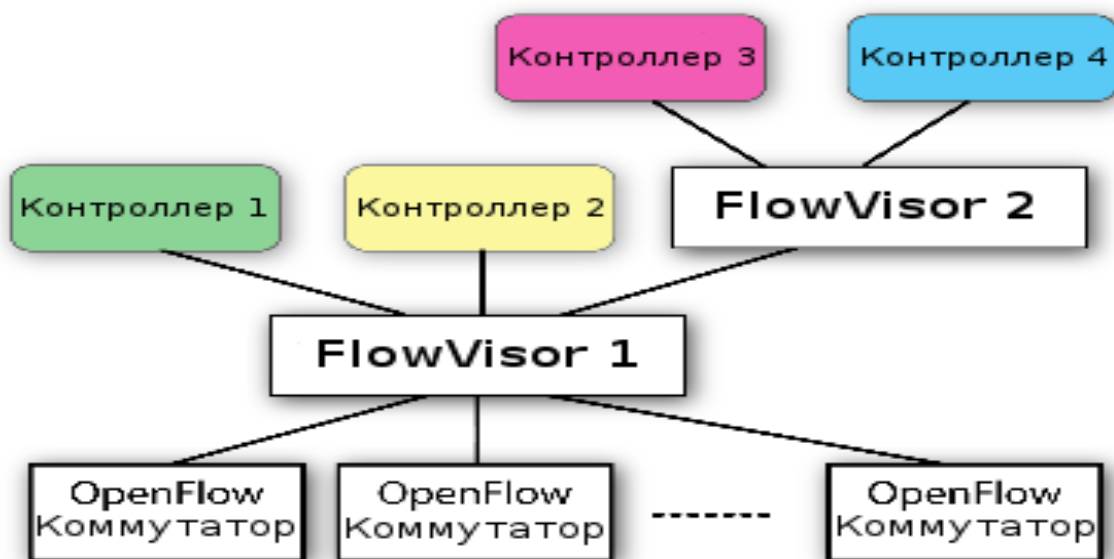
- маълумотларни коммутатордан контроллерга узатиш. Маълумот FlowVisor орқали узатилишида, маълумот узатаётган коммутатор қайси контроллерларнинг кесимлари таркибида бўлса, маълумот фақат шу контроллерларга жўнатилади;

- агар маълумот таркибида коммутатордаги маълум бир портларнинг ҳолатини ўзгартириш кераклиги тўғрисида ахборот бўлса, ҳар бир контроллер фақат ўзининг кесимига тегишли портлар ҳақидаги маълумотни олади.

- агар маълумот таркибида мослаштирилган пакет (инкапсуляцияланган пакет ёки PacketIn типидagi маълумот) тўғрисидаги маълумот бўлса, FlowVisor ушбу пакет сарлавҳасини ҳар бир кесим пакетларининг тўпламини тавсифловчи шаблон билан солиштиради ва маълумотни фақат кўрсатилган туркумга (классга) кирувчи трафикни бошқара оладиган контроллерларга жўнатади.

Шундай қилиб, FlowVisor икки томон мулоқотлари учун ҳам шаффоф: бир тарафдан, коммутаторлар учун FlowVisor тармоқда ягона контроллер сифатида намоён бўлади, икинчи тарафдан, яъни контроллер томонидан, маълумот FlowVisor орқали узатилишида, маълумотни коммутаторга узатиш тўғридан - тўғри амалга оширилаётганидек тасаввур қилинишини таъминлайди.

Тармоқни кесимларга ажратилиши бир нечта FlowVisor лардан фойдаланган ҳолда иерархик тузилма кўринишида амалга оширилиши мумкин (44 – расм). Расмга мувофиқ биринчи FlowVisor -1 тармоқда учта кесим ажратади, улардан бири ўз навбатида FlowVisor - 2 яна иккита кесим ажратади.



44 – расм. FlowVisor ёрдамида тармоқларни сегментларга иерархик бўлинишининг семаси.

**Тармоқ ресурсларининг бўлиниши.** Тармоқ ресурсларининг бўлиниши FlowVisor да қуйидагича амалга оширилади:

1. Тармоқ узатиш қобилиятини тақсимлаш. Тармоқ узатиш қобилиятини тақсимлашда OpenFlow протоколида кўзда тутилган навбатларни ташкил этиш механизмидан фойдаланилади.

Коммутаторнинг ҳар бир портида пакетларнинг бир нечта чиқиш навбатлари мужассамланган бўлиши мумкин. Агар контроллер коммутаторга “пакетни X портига йўналтириш керак”, деган бошқарув маълумоти юборса, FlowVizor ушбу маълумотни “Y навбатидаги X портига йўналтириш керак”, деган маълумотга ўзгартиради, бунда Y – тармоқнинг аниқ бир кесимидаги пакетлар навбати. Навбатлардан пакетларни танлаш механизми шундай созланади-ки, бунда ҳар бир кесим алоқа каналининг умумий маълумот ўтказиш қобилиятидан камида ўзи учун сўралган улушини олиши таъминланади

2. Тармоқ топологик структурасини тақсимлаш. Коммутатор билан янги ТСР боғланиш амалга оширилаётганида, FlowVisor коммутатор қайси контроллерларнинг кесимларида бўлса, фақат шу контроллерлар билан боғланишлар ўрнатади. Коммутатордан таркибида унинг конфигурацияси ва портлари ҳақидаги ахборотлар мужассамланган маълумот жўнатилаётганида ҳар бир контроллер фақат ўзининг кесимидаги коммутаторлар ва портлар тўғрисида маълумот олади.

Агар контроллерда тармоқ топологик структураси тўғрисида маълумот тўплашига ихтиёж пайдо бўлса, у “LLDP-пакетлар” номли пакетларни жўнатади. Ушбу жараён амалга оширилишида FlowVisor ҳар бир пакетни контроллерга тегишли кесимни характерлайдиган белгилар билан тўлдиради ва “жойлардан” жавоб “LLDP-пакетлар” ини олганида улардаги кесим белгиларини кесим белгилари билан солиштиради.

3. Процессорнинг ҳисоблаш ресурсларини тақсимлаш. Коммутатор марказий процессори иштирокида амалга ошириладиган ҳолатлар турини учтага аж-ратиш мумкин:

- янги оқимни ўрнатиш;
- контроллердан келган маълумотни қайта ишлаш;
- контроллер марказий процессори иштирокини талаб қиладиган пакетларни тўғридан-тўғри қайта ишлаш.

FlowVisor ҳар хил механизмлардан фойдаланиб, ҳамма учта ҳолат учун процессор ресурсини “адолатли” тақсимлаш жараёнларини амалга оширади.

А). Янги оқимни ўрнатиш. Коммутатор навбатдаги пакетни олганида, унинг сарлавҳасидаги адресат маълумоти жадвалдаги ҳеч бир қоидага тўғри келмаган ҳолда коммутатор PacketIn маълумотини контроллерга жўнатади.

FlowVisor ҳар бир кесимдан келаётган PacketIn маълумотлар частотасини назорат қилиб боради ва частотани характерлайдиган параметр белгиланган чегарадан чиқиб кетган ҳолда, коммутаторда янги қоида ўрнатади. Ушбу

қоидага мувофиқ, маълум бир қисқа вақт давомида шу кесим таркибидаги ҳамма пакетларни коммутатордан “чиқариб” ташлаш режими ўрнатилади.

Б). Контроллердан келган маълумотини қайта ишлаш. FlowVisor контроллердан келаётган маълумотлар частотасини олдиндан белгиланган нормадан чиқиб кетмаслигини мунтазам назорат қилиб боради. Контроллердан келаётган маълумотлар частотаси нормадан чиқиб кетган ҳолда FlowVisor ушбу контроллердан маълумот узатилишини вақтинчалик тўхтатиб қўяди.

С). Контроллер марказий процессори иштирокини талаб этадиган пакетларни тўғридан-тўғри қайта ишлаш. FlowVisor контроллерга марказий процессори иштирокида пакетларни қайта ишлаш қоидаларини коммутаторда ўрнатилишига рухсат бермайди.

Бундай қоидаларни ўрнатиш ўрнига контроллер PacketOut маълумотини коммутаторга жўнатади, унга мувофиқ, бундай амал таблицага янги маълумот ўрнатилмасдан бир маротаба бажарилишига рухсат берилади.

4. Коммутаторнинг қоидалар жадвалини тақсимлаш. FlowVisor ҳар бир кесим коммутаторининг қоидалар жадвалида максимал ёзувларни ўрнатади ва вақт ўтиши билан кесимда қоидалар сони белгиланган нормадан ошиб кетмаслигини назорат қилиб боради. Агар контроллер кесим қоидалар жадвалида максимал ёзувлар ўрнатилган ҳолатида янги қоидалар тўғрисидаги ёзувларни ўрнатишга уринмоқчи бўлса, FlowVisor ушбу хатони контроллерга “қоидалар жадвали тўла” маълумоти билан қайтаради. Юқорида қайд этилганидек, ҳар хил оқимларнинг сарлавҳасидаги қоидалар тўплами бир – бири билан кесишмайди, шу сабабли, контроллер бошқа кесим контроллери томонидан ўрнатилган қоидани ўзгартира олмайди.

Шундай қилиб, FlowVisor бошқарув ва маълумот узатиш сатҳлари бир-биридан ажратилган ҳолдаги виртуал тармоқларни яратишга имкон яратиб беради. Тармоқнинг ҳар бир кесими ўзининг контроллери томонидан бош-



карилади, контроллер ўзига тегишли кесим учун исталган бошқарув мантиғини ўрнатиши мумкин.

FlowVisorдан фойдаланиш бугунги кунда мавжуд бошқа виртуаллаштириш технологияларини алмаштириш эмас (масалан, VXLAN).

FlowVisor асосан ДКТ контроллери нуқтаи назаридан тармоқни ажратишга йўналтирилган, “охирги коммутация тугунлари” нуқтаи назаридан мантиқий тармоқларни яратишга эмас.

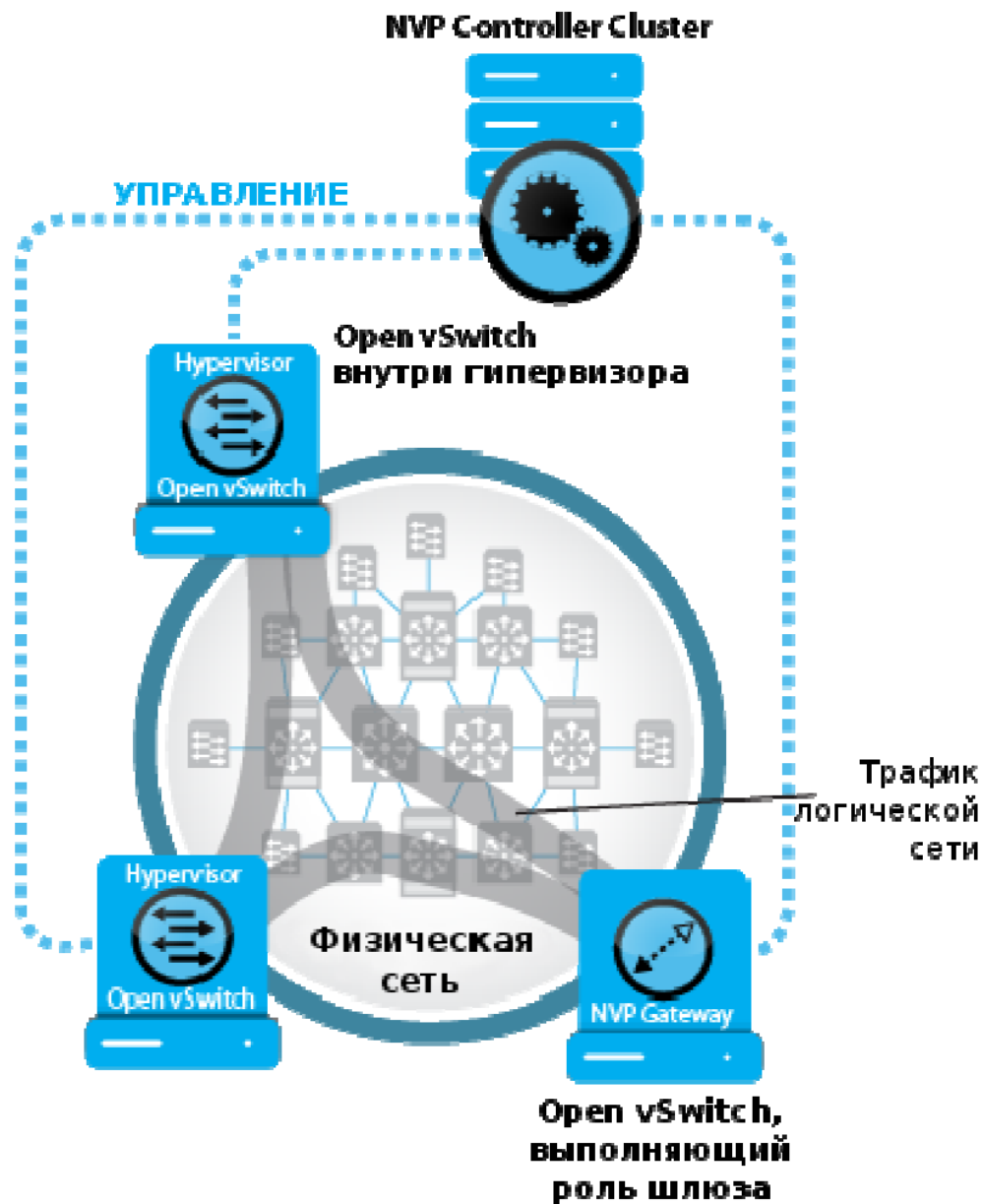
OpenFlow протоколи пакетлари сарлавха майдонларининг имкониятларидан кесимларни ажратишда фойдаланиш кўзланган мақсадга олиб келмайди, чунки унда ҳар хил мантиқий тармоқларда бир хил адресларни ўрнатиш ва улар негизида иш юритиш режими мавжуд эмас.

“Nicira Network Virtualization (NVP)” платформали тармоқ маълумот қайта ишлаш марказлари доирасида қўлланиладиган виртуал тармоғига мисол бўла олади.

NVP мавжуд жисмоний тармоғига минимал ўзгартиришлар киритиш негизида мантиқий тармоқ яратишда керак бўладиган воситаларни тақдим этади. Шу билан бирга унинг таркибига мантиқий тармоқни бошқариш воситалари ва мантиқий тармоқда ишлатиладиган бошқа сервисларни ( масалан, юкломани балансировкалаш, firewall дастурлари) тақдим этадиган воситалар киради.

