

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВА
КОММУНИКАЦИЯЛАРИНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ВАЗИРЛИГИ
МУҲАММАД АЛ-ХОРАЗМИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ АХБОРОТ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

МАЪЛУМОТЛАР УЗАТИШ ТАРМОҚЛАРИ ВА ТИЗИМЛАРИ
КАФЕДРАСИ

У.Б. Амирсаидов

“ТАРМОҚЛАРНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ”
фани бўйича
ЭЛЕКТРОН УСЛУБИЙ ҚЎЛЛАНМА

Мутахассислик: 5А350101- Телекоммуникация инжиниринги
(Ахборот узатиш тизимлари)

ТОШКЕНТ 2021

КИРИШ

Маълумотларни узатиш тармоқлари турли ахборот ва бошқарув тизимларнинг асосини ташкил этади. Маълумот узатиш тармоқларининг асосий вазифаси ўрнатилган сифат кўрсаткичларини таъминлаган ҳолда маълумотларни кўрсатилган манзилга етказиб беришдан иборат. Ушбу вазифани ечиш учун турли манипуляция усуллари, шовқинбордош кодлар, маълумотларни узатиш ва маршрутлаш протоколлари, ҳамда бошқарув тизимлари қўлланилади. Маълумотларни узатиш тармоқларини лойиҳалашда моделлаштириш ва оптималлаш жараёнларининг ўрни каттадир. Ушбу жараёнларда маълумот узатиш тармоқларининг оптимал физик ва функционал структуралари аниқланади.

Фанни ўқитишдан мақсад - тармоқларни моделлаштириш ва оптималлаш усуллари, ҳамда дастурий воситаларини ўрганиш. Олинган билимлар асосида маълумот узатиш тармоқларини анализ ва синтез этиш масалаларини ечиш.

Фаннинг вазифаси – маълумот узатиш тармоқларини формал ифодалаш, математик ва оптималлаш моделларини қуриш асосларини ўрганиш.

“Тармоқларни оптималлаш” фанини ўрганиш жараёнида магистрант:

- модел турлари, аналитик ва имитацион моделлаштириш, оптималлаш усуллари, тармоқларни анализ ва синтез этиш масалалари, маълумот узатиш тизими ва тармоғи, тизимларни оптималлаш ҳақида тасаввурга эга бўлиши;

- телекоммуникация тармоғини концептуал модели, маълумот узатиш тизими ва тармоқларини аналитик моделларини қуриш усуллари, маълумот узатиш тизимлари ва тармоқларини оптималлаш усуллари **билиши ва** улардан фойдалана олиши;

- маълумот узатиш тизимлари ва тармоқларни махсус дастурий таъминотлар ёрдамида имитацион моделлаштириш, махсус дастурий таъминотлар асосида имитацион моделлаштириш натижаларига ишлов бериш кўникмаларига эга бўлишлари керак.

1-МАЪРУЗА

Тармоқларни моделлаштириш асослари: анализ ва синтез(оптималлаштириш) масалари

Режа:

1. Тизимларни моделлаштириш назариясининг асосий тушунчалари.
2. Моделлаштиришнинг асосий вазифалари.
3. Моделлаштириш босқичлари.

Модель — бу мавжуд ҳақиқий объектни ўрганишда унинг ўрнини босиш усули.

Ҳақиқий объектнинг модели тажриба хавфли, қимматли бўлганда, макон ва вақтнинг ноқулай масштабда юз берадиган (узок муддатли, ўта қисқа муддатли, давомий), иложсиз, қайтариб бўлмайдиган, кўрсатиб бўлмайдиган ҳолатларда қўлланилади. Буни мисолларда кўрсатиб ўтамиз:

«тажриба хавфли» — тажовузкор муҳитдаги фаолиятда иносн ўрнига унинг макетидан фойдаланган маъкул; масалан ойда ўзи юрар аппарат;

«қимматли» — ғояни мамлакатнинг реал иқтисодиётида қўллашдан аввал, уни иқтисодиётнинг математик ёки ўхшатиш моделида синаб кўриб, барча ижобий ва салбий томонларини ҳисоблаш ҳамда эҳтимоли мавжуд оқибатлар ҳақида тасаввурга эга бўлиш мақсадга мувофиқ;

«узок вақтли» — емирилишни ўрганиш — ўнлаб йиллар давом этадиган жараён, — моделда ўрганиш фойдалироқ ва тезроқ;

«қисқа муддатли» — портлаш орқали металлларга ишлов бериш жараёнининг ўтказувчанлик деталларини моделда ўрганган афзалроқ, чунки бундай жараён жуда қисқа фурсатда ўтади;

«маконда давомий» — космогоник жараёнларни ўрганиш учун математик моделлар қулай, чунки ҳозирча юлдузларга ҳақиқий парвозларнинг имкони йўқ;

«микроскопик» — атомларнинг ўзаро алоқасини ўрганиш учун уларнинг моделларидан фойдаланиш қулайроқ;

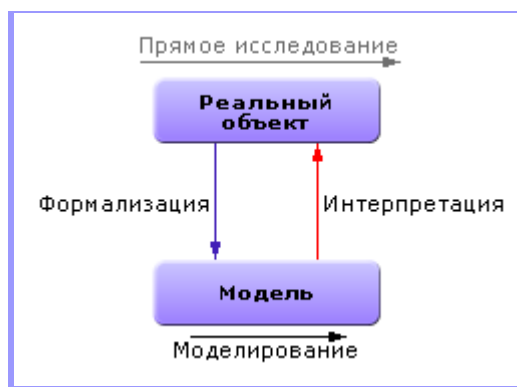
«имконсиз» — кўпинча инсон ҳали объект мавжуд бўлмай, эндигина лойиҳалаштирилаётган вазиятга тўқнаш келади. Лойиҳалаштиришда бўлажак объектни тасаввур қилиш билан бир қаторда, лойиҳалаштириш камчиликлари оригиналда намоён бўлгунига қадар, унинг виртуал аналогини синовдан ўтказиш зарур. Бу муҳим: моделлаштириш лойиҳалаштириш билан узвий боғлиқдир. Одатда, аввал тизим лойиҳаси тузилади, сўнгра синовдан ўтказилади, кейин яна лойиҳа тузатилади ва синалади. Бу жараён лойиҳа

белгиланган талабларга тўлиқ жавоб бергунигача давом этаверади. “Лойиҳалаштириш-моделлаштириш” жараёни цикли бўлиб, бунда цикл спирал кўринишига эга бўлади, яъни ҳар бир бурилишда лойиҳа тобора яхшиланиб боради, чунки модель янада деталлашади, тавсилот даражаси эса аниқлашади;

«қайтариб бўлмайди» — бу жуда камёб ҳолат бўлиб, бунда тажрибани қайтариш имкони бўлмайди; бундай вазиятда модель шу каби ҳодисаларни ўрганишнинг ягона йўли ҳисобланади. Масалан, тарихий жараёнлар, ахир тарихни ортга қайтариб бўлмайди;

«намойиш этиб бўлмайди» — модель жараённинг деталлари, унинг орқалик босқичларига назар ташлаш имконини беради; моделни қуришда тадқиқотчи гўёки барини яхлит бир бутунликда тушуниш имконини берадиган сабаб-оқибат алоқаларини тасвирлаб бериши керакдек. Модел қурилиши фикрлаш интизомини ривожлантиради. Бу муҳим: модель илмий англашда тизимлилик ва маънони юзага келтирувчи аҳамият касб этиб, ўрганилаётган объектнинг моҳияти, тузилишини тушуниш имконини беради. Модел қурмай туриб тизимнинг ҳаракатланиши моҳиятини тушуниш мумкин эмас. Демак, модель тизимни элементлар, алоқалар, механизмларга ажратиш, тизимнинг ҳаракатини изоҳлашни талаб этиш, ҳодисаларнинг сабаблари, таркибий қисмларнинг ўзаро алоқаси характерини аниқлаш имконини беради.