NVP “Distributed Virtual Network Infrastructure (DVNI) - тармоқ ҳолдаги виртуал тармоқ архитектураси” га асосланган, унинг схемаси 45 – расмда келтирилади.

NVP ўзининг шахсий тармоқ иловаларини ишлатиш учун дастурий интерейсларига эга. Шу билан бирга интерфейс дастурлари маълумот қайта ишлаш марказининг мавжуд бошқарув платформалари (масалан, OpenStack) ва гипервизорлари ( масалан, VMware, HyperV) билан интеграллашувини қўллаб – қувватлайди.



45 - расм– “Distributed Virtual Network Infrastructure (DVNI) – тарқоқ ҳолдаги виртуал тармоқ архитектураси” асосидаги “Nicira Network Virtualization” платформасининг архитектураси.

DVNI архитектураси туннеллаш технологияси (яъни, STT технологияси) асосида мантиқий тармоқлар яратилишини кўзда тутади, бунда туннелнинг охириги нуқталари виртуал коммутаторларга жойлаштирилади. Улар бир

жисмоний сервер таркибидаги виртуал машиналар орасида алоқа ўрнатиш учун хизмат қилади. Тармоқ бошқаруви мантиқан марказлаштирилган ва ДКТ ғояси негизида ташкил этилади.

NVP нинг асосий элементи – бу "Open vSwitch (OVS)" номли виртуал коммутатор.

OVS виртуал коммутатори гипервизор таркибига яъни, жисмоний тармоқ ва виртуал машиналар ўртасига ўрнаштирилади.

OVS виртуал коммутаторидан фойдаланишнинг икки режими мавжуд:

- алоҳида жисмоний серверда ишлаётган ҳар бир фойдаланувчи бошқарув кластери нуқтаи назаридан алоҳида объект ва виртуал машина сифатида тасвирланган ҳолда ишлайди;

- тақсимланган коммутатор (Distributed vSwitch, vDS) сифатида фойдаланиш.

Виртуал коммутатор тақсимланган коммутатор (Distributed vSwitch, vDS) сифатида фойдаланилганида ҳамма виртуал коммутаторлар (OVS) виртуал машиналар тарафидан битта коммутатор бўлиб кўринади. Виртуал машинани жисмоний серверлар орасида миграция қилинганида, у vDS нинг олдинги боғланган портида қолади, яъни виртуал машинани жойи ўзгаргани билан тармоқга боғланган порти ўзгармайди. Бошқа сўз билан, тармоқнинг янги созуламалари автоматлаштирилган ҳолда бажарилади.

Шу билан бирга, OVS виртуал коммутатори портларни гуруҳларга бирлаштирилишини қўллаб – қувватлайди, бунда гуруҳдаги портларга бир хил созуламалар бериш имкони пайдо бўлади.

Портлар асосида гуруҳларни ташкил қилиниши оқибатида бир мантиқий тармоқ таркибига кирувчи виртуал машиналар бирлаштирилиши мумкин.

Open vSwitch виртуал коммутаторининг асосий вазифаси – бу бир мантиқий тармоқ доирасидаги виртуал машиналар ўртасида шаффоф

муносабатлар ўрнатилишини таъминлаш. Мантиқий тармоқларни шакллантиришда юқорида баён этилган туннеллаш технологияси қўлланилади.

Open vSwitch виртуал коммутаторининг кейинги вазифаси – туннеллаш технологияси негизида яратилган ички тармоқ билан ташқи тармоқ (масалан, Интернет тармоғи) ўртасида шлюз вазифасини бажариш.

Шундай қилиб, Open vSwitch виртуал коммутатори туннелнинг охириги нуқтаси ҳисобланади. Туннеллашга асосланган тармоқни виртуаллаштириш технологиясини қўллаш, ҳар хил мантиқий тармоқларнинг трафикларини бутунлай изоляцияланишини, адрес майдонларининг бўлинишини таъминлайди ва мантиқий тармоқнинг ҳамма коммутация тугунлари орасидаги муносабатларни тўлиқ шаффоф ҳолда бажарилшига имкон яратади. Виртуал машиналар жисмоний жойлашишларидан қатъий назар ўзининг мантиқий тармоғини аниқ тасаввур қилади.

ДКТ ни МҚИМ виртуал тармоқларини бошқаришда қўллашнинг асосий афзаллиги – бу бошқарувни контроллерда мантиқан марказлаштирилиши.

Бошқарувни марказлаштирилиши тармоқ воситаларини созлаш жараёнлари автоматлаштирилишини таъминлайди, масалан, янги коммутация тугунлари пайдо бўлганида ёки мавжуд тугунлар миграция қилинганида.

“Nicira Network Virtualization (NVP)” платформали тармоғининг виртуал тармоқларни бошқарадиган модули “NVP Controller Cluster”, деб номланади ва у мантиқий тармоқларда фойдаланилиши мумкин бўлган ҳар хил сервисларни тақдим этади, масалан, юклamani балансировкалаш, трафик мониторингини олиб бориш, хавфсизлик дастури firewall ва б., ҳамда тармоқ иловаларини ишлатилишида ва МҚИМ бошқарув тизими билан интеграллашувида дастурий интерфейслар тақдим этади.

Демак, “Nicira Network Virtualization (NVP)” платформали тармоғида нинг виртуал тармоқларни бошқариш учун қуйидаги технологиялар ишлатилади:

- туннеллаш технологияси (STT) - мавжуд жисмоний тармоқ негизида мантикий тармоқларни шакллантириш;

- "Open vSwitch (OVS)" номли виртуал коммутатор – туннелнинг охириги нуқтаси функцияларини ҳамда ички виртуал тармоқлар билан ташқи тармоқ орасида шлюз вазифасини бажаради ҳамда OpenFlow ва OVSDb протоколлари орқали бошқарилади;

- "Nicira Network Virtualization (NVP)" платформали тармоғининг "NVP Contoller Cluster" номли модули – ДКТ концепцияси асосида туннеллаш технологиясига таяниб, ҳамма виртуал тармоқлар бошқарувини марказлашган ҳолда амалга оширади. Модуль OpenFlow ва OVSDb протоколлари ёрдамида Open vSwitch виртуал коммутатори (OVS) ларнинг бошқарувини таъминлайди.

Шундай қилиб:

1. Гипервизор таркибида виртуал коммутаторни туннелнинг охириги нуқтаси сифатида қўлланилиши натижасида "Nicira Network Virtualization (NVP)" платформали тизим жисмоний тармоқ структураси негизида, унга жуда кам ўзгартиришлар киритиб, мантикий тармоқлар шакллантирилишига имконият яратиб беради;

2. Туннеллаш технологиясининг қўлланилиши мавжуд жисмоний воситаларга трафикни виртуал тармоқлар орқали узатилишини, худди жисмоний тармоқда узатилганидек амалга оширилишини таъминлайди;

3. Марказлаштирилган бошқарув тизимини қўлланилиши - архитектураси мунтазам ўзгариб турадиган катта ҳажмдаги тармоқлар назоратини соддалаштиради.

## **V боб бўйича савол ва топшириқлар**

1. Виртуаллаштириш технологиясининг мазмун-моҳияти ва афзалликлари нимадан иборат?

2. Виртуаллаштириш технологиясининг асосий вазифаси нимадан иборат?
3. Виртуаллаштириш схемасини тушунтиринг.
4. Амалиётда жисмоний компьютер базасида виртуал машини яратинг.
5. Виртуал машиналар қандай хусусиятларга эга?
6. Гипервизор тушунчасигв изоҳберинг.
7. Сервер компьютерини, иловаларни виртуаллаштириш, операцион тизим даражасида виртуаллаштириш.
8. Виртуал машиналарни ташқи хотира дискларига уланиш схемаси.
9. Тармоқ виртуализацияси нима ва унинг неча тури мавжуд?
10. Ички виртуализация нима, VLAN технологиясининг имкониятлари ва афзалликлари.
11. Виртуал тармоқга кириш усуллари.
12. Ташқи виртуализация, VPN (Virtual Private Network) – технологияси.
13. VPN технологиясида хавфсизлик масалалари.
14. ДҚТ бошқариш сатҳининг бўлиниши - FlowVisor.
15. FlowVisor воситаси ёрдамида ДҚТ тармоғини кесимларга бўлиниши.
16. “Nicira Network Virtualization (NVP)” платформали тармоқни изоҳланг.

## **VI БОБ. ДАСТУРИЙ КОНФИГУРАЦИЯЛАНАДИГАН ТАРМОҚЛАРНИНГ СИФАТ ВА ХАВФСИЗЛИК КЎРСАТКИЧЛАРИГА ТАЛАБЛАР**

### **6.1. Ахборот - коммуникация тармоғининг сифат кўрсаткичларини белгилайдиган параметрлар**

АКТ тармоғининг сифат кўрсаткичларига қўйиладиган талабларни ёритишдан аввал “QoS кўрсаткичлари” тўғрисида маълумот бериб ўтамиз.

Системотехника ва дастурий инжиниринг соҳасида яратилаётган тизим хусусиятлари аксарият ҳолларда икки қисмга бўлинади: функционал ва нофункционал.

Тизимни биринчи хусусияти – тизим маълум бир автомат тарзида тасаввур қилинади, яъни тизимнинг кириш қисмида берилган параметрлар билан унинг чиқиш қисмидаги параметрлар ўртасидаги функционал боғланиш тавсифланади. Тизим берилган параметрлар асосида қандай функцияларни бажариши кераклиги аниқланади.

Айрим ҳолларда тизимга қўйиладиган талаблар фойдаланишга қулайлик яратиш, ҳужжатларни деталлаштириш ва тизимнинг якуний нархини аниқлаш каби йўналишлар асосида шакллантирилади. Бундай ҳолларда автоматик модел унча қулай бўлмайди. Бундай талаблар кўп ҳолларда нофункционал талаблар деб аталади.

Тизим муносабатда бўладиган ўзининг ҳамкорлари (ёки тизимнинг имкониятларидан фойдаланадиган агентлари) нуқтаи назаридан самарали ишлашини таъминлайдиган нофункционал талабларнинг бир қисми тизим сервисларининг сифатига қўйиладиган талаблар дейилади.

Тизим томонидан тақдим этиладиган сервисларнинг сифатига талаблар инглиз тилида “Quality of Service (QoS)”, деб номланади. Бундай класс талаблар тизимнинг ишончлилиқ, хавфсизлик, яшовчанлик, ҳозир жавоблик, энергетик самарадорлик каби хусусиятларини белгилайди. Қуйида ушбу хусусиятлар

негизда АКТ сифат кўрсаткичларини белгилайдиган параметрлар тўғрисида маълумотлар келтирилади.

АКТ сифат кўрсаткичларини белгилайдиган параметрлар тақдим этиладиган ҳамма хизматларини юқори сифат даражасида амалга оширилишига қўйиладиган талаблар негизда аниқланади. Масалан, Интернет ресурсларига кириш, электрон почта орқали маълумот алмашиш, IP-телефониядан фойдаланиш ва б.

АКТ тармоғининг ҳамма компоненталари ўзларининг функционал вазибаларини фақат ва фақат кўзланган талаб даражасида бажарганларида тармоқ инфраструктурасини ва маълумот оқимларини самарали бошқариш мумкин бўлади.

Шу маънода АКТ ни сифатли ишлашига қўйиладиган асосий талаблар қуйидагиларни ташкил этади: унумдорлик, бирга қўшилаолишлик, ишончлилик, масштабланганлик, бошқарилувчанлик, ҳимояланганлик.

Келтирилган ҳар бир талаб кўрсаткичи аниқ миқдорий характеристикалар орқали аниқланади. Тармоқ инфраструктураси бошқарилишининг самарадорлиги асосан унумдорликни ва тармоқнинг ишончли ишлашини белгилайдиган кўрсаткичлар орқали характерланади.

Тармоқ бошқарув тизими ёрдамида айрим воситалар ишламай қолган пайтларда юкламаларни қайта тақсимлаш, трафикни оптималлаштириш ва унинг ҳолатини мунтазам таҳлил қилиб бориш натижасида тармоқ ривожлантирилишини режалаштиришни, фойдаланувчи ва ахборот тизимлари томонидан келажакда тармоқга қўйиладиган талабларни моделлаштириш жараёнларини бажариш мумкин бўлади.

Тармоқ инфраструктурасини бошқариш ва ҳолатини мониторинг қилиш воситалари томонидан трафик ҳаракатини мунтазам назорат қилиб борилиши оқибатида алоқанинг йўқотилиши ва тақдим этиладиган сервислар унумдорлигининг пасайиши олди олинади.



Тармоқ унумдорлигини белгилайдиган кўрсаткичлар қаторига асосан куйидагилар киради:

реакция вақти;

маълумот узатиш тезлиги;

ўтказиш қобилияти;

маълумот узатилишининг кечикиш вақти ва кечикиш вақтининг вариацияси.

Реакция вақти фойдаланувчи нуқтаи назаридан тармоқ унумдорлигининг интеграл характеристикаси ҳисобланади. Фойдаланувчи томонидан билдирилган ушбу “Бугун негадир тармоқ жуда секин ишляпти” мазмундаги фикр тармоқнинг ҳамма компоненталарини самарали ишлашига боғлиқ.

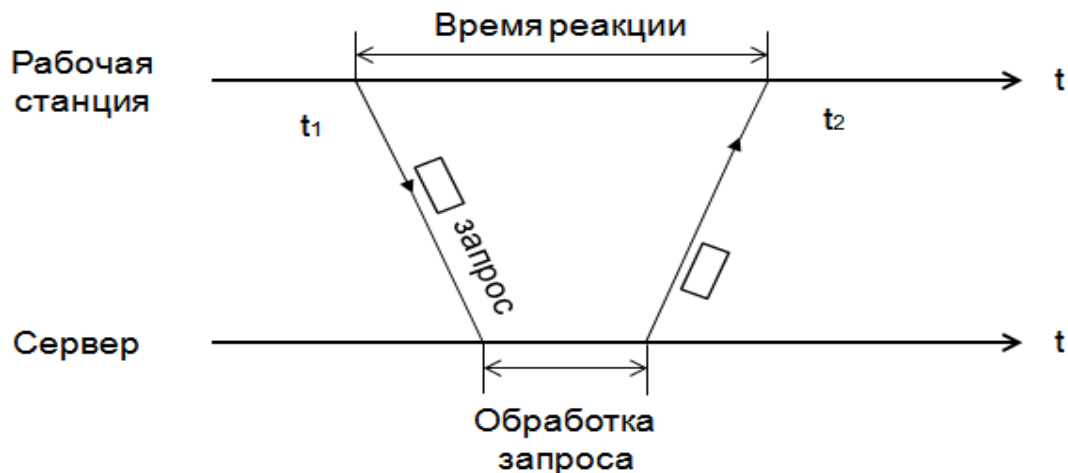
Реакция вақти фойдаланувчи томонидан қандайдир тармоқ сервисига сўров келиб тушган пайдан бошлаб, шу сўровга жавоб олгунича кетган вақт интервали билан аниқланади (46 – расм). Албатта ушбу кўрсаткичнинг мазмуни ва қиймати фойдаланувчи томонидан сўралган сервис турига боғлиқ бўлади, яъни қайси фойдаланувчи қайси сервис турига мурожаат қилаётганлигига, жорий вақтда сўров ўтадиган тармоқ сегментининг юкланганлик даражасига ва бошқа кўрсаткичларнинг ҳолатлари қандайлигига боғлиқ бўлади.

Шу сабабли, кўп ҳолларда реакция вақтининг ўртача қиймати аниқланади, ушбу кўрсаткич фойдаланувчиларнинг, серверларнинг, тармоқ воситаларининг ҳолатлари ва иш кунининг вақти каби параметрларнинг қийматлари орқали аниқланади (яъни, тармоқнинг юкланганлик даражасини белгилайдиган параметрлар орқали) .

Тармоқнинг реакция вақти бир нечта вақтлар йиғиндиси орқали аниқланади:

1) клиент компьютерида сўровни шакллантириш учун кетадиган вақт;

2) сўровни клиент компьютеридан (ишчи станциядан) тармоқ сегменти ва оралик коммуникацион воситалари орқали сервер компьютерига узатиш учун кетадиган вақт;



46 – расм. Тармоқнинг реакция вақтини кўрсатувчи диаграмма.

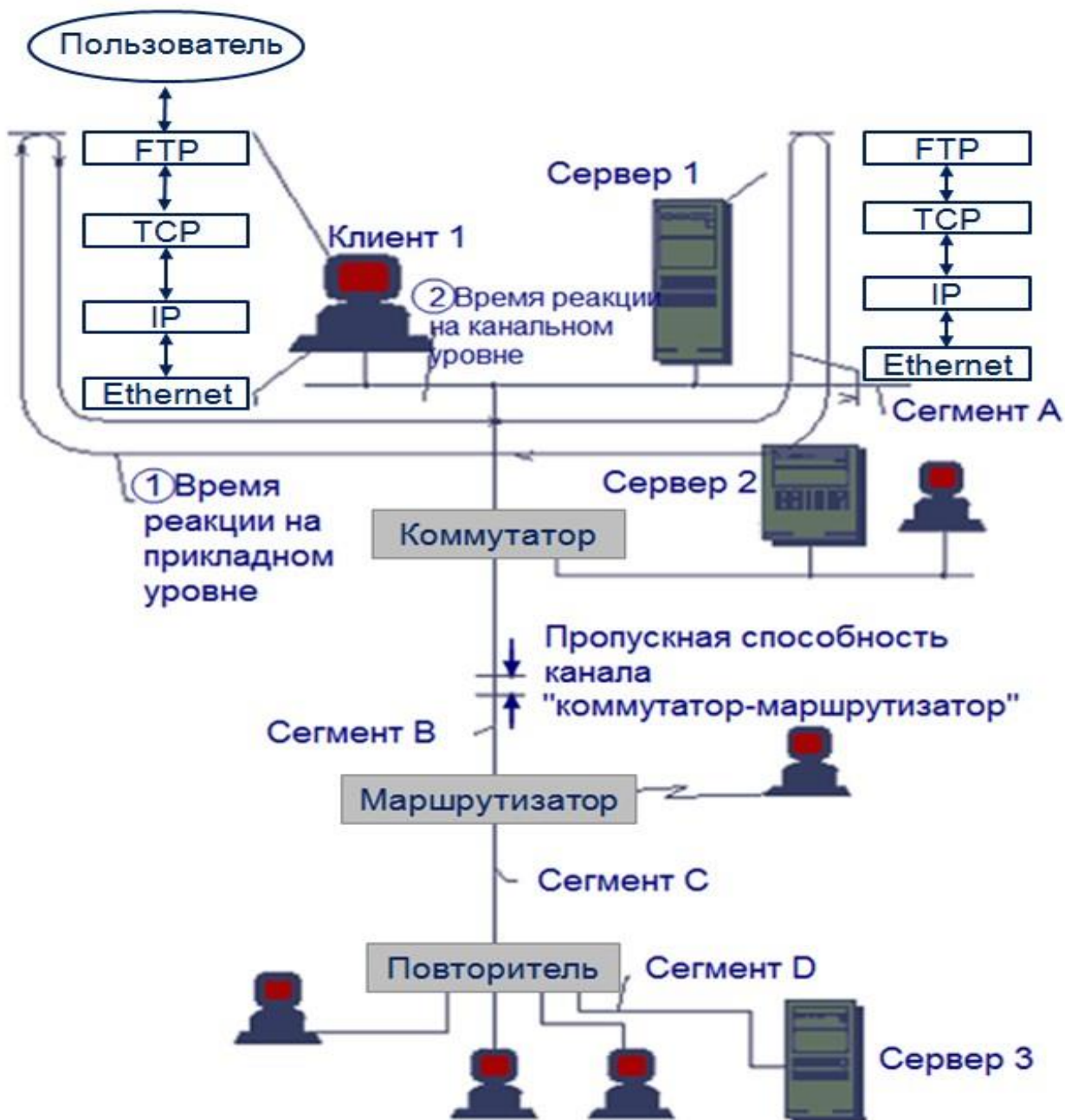
3) сўровни сервер компьютерида қайта ишлаш уун кетадиган вақт;

4) жавоб ахборотини сервер компьютеридан клиент компьютерига комммуникацион тармоқ орқали узатиш ва клиент компьютерида қабул қилинган ахборотни қайта ишлаш учун кетадиган вақт.

Фойдаланувчини реакция вақтини бир нечта бўлақларга бўлиниши умуман қизиқтирмайди, уни охириги натижа қизиқтиради, аммо тармоқ мутахассиси учун умумий реакция вақтига тармоқнинг қайси компонентаси қандай улуш қўшаётгани муҳим ҳисобланади, яъни қайта ишланаётган сервер компьютерлари ва маълумотни узатишда иштирок этаётган коммуникацион воситаларида сўров бажарилиши учун қандай реакция вақти кетаётганлиги муҳим ҳисобланади.

Бундай маълумотлар тармоқ компоненталарининг унумдорлигини алоҳида – алоҳида баҳолашга, тармоқнинг “тор” жойларини аниқлашга ва керак

бўлганида маълум бир компонентанинг унумдорлигини ошириш учун тегишли чоралар кўрилишига имкон яратиб беради (47 – расм).



47 – расм. Тармоқ унумдорлигини белгиловчи компоненталарининг схемаси.

Расмда келтирилган мисолда файлни сервер компьютеридан клиент компьютерига узатиш кераклиги тўғрисида FTP (File transfer protocol) сервисига мурожаат қилган вақтдан бошлаб, то маълумотни узатиб бўлгунича кетган вақт реакциясини шаклланишида иштирок этадиган воситаларнинг схемаси келтирилган. Схемадан умумий реакция вақтини шаклланишида бир нечта воситаларнинг иштирок этиши кўриниб турибди.

Улардан асосийси:

- файлни узатиш кераклиги тўғрисида келган сўровни сервер компьютерида қайта ишлаш учун кетган вақт;
- сервер ва клиент компьютерлари ўртасида файл бўлақларини Ethernet протоколи негизида IP пакетлар кўринишида тармоқ коммуникацион воситалари ёрдамида узатилиши учун кетган вақт;
- клиент компьютерида қабул қилинган пакетлар асосида бирламчи маълумотни тиклаш учун кетадиган вақт ва б.

Тармоқ мутахассисини биринчи навбатда тармоқ унумдорлиги қизиқтиради, шунинг учун у сўров маълумоти қайта ишланишида иштирок этадиган ҳамма элементларнинг жорий ҳолатини таҳлил қилади. Бунда асосан қуйидаги ҳолатлар текширилади:

1) Бутунлай юкланмаган тармоқ - серверга фақат битта клиент мурожаат қилган, яъни сервер ва клиент орасида бошқа клиентларнинг сўров маълумотлари мавжуд эмас. Бундай шароитда реакция вақти тармоқ сегментида фақат битта сўровнинг пакетлари узатилиши ва қайта ишланиши учун кетган вақт асосида аниқланади. Бунақа идеал шароит реал ҳолатда учрамайди, деса ҳам бўлади.

2. Юкланган тармоқ. Тармоқ компонентларида бир нечта сўровларнинг маълумотлари қайта ишланади, уларнинг бўлақлари Ethernet протоколи негизида IP пакетлар кўринишида тармоқ коммуникацион воситалари ёрдамида узатилади. Бу шароитда реакция вақти, умуман тармоқнинг унумдорлиги, унинг

юклан-ганлик даражасини ҳисобга олган ҳолда ҳисобланади. Тармоқдаги трафик вақт, кун, ҳафта ўтиши билан мунтазам ўзгариб боради, ўртача юкламани ҳисоблаш анча мураккаб кечади, тармоқда узоқ вақт давомида ўлчашлар олиб бориш талаб этилади. Тармоқнинг лойиҳаси энди яратилаётганида бу масала янада мураккаблашади, чунки бунда тармоқнинг ҳар бир ҳолатини моделлаштириш асосида олинган маълумотлар таҳлиллаштирилади ва умумийлаштирилади.

Маълумот узатиш тезлиги. Тармоқ унумдорлигини белгилайдиган параметр ҳисобланиб, уч хил бўлиши мумкин: бир зумда, максимал ва ўртача.

А). Ўртача тезлик маълум бир вақт оралиғида умумий узатилган маълумотни шу маълумотни узатиш учун кетган вақтга нисбати орқали аниқланади. Ўлчов олиб борилган вақт оралиғи етарли даражада этиб танланиши керак – соат, кун ёки ҳафта.

Б). Бир зумдаги тезликни ўртача тезликдан фарқи шундаки, бунда ўртача натижани ҳисоблаш учун жуда қисқа вақт оралиғи берилади, яъни ўртача тезлик жуда қисқа вақт -10 мс ёки 1с оралиғида аниқланади.

С). Максимал тезлик – бу кузатиш даври давомида аниқланган энг юқори тезлик. Тармоқни лойиҳалашда, созлашда ёки оптималлаштиришда кўп ҳолларда ўртача ва максимал тезлик кўрсаткичларидан фойдаланилади.

Тармоқ элементлари томонидан трафикни ўртача тезлик билан қайта ишланиши тармоқни нисбатан катта вақт оралиғида ишлашини баҳолашда ишлатилади. Бу вақт оралиғида трафик жуда катта, жуда кам ва ўртача қийматларга эга бўлиши мумкин. Максимал тезлик юклама жуда катта бўлган пайтларда тармоқ компоненталарининг ишлаш қобилиятлари текширилади.

Тармоқнинг ўтказиш қобилияти. Ушбу кўрсаткич реакция вақти ёки маълумот узатиш тезлиги кўрсаткичларига, ўхшаб асосан фойдаланувчи томонидан характерланадиган кўрсаткич ҳисобланмайди, у тармоқнинг ички

опрецияларини бажарилиш тезлигини характерлайди, яъни маълумот пакетларини ҳар хил юкланганлик қийматларига эга ҳамда ҳар хил турдаги коммуникация воситалари орасида узатилиш даражасини характерлайди. Кўрсаткич тармоқнинг асосий функцияси ҳисобланган маълумот транспортировкасининг ҳолатини характерлайди, яъни маълумотни тармоқнинг ҳар хил воситалари негизида узатилишини характерлайди.

Шунинг учун тармоқнинг ёки маълум бир сегментининг узатиш қобилиятини белгилайдиган мезонлар тармоқнинг сифатли ишлашини белгилаб беради. Тармоқ узатиш қобилияти кўрсаткичининг бирлиги этиб, бир секундда узатилган пакетлар сони пак / сек ёки бит / сек қабул қилинган.

Тармоқ узатиш қобилияти кўрсаткичини реакция вақти кўрсаткичидан фарқи - узатиш қобилияти тармоқни юкланганлигига боғлиқ эмас, тармоқда ишлатилаётган воситаларнинг қийматлари асосида аниқланади ва ўзгармас қийматга эга бўлади. Кўрсаткич алоҳида сегментларнинг ёки воситаларнинг сифатини эмас, балки умуман тармоқнинг сифатини характерлайди.

Маълумот узатилишининг кечикиш вақти ва кечикиш вақтининг вариацияси. Узатишнинг кечикиши маълумотни тармоқнинг қайси бир воситасининг кириш қисмига келиб тушган пайтдан бошлаб, то унинг охириги қисмидан чиқиб кетгунича кетган вақт билан характерланади.

Ушбу кўрсаткич реакция вақтини белгилайдиган кўрсаткичга яқин, фарқи - маълумотни тармоқ босқичларида кечикишсиз қайта ишланишини характерлай-ди. Одатда тармоқ сифати максимал кечикиш вақти ва кечикиш вариацияси билан характерланади. Шу сабабли, ушбу кўрсаткич муҳим амалий аҳамиятга эга.

Юқорида қайд этилган тармоқ унумдорлигини белгилайдиган характеристикалар етарлича мустақил ва бир бирига боғлиқ эмас. Ўтказиш қобилияти ўзгармас қийматга эга кўрсаткич ҳисобланади, трафикни узатиш

тезлиги тармоқ юкланганлигига қараб ўзгаради, аммо тармоқ ўзатиш қобилиятидан юқори бўла олмайди.

Тармоқ юқори узатиш қобилиятига эга бўлиши мумкин, лекин тармоқдаги вазиятга қараб, ҳар бир пакет катта кечикиш билан узатилиши мумкин.

Бугунда аксарият тармоқларда ҳар хил турдаги трафиклар узатилади, улар сифатли узатилиши учун қайд этилган кўрсаткичларининг қийматлари тармоқни лойиҳалашда моделлаштириш усулларида фойдаланган ҳолда аниқланади.

Тармоқ инфраструктураси бошқарилишининг самарадорлигини белгилайдиган кейинги кўрсаткичлар тўплами, бандни бошида қайд этилганидек, тармоқнинг ишончли ишлашини белгилайдиган кўрсаткичлар ҳисобланади.