Моделлаштириш жараёни – бу шакллантириш ёрдамида реал муҳитдан виртуал (модель) муҳитга ўтиш жараёни бўлиб, кейинроқ модель ўрганилади ва ниҳоят, виртуал соҳадан реалликка қайта ўтиш сингари натижалар моҳияти юз беради. Мазкур йўл объектнинг реал соҳада тўғридан-тўғри тадқиқ этилиши ўрнини босади, яъни вазифанинг кўндаланг ёки ҳиссий ечими топилади. Демак, энг оддий ҳолатда моделлаштириш технологиясида 3 босқич кўзда тутилади: шакллантириш, моделлаштириш ва баён этиш (1-расм).



1-расм. Моделлаштириш жараёни (оддий вариант)

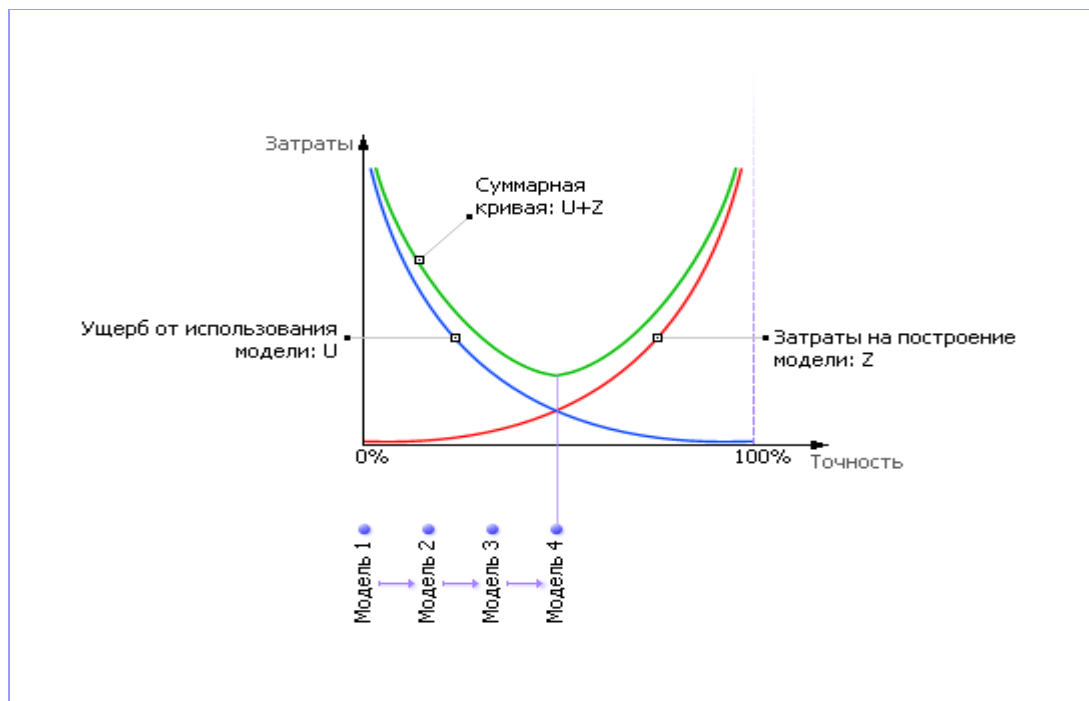
Агар аниқлаштириш зарур бўлса, бу босқичлар қайта-қайта давом эттирилади: шакллантириш (лойиҳалаштириш), моделлаштириш, баён этиш. Спираль! Доира бўйлаб юқорига.

Моделлаштириш реал объектни унинг аналоги билан алиштириш усули бўлгани боис, қуйидаги савол юзага келади: аналог қай даражада ҳақиқий объектга мувофиқ бўлиши керак?

Вариант 1: мувофиқлик — 100%. Кўриниб турибдики, мазкур ҳолатда ечим аниқлиги максимал, моделни қўллашдан келадиган зарар эса минимал миқдорда. Бироқ, бундай моделни қуришга сарфланадиган харжатлар жуда юқори, чунки объектнинг ҳар бир детали қайтарилади, яъни деярли атомларигача нусха олинган ҳудди шундай объект қурилади (бу ўз-ўзидан маъносиз).

Вариант 2: мувофиқлик — 0%. Модель реал объектга мутлақо ўхшамайди. Бундан келиб чиқадики, ечим аниқлиги минимал, моделни қўллашдан қутиладиган зарар эса максимал бўлади. Бироқ, бундай моделни қуришга нол қийматига тенг ҳаражатлар сарфланади.

Албатта, 1 ва 2- вариантлар ўта имконсиз вазиятлардир. Аслида, модель унинг қурилишига кетадиган ҳаражатлар ва уни қўллашдаги ноаниқликлар зарари ўртасидаги муросадан келиб чиқиб яратилади. Бу икки узлуксизлик ўртасидаги нуқта. Яъни, моделлаштириш пайтида тадқиқотчи қўллашдан келадиган зарар ва моделни тайёрлаш ҳаражатларини қамраб оладиган умумий қийматлар мақбуллашувига интилиши керак (1.2-расм қаранг).

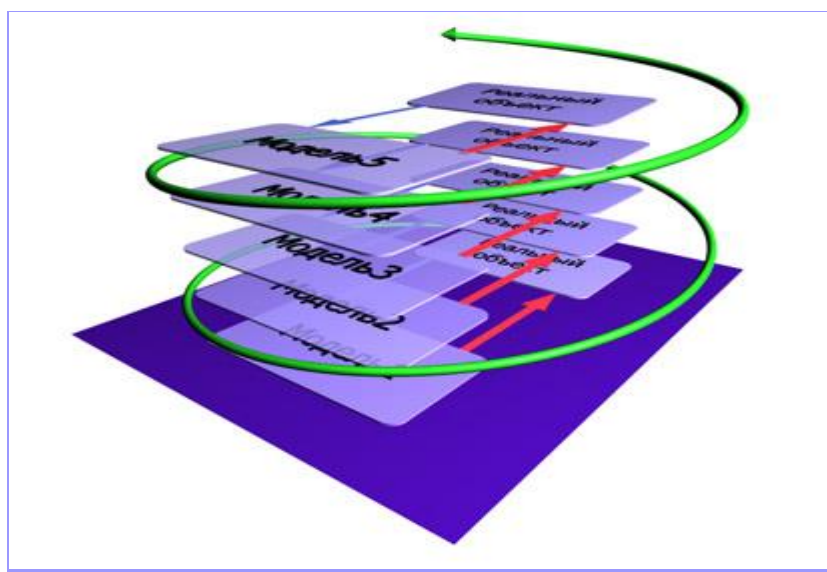


1.2-расм. Амалий моделни деталлаштиришнинг турли вариантлари учун қийматли ҳаражатлар ва аниқлик нисбати.

Иккита эгри ҳаражатлар чизиғини бирлаштирсангиз умумий ҳаражатларнинг битта эгри чизиғи ҳосил бўлади. Умумий эгри чизиқда мақбулликни топинг: у мана шу охириги вариантлар ўртасида жойлашган. Кўриниб турибдики, ноаниқ моделлар керак эмас, бироқ, мутлақ аниқлик ҳам зарурий эмас ва бунинг иложи ҳам йўқ. Моделларни қуришда кенг тарқалган хато – бу “иложи борича аниқроқни” талаб қилиш.