Тармоқнинг ишончилиги деганда унинг компоненталарини узоқ вақт давомида бузилмасдан ишлашига айтилади. Бу хусусият учта турга бўлиб қаралади: тармоқнинг тайёргарлиги, хавфсизлиги ва бузилмасликбардошлиги.

Тармоқ ишончилигини ошириш – бу тармоқ техник воситаларини такомиллаштириш, уларни энг яхши, ишдан чиқиш эҳтимоли жуда кам материаллар асосида яратиш, шовқинларнинг қийматини кескин камайтириш, тармоқ воситаларини интеграллашган электрон схемалардан фойдаланиб ишлаб чиқиш ҳисобига тармоқни ишдан чиқиш эҳтимолини кескин камайтиришга эришиш тушунилади.

Тармоқнинг ишончилиги худди тақсимланган тизимнинг ишончилиги сингари тармоқнинг ажралмас компоненталари ҳилбланган алоқа каналлари (оптик ва кабел линиялари), коммутация аппаратуралари, ҳар хил разъёмлар, ахборот қайта ишлаш тизимлари ҳамда улар таркибига кирувчи воситалар каби қурилмаларнинг ишончилилик кўрсаткичлари негизида аниқланади.

Тармоқ ишончилигини белгилайдиган кўрсаткичлар қаторига қуйидагиларни киритиш мумкин:

- тармоқнинг тўхталишлари орасида тўғри ишлаган вақт ораликларининг ўртача қиймати (среднее время наработки на отказ);

- тармоқ тўхталишининг эҳтимоли;

- тармоқ тўхталишининг интенсивлиги.

Ушбу кўрсаткичлар тармоқнинг содда элементлари ва воситаларини ишончилилик даражасини ҳисоблашда ишлатилади, яъни тармоқнинг фақат икки ҳолатида - ишга лаёқатли ва ишга лаёқатсиз ҳолатида бўладиган элементлари учун ишлатилади. Бир нечта компоненталардан таркиб топган мураккаб тизимларда икки ҳолатдан ташқари оралиқ ҳолат ҳам бўлиши мумкин. Бундай ҳолатларни юқорида келтирилган кўрсаткичлар ҳисобга олмайди.

Тармоқ мураккаб тизим ҳисобланганлиги сабабли, унинг ишончилигини аниқлаш учун бошқа турдаги кўрсаткичларнинг тўплами ишлатилади:

- тайёргарлик коэффиценти;

- маълумотлар сақланганлиги;

- маълумотларнинг уйғунлиги, мувофиқлиги;

- маълумотларни етказиб бериш эҳтимоли;

- хавфсизлик;

- тўхталишга бардошлилиги.

Тайёргарлик коэффиценти  $K_r$  тармоқ имкониятларидан фойдаланиш мумкин бўлган вақт оралиғини билдиради. Тайёргарлик коэффицентининг қийматини тармоқга ортиқча элементлар киритиш ҳисобига кўтариш мумкин. Бунда бир элемент ишдан чиққанида уни ўрнига бошқаси ишлайди.

Тармоқнинг тайёргарлик коэффиценти унинг ҳамма фойдаланувчиларига сифатли хизмат кўрсатиладиган вақт оралиғини билдиради.

Тайёргарлик коэффиценти исталган вақтда тармоқнинг ишчи ҳолатда бўлиши эҳтимолининг қийматини билдиради.

Идеал ҳолатда тайёргарлик коэффиценти 1 га тенг бўлади, бу тармоқнинг 100% тайёр эканлигини билдиради. Амалиётда тайёргарлик



коэффициенти “тўққизлар” сони билан баҳоланади. Масалан, “учта тўққиз” тайёргарлик коэффициенти 0,999 га тенглигини билдиради, бу бир йил ичита тармоқнинг 9 соат яроқсизлиги (бўш туриши)га мос келади.

Ахборот - коммуникация тармоқларининг тайёргарлиги камида “бешта тўққиз” катталиги билан баҳоланади, бу бир йил ичида 5,5 дақиқа бўш бўлишини билдиради. Қуйида 1-жадвалда “тўққиз”ларнинг турли миқдори учун вақт бўйича бўш бўлиш маълумотлари келтирилган.

1-жадвал. Тайёргарлик коэффициенти ва унга мос қурилманинг тўхталиш вақти қийматлари

Тайёргарлик коэффициенти	Тўхталиш вақтининг қийматлари
0,99	Бир йилда 3,7 кун
0,999	Бир йилда 9 соат
0,9999	Бир йилда 53 дақиқа
0,99999	Бир йилда 5,5 дақиқа
0,9999999	Бир йилда 30 сония

Шуни айтиб ўтиш керакки, маълумот узатиш анъанавий қурилмалари асосида қурилган ахборот - коммуникация тармоқларида “бешта тўққиз” тайёргарлик коэффициентини таъминлаш етарлича жиддий муаммо ҳисобланади. Бунинг сабаби, АКТ тармоқларида ахборот оқимларини қайта ишлашнинг аҳамиятли хажми дастурий таъминотга асосланади. Айни шу вақтда тармоқ қурилмасидаги рад этишлар статистикаси кўрсатадики, дастурий таъминотнинг ишончлилиги аппарат таъминоти ишонччилигидан тахминан икки марта кам.

Қуйида мисол тариқасида АКТ кириш сатҳининг тайёргарлик коэффициентини аниқлаш бўйича ўтказилган ҳисоблаш экспериментининг натижалари келтирилади.

Биринчи боб бандларида қайд этилганидек, кириш сатҳи АКТтармоғининг энг пастки сатҳи ҳисобланади ва унинг асосий вазифаси – нисбатан тор доирадаги махсус аппарат-дастурий воситаларда кенг миқёсдаги фойдаланувчиларнинг техник воситаларидан келадиган ҳар хил турдаги ва катта ҳажмдаги ахборот оқимлари йиғиш, уларни қайта ишлаб, IP пакетларига айлантириш ва транспорт тармоғи воситаларига тақдим этиш ҳисобланади.

Кириш сатҳини ўз навбатида АКТ тармоғига ўхшаб, бир нечта поғоналарга бўлиб таҳлил қилиш мумкин.

Пастки сатҳдаги марказларда жойлаштирилган коммутаторлар кўп мингли абонент алоқа каналларидан келаётган ҳар хил маълумотларни мультитплекслайди (яъни, бирлаштиради) ва юқори сатҳ коммутаторларига узатади, улар ўз навбатида маълумотларни қайта ишлаб транспорт сатҳи воситаларига узатади.

Умуман, кириш сатҳи тўртта компонентадан таркиб топади:

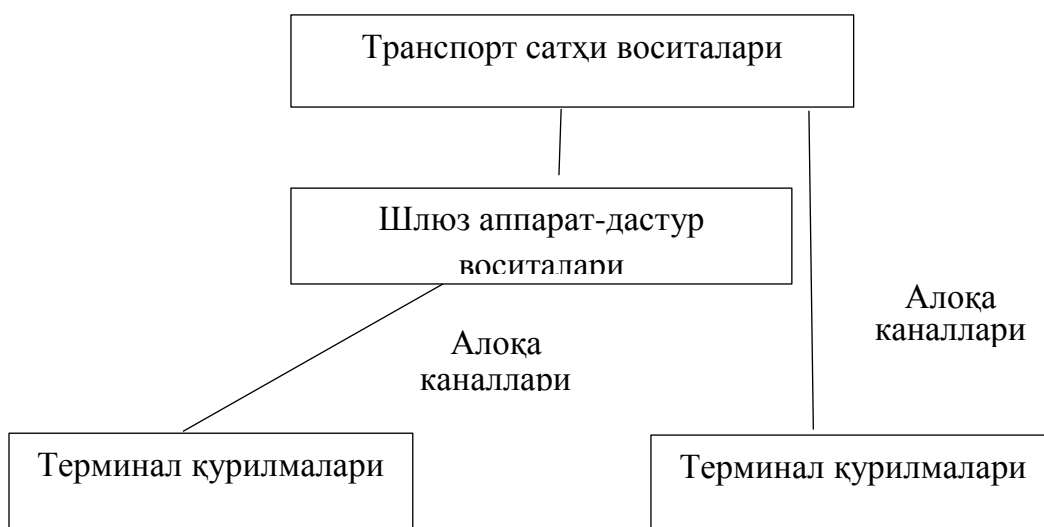
- шлюзлар ёрдамида транспорт сатҳига уланадиган терминал восита-лари;
- шлюзларга боғланмасдан, тўғридан – тўғри транспорт воситаларига боғланадиган терминал воситалари;
- ҳар хил турдаги шлюз воситалари;
- кириш коммутаторларининг воситалари
- ҳар хил узатиш қобилиятига эга алоқа каналлари.

Терминал воситалар - пакет коммутацияси асосидаги тармоқларда ишлашга мўлжалланган товуш ва мультимедиа хизматларидан фойдаланишни таъминлайдиган фойдаланувчи қурилмаси. Ушбу восита транспорт тармоғи воситаси билан тўғридан-тўғри ёки шлюз қурилмаси орқали мулоқотда бўлиши мумкин (48 - расм).

Шлюз воситалари канал коммутацияси режимидаги сигналларни пакетли тармоқ ахборотларига ҳамда транспорт тармоғи пакетларини бирламчи сигналларга ўзгартириб беради. Шлюзлар транспорт тармоғи воситалари ва терминаллар ўртасида бўлиб, уларнинг ўзаро боғланишларини таъминлайди. Бундай вазифа махсус протокол ва интерфейслар ёрдамида бажарилади.

Кириш тармоғининг битта канали орқали бир неча хил хизматлар тақдим этилиши мумкин: интернетга кириш, электрон почта хизматидан фойдаланиш ва б., виртуал хусусий тармоқ хизматларини ташкил этиш, пакет коммутацияли телефон алоқани тақдим этиш (яъни, IP-телефония), видео сигналларини IP тармоғи орқали узатиш (яъни, IPTV ни ташкил этиш), тақсимланган компьютер тармоқлари ресурсларига кириш ) ва б., яъни битта канал орқали ҳар хил турдаги ахборот оқимлари ўтиши мумкин.

Шундай қилиб, инфокоммуникация тармоғида сифатли маълумот узатиш ва қайта ишлаш жараёнларини ташкил этиш кириш сатҳи терминал қурилмаси, шлюз воситалари ва алоқа каналларининг ишончли фаолиятига бевосита боғлиқ. Кириш сатҳида маълумот узатилишининг умумлаштирилган схемаси 48 - расмда келтирилган.



48 - расм. АКТ кириш сатҳида маълумотларни узатиш схемаси.

Кириш сатҳининг ишончлилик даражаси ундаги воситаларининг ишончлилик коэффициентларининг кўпайтмасига тенг, яъни

$$K_T^{KC} = \prod_{j=1}^4 K_T^j . \quad (1)$$

Тайёргарлик коэффициенти статистик маълумотлар асосида қуйидаги формула негизида ҳисобланади

$$K_T = T_0 / (T_0 + T_T) , \quad (2)$$

бунда  $T_0$ - воситанинг тўғри ишлаган вақт оралиқлари йиғиндисининг ўртача қиймати;  $T_T$  - воситани ишга яроқсиз ҳолатидан тикланишига кетган вақт оралиқлари йиғиндисининг ўртача қиймати.

Воситанинг тўғри ишлаган вақти оралиқларининг ўртача қиймати қуйидаги формула асосида ҳисобланади:

$$T_0 = \sum_{i=1}^N t_i / N , \quad (3)$$

Воситани ишга яроқсиз ҳолатидан тикланишига кетган вақт оралиқларининг ўртача қиймати қуйидаги формула асосида ҳисобланади,

$$T_T = \sum_{i=1}^N t_{ипр} / N , \quad (4)$$

$t_{ипр}$  –  $i$  турдаги носозлик туфайли воситани ишламай турган вақти;

$N$  – носозликлар сони.

Қуйида инфокоммуникация тармоғи кириш сатҳи воситаларининг ишончлилик даражасини ҳисоблаш алгоритми келтирилган. Алгоритм ишлаши учун қуйидаги маълумотлар берилган бўлиши керак:

- кириш сатҳининг топологик схемаси, яъни ундаги терминал ва шлюзлар сони, уларни координаталари (яъни жойлаштирилган нуқталари), алоқа каналлари ва уларнинг узатиш қобилятини белгилайдиган пара-метрлар;

- маълум бир вақт оралиғидаги носозликлар сони ва уларнинг

вақтлари;

- воситаларнинг маълум бир вақт оралиғида ишонли ишлаган даврлари;
- ишончлиликини ошириш учун ажратилган маблағлар.

Масаланинг қўйилиши: кириш сатҳи носоз ишлаётган участкаларини аниқлаш ва берилган маблағни уларнинг ишончлилигини ошириш йўлида ишлатиб, кириш сатҳининг ишончлилигини ошириш талаб этилади.

Масала ечимини амалга ошириш қуйидаги кетма-кетликда бажарилади.

Берилган маълумотларга асосан (3), (4) формулалар асосида берилган вақт оралиғида воситаларнинг (терминал, шлюз ва бошқа воситаларининг) ишончли ишлаш ва носозликларининг ўртача вақтлари ҳисобланади.

Олинган натижалар негизида (2) формула асосида ҳар бир восита учун тайёргарлик коэффициентининг қиймати ҳисобланади.

(1) формула билан кириш сатҳининг умумий ишончлилики даражаси аниқланади.