“Модель – чексизликда чегарани излашдир”, - дея фикр билдирган Д.И.Менделеев. Чексизни чекланган айлантириш учун нималар олиб ташаланади? Моделга фақатгина объектни тақдим этадиган муҳим жиҳатлар киритилади ва қолган барчасидан воз кечилади (чексиз кўплик). Таърифлашнинг муҳим ёки муҳим бўлмаган жиҳати тадқиқот мақсадига мувофиқ аниқланади. Яъни, ҳар бир модель маълум мақсадда яратилади. Тадқиқотчи моделлашни бошлар экан сони чексиз бўлган бошқа мақсадлар орасидан ягона мақсадни ажратиб олиши керак.

Афсуски, 1.2-расмда кўрсатилган эгри чизиқ фикр маҳсули бўлиб, моделлаштириш бошлагунича қурила олмайди. Шу боис, амалиётда қуйидагича иш кўрилади: чапдан ўнгга қараб аниқлик шкаласи бўйлаб, яъни оддий моделлардан («Модель 1», «Модель 2»...) тобора мураккаблари томон («Модель 3», «Модель 4»...) ҳаракатланилади. Моделлаштириш жараёни эса циклли спирал кўринишдаги моҳиятга эга: агар модель аниқлик талабларига жавоб бермаса, у деталларга ажратилади ва кейинги циклда қўшимча ишланади (1.3-расмга қаранг).



1.3-расм. Лойиҳалаштириш ва амалий моделларни аниқлаштириш жараёнининг спирал кўринишдаги моҳияти

Моделни яхшилаш давомида унинг мураккаблашуви самараси бу билан боғлиқ ҳаражатлардан ортиқ бўлишини кузатиб туришади. Тадқиқотчи моделни аниқлаштиришга кетаётган ҳаражатлар моделни қўллашдаги аниқлик самарасидан ошаётганини аниқлаган заҳоти тўхташи керак, чунки мақбуллик нуқтасига етиб борган бўлади. Бундай ёндашув доим ҳаражатлар оқланишини кафолатлайди.

Юқорида айтилганлардан келиб чиқадики, моделлар бир неча турда бўлиши мумкин: яқинлашган, янада аниқ, унданда аниқ ва ҳоказо. Моделлар гўёки қаторни ҳосил қилади. Тадқиқотчи бир вариантдан бошқасига ҳаракатланиб, моделни такомиллаштиради. Моделларни қуриш ва тамокиллаштириш учун уларинг ўтувчанлиги, ҳосилаларни кузатиш воситалари ва шу каби нарсалар зарур, яъни моделлаштириш восита талаб қилиб, технологиялага таянади.

Алгоритм ва модель ўртасида қандай фарқ мавжуд?

Алгоритм – бу қадамлар кетма-кетлигини амалга ошириш орқали вазифани ечиш жараёни бўлса, модель эса – объектнинг салоҳиятли хусусиятлари жамланмасидир. Агар моделга нисбатан савол қўйилиб, ҳақиқий маълумотлар кўринишидаги қўшимча шартлар (бошқа объектлар билан алоқа, бошланғич шартлар, чекловлар) қўшилса, у тадқиқотчи томонидан номаълумларга нисбатан ечилиши мумкин. Вазифани ҳал этиш жараёни алгоритм орқали тақдим этилиши мумкин (бирок ечимнинг бошқа усуллари ҳам маълум). Умуман олганда, табиатда алгоритмларга мисоллар маълум эмас, улар инсон мияси, ақли маҳсули бўлиб, режани белгилаш имконига эга. Ҳақиқатда алгоритм – бу ҳаракатлар кетма-кетлигига ёйилган режадир. Шу маънода, табиий сабабларга боғлиқ бўлган объектлар ҳаракати ҳамда ҳаракатни бошқарадиган, билим асосида натижани айта оладиган ва мақсадга мувофиқ вариантни танлайдиган идрокни фарқлаш зарур.

Демак: модель + савол + қўшимча шартлар = вазифа.

Математика – стандарт кўринишга келтириладиган моделларни ҳисоблаш имконини тақдим этадиган, шунингдек, шаклий ўзгаришлар воситалари билан таҳлилий моделларнинг ечимларини топиш ҳақидаги фан.

Операциялар тадқиқоти – моделларга эн яхши бошқарувчи таъсирларни топиш (синтез) нуқтаи назаридан моделларни тадқиқ қилиш усуллари юзага келтирадиган фан. У кўпинча таҳлилий моделлар билан шуғулланади, қурилган моделлар ёрдамида қарорлар қабул қилишга кўмаклашади.

Лойиҳлаштириш – объект ва унинг моделини яратиш жараёни; моделлаштириш – лойиҳалаштириш натижасини баҳолаш усули; лойиҳалашсиз моделлаштириш мавжуд эмас.

Моделлаштиришга яқин фанлар сифатида электротехника, иқтисодиёт, биология, география кабиларни тан олиш мумкин, яъни улар ҳам ўз амалий объектини тадқиқ қилиш учун моделлаштириш усулларида фойдаланади (масалан, ландшафт модели, электр занжир модели, пул оқимлари модели ва бошқалар).

Моделлар тадқиқотчининг фикр юритиш усули, унинг дунёқараши, қўллаёдиган алгебрасидан келиб чиқиб турли шакл олиши мумкин. Турли математик аппаратлардан фойдаланиш натижасида вазифани ечишнинг турли имкониятлари юзага келади.

Моделлар қуйидагича бўлиши мумкин:

феноменологик ва абстракт;

фаол ва нофаол;

статик ва динамик;

дискрет ва узлуксиз;

аниқ ва стохастик;

вазифавий ва объектли.

Феноменологик моделлар аниқ ҳодисага кучли боғланган бўлади. Вазиятнинг ўзгариши кўпинча янги шароитларда моделдан фойдаланиш мураккаблигига олиб келади. Бунга сабаб, моделни яратиш чоғида уни моделлаштирилаётган тизимнинг ички тузилишига ўхшатиш нуқтаи назаридан куриш имкони бўлмаганида. Феноменологик модель ташқи ўхшашликни кўрсатади.

Абстракт модель ички тузилиш нуқтаи назаридан тизимни намоён этиб, ундан янада аниқроқ нусха олади. Унинг имкониятлари кўпроқ ва ечиладиган вазифалари тоифаси кенгроқ.

Фаол моделлар фойдаланувчи билан ўзаро мулоқотда бўлади; улар пассив сифатида фойдаланувчининг саволларига жавоб бериш билан бирга, ўзлари ҳам диалогни фаоллаштиради, унинг чизигини ўзгартиради, ўз мақсадларига эга бўлади. Буларнинг бари фаол моделлар мустақил ўзгариши мумкинлиги боис юз беради.

Статик моделлар ҳодисаларни ривожланишсиз тасвирлайди. Динамик моделлар тизим ҳатти-ҳаракатини кузатади, шу боис ўз қайдларида, масалан, вақтдан келиб чиқадиган дифференциал тенгламалардан фойдаланади.

Дискрет ва узлуксиз моделлар. Дискрет моделлар ўзгарувчанлик ҳолатини сакраш орқали ўзгартиради, чунки сабаблар ва оқибатлар алоқасининг батафсил тасвирига эга бўлмайди, жараённинг бир қисми тадқиқотчидан яширин бўлади. Узлуксиз моделлар нисбатан аниқроқ бўлиб, ўзида ўтиш деталларига доир ахборотни сақлайди.

Аниқ ва стохастик моделлар. Агар оқибат аниқ сабаб билан аниқланган бўлса, модель жараёни аниқ тасвирлайди. Агар деталлар ўрганилмагани туфайли сабаблар ва оқибатлар алоқасини аниқ таърифлашнинг имкони бўлмай, фақат умумий таъриф мумкин бўлса, модель эҳтимоллилик тушунчаси ёрдамида қурилади (кўпинча мураккаб тизимларда кузатилади).

Тақсимланган, тузилмавий, жамланган моделлар. Агар объектни тасвирлаётган параметр исталган нуқтасида бир хил маънога эга бўлса (аммо вақти ўзгариши мумкин!), бу жамланган параметрли тизим. Агар параметр объектнинг турли нуқталарида турли маъно келтириб чиқарса, одатда у тақсимланган, объектни тасвирлаётган модель эса – тақсимланган дейилади. Баъзан модель объект тузилишини кўчиради, аммо объект параметрлари жамланган бўлади, у ҳолда модель – тузилмавий бўлади.

Вазифавий ва объектли моделлар. Агар таърифлаш ҳатти-ҳаракат нуқтаи-назаридан берилаётган бўлса, модель вазифавий аломатга кўра қурилган бўлади. Агар ҳар бир объектнинг таърифи бошқа объект таърифидан ажралган бўлса, агар ҳатти-ҳаракатга ишора қилувчи объект хусусиятлари таърифланаётган бўлса, модель объектга қаратилган ҳисобланади.

Ҳар бир ёндашув ижобий ва салбий томонларига эга. Турли математик аппаратлар вазифаларни ечиш учун турли имкониятлар (қувват), ҳисоблаш ресурсларида турли эҳтиёжларга эга. Биргина объектнинг ўзи турли усулларда таърифланиши мумкин. Мухандис жорий шароитлар ва олдида турган муаммодан келиб чиқиб, у ёки бу таърифдан фойдаланиши керак.

Юқорида келтирилган синфлаш идеал ҳисобланади. Мураккаб тизимларнинг моделлари одатда комплекс кўринишга эга бўлиб, ўз таркибида бир вақтнинг ўзида бир нечта таърифлардан фойдаланади. Агар моделни алгебра шакллантириб бўлинган битта турга мослаштириш мумкин бўлса, модел тадқиқоти, унда вазифаларни ечиш сезиларли осонлашади ва оддийлашади. Бунинг учун модель турли усуллар билан (содалаштириш, қайта белгилаш ва бошқалар) каноник кўриниш, яъни алгебра шакллантирилган кўринишга келтирилиши керак. Қўлланилаётган модель туридан келиб чиқиб (алгебраик, дифференциал ва ҳ.к.) уни тадқиқ қилишнинг турли босқичларида турли математик аппаратлар ишлатилади.

Албатта, аввал айтилганидек, моделлаштириш лойиҳалаш билан биргаликда муаммолар, вазифаларни ечиш технологияси ҳисобланади. Бироқ, ҳар бир технологиянинг барибир чегараси мавжуд бўлиб, ундан ташқарида самарадорлик камаяди. Ана шундай чегара бу ерда ҳам мавжуд. Яна бир бор 1.3-расмга қаранг. Кўриниб турибдики, дастлабки босқичлар камроқ шаклга эга вазифаларни, кейинги босқичлар эса – тобора шаклланган вазифаларни

ечади. Мувофиқ равишда, дастлабки босқичларнинг усуллари камроқ шаклланган, кейингилариники эса – кўпроқ шаклланган ва кучлироқдир. Демак, моделлаштирувчи учун энг мураккаб ва масъулиятли босқичлар – дастлабкиларидир. Бунда тадқиқотчидан кўпроқ ҳиссий қарорлар талаб этилади. Нисбатан эрта босқичлардаги хато кейинги қарорларга кўпроқ таъсир қилади, сўнгги босқичлардагига нисбатан қайтиш ва кўпроқ нарсани қайта тузишга тўғри келади. Шунинг учун, дастлабки босқичлардаги муваффақиятли ечимлар тизим техникларининг кучли эътиборини жалб қилиб, моделлаштириш фани уларга диққатини қаратади. Расмий усуллар осон автоматлаштирилгани боис, схеманинг сўнгги босқичлари дастурий маҳсулотлар билан қўллаб-қувватланган ва охириги фойдаланувчиларга осон етиб боради, бироқ бугунги кунда дастлабки босқичларни қўллаб-қувватлайдиган, вазифаларни шакллантиришда ёрдам берадиган дастурий маҳсулотлар тобора кўпроқ қизиқиш касб этмоқда. Шунингдек, моделлаштиришгача олиб борилган аниқ лойиҳалашни таъминлайдиган турлар ҳам шулар жумласидандир.

Назорат саволлари

1. Тизимларни моделлашда қандай муаммолар ечилади?
2. Алгоритм ва модель ўртасидаги фарқ қандай?
3. Моделлаштириш босқичлари.
4. Моделлаштириш схемаси.
5. Моделлар турлари.

Адабиётлар

1. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Классика CS. 3-е изд. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа ВНУ, 2004.– 847 с.
2. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009.– 363 с.
3. Крылов В.В., Самохвалова С.С. Теория телетрафика и её приложения. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 288 с.

2-МАЪРУЗА

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТАРМОҒИНИНГ КОНЦЕПТУАЛ МОДЕЛИ

Режа:

1. Ахборот-коммуникация тармоғи модели.
2. Хизмат кўрсатиш сифати.
3. Уланиш тармоғи модели.
4. Магистрал тармоқ модели.

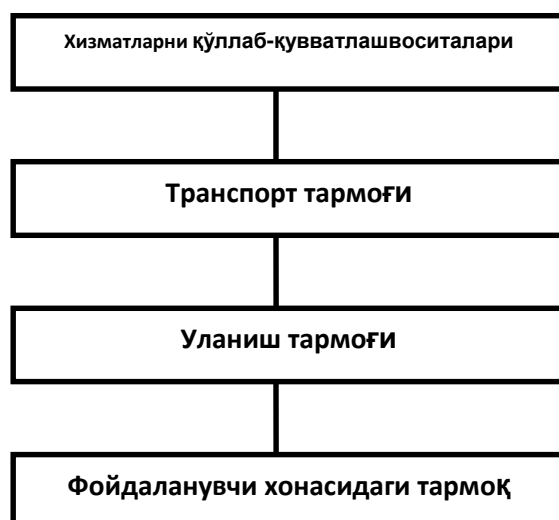
Ҳ (Ҳ.2001 и Ҳ.2011) тоифасидаги ИТУ-Т тавсиясида ахборот-коммуникация тизими модели таклиф этилган бўлиб, у тўртта асосий таркибий қисмдан иборат (1-расм) [1]:

- бир (Terminal Equipment, ТЕ) ёки бир нечта терминалдан (Customer Premises Network) ташкил топиши мумкин бўлган фойдаланувчи хонасидаги тармоқ;

- фойдаланувчи хонасида жойлашган мосламанинг транспорт тармоғига уланишини таъминлайдиган уланиш тармоғи (Access Network);

- фойдаланувчининг мулоқоти ва ахборотининг шаффоф узатилишини таъминлайдиган, шунингдек, бошқа ахборот-коммуникация хизматларини қўллаб-қувватлаш воситаларига чиқишни таъминлайдиган алоқа бўғимлари ва станциялар жамланмасидан иборат транспорт (базавий) тармоғи (Core Network);

- ахборот-коммуникация хизматлари, хизматлар ва иловалар бошқарувини тақдим этилишини таъминлайдиган хизматларни қўллаб-қувватлаш воситалари.