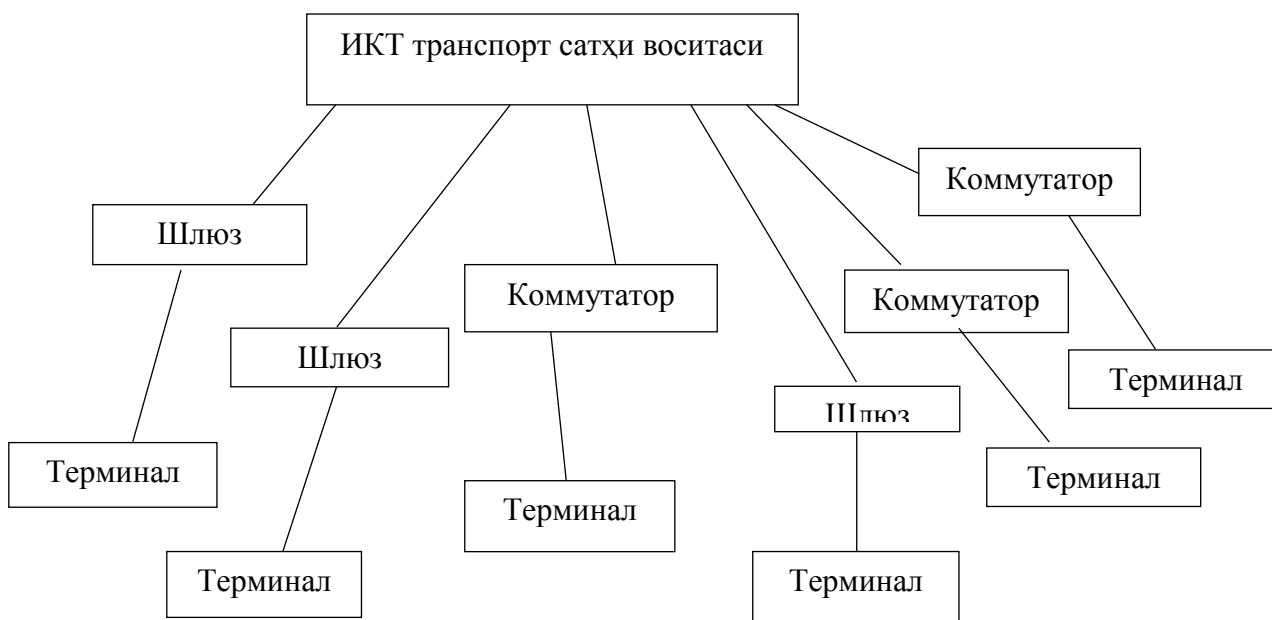
Ишончлилиги паст восита аниқланади ва унинг параметрлари ажратилган маблағ ёрдамида яхшиланади.

Алгоритм 49 – расмдаги топологик схеманинг ишончлилигини ошириш мақсадида ишлатилган. Берилган статистик маълумотлар 2 – жадвалда келтирилган.

2-жадвал

№	Кириш сатҳи воситалари	Параметр - лар	Биринчи квартал			Иккинчи квартал		
			1	2	3	1	2	3
1.	Шлюзлар	$T_0$ (8758 ч.)	729	729	730	729	729	730
		$T_b$ (2 ч.)	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1

2.	Терминал воситалар	$T_0(8758,5 \text{ ч.})$	730	730	729	729	729	731
		$T_B(1,5 \text{ ч.})$	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
3.	Кириш коммутаторлари	$T_0(8756 \text{ ч.})$	729	729	731	730	730	729
		$T_B(4 \text{ ч.})$	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3
4.	Алоқа каналлари	$T_0(8758 \text{ ч.})$	730	730	733	730	730	729
		$T_B(2 \text{ ч.})$	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2



49 - расм. Ҳисоблаш эксперименти ўтказилган кириш сатҳининг топологик схемаси.

Шлюз воситасининг тайёргарлик коэффициентини ҳисоблаймиз

$$K_T^{\text{ш}} = T_0^{\text{ш}} / (T_0^{\text{ш}} + T_B^{\text{ш}}) = 8758 / (8758 + 2) = 0,99977 ,$$

Қолган воситаларнинг ҳам тайёргарлик коэффициентлари ҳисобланади.

Терминал воситаларининг тайёргарлик коэффициентларининг қиймати:

$$K_T^T = T_0^T / (T_0^T + T_B^T) = 8758,5 / (8758,5 + 1,5) = 0,99983.$$

Кириш сатҳи коммутаторларининг тайёргарлик коэффициентлари ҳисобланади

$$K_T^{КД} = T_0^{КД} / (T_0^{КД} + T_B^{КД}) = 8756 / (8756 + 4) = 0,99954.$$

Алоқа каналлари рақамли ва модем асосидаги каналлардан таркиб топганлиги учун уларнинг тайёргарлик коэффициентлари қуйидаги формула асосида ҳисобланади.

$$\begin{aligned} K_{Т КС СД} &= C_1 K_{Г М} + C_2 K_{Г ЦК} = 0,6 \cdot 0,9024 + 0,4 \cdot 0,7896 \\ &= 0,54144 + 0,31584 = 0,85728 \end{aligned}$$

$C_1, C_2$ - модем ва рақамли каналларнинг улушини билдиради ( $C_1 + C_2 = 1$ ).

Кириш сатҳининг умумий тайёргарлик коэффициенти қуйидагича аниқланади

$$K_{Г}^{КС} = \prod_{j=1}^4 K_{Г}^j = 0,99977 \cdot 0,99983 \cdot 0,99954 \cdot 0,85728 = 0,8565429$$

Кириш сатҳининг тайёргарлик коэффициенти 0,8565429 га тенг. Бу ўртача натижа. Уни яхшилаш мақсадида ажратилган маблағни алоқа каналарининг ишончлилик даражасини оширишга ишлатамиз ва унинг тайёргарлик коэффициентини 0,92521 га етказамиз. Каналларнинг ўтказиш қобилятини ошириш мақсадида қўшимча каналлар аренда қилинади.

Кириш сатҳининг янги қийматини ҳисоблаймиз

$$K_{Г}^{КС} = \prod_{j=1}^4 K_{Г}^j = 0,99977 \cdot 0,99983 \cdot 0,99954 \cdot 0,92521 = 0,92441$$

Демак, кириш сатҳининг янги қиймати 0,9 дан катта. Бу қониқарли натижа.

АКТ бир вақтни ўзида жуда кўп фойдаланувчиларга хизмат кўрсатади, шу сабабли, тайёргарлик коэффициентини ҳисоблашда ушбу фактор ҳисобга олиниши керак. Тармоқ тайёргарлик коэффициентининг қиймати ҳамма фойдаланувчиларга белгиланган сифат даражасида хизмат кўрсатилиши керак бўладиган вақт оралиғига тенг бўлиши керак.

Тармоқ ишончилигини белгилайдиган кейинги кўрсаткич - бу тармоқ хавфсизлигини таъминлаш ҳисобланади. Тармоқ хавфсизлигини таъминлашда асосан тармоқга санкцияланмаган киришдан ҳимоя қилиш масалалари ечилади.

Рўйхатдан ўтмаган абонентларнинг тармоқни бузиб унинг ресурсларига киришини олдини олиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Тармоқнинг ишончилигини белгилайдиган кейинги кўрсаткич радиятларга бардошлилигини таъминлаш (отказоустойчивость) ҳисобланади. Бунда тармоқнинг бирон - бир элементини ишламай қолиши фойдаланувчидан сир тутилади. Масалан, маълумот базасининг нусхалари бир нечта серверларда сақланса, бир сервер ишламай қолган тақдирда, унга келган сўров бошқа сервер орқали бажарилади.

Демак, тармоқ самарадорлигини белгилайдиган мезонларни танлаш ва асослаш уни бошқариш мақсадларидан ҳамда фойдаланувчиларни ва трафикни характеристикаларидан ва бошқа бир қатор факторлардан келиб чиқиб амалга оширилади. Тармоқнинг асосий функцияси ахборотни узатиш бўлгани туфайли, узатиш тезлиги, ахборот ҳажми ва узатиш сифати каби мезонлар асосий кўрсаткичлар ҳисобланади.

## **6.2. ДКТ инфраструктура сатҳининг белгиланган сифат даражасидаги топологиясини шакллантириш асослари**

Инфраструктура сатҳи даражаси ДКТ тармоғининг топологик схемасини белгилаб беради. Контроллер дастурий таъминоти ўрнатилган сервер



компьютерлари ҳам топологик схеманинг маълум бир нуктасига жойлаштирилади ва алоқа каналлари ёрдамида коммутаторлар билан боғланиб уларни бошқаради.

Умуман, ДКТ инфраструктура сатҳининг таркибига коммутаторлар, тармоқ ресурсларини мужассам этган компьютер тизимлари, контроллер вазифасини бажарадиган сервер компьютерлари, фойдаланувчи терминаллари, ҳамда ҳар хил узатиш қобилиятига эга алоқа каналлари ва бошқа ҳар хил турдаги тармоқ воситалари киради.

Инфраструктура сатҳи топологик схемасининг шакли ДКТ тармоғининг ҳамма сифат кўрсаткичларини талаб этилган нормаларда бажарилишига мунтазам таъсир қилади.

Шу сабабли, ДКТ тармоғини топологик танланган мезон асосида оптимал шакллантириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Куйида ДКТ инфраструктура сатҳининг топологиясини “нолдан бошлаб” яратишнинг алгоритми келтирилади, яъни бу ҳолатда терминал ва компьютерларнинг жойлашган координаталари берилади ва коммутация марказларининг сонини, уларни қаерга ўрнатиш кераклигини ва улар ўзаро қандай боғланишлари лозимлигини ҳисоблаш талаб этилади.

Бунинг учун, биринчи навбатда, ДКТ тармоғи жорий этилиши режалаштирилган минтақа аниқланади ва унинг таркибидаги хизмат кўрсатувчи худудлар маъмурий – территорияларга ажратиб олинади.

Ҳар бир худуддаги терминаллар миқдори белгиланади (тармоқни ривожлантириш жараёнида керак бўладиган миқдорларини ҳисобга олиб). Агар уларнинг сони кўпаядиган бўлса у ҳолда худуд кичкина худудларга ажратиб олинади.

Бир неча бор кичик худудларга ажратиш коммутатор қувватига мувофиқ амалга оширилади. Агар битта коммутатор қуввати терминаллар тизими (ТТ) миқдорига хизмат кўрсатишни таъминлашга етарли бўлса у ҳолда бу худудни

бир неча марта кичик хуудларга ажратиш мақсадга мувофиқ эмас. Ёки акси бўладиган бўлса, яъни терминаллар миқдорига хизмат кўрсатишни таъминлаш учун бир ёки бир неча коммутаторлар керак бўладиган бўлса у ҳолда хууд бир неча маротаба кичик хуудларга ажратилади.

ДКТ структурасини оптимал куриш нуқтаи назаридан караганда ажратилган маъмурий – территорияларга иккитадан кўп бўлмаган коммутация марказларини (КМ) ёки коммутаторларни ўрнатиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

Инфраструктура сатҳини синтез қилишни бошлашда хууднинг дастлабки топологияси маълумотларини танлаш керак бўлади. Бу жараён қуйидагича амалга оширилиши мумкин:

- агар хуудга битта КМ хизмат кўрсатса , у ҳолда КМ жойлашиши мумкин бўлган нуқталардан бири кетма-кет танлов асосида аниқланади, ва жорий хууд доирасида юлдузсимон шаклдаги боғланишнинг дастлабки топологияси яратилади. Марказдан терминалларгача ва компьютер тизимларигача бўлган масофанинг қийматини минимал бўлиши оптимал танлов ҳисобланади. Изланган нуқта КМ ни оптимал жойлашган нуқтаси, яъни маркази бўлади;

агар хуудга иккита КМ хизмат кўрсатса, у ҳолда юлдузсимон граф кўринишида жуфт боғланадиган терминал тизими унга энг яқин ихтиёрий нуқтага боғланади (бундай тузилиш икки бўғинли графга жавоб бермаслиги мумкин, балки икки бўғинли юлдуз деб аташимиз мумкин). Мураккаб графларда барча каналлар қийматининг минимал бўлиши варианти танланади ва КМ ўрнини ўзгартириш амалга оширилади.

Кейинги хууддаги синтез ҳам худди шундай кўринишда амалга оширилади, лекин аввалги хууддаги КМ жойлашган битта ёки иккита нуқтани ҳисобга олган ҳолда. Шу боис танланган КМ жойлашган нуқтаси аввалги хуудда КМ жойлашган нуқта ва сонига қараб ҳисобланади.

Бу босқичда қўшни худудлар ўртасида фақат битта боғланишга эга тақсимланган тармоқ структураси шакллантирилади.

Демак, биринчи босқичда худуддаги ҳамма терминал ва компьютер воситалари юлдузсимон граф асосида коммутатор қурилмасига боғланади. Коммутатор ўрнатилган нукта шундай танланади-ки, бунда ҳамма терминал ва компьютер жойлашган нукталар билан коммутатор жойлашган нукта орасидаги масофаларнинг йиғиндисини, коммутатор ўрнатилиши мумкин бўлган бошқа нукталар ва терминал ва компьютер жойлашган нукталар орасидаги масофалар йиғиндисидан энг кам қийматга эга бўлади, яъни

$$\{C_q = \sum_{i=1}^{n_q} C_i + C_{q,q-1}\} \longrightarrow \min,$$

$q$  – ДКТ тармоғи яратилаётган минтақанинг навбатдаги худудини тартиб рақами,  $q \in Q$  ( $Q$  – минтақадаги худудлар сони) ;

$n_q$  –  $q$  худуддаги терминал ва компьютер тизимлари ўрнатилган нукталар сони;

$C_i$  – жорий  $q$  худудда коммутатор ўрнатилиши мумкин бўлган нукта ва  $i$  терминал (ёки компьютер тизими) жойлашган нукта орасидаги масофа;

$C_{q,q-1}$  - жорий  $q$  худудда коммутатор ўрнатилиши мумкин бўлган нукта билан  $(q-1)$  худуддаги коммутатор ўрнатилган нукта орасидаги масофа.

Агар шу худуддаги КМ бошқа худуддаги КМ билан боғланмаган бўлса, юқорида тавсифланган усул асосида навбатдаги худудлар шarti асосида КМга уланиш масаласи ечилади.

Агар навбатдаги худуддаги КМ ва аввалги худуддаги КМ ўртасида боғланишни ўрнатиш масаласи синтез қилинганда, кейинги худуддаги масофа , мавжуд худуддаги КМ масофадан кичикроқ бўлса, у холда ўрнатилган боғланиш узилади ва шу худуддаги КМ га боғланиш ўрнатилади.

Натижада юлдузсимон граф тузилишида ўзаро боғланган марказни яъни қисқа йўллар орқали боғланган марказни кўришимиз мумкин.

Бошқа сўз билан айтганда, биринчи босқичда худудлардаги терминалларни (ёки компьютер тизими) коммутатор билан ҳамда худудлардаги коммутаторларнинг бир-бири билан битта канал орқали боғланишидан ҳосил бўлган топологик схема шакллантирилади.

Юқорида кўриб чиқилган масаланинг алгоритми қуйидагича ифодаланади.

Алгоритмнинг бошланғич маълумотидан таҳлил қилинаётган худуддаги коммутаторни жойлаштириш имконияти мавжуд бўлган нуқта аниқланади.

Ҳар бир нуқта ўзининг координаталарига  $(x_i, y_i)$  га эга бўлганлиги сабабли, худудда жойлашган нуқтани аниқлайдиган параметрлар метрик бўлади.

Бундай ҳолатда тўғри бурчакли метрикани ишлатиш мақсадга мувофиқдир. У қуйидагича ифодаланади:

$$P = (|x_i - x_j| + |y_i - y_j|),$$

ва қидириляётган метрик параметр  $P$  метрикаси билан амалга оширилади.