1-расм.

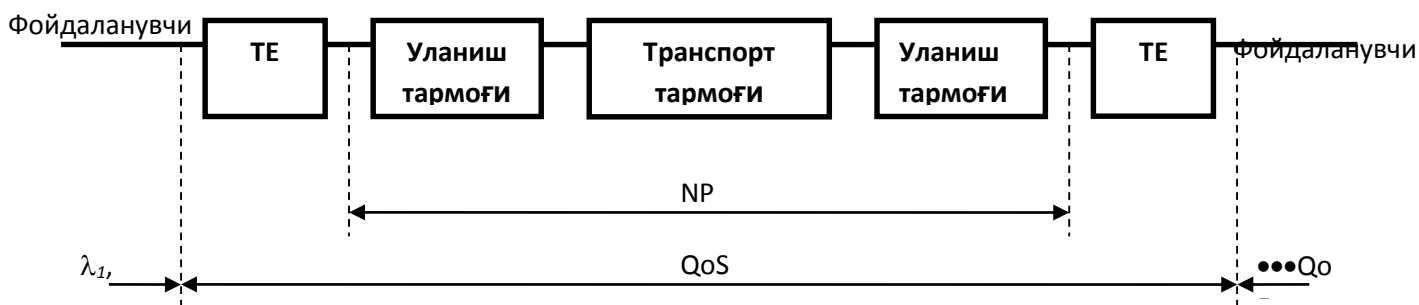
Фойдаланувчига хизмат кўрсатишнинг сифати қатор омиллар, жумладан, аниқ ҳаракат иловаси учун алоҳида бўлган тармоқ уланиши сифати, фойдаланувчининг таъсирчанлик жиҳатлари орқали аниқланади. Санаб ўтилганларга мувофиқ, хизмат кўрсатиш сифатининг учта даражасини келтириш мумкин [2]:

- тармоқ даражасига мувофиқ тармоқ ишининг сифати (Network Performance, NP);
- илова даражасида ахборот-коммуникация хизматлари (Quality of Service, QoS) сифати;
- фойдаланувчи даражасида ахборот-коммуникация хизматининг қабул қилинадиган сифати (Quality of Experience, QoE).

Фойдаланувчиларга хизмат кўрсатиш сифатининг баҳоланиши ва сифат параметрларини ўлчаш нуқталари 2 ва 3-расмларда кўрсатилган.



2-расм.



3-расм.

QoE баҳоланиши якуний фойдаланувчининг олинган ахборот-коммуникация хизмати сифатидан қониқишининг миқдорий даражасини билдиради. Аслида, алоқа операторларининг барча интилишлари айнан шу баҳоларнинг ижобий аҳамиятига эришишга қаратилган. Бу тендик атамаларда эмас, балки айрим балларда намоён бўладиган интеграл сифат баҳоланишидир. ITU-T тавсиялари билан бир нечта шундай баҳолаш белгиланган бўлиб, уларнинг орасида қуйидаги асосийларини ажратиб кўрсатиш мумкин [3]:

- сифат рейтинги R (Quality Rating), $0 \leq R \leq 100$;

- ўртача экспертбаҳолаши MOS (Mean Opinion Score), $1 \leq MOS \leq 5$;

QoS кўрсаткичлари терминал ускунаси ишининг сифати вазифаси (TE) ва уланиш тармоғи ҳамда транспорт тармоғидан иборат тармоқ ишининг сифати (NP) ҳисобланади

$$QoS = F(TE, NP) \quad (1)$$

Y.1540 га мувофиқ, абонентларга хизмат кўрсатилиши сифатини белгилаб берадиган асосий параметрлар сифатида қуйидагиларни кўрсатиш мумкин [4]:

- IP- тўплами узатилишининг кечикиши T_{NP} ;

- кечикишнинг якунлараро вариацияси (джиттер) D_{NP} ;

- йўқотилган пакетлар фоизи P_{NP} ;

- хатолар билан қабул қилинган пакетлар фоизи P_{ENP} ;

QoE, QoS ва NP сифат кўрсаткичлари функционал алоқадорлик билан боғлиқ

$$QoE = F(QoS(TE, NP)). \quad (2)$$

Функционал боғлиқлик (2) илованинг тури орқали аниқланади. NP параметрлари бошқарувини талаб қилинаётган хизмат кўрсатиш сифатига эришишнинг асосий воситаси сифатида кўриш орқали уни таъминлаш вазифасининг математик шаклланишига нисбатан икки ёндашувни ажратиб кўрсатиш мумкин [5]. Уларнинг иккиси ҳам NGN тармоғининг математик моделига чекловлар жорий этилишини назарда тутаяди, биринчи ҳолатда бу чекловлар NP (3) атамаларида шакллантирилади, иккинчи ҳолатда эса - QoS (4) ёки QoE (5).

$$T_{NP} \leq T_{NP_{mpeb}}; D_{NP} \leq D_{NP_{mpeb}}; P_{NP} \leq P_{NP_{mpeb}}, \quad (3)$$

$$T_{QoS} \leq T_{QoS_{mpeb}}; D_{QoS} \leq D_{QoS_{mpeb}}; P_{QoS} \leq P_{QoS_{mpeb}}, \quad (4)$$

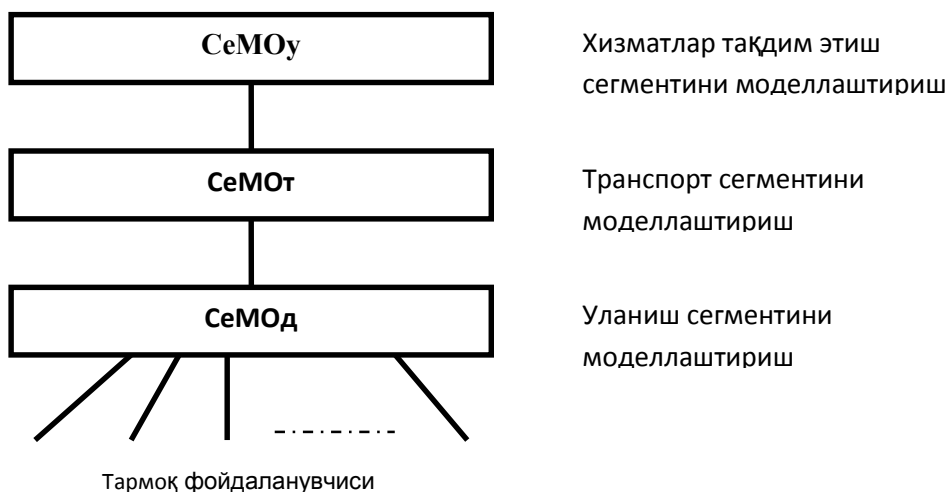
$$MOS \geq MOS_{\text{треб}} \text{ или } R \geq R_{\text{треб}} \cdot \quad (5)$$

Кафолатланган хизмат кўрсатиш сифатининг вазифаси умумий кўринишда, одатда (3) ёки (4), (5) чекловлар мавжуд бўлган ҳолда, қиймат функционали (масалан, алоқа оператори фойдасини максималлаштириш)нинг экстремумини излаш билан боғлиқ мақбуллаштириш сифатида шакллантирилиши мумкин. Мазкур мақбуллаштирилган вазифани ечиш учун NGN тармоқларининг ишлайдиган таҳлилий ёки имитацион моделини ишлаб чиқиш зарур.

NGN тармоқлари пакетлар коммутацияси технологияси асосида курилади. Навбатлар пакетлар коммутациясига эга тармоқларнинг ажралмас қисми ҳисобланади. Бундай тармоқларнинг ишлаш тамойили тармоқ мосламаларидаги ҳар бир кириш ва чиқиш интерфейсларида буфер бўлишини назарда тутати (коммутатор, маршрутизатор, кўприклар, шлюзлар). Шу боис, NGN тармоқларини тадқиқ этишнинг энг математик аппарати навбатлар назарияси саналади (оммавий хизмат кўрсатиш назарияси) [6,7].

Ҳар қандай мураккаб макон тарқоқ тизимда бўлганидек, NGN тармоқларини моделлаштириш жараёни ҳам мураккаб жараён ҳисобланади. Моделлаштириш жараёнини соддалаштириш учун бутун жараён алоҳида босқичларга бўлинади. Ҳар бир босқичда моделлаштириш учун белгиланган умумий вазифалар рўйхатидан маълум бир вазифа белгиланади. Бунда i -босқич натижалари $i+1$ -босқич учун бошланғич маълумотлар сифатида қўлланилади. Бундай ёндашувдан (декомпозиция) фойдаланиш моделлаштириш жараёнини осонлаштириш имконини беради.

Декомпозиция усули ва оммавий хизмат кўрсатиш назариясига мувофиқ, NGN тармоғининг математик моделини алоҳида компонентларнинг ишлаш жараёнларини моделлаштирадиган оммавий хизмат кўрсатиш тармоқлари моделларининг (CeMO) ўзаро боғлиқ жамланмаси сифатида тасаввур қилиш мумкин (4-сурат).



4-расм.

NGNга уланиш даражаси модели

Уланиш тармоғи модели (МСД) иккита босқичдан иборат:

- уланиш босқичи;
- уланишни агрегациялаш босқичи.

Уланиш даражаси фойдаланувчиларнинг тармоққа уланишини таъминлайди (хусусий абонентлар, корхоналар, мобил фойдаланувчилар). Қўлланиладиган технологияга (xDSL, Ethernet, PON, Cable, Wi-Fi, WiMax) қараб ускуналар танланади: DSLAM, Ethernet коммутаторлар, Wi-Fi уланиш нуқталари, WiMax таянч станциялари. Агрегациялаш даражасида уланиш даражасидан магистрал тармоқни тақсимлаш воситаларига борадиган трафикни тўплаш ва етказиш юз беради. Агрегациялаш даражаси Ethernet, IP, WDM технологиялари қўлланиладиган шаҳар ёки вилоят кўламларида ёйилган маршрутизаторлар тармоғидан иборат.

Тўлақонли оптик толали уланишга эга тармоқлар (All-fiber) ҳақиқатга айланмоқда ва ҳозирда бутунлай оптик тола асосида амалга ошириладиган тармоққа уланишнинг турли вариантлари улуши жадал суръатларда ошиб бормоқда. Якуний мақсад тўлиқ оптик толали уланишга эга тармоқнинг (FTTH/GPON) яратилиши ҳисобланади, бироқ бундай кўплаб мавжуд уланишларнинг салоҳияти ҳам тугамаганини ҳисобга олиш зарур. Ҳозирда алоқанинг оптик тола ва мис линиялари бўйлаб FTTx гибрид уланишнинг турли сценарийлари ишлаб чиқилган. “FTTx” тор тушунчаси гибрид уланишнинг иккита турли кўринишини қамраб олади: “тақсимлайдиган шкафгача оптик тола” (Fiber-to-the-Curb: FTTC) ва “биногача оптик тола” (FTTB).

“Оптик тола-мис” гибрид уланиш бўйича қуйидаги намунавий ечимлар ишлаб чиқилган :

- FTTC билан VDSL2;
 - FTTC билан ADSL2+;
- FTTB билан VDSL2;
 - FTTB билан ADSL2+;
 - FTTB билан Ethernet (ETTH).

FTTC билан VDSL2 техник ечими якуний фойдаланувчини алоҳида уланиши учун 100 Мбит/сгача маълумотлар узатилиши тезлигини таъминлайди (1 км.гача масофада). Бундай ўтказувчанлик қобилияти сўнгги милядаги мавжуд симдан фойдаланиш орқали мазкур уланиш вариантыда Triple Play тўлиқ хизматини тақлиф этиш имконини беради. Бунда оддий аналогли уланишлар IP га асосланган уланишларга ўзгартирилиши мумкин.

Абонентлар яқин масофадаги кўча шкафида жойлашган уланиш бўғимига (MSAN) уланади.

FTTB билан VDSL2 техник ечими кўп хонадонли уйлардаги абонентларнинг VDSL2 платаларига эга MSAN уланиш бўғимидан фойдаланган ҳолда, уланишини таъминлайди. Бинода ўрнатиладиган уланиш бўғими ихчам ҳимояланган контейнерда жойлаштирилади. Юқори тезликка эга VDSL2 уланиши 100Мбит/сгача узатиш тезлигини таъминлайди.

FTTB билан Ethernet (ЕТТН) техник ечими Ethernet коммутаторларини қўллаш ва бинода ўрнатиладиган агрегациялайдиган коммутатор (коммутаторлар бўғими) сифатида ишлайдиган MSAN уланиш бўғими ёрдамида кўп хонадонли уйлардаги абонентлар уланишини таъминлайди. Фойдаланувчилар сони кўпайиши билан коммутаторлар бўғимлари ҳар бир қаватда ёки ҳар бир йўлакда ўрнатилиши мумкин.

Фойдаланувчилар хонасидаги тармоқлар (Customer Premises Network) хизмат кўрсатишга нисбатан талаблар бўйича мутлақо фарқ қилади (анъанавий телефон алоқасидан тортиб то Triple-Play Services функционал имкониятларигача). Уй шлюзлари оиласидаги маҳсулотлар (xDSL, Ethernet шлюзлари, ЕТТН тармоқ мосламалари) хавфсизлик ва хизмат кўрсатиш сифатини таъминлаш механизмларини амалга оширади.

Мультихизмат уланиш тармоғининг ишлаб чиқиладиган модели ҳозирда ва яқин келажакда ишлатиладиган барча мультимедия терминалларига уланиш, шунингдек, коммутациянинг турли технологияларига асосланган бошланғич тармоқларга чиқишни таъминлаб бериши керак. Асосий вазифа – замирида уланиш бўғими амалга оширилиши мумкин бўлган самарали аппарат-дастурий воситаларни яратишдир. Мазкур бўғим бир қанча интерфейсларни, турли сигнализация протоколларини қўллаб-қувватлаши, янги хизматларнинг тежамкор жорий этилишини таъминлаши ва мультихизмат трафиғи учун хизмат кўрсатишнинг барча талабларига жавоб бериши зарур.

Назорат саволлари

1. Ахборот-коммуникация тармоғи архитектураси.
2. Хизмат кўрсатиш сифатини баҳолаш бўйича тавсиялар.
3. Уланиш тармоғи тузилиши.
4. Магистрал тармоқ тузилиши.
5. Уланиш тармоғини оммавий хизмат кўрсатиш тизими сифатида тақдим этиш.
6. Магистрал тармоқни оммавий хизмат кўрсатиш тармоғи сифатида тақдим этиш.