Алгоритмни бажарилиш жараёни қуйидагича бўлади.

Хизмат кўрсатувчи худудлар ичида жойлашишини тавсифлаш , уларни координаталари ҳисобида жуфт нуқталар орасидаги оралик -  $L(i,j)$  белгиланади. Кўриб чиқилётган худудларда коммутатор жойлашиши мумкин бўлган барча нуқталарини ҳисоблаш учун тўғри бурчакли метрикадан фойдаланилади.

Тасодифий ҳолатларда юлдузсимон графлар ва танланган худуддаги жуфт нуқтанинг  $q$ -варианти танланади, сўнг барча каналларнинг қиймати топилади.

Олинган тўпламдан  $C_q$  нинг минимал қиймати танланади ва у изланган марказ этиб қабул қилинади, сўнг у кейинги худуддаги КМ жойлашган нуқтани қидириш учун ишлатилади.

Лойхалаштириладиган тармоқни ҳар бир худуди учун алгоритмни ишлаши натижасида коммутатор жойлашган ўрни ва қўшни худуддаги коммутатор билан боғланиши аниқланади.

Минтақада инфраструктура сатҳи тармоғининг топологиясини синтез қилишнинг кейинги босқичида худуддаги коммутаторларни бир бири билан камида  $K$  боғланган схемаси яратилади ( $K$  – боғланиш коэффициентини).

Тармоқда ишончликни таъминлаш мақсадида ҳар бир коммутатор камида иккита коммутатор билан боғланган бўлиши керак - агар бир коммутатор билан боғланиш узилиб қолса, у бошқа коммутатор орқали тармоқдаги коммутаторлар билан мулоқот қила олиши мумкин бўлади.

Магистрал тармоқни боғлаш ҳар бир коммутатор ёнидагиси билан камида  $K$  – боғланган графни қуриш негизида шакллантирилади.

Шундай қилиб, ДКТ инфраструктурасининг тарқоқ ҳолдаги топологик тузилмаси яратилади. Тармоқдаги коммутаторларнинг ўзаро боғланганлик даражаси (яъни ўзаро боғланиш коэффициентини)  $K_{\text{о}} > 2$  шартига мос равишда иккитадан кам бўлмаслиги мақсадга мувофиқ бўлади.

Алгоритм минтақа 16 та худудлар кўринишида бўлган ҳолат учун апробация қилинган. Тавсиф этилган усулнинг эффективлиги анъанавий усулда қурилган натижалар билан тақослаш натижасида баҳоланган.

ДКТ тармоғининг топологиясини яратиш алгоритми ҳар бир контроллерда алоҳида модул сифатида жойлаштирилади.

Ушбу модул тармоқ таркибидаги ҳамма коммутаторлардан ўзаро боғланганлик тўғрисидаги маълумотларни йиғади ва шу ахборотлар асосида тармоқ топологиясини шакллантиради.

Контроллердаги иловалар томонидан ушбу модулдан топологияга тегишли маълумотлар мунтазам равишда сўраб турилади. Бу маълумотлар асосида пакетларни маршрутлаш масаласи ечилади. Топология асосида икки коммутатор ўртасида энг қисқа йўл топилади.

ДКТ тармоғининг топологияси “Link Layer Discovery Protocol (LLDP)” номли протокол негизида яратилади.

LLDP протоколи канал сатҳи протоколи ҳисобланади, унинг асосий вазифаси яқин қўшниларга ўзи тўғрисида маълумотни етказиб бериш ва улардан ҳам маълумот олиш ҳисобланади.

LLDP-кадрида қурилма тўғрисида қуйидаги маълумотлар мужассамланади:

воситанинг номи, унинг тавсифи, порт идентификатори (қайси портдан кадр жўнатилган бўлса), портнинг тавсифи, қурилманинг имкониятлари ва б.

LLDP-кадри учун алоҳида “01:23:20:00:00:01” тарқиб рақамли MAC-манзил заҳираланади.

Шу MAC-манзилли кадрни олган восита уни кейинги воситаларга жўнатмайди. Бу кадр “Simple Network Management Protocol (SNMP)” номли бошқарув протоколи орқали бошқарув марказига жўнатилиши мумкин. Ундаги маълумот ёрдамида бошқарув маркази топологияни тиклайди ёки коррекция қилади.

ДКТ топологиясини контроллер орқали қуришда ҳам LLDP-кадрдан фойдаланилади.

Мисол: топология тўғрисидаги маълумотга эга тузилма ўзаро боғланганлик тўғрисида қуйидаги

<dpid1, port1>

<dpid2, port2>,

(бунда dpid1 ва dpid2 — коммутатор идентификаторлари, port1 и port2 - тегишли коммутаторлардаги портлар тартиб рақами) маълумотларни мужассам этган бўлсин. Бунда топологияни яратиш алгоритми қуйидаги кетма-кетликда амалга оширилади:

FlowMod маълумоти ёрдамида ҳамма коммутаторларда қуйидаги қоида ўрнатиладики, унга асосан 01:23:20:00:00:01 манзилли MAC-адресга эга кадрдаги маълумот контроллер портига жўнатилади.

Ҳар бир коммутаторнинг портида PacketOut LLDP-кадри шакллантирилади:

а) Chasis Subtype = Locally assigned, Id = dpid:<dpid>, бунда <dpid> - шу коммутатор идентификатори;

б) Port Subtype = Port Component, Id = <port\_num>, бунда <port\_num> - коммутатор портининг тартиб рақами;

в) Time To Live = 120 sec;

г) System Description = dpid:<dpid>

Шакллантирилган LLDP-кадр маълумоти ҳамма коммутаторларга юборилади. Ҳар бир коммутатор ушбу кадрни қўшни коммутаторга жўнатади.

Коммутаторлар контроллерга LLDP-кадр олганлиги тўғрисида PacketIn маълумотини жўнатади.

Контроллер PacketIn маълумотини LLDP-кадр ва dpid1 коммутаторнинг идентификатори билан бирга олади. PacketIn маълумотини сарлавҳасида ушбу кадр port1 да қабул қилинганлиги белгиланган бўлади. Агар шу кадрда dpid2 коммутаторнинг идентификатори ва port2 номли порти кўрсатилган бўлса, контроллер тузилмага топология тўғрисидаги янги маълумотни киритади, яъни dpid1 коммутаторининг port1 и билан dpid2 коммутаторининг port2 и орасида боғланиш борлиги тўғрисидаги ахборотни киритади.

### **6.3. Дастурий конфигурацияланадиган тармоғида хавфсизлик масалалари**

Замонавий АКТ ларда хавфсизлик термини жуда кенг маънога эга ва уни таъминланиши ўта мураккаб муаммолардан бири ҳисобланади. Хавсизлик бу фойдаланувчи маълумотининг тўлиқлигини ва конфиденциаллигини таъминлаш, тармоқ сервисларини ишдан чиқишини олдини олиш ва бошқа бир нечта масалаларни ҳал қилиш талаб этилади.

Тармоқ технологияларининг бугунги кундаги ривожланиши, Интернет-зимиининг ўтказиш қобилиятини кескин ўсиши ва клиент воситаларининг стационар ҳолатидан мобил ҳолатига ўтишини кескин ривожланиши (Интернетдан олинган статистик маълумотларга кўра 2013 йил бошида тармоқга уланган 1 миллиард смартфонлар ва фақат 200 минг стационар воситалар мавжудлиги қайд этилган) тармоқ бошқарувининг мавжуд ечимлари тобора талабга жавоб бермай қолаяпти, яъни бошқарувнинг самараси пасайиб борапти.

Клиент воситаларининг мобиллиги тармоқ конфигурациясини жуда тез ўзгаришига олиб келмоқда, топологиянинг кескин ўзгариши тўғрисидаги ахборотлардан тармоқга киришни бошқаришда тўғридан – тўғри фойдаланиш имкони бўлмай қолаяпти.

АКТ тармоғининг инфраструктура сатҳидаги асосий хавфлардан бири бу тармоқ воситаларига кириш ҳисобланади. Жиноятчи тармоқ воситасига кириш учун рухсат олса, у тармоқ ичидаги ресурсларни қисман ёки бутунлай “бузиши” мумкин, у на фақат воситаларга, алоқа линияларига киришга рухсат олиши ва бутун тармоқ топологиясини ўзгартириб юбориши мумкин.

Дастурий конфигурацияланадиган тармоғида вазият бошқа, бунда тармоқнинг ҳамма “интеллектуал” функциялари маршрутизатор ва коммутаторлардан узоқлаштирилган ва тармоқ контроллерларига ўрнатилган (50 – расм).





50 – расм. Дастурий конфигурацияланадиган тармоғини ташкил этилиши.

Контроллер дастурий таъминоти ўрнатилган сервер компьютерини осон ишончли ҳимояланган хонага ўтказиб қўйиш мумкин.

Контроллерлар тармоқ бошқарувини амалга оширадиган иловалар тўпламини қўллаб – қувватлайди. Улар маршрутлаш, юкланганлик даражасини ўта кўпайиб кетишидан ҳимоялаш, сифат кўрсаткичларини (яъни, QoS кўрсаткичларини) бошқариш ва бошқа анъанавий тармоқ сервисларини тақдим этадилар. Шу билан бирга, иловалар янги турдаги сервисларни филтрлаш, зарарли дастурларни аниқлаш, виртуаллаштириш каби сервисларни тақдим этадилар.

ДКТ тармоғининг дастурий таъминоти контроллерларда мужассамлаштирилади. Шунинг учун ДКТ контроллерини тармоқнинг қаерига ўрнатиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

ДКТ тармоғида ҳар хил иловалар тўпламига эга контроллерлар иерархияси шакллантирилади. Бундай иерархия камида иккита сатҳдан иборат бўлиши керак. Юқори сатҳда тармоқ инфраструктурасини бошқариш

контроллери жойлашади. Сатх контроллерлари фойдаланувчи сўрови бўйича ресурсларни тақдим этилишига рухсатнома тақдим этиш вазифасини бажарадилар. Тўғрироғи, улар инфраструктура ресурсларини бошқариш масаласини хал қиладилар.

Тармоқга келиб тушган сўровда сўралаётган ҳар бир ресурс турининг сони ва уни талаб қилинган сифат даражасида бажариш шартлари кўрсатилади.

Кейинги нисбатан пастроқ даражадаги контроллерлар виртуал ресурсларни жисмоний ресурслар кўринишида тасвирлайди. Улар тегишли коммутаторларга қоидалар тўпламини тақдим этадилар. Бунда ҳар бир контроллер куйидаги функцияларни амалга ошириши керак бўлади:

- бир хил сатхдаги контроллерлар бир хил тўпламдаги иловаларни мужассам этган бўлиши керак;

- иловалардан бир – бирига нисбатан яқин жойлашган контроллерлар бир неча марта фойдаланишларига (reusable) имкон яратилган бўлиши керак;

- контроллер масштабланганлик хусусиятига эга бўлиши керак, яъни ишни юклама белгиланган даражадан ошиб кетган ҳолларда, контроллер ўзининг функцияларини бошқа жисмоний серверда жойлашган контроллер ёрдамида амалга ошириш имконига эга бўлиши керак;

- агар тармоқдаги бирон - бир контроллер тўсатдан ишламай қолганида унинг тасарруфида бошқариладиган коммутаторларнинг бошқарувини яқинроқ жойлашган контроллерлар ўзларига олишлари керак;

ДКТ тармоқларининг хавфсизлиги таъминланишининг кейинги муҳим функцияси - бу тармоқ ҳолатини мониторинги.

Тармоқда бир неча мониторинг турлари бажарил ши лозим. Масалан, тармоқ иловаларининг ишлашини мониторинг қилиш, пакетларни текшириш ва мониторингини олиб бориш. Бу масала маълумот оқимларининг намуларини йиғишда ҳамда виртуаллаштириш жараёнларида маълумот оқимларни бўлиш учун жуда муҳим ҳисобланади. Жинойтчи тармоқга санкцияланмаган киришга

муваффақ бўлганида бошқарув тизими бундай салбий таъсирга ўз муносабатини билдириши ва контроллерни ишчи ҳолатига қайтарилишида ўз ҳиссасини кўшиши лозим. Шу сабабли, тармоқ мониторингини олиб бориш таъсирга жавоб бериш тизимининг муҳим функцияси ҳисобланади.

ДКТ тармоғининг хавфсизлигини таъминлаш нуқтаи назаридан кейинги муҳим масала, бу протоколларнинг хавфсизлигини таъминлаш ҳисобланади.

Протоколларнинг хавфсизлиги қуйидаги қисмларга бўлинган ҳолда кўрилади:

- контроллер – коммутатор оралиғидаги протоколларнинг хавфсизлиги;
- иловалар билан мулоқотни ташкил қиладиган протоколларнинг хавфсизлиги;
- контроллер – контроллер оралиғидаги протоколларнинг хавфсизлиги.

#### 1. Контроллер – коммутатор оралиғидаги протоколларнинг хавфсизлиги.

ДКТ тармоғининг типик сегментида махсус “SSL” номли боғланишдан фойдаланилади. “SSL” номли боғланиш дастлабки даражадаги хавфсизликни таъминлайди, лекин бундай боғланиш реал ҳолатда камлик қилиши мумкин, шу сабабли, реал ҳолатларда, масалан, маъумот қайта ишлаш марказларини ДКТ тармоғи негизда шакллантирилганида махсус криптографик протоколлар (Internet Key Exchange, IPsec, Kerberos ва б.) ишлатилади. Бу протоколлар асосида бирламчи маълумотни шифрлаш учун нисбатан кўп вақт талаб этилади, шу сабабли, уларни глобал тармоқ шароитида ишлатиш кечикишлар кўпайишига олиб келиши мумкин. Глобал тармоқларда контроллер – коммутатор оралиғи-даги протоколлар хавфсизлиги таъминланишининг оптимал усулларини топиш долзарб масалалардан бири ҳисобланади.