Адабиётлар

- 1 Р. Кох, Г.Г. Яновский, Эволюция и конвергенция в электросвязи. М.: Радио и связь, 2001
- 2 Украинцев Ю. Д., Цветов М.А. История связи и перспективы развития телекоммуникаций. Уч. пособие, Ульяновск, 2009
- 3 А. Гольдштейн, Программные коммутаторы и современные ТфОП. Вестник связи, 2002, № 5
- 4 Рекомендация ИТУ-ТУ.2011 «Принципы и эталонная модель NGN»
- 5 Етрухин Н.Н. Первые рекомендации МСЭ-Т о сетях следующего поколения /ИнформКурьерСвязь, 2005, № 6
- 6 Рекомендация ИТУ-Т Y.110 Принципы и архитектура глобальной информационной инфраструктуры
- 7 Рекомендация ИТУ-Т Y.120 Методологические подходы к глобальной информационной инфраструктуре

3-МАЪРУЗА

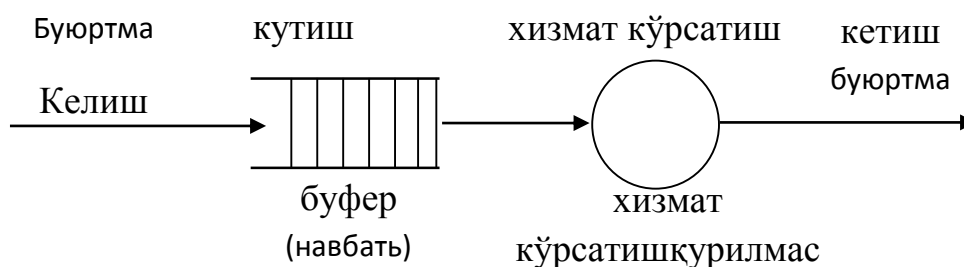
Оммавий хизмат кўрсатиш(ОХК) назарияси асосида тармоқларни моделлаштириш

Режа:

1. Оммавий хизмат кўрсатиш тизими асослари (ОХКТ).
2. ОХКТ ни функциялаш жараёни.
3. Буюртмалар оқими жараёни.
4. Буюртмаларга хизмат кўрсатиш жараёни.

Оммавий хизмат кўрсатиш тизимларда(ОХКТ) хизмат кўрсатиш объекти **буюртмалар** деб аталади.

Оддий ОХКТ ни умумий принципиал схематик кўриниши қуйидагича бўлади.



1-расм.

ОХКТ ни функционал жараёнлар қуйидагиларни ўз ичига олади:

- Буюртмаларни(талабларни, заявкларни) келиш тушиши;
- Навбатда кутиш (зарур холларда);
- Қурилмада хизмат кўрсатиш;
- Тизимдан кетишни талаб қилиш.

Талаблар оқими модели

Омавий хизмат кўрсатиш тизимига келиб тушадиган талаблар (буюртмалар, сўровномалар) дискрет воқеалар оқимини ҳосил қилади, келиб тушиш вақтининг кўплаб онларини тўлиқ аниқлайди $\Xi = \{t_n\}t_n$, белги оқимини детерминлаштириш учун жадвалга ёки формулага берилади. Амалиётида бу оқим тасодикий ва сўровномаларни келиб тушиш онлари мазмуни тасодикий ўлчамлар мазмунидир, берилган фаолиятларнинг тақсимланиш эҳтимоллиги t_n , ёки келиб тушишлар орасидаги интервал $\Delta t: \tau = t_n - t_{n-1}$. Талаблар оқимининг фаолиятлари туридан келиб чиқиб, эҳтимолликнинг тақсимланиш мослашган номлар берилади асосий хусусиятлари борлиги ёки йўқлигига қараб қуйидагича классификациядан кейин (последствия) ва ординарлик. Стационарлик-эҳтимоллик характеристикасининг вақтдан мустақиллиги яъни маълум сондаги талабномаларнинг кириши эҳтимоли, ўлчашнинг уни бошланишдан олдин танланишдан боғлиқ бўлган ашнинг уни бошланишдан олдин танланишдан боғлиқ бўлган t вақт узунлиги интервалида. (Последствия)-(t_1, t_2) интервалида t_1 ҳолатигача содир бўлган талабларнинг келиб тушиш эҳтимоли.

Ординарлик - чексиз кичик вақт интервалида Δt икки ва ундан кўп талабларнинг келиб тушиш эҳтимоли- бу Δt дан чексиз кичик бўлган юқорироқ тартибдаги ўлчам тасодикий оқимлар хусусиятларига интенсив оқимлар киради.

Пуассон (соддагина) сўровлар оқими.

Асоратларсиз стационар ординар оқимларни оддий деб номланади у t узунликдаги талаблар оралиғида келиб тушган i эҳтимолликлар $P_i(t)$ тўплами билан юкланади.

Айтиш мумкинки, бундай тахминларда $P_i(t)$ формула учун формула пуассони (poisson) берилади:

$$P_i(t) = \left[(\lambda t)^i / i! \right] e^{-\lambda t}$$

Агар қўшни талабларнинг t тарқалиши эҳтимоллиги келиб тушиш қонуни кўриб чиқилса, унда шуни кўрсатиш мумкин:

$$P(\tau \leq t) = 1 - P_0(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

Этимолликларнинг тарқалиш зичлигини дифференциаллаб:

$$p(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad \text{оламиз.}$$

Тасодифий катталикдаги бундай зичлик эҳтимоллик зичлиги экспоненциал-тарқалган (кўрсаткичли тарқалган) деб аталади. Математикутиш экспоненциаль тарқалган тасодифий катталikka тенг:

$$M\langle\tau\rangle = \bar{\tau} = \int_0^{\infty} tp(t)dt = \int_0^{\infty} t\lambda e^{-\lambda t} dt = 1/\lambda$$

Дисперсия эса ва ўртача квадратик оғишга мос равишда тенг бўлади:

$$D\langle\tau\rangle = \int_0^{\infty} t^2 p(t)dt - \bar{\tau}^2 = \int_0^{\infty} t^2 \lambda e^{-\lambda t} dt - 1/\lambda^2 = 1/\lambda^2$$

$$\sigma_{\tau} = \sqrt{D\langle\tau\rangle} = 1/\lambda$$

Коэффициент вариациялар тенг

$$v_a = \frac{\sigma}{M\langle\tau\rangle} = 1.$$

Хизмат кўрсатиш жараёни хизмат кўрсатиш жараёнини тавсиф этиш учун тарқатиш фаолиятини бериш зарур. $B_k(t)$ ҳар бир k -буюртмани бажариш муддати ($k = 1, 2, 3, \dots$), умуман олганда тасодифий ўлчам ҳисобланади. Бунда хизмат кўрсатиш давомийлиги τ_k вақт оралигида тушунилади, бу вақтда буюртма хизмат кўрсатувчи асбобда бўлади.

Энди бунда барча буюртмалар юкламани статистик бир хиллигини ҳосил қилади, деб ҳисоблаймиз, яъни барча буюртмаларнинг хизмат кўрсатилиш муддати бир хил қонун асосида тақсимланади:

$$B_k(t) \equiv B(t) = \Pr\{\tau_b \leq t\}, \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

Хизмат кўрсатиш жараёнининг муҳим томони унинг интенсивлиги μ ҳисобланади, у эса ётган хизматларнинг буюртмаларнинг ўртача сонини тавсифлайди. B , катталик, қайта интенсивлик μ ($b=1/\mu$), бир буюртманинг ўртача бажариш вақтини, аниқлайди. Келиб тушиш оралиғ вақти каби, унда кўплаб иловалар учун (назарий ва амалий) хизмат кўрсатиш интенсивлиги μ (ёки хизмат кўрсатишнинг ўртача вақтини b) ва хизмат кўрсатиш давомийлиги вариациялар коэффициенти V_b ни аниқлаш етарли бўлади. Агар хизмат кўрсатиш давомийлиги экспоненциал қонун-асосида тақсимланган бўлса, унда хизмат кўрсатиш интенсивлигини бериш етарли бўлади. (ёки хизмат кўрсатишнинг ўртача вақти), шуни айтиш керакки, буюртмалар келиб тушиш интервалидан фарқли ўларок, ва кўплаб мазмунли натижалар хизмат кўрсатимиш вақтини эркин тарзда тақсимланган олинган.