2. Иловалар билан мулоқотни ташкил қиладиган протоколларнинг хавфсизлиги таъминланишида юзага келадиган муаммо - бу “кўзда тутилган хавфсизлик даражаси етарлими”, деган саволга жавоб топиш ҳисобланади. Тармоқни юкланганлик даражасини аниқлаш учун, илова тармоқдаги бутун трафик

тўғрисидаги маълумотга эга бўлиши керак. Лекин контроллерга ўрнатилган илова тармоқ пакетларининг фақат сарлавҳасини таҳлил қилиш натижасида қарор қабул қилишга йўналтирилган. Пакет сарлавҳасининг маълумотига асосан тармоқ юкланганлиги тўғрисида қарор қабул қилиш кўп ҳолларда реал ҳолатни акс эттирмайди. Пакетнинг бутун “танаси” хавфсизлик нуқтаи назаридан (яъни дешифрлаш) контроллерда қайта ишланиб, юкланганлик тўғрисида бирон бир ечимга келиш учун катта вақт талаб этилади, шу сабабли, бу вариант ҳар доим инкор этилади. Тармоқ юкланганлигини аниқлаш мақсадида пакет сарлавҳасини қандай шакллантириш ва пакетни қай даражада шифрлаш масалалари ҳам ўз ечимини кутаётган долзарб муаммоларданибири ҳисобланади.

3. Контроллер – контроллер оралиғидаги протоколларнинг хавфсизлиги. Контроллерлар одатда локал муҳитда ишлатилади, тарқоқ ҳолдаги тармоқ инфраструктураси бир неча маҳаллий тармоқлар бирикмасидан ташкил топади. Тарқоқ ҳолдаги контроллерларнинг бошқарувини олиб борадиган “тақсимланган контроллер” билан маҳаллий контроллерлар орасида мулоқотни ташкил этадиган протокол сифатида маҳаллий контроллерлар орасидаги муносабатларни ташкил этадиган протоколдан фойдаланилади. Бу протокол 4.1 бандда ёритилган “out- band” ёки “in-band” усулларида фойдаланган ҳолда амалга оширилиши мумкин.

Биринчи вариантда контроллерларнинг алоҳида бошқарув тармоғи яратилади ва хавфсизлик чораларини кўриш шарт эмас. Иккинчи вариантда контроллерлар орасида алоҳида ҳимояланган канал яратиш керак бўлади.

Қисқаси, ДКТ тармоғи лойиҳалаштирилаётганида ёки яратилаётганида протоколларни танлаш ҳамда уларнинг хавфсизлигини таъминлаш масалаларига алоҳида урғу бериш талаб этилади.

#### **6.4. ДКТ тармоғи бошқарув платформасининг сифат**

## кўрсаткичларига (QoS кўрсаткичларига) талаблар

ДКТ контроллери OpenFlow коммутаторларини сифатли бошқариши учун уларнинг ҳолатини мунтазам текшириб бориши керак бўлади. Бунинг учун контроллер таркибида OpenFlow коммутаторларининг ҳолати бўйича статистик маълумотларни йиғадиган воситалари бўлиши лозим. Йиғилган маълумотлар асосида пакетларни узатиш маршрутлари ҳисобланади, вақт ўтиши билан тармоқ ресурсларининг тақсимотини амалга ошириш мақсадларида ўрнатилган маршрутлар коррективировка қилинади.

Контроллер тармоқдаги трафикнинг ҳар бир индивидуал оқимини талабига мувофиқ тармоқ ресурсларини тақсимлаш имконига эга бўлиши керак. Бундай функцияни бажариши учун бир нечта бошқарув механизмлари биргаликда фаолиятда бўлишлари талаб этилади.

Сифат параметрларига талаб этилган нормалар бажарилган ҳолда коммутаторлар орасидаги боғланишларнинг маршрутларини аниқлаш негизида тармоқ ресурсларини самарали тақсимлаш ДКТ тармоғининг бутун инфраструктураси доирасида марказий масала ҳисобланади.

Ушбу масала одатда граф назарияси негизида кўп критерияли оптималлаштириш масаласи кўринишида формаллаштирилади ва NP - мураккаб масалалар қаторида ечилади. Кўп ҳолларда кўп критерияли масала бир критерияли масалага келтирилади ва классик оптимизацион усуллар негизида ҳал қилинади.

Масаланинг ечими оқибатида олинган натижа энг кичик коэффициентларга эга маршрут ҳисобланади. Бу борада бир нечта алгоритмлар ишлаб чиқилган, уларнинг орасида тармоқдаги икки коммутатор орасида битта эмас, бир нечта маршрутларни аниқлаб берадиганлари ҳам кам эмас. Икки коммутатор орасида бир нечта маршрутларни бўлиши, аниқ бир оқим учун самарали маршрутни танлашга имкон яратади. Бундай алгоритм контроллерда махсус модул сифатида шакллантирилади.

Иккинчи муҳим муаммо - бу иловалар билан талаб этилган сифат даражасидаги мулоқотни ташкиллаштириш. Тармоқдаги ҳолатни мунтазам назорат қилиш асосида унинг белгиланган сифат даражасидаги бошқарувини амалга ошира оладиган механизмларни ишлаб чиқиш долзарб муаммо ҳисобланади. Трафик таркибидаги оқимлар ҳар хил турдаги маълумотлар бўлиши табиий, ҳар бир оқим учун ўзига хос ва мос бошқарувни амалга ошириш керак-ки, у белгиланган манзилига талаб этилган сифат даражасида ўз вақтида, кечикмасдан етиб борсин.

Қуйида ДКТ бошқарув платформасига қўйиладиган талаблар тўғрисида маълумотлар келтирилади.

1. ДКТ бошқарув платформасини ишлаб чиқиш жараёнига талаблар. Платформани ишлаб чиқиш жараёни замонавий дастурий таъминотларни ишлаб чиқиш талабларига жавоб бериши керак. Унинг негизида замонавий услублар, технологиялар ва объектга йўналтирилган лойихалаштириш воситалари ётиши лозим. Платформа қуйидаги талабларга жавоб бериши лозим:

1.1. Платформа функционалиги кенгайтирилишига имкон яратадиган модулли архитектура асосида яратилиши лозим;

1.2. Платформа спираль модел асосида яратилиши мақсадга мувофиқ, чунки бунда унинг ҳар бир қисмини ишлаб чиқиш этапида функционалигини текшириш имкони бўлади;

1.3. Дастурий таъминотнинг матни дастурларга қўйиладиган замонавий талаблар негида яратилиши лозим.

2. ДКТ бошқарув платформасининг функционалигига талаблар.

2.1. ДКТ бошқарув платформаси OpenFlow протоколининг ҳамма версияларини қўллаб - қувватлаши керак;

2.2. ДКТ топологик схемасини автоматик равишда қурилишини қўллаб - қувватлаши керак;

- 2.3. Тармоқ ҳолатини мониторинг қилиш имкони бўлиши лозим;
- 2.4. ДКТ тармоғининг сегменти доирасида реактив ва актив ҳолатларда маълумотларни маршрутлаш жараёнларини қўллаб-қувватлаши лозим;
- 2.5. Пакетларни кодлаш ва декодлаш жараёнларини қўллаб-қувватлаши керак;
- 2.6. ДКТ тармоғи элементларидан келаётган сўровларни кўп оқимли режимда қайта ишлаш имконига эга бўлиши лозим.

3. ДКТ тармоғи унумдорлигига талаблар. Америка Қўшма Штатлари давлати территориясида ж коммутатор ва 10 ойлашган ДКТ асосидаги 10 та маълумот қайта ишлаш марказ (МҚИМ) ларининг фаолияти таҳлил қилинганида қуйидагилар: ўрта ҳажмдаги МҚИМ 10 000 охириги тугунлар, 256 коммутаторлар ва янги оқим ўрнатиш мақсадида бир секундда 10 миллион сўровлар келиб тушгани қайд этилган.

Шу маълумотлардан келиб чиқиб, ДКТ тармоғининг унумдорлиги қуйидаги талабларга жавоб бериши керак:

- 3.1. Бошқариш платформасининг ўтказиш қобилияти секундига 10 000 сўровдан кам бўлмаслиги керак;
- 3.2. Платформанинг кечикиш вақти 100-150 миллисекунддан ошмаслиги лозим;
- 3.3. Платформа ҳар бири 10 000 сўровга эга бўлиши мумкин бўлган камида 256 коммутаторларни қўллаб – қувватлаш имконига эга бўлиши лозим.

4. ДКТ бошқариш платформасининг таркибига талаблар. ДКТ бошқарув платформаси қуйидаги талабларга жавоб бериши лозим;

4.1. Бошқарув платформасининг ядроси қуйидаги асосий модулларни таркибида мужассам этиши мақсадга мувофиқ бўлади:

- OpenFlow протоколининг берилган версиядаги коммутаторлари билан бошқарув платформаси орасида мулоқотни таъминлайдиган модул;

- ҳар хил даражадаги тармоқ стеклари пакетларининг сарлавҳаларини шакллантириш ва қайта ишлаш дастурларининг “кутубхонаари”;

- ДКТ тармоғи бошқарувида иштирок этадиган ҳамма модуллар юкла-нишини ва уларнинг ўзаро мулоқотларини амалга оширадиган контроллер модули;

- контроллер иловалари орасида маълумот алмашувини таъминлайдиган ёки тармоқдаги у ёки бу ҳодисалар билан платформани хабар қиладиган модул.

4.2. ДКТ бошқарув платформаси қуйидаги тармоқ сервисларини қўллаб қувватлаши лозим:

- тармоқ топологияси ҳақидаги ахборотни йиғиш, сақлаш ва янгилаш вазифаларини бажарадиган сервис;

- тармоқнинг “охирги” коммутаторлари орасида маршрутларни ўрнатадиган сервис;

- виртуал тармоқлар яратадиган сервис;

- маълумот қайта ишлаш марказларининг тармоқларини бошқарадиган тизимлар билан мулоқотлар ташкил этадиган сервис (OpenStack);

- ДКТ бошқарув платформасини ташқи иловалар билан интерфейсини қўллаб - қувватлайдиган сервис.

Шу билан бирга платформа бошқарувда керак бўладиган ҳамма иловалар билан таъминланган бўлиши керак.

## 5. Тармоқ бошқарув платформасининг масштабланганлигига талаблар.

5.1. Тармоқ операцион тизими лойиҳалаштирилаётганида контроллер бошқарув тизими камида 256 та коммутаторлар билан ишлашини қўллаб – қувватлаши ҳисобга олиниши керак;

5.2. Камида 8 та оқимлар даражасида “кўп оқимлик” режимида ишлаш жараёнларини қўллаб – қувватлаш.



## 6. ДКТ бошқарув платформаси техник воситаларининг таркиби ва параметрларига талаблар.

ДКТ бошқарув платформаси аппарат OpenFlow коммутаторлари билан бирга дастурий коммутаторлар билан ҳам мулоқотда бўлиш имконига эга бўлиши керак. Бунинг учун ДКТ бошқарув платформаси қуйидаги техник талабларга жавоб бериши талаб этилади:

6.1. Платформа “Linux” номли таянч операцион тизими ўрнатилган сервер компьютери негизида шакллантирилиши керак;

6.2. Платформа “OpenvSwitch” номли виртуал коммутатор билан мулоқотда бўлишни қўллаб – қувватлаши лозим;

6.3. Платформа “OpenFlow” коммутаторлари билан мулоқотда бўлишни қўллаб – қувватлаши лозим.

## 7. ДКТ бошқарув платформасининг ишончилигига талаблар.

7.1. Платформа иловалар ишлашида жуда қисқа вақт давомида тўсатдан юзага келадиган тўхталишларни қайта ишлаш имконига эга бўлиши керак;

7.2. Платформа коммутаторлар орасидаги боғланишларда жуда қисқа вақт давомида тўсатдан юзага келадиган тўхталишларни қайта ишлаш имконига эга бўлиши керак;

7.3. Платформа тармоқ операцион тизими таркибига кирувчи коммутаторларда жуда қисқа вақт давомида тўсатдан пайдо бўладиган тўхталишларни қайта ишлаш имконига эга бўлиши керак.

## 8. ДКТ бошқарув платформасида экспериментал тадқиқотлар ўтказишига талаблар.

ДКТ тармоғи инфраструктурасини бошқаришнинг самарадорлигини белгиловчи мезонни танлаш ва бошқарув механизмларини таҳлиллаш жараёнларида ДКТ тармоғининг тест ўтказишга мўлжалланган сегменти бошқарув платформани бир нечта жисмоний ҳамда дастурий коммутаторларни

бошқара олиши мум-кинлигини, яъни бошқара олиш имкони мавжудлигини кўрсата олиши керак.

Бунда тармоқдаги жисмоний ва виртуал компьютерларнинг ўзаро боғланишларини таъминлайдиган ушбу коммутаторлар Wi-Fi боғланиш асосидаги янги фойдаланувчиларни тармоқга уланишларини ҳамда тармоқ шароитида ишлаш-ларини таъминлашлари лозим.

Экспериментал тадқиқотлар ДКТнинг экспериментал сегментида ўтказилиши лозим, бунда унинг таркиби қуйидагиларни ўз ичига олиши керак:

8.1. Коммутаторларнинг сони камида иккита бўлиши лозим;

8.2. Коммутаторлар OpenFlow протоколини қўллаб – қувватлаши керак;

8.3. Коммутатор портларининг сони камида 48 та бўлиши лозим;

8.4. ишлаш тезлиги камида 1 Гбит/сек бўлиши керак ва б.

8.5. Виртуал OpenFlow контроллерларини шакллантириш серверлари қуйидаги талабларга жавоб бериши керак:

- серверлар сони тўрттадан кам бўлмаслиги керак;

- сервер компютери марказий процессори ядросининг сони камида саккизта, ҳар бирининг такт частотаси 2Ггц дан кам бўлмаслиги лозим;

- ҳар бир сервернинг тезкор хотираси камида 48 Гигабайт бўлиши керак;

- кириш нуқтаси Wi-Fi технологиясини қўллаб – қувватлаши лозим ва б.

ДКТ бошқариш платформасига оид яратилган ҳужжатлар комплексида унинг архитектураси, тузилмаси, асосий модулларининг функционал вазифалари батафсил ёритилиши керак.

ДКТ бошқариш платформасини яратиш учун техник топшириқ ушбу талаблар асосида ишлаб чиқилади.

## **VI боб бўйича савол ва топшириқлар**

1. Ахборот - коммуникация тармоғининг сифат кўрсаткичларини белгилайдиган параметрлар.
2. Тармоқ унумдорлигини белгилайдиган кўрсаткичларни тавсифланг.
3. “Тармоқнинг реакция вақти”, деганда нима тушунилади?
4. “Маълумот узатиш тезлиги” кўрсаткичига талаб бажарилмаслиги қандай оқибатларга олиб келиши мумкин?
5. “Маълумот узатилишининг кечикиш вақти ва кечикиш вақтининг вариацияси” кўрсаткичига талаб қандай усуллар асосида бажарилади?
6. Тармоқнинг ишончлилиги, деганда нима тушунилади? У қандай кўрсаткич билан характерланади?
7. ДКТ инфраструктура сатҳини белгиланган сифат даражасидаги топологиясини шакллантириш алгоритмининг тушунтиринг. Конкрет масала ечими учун мумтақил иш яратинг
8. Дастурий конфигурацияланадиган тармоғида хавфсизлик масалалари қандай хал қилинади?
9. ДКТ тармоғи бошқарув платформасининг сифат кўрсаткичларига (QoS кўрсаткичларига) талабларни тавсифланг.

### **Фойдаланилган адабиётлар рўйхати**

1. Бахарева Н.Ф., Полежаев П.Н., Шухман А.Е., Ушаков Ю.А. Управление корпоративными программно-конфигурируемыми сетями. Вестник оренбургского государственного университета 2015 № 13.
2. Верижникова Е. Технология SDN – стартап-машина будущего. Эл. ресурс: URL: <http://firrma.ru/data/articles/1739/>
3. Ермолаева А.Б., Ромашова Н.В. Программно-конфигурируемые сети и их развитие <http://www.ipmce.ru/about/press/popular/pks/>
4. Ефимушкин В. А. и др. Международная стандартизация программно-конфигурируемых сетей. ISSN 0013-5771. «ЭЛЕКТРОСВЯЗЬ», № 8, 2014.
5. Иваненко Р.Р., Иваненко Ю.Р.. Программно-конфигурируемые сети с использованием протокола Open Flow/ Серия « Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение». 2015. № 4

6. Коляденко Ю. Ю., Белоусова Е. Э.. Программно-конфигурируемые сети на базе протокола OpenFlow и их характеристики. Технічні науки Scientific Journal «ScienceRise» №3/2(20)2016.

7. Корячко В.П.. Динамическое управление трафиком программно-конфигурируемых корпоративных сетей на основе данных о парных перестановках маршрутов. XII ВСЕРОССИЙСКОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ПРОБЛЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ ВСПУ-2014 Москва 16-19 июня 2014 г.

8. Крисс Надее. Качество обслуживание на всех уровнях. Эл.адрес: <http://www.netapp.com/eu/communities/tech-ontap/tot-smt-qos-1001-ru.aspx>.

9.Лапони́на О. Р.,Сухомлин В.А. Способы трансформации сетей к sdn – архитектуре. Эл. Ресурс: <http://injoit.org/index.php/j1/article/viewfile/191/143>

10. Лемешко А.В., Вавенко Т.В.. Разработка и исследование потоковой модели адаптивной маршрутизации в программно-конфигурируемых сетях с балансировкой нагрузки. Доклады ТУСУРа, № 3 (29), сентябрь 2013

11. Мьинт Найнг Е. Разработка системы запуска ресурсоемких приложений в облачной гетерогенной среде. Авт дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук , Санкт-Петербург - 2013. Эл ресурс: <http://www.eltech.ru/assets/files/nauka/dissertacii/2013/Avtoreferat-Mjint-Najng.pdf>

12. Нишанбаев Т.Н. Оптимизационная модель формирования в распределенной сети виртуального вычислительного ресурса. АХБОРОТКОММУНИКАЦИЯЛАР: Тармоқлар, Технологиялар, Ечимлар, 1(37) 2016.

13. Нишанбаев Т.Н. Отчет о научно-исследовательской работе “Моделирование и решение задач оптимизации “cloud” дата-центров на базе программно-конфигурируемых сетей” (промежуточный), 2016, июнь.

14. Нишанбаев Т.Н. Отчет о научно-исследовательской работе “Моделирование и решение задач оптимизации “cloud” дата-центров на базе программно-конфигурируемых сетей” (промежуточный), 2016, декабр.

15. Нишанбаев Т.Н. Формирование а гетерогенной среде виртуального вычислительного ресурса. В сб. трудов X международной отраслевой науч-но-технической конференции «ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА». Москва, Март 2016.

16. Панеш А.Х. Содержание и перспективы технологий программно-конфигурируемых сетей и виртуализации сетевых функций. ISSN 2074-1065 Рецензируемый, реферируемый научный журнал «Вестник АГУ». Выпуск 2 (137) 2014

17. Программно-конфигурируемые сети. Эл. ресурс: <http://www.osp.ru/os/2012/09/13032491/>

18. Программно-определяемые сети. Эл ресурс: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Программно-определяемые\\_сети\\_\(Software-Defined Network, SDN\)\\_и\\_программно-определяемые\\_ЦОД\\_\(Software-Defined Data Center, SDDC\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Программно-определяемые_сети_(Software-Defined_Network,_SDN)_и_программно-определяемые_ЦОД_(Software-Defined_Data_Center,_SDDC))

19. Сетевые операционные системы. Эл ресурс: [http://citforum.ru/operating\\_systems/sos/glava\\_4.shtml](http://citforum.ru/operating_systems/sos/glava_4.shtml)

20. Система облачной платформы Huawei FusionSphere OpenStack. Электронный ресурс: <https://habrahabr.ru/company/uvds/blog/28090/>

21. Скобелев П.О. и др. Мультиагентная система планирования задач в программно-конфигурируемых сетях. Инженерия программного обеспечения. Компьютерные инструменты в образовании, №4 2013.

22. Смалянский Р. и др. Создание прототипа отечественной ПКС платформы управления сетевыми ресурсами и потоками с помощью сетевой операционной системы... Отчет о НИР, МГУ им. Ломоносова, Москва 2013.

23. Смалянский Р. Технологии реализации программно - конфигурируемых сетей: Overlay vs OpenFlow. Директор по науке и образованию Центра прикладных исследований компьютерных сетей, чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н.,

профессор МГУ им. М. В. Ломоносова 02.04.2014. Эл. адрес: rsmeliansky@arccn.ru.

24. Смелянский Р., Шалимов А., Чемерицкий Е.. Программно-конфигурируемые сети и управляющие сетевые приложения CONNECT | № 4, 2014 [www.connect.ru](http://www.connect.ru).

25. Содержание и перспективы технологий программно-конфигурируемых сетей и виртуализации сетевых функций.

26. Состав сети SDN. Топология и архитектура <http://kunegin.com/ref1/sdh/glava4.htm>

27. SDS как новый уровень абстракции. Эл. адрес: <http://jetinfo.ru/stati/konkurety-zheleznykh-skhd>.

28. Уджуху Т. Перспективы SDN на телеком-рынке SDN – IDC and Beyond. Эл ресурс: <http://www.tssonline.ru/articles2/fix-op/perspektivy-sdn-na-telekom-rynke>

29. Умнов Н., Доринский П. SAN для виртуализации датацентров. Stotage News, №1(38),2009. Электронный адрес: <http://www.Stotagenews.ru>.

30. Чемерицкий Е. В. Исследование методов контроля функционирования программно-конфигурируемых сетей. Дисс.на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук. Москва – 2015. Эл ресурс: <https://cs.msu.ru/sites/cmc/files/theses/chemeritskiydissertacia.pdf>

31. Чугреев Д.А. , Шкребец А.Е. Программно-конфигурируемые сети: OpenFLow и виртуальные сетевые перекрытия. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, д. 49), [xse@vuztc.ru](mailto:xse@vuztc.ru).

32. Шалагинов А.. Распределенные облачные дата-центры. Распределенные облачные дата-центры. Главы из книги. Глава 1. Опубликовано 11.2014. Эл. ресурс: <https://shalaginov.com/2014/11/30/>

33. Шалимов А. Мифы и реальность программно-конфигурируемых сетей. ЦПИКС, МГУ <http://arccn.ru/>.

34. ЭВОЛЮЦИЯ SDN: путь в прекрасное программируемое будущее. Эл ресурс: <https://habrahabr.ru/company/cloud4y/blog/279725/>

35. Nishanbayev T.N., Abdullaev M.M. Problems of the distributed systems in infocommunication media network with complex structure. ИТРА 2015 Tashkent 2015.

36. OpenFlow -Enabled Cloud Backbone Networks Create Global Provider Data Centers, ONF Solution Brief November 14, 2012, <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/solution-briefs/sb-cloud-backbone-networks.pdf> .

37. OpenFlow Switch Specification, Version 1.0.0 (Wire Protocol 0x01) [Эл. ресурс]. - [2009]. - Mode of access: <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/onf-specifications/openflow/openflow-spec-v1.0.0.pdf> (accessed date: 28.04.2013).

38. SDN в Juniper. Software defined networking. Эл ресурс: <http://www.juniper.net/us/en/dm/sdn/>

39. Shenker S. Software-Defined Networking at the Crossroads [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ee380.stanford.edu/cgi-bin/videologger.php?target=130515-ee380-300.aspx> (дата обращения: 10.06.2013).

40. Software-Defined Networking: The New Norm for Networks [Electronic resource] //Open Networking Foundation. - [2012]. Эл ресурс: <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/white-papers/wp-sdnnewnorm.pdf> (accessed date: 28.04.2013).

41. Software-Defined Networking: The New Norm for Networks, ONF White Paper April 13, 2012 <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/white-papers/wp-sdn-newnorm.pdf> .

42. The Open vSwitch Database Management Protocol: [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://tools.ietf.org/html/draft-pfaff-ovsdb-proto-02>.



43. The Software-Defined Data Center, <https://www.vmware.com/software-defined-datacenter/>.

<b>МУНДАРИЖА</b>		<b>Б.</b>
	<b>КИРИШ</b> .....	<b>3</b>
<b>I БОБ.</b>	<b>ЗАМОНАВИЙ АХБОРОТ-КОММУНИКАЦИЯ ТАРМОҒИНИНГ АРХИТЕКТУРАВИЙ ХУСУСИЯТЛАРИ ВА ИМКОНИЯТЛАРИ</b> .....	<b>5</b>
1.1.	Замонавий ахборот – коммуникация тармоғининг архитектураси .....	5
1.2.	Ахборот-коммуникация тармоқларида кулланиладиган қурилмалар ва уларнинг вазифаси .....	16
	<b>боб бўйича савол ва топшириқлар</b> .....	32
<b>II БОБ.</b>	<b>АХБОРОТ-КОММУНИКАЦИЯ ТАРМОҚЛАРИДА</b>	

	<b>МАЪЛУМОТ УЗАТИШ ЖАРАЁНЛАРИНИНГ ҲОЛАТИ .....</b>	33
2.1.	Ахборот-коммуникация тармоғида маълумот узатиш жараёнларини ташкил этилиши. ....	33
2.2	АКТ транспорт тармоғининг пакетларини узатишда юзага келадиган муаммолар .....	43
	<b>II боб бўйича савол ва топшириқлар. ....</b>	50
<b>III боб.</b>	<b>ДАСТУРИЙ КОНФИГУРАЦИЯЛАНАДИГАН ТАРМОҚ АРХИТЕКТУРАСИ .....</b>	52
3.1.	Дастурий конфигурацияланадиган тармоғининг архитектураси ва функционал ташкил этилиши .....	52
3.2.	ДКТ компоненталари орасида маълумот узатиш жараёнлари	59
3.3.	Open Flow протоколи .....	67
3.4.	Дастурий конфигурацияланадиган тармоғида пакетларни маршрутлаш .....	72
	<b>III боб бўйича савол ва топшириқлар</b>	75
<b>IV боб.</b>	<b>ДАСТУРИЙ КОНФИГУРАЦИЯЛАНАДИГАН ТАРМОҒИ БОШҚАРУВ САТҲИНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ .....</b>	77
4.1.	Дастурий конфигурацияланадиган тармоғи бошқарув сатҳининг вазифалари. ....	77
4.2.	ДКТ бошқарув сатҳи операцион тизимининг функционал вазифалари. ....	83
4.3.	ДКТ тармоғининг дастурий таъминотини яратишда қўлланиладиган дастурлаш тиллари. ....	94
	<b>IV боб бўйича савол ва топшириқлар. ....</b>	109
<b>V боб.</b>	<b>ДКТ НЕГИЗИДА ВИРТУАЛ ТАРМОҚ</b>	

	<b>ШАКЛЛАНТИРИШ АСОСЛАРИ. . . . .</b>	111
5.1.	Виртуаллаштириш технологиясининг мазмун-моҳияти ва афзалликлари. . . . .	111
5.2.	Тармоқ виртуализацияси ҳақида асосий тушунчалар . . . . .	124
5.3.	ДКТда виртуализация технологияси қўлланилишининг Хусусиятлари . . . . .	131
	<b>V боб бўйича савол ва топшириқлар</b>	146
<b>VI боб.</b>	<b>ДКТ ТАРМОҚЛАРИНИНГ СИФАТ ВА ХАВФСИЗЛИК КЎРСАТКИЧЛАРИГА ТАЛАБЛАР . . . . .</b>	
6.1.	Ахборот - коммуникация тармоғининг сифат кўрсаткичларини белгилайдиган параметрлар. . . . .	147
6.2.	ДКТ инфраструктура сатҳининг белгиланган сифат даражасидаги топологиясини шакллантириш асослари. . . . .	164
6.3.	Дастурий конфигурацияланадиган тармоғида хавфсизлик масалалари . . . . .	171
6.4.	ДКТ тармоғи бошқарув платформасининг сифат кўрсаткичларига (QoS кўрсаткичларига) талаблар . . . . .	176
	<b>VI боб бўйича савол ва топшириқлар . . . . .</b>	182
	<b>Фойдаланилган адабиётлар рўйхати . . . . .</b>	184

**Фойдаланилган адабиётлар рўйхати**

УДК 621.391.037.372

**Р.Р. Иваненко**, старший инженер технического отдела войсковой части  
53982 (e-mail:matuzalem\_salo@mail.ru)

**ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫЕ СЕТИ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТОКОЛА  
OPEN FLOW**

*ISSN 2223-1536. Известия Юго-Западного государственного  
университета.*

1. Software-Defined Networking: The New Norm for Networks // ONF White Paper, 04/2012.
2. ONF. Software-Defined Networking (SDN) Definition [Electronic resource]. – URL: <https://www.opennetworking.org/sdn-resources/sdn-definition> (дата обращения: 07.03.14).

3. IETF Draft Formal Specification: Framework for Software-Defined Networks (SDN). — 02/2013. [Electronic resource]. – URL: <https://tools.ietf.org/html/draft-shin-sdn-formalspecification-03> (дата обращения: 07.03.14).
4. Framework of Telecom SDN (Software-Defined Networking): ITU-T Draft Recommendation Y.FNsdn, 02/2013.
5. Смелянский Р. Программно-конфигурируемые сети [Электронный ресурс] // Открытые системы. – 2013. – URL: <http://www.osp.ru/os/2012/09/13032491/> (дата обращения: 01.11.2013).