Хизмат кўрсатиш интизоми (ХКИ) (ДО)

Хизмат кўрсатиш интизоми(ХКИ) деб навбатда турган буюртмалардан танлаб олиниши қоидасига айтилади.

Қўйидаги ХКИ турларига ажратилади:

Келиб тушиш тартиби бўйича хизмат кўрсатиш ёки FIFO (FirstInput, FirstOutput — биринчи келди, биринчи кетди);

Тескари таартибда хизмат кўрсатиш ёки дисциплина LIFO (LastInput, FirstOutput — охири келиб, биринчи кетди);

Тасодифий тартибда хизмат кўрсатиш кутаётган буюртмалар орасидан буюртма хизмат кўрсатиш учун тасодифан танланади.

Бу ёғига ХКИ сифатида ХКИ ни ХКИ FIFO кўриб чиқамиз шундай қилиб, ОХКТ (ОХКТ оммавий хизмат кўрсатиш тизими) сени билиш учун:

1) Таксимлаш фаолияти $A(t)$ келиб тушиш интерваллари (умумий ҳолат) ёки келиб тушиш интенсивлиги λ (ёки ўртача интервал $a=1/\lambda$) ва вариация коэффиценти λ келиб тушиш интервали;

2) Таксимлаш функцияси $B(t)$ хизмат кўрсатиш давомийлиги (умумий ҳолат) ёки хизмат кўрсатиш интенсивлиги μ (ёки хизмат кўрсатиш ўртача вақти $b=1/\mu$) ва вариация коэффиценти v_s хизмат кўрсатиш вақтини;

3) Хизмат кўрсатиш интизоми(ХКИ FIFO).

Шундай айтиш керак, амалда ХКИ қўшма параметрларни $\{\lambda, v_a\}$ ва $\{\mu, v_s\}$, аниқлаш йўли билан таърифланади ХКИни аймаганда FIFO интизоми ҳисобланади. Бундан ташқари, келиб тушиш интерваллар ёки хизмат кўрсатиш давомийлиги экспоненциал қонунлари бўйича тақсимланган бўлса, унда лозим бўлган коэффицент вариациясини мос равишда тақсимлашга эҳтиёж йўқ, чунки у 1 га тенг.

ОХКТ тавсиф

Тизим юкламаси-бу келиб тушиш λ интенсивлигини хизмат кўрсатиш μ интенсивлигига муносабати ва у ρ орқали ифодаланади:

$$\rho = \lambda / \mu = \lambda b = b / a,$$

бу ерда $a=1/\lambda$ и $b=1/\mu$ – келиб тушиш интерваллари ва ўзга мос хизмат кўрсатиш давомийлиги ўртача мазмуни.

Стационар тизимдача тартибда юкламалар шартлари борлиги юкламалар мазмуни белгилайдилар. Стационар шароитдаги встохастик ОХКТ нинг бўлиши учун керак бўлган ва етарли шарти бу, $\rho < 1$ ёки $\lambda < \mu$. Бу шартнинг бажарилиши келаётган юкламаларнинг тизимда ўртача удалаётганлигини билдиради. Агар $\rho \geq 1$, унда тизим кучланиш тартибида ишлайди.

3. Кутиш вақти- бу одатда, буюртма кутиш ҳолатида навбатда бўладиган тасодифий вақт. Бу вақтининг ўртача мазмуни, унчалик қизиқиш тўғдирмайди, ω билан белгиланади.

4. Келганлик вақти- буюртмани тизимга келиб тушган вақтидан то ўнга хизмат кўрсатишни тугатгунча ўтган тасодифий вақт оралиғи келганлик вақти ва ўртача белгиланиши тенглик адолатли:

$$u = \omega + b.$$

5. Навбатда турган буюртмаларнинг ўртача сони ва навбатнинг ўртача узунлиги $l = \lambda \omega$.

6. тизимда бор бўлган буюртмалар ўртача сони, m , улар буюртмалар сонининг ўртачасидан олинади, улар навбатда турганлар (l) ва асбобдаги (ρ):

$$m = l + \rho = \lambda \omega + \lambda b = \lambda(\omega + b) = \lambda u$$

$\rho = \lambda b$, $l = \lambda \omega$ ва $m = \lambda$ формулалар мос равишда асбоб учун, яхлит навбатдаги ватизимдаги литтл формулалари деб аталади.

Тизимдаги (m) буюртмаларнинг ўртача сонини билиб ва навбатдаги (l), мос равишдаги вақтинча тавсифини билиб литтл формулашда аниқлаш мумкин:

$$u = m / \lambda \quad \text{ва} \quad \omega = l / \lambda = u - b.$$

Олинган нисбатлар ҳар қандай қонунларда келиш интерваллари тавсифлар ўзаро тизимлар фаолияти билан тақсимланади ва буюртмаларга хизмат кўрсатиш давомийлиги ва шундай қилиб фундаментал (универсал) тавсифга эга.

Ягона талаб- бу тизим рад

этишларсиз бўлиши, яъни йиғувчининг сиғими чегарасиз бўлиши.

ОХТК атамаси (кендалл символпаси)

Кўпинча оммавий хизмат тизимини ихчам ифодаси учун кўпинча D. кендалл томонидан таклиф этилган қуйидаги ифода ишлатилади [1-3] кўринишда:
 $A/B/N/L$,

бу ерда A ва B- буюртмаларни келиб тушиш моментида асбобда буюртмани бажариш муддати орасидаги вақт оралиғига мос тарқатилиш қонуни берилади; ($N = 1, 2, \dots$) тизимда хизмат кўрсатиладиган асбоблар сони; L- йиғувчидаги ўринлар сони, улар 0, 1, 2, ... белгида бўлиши мумкин, (L нинг йўқлиги йиғувчи чегарасиз сиғимга эгаллигини билдирад).

A ва B тақсимловчилар қонунлари топшириқлари учун қуйидаги ифода ишлатилади:

G (General) – Умумий кўринишнинг эркин тақсимланиши;

M (Markovian) – экспоненциал (кўргазмали) тақсимланиши;

D (Deterministik) – детерминирланган тақсимланиши;

U (Uniform) – бир текис тақсимланиши;

E_k (Erlangian) – k-нинг тартибдаги Эрланг тақсимланиши (k экспоненциал фазалар билан кетма кет бир хилликда);

hk(hipoexponential) – гипоекспоненциал тақсимланиш k тартибда (ҳар хил экспоненциал фазалар кетма-кетлиги k билан);

Hr(Hiperexponential) – гиперэкспоненциал тақсимланиш r (r параллелли экспоненциал фазалар билан);

g (gamma) – гамма-тақсимлаш;

P (Pareto) – Парето тақсимлаш ва бошқалар.

Мисол:

M / M / 1 – чекланмаган сифими бир каналли ОХКТ йиғувчи билан, унга кетма-кет буюртмалар оралиғида вақтлар оралиғида экспоненциал тақсимланиш билан бир хил буюртмалар оқими келиб тушиши (содда оқим) ва асбобда буюртмаларга экспоненциал муддатли хизмат кўрсатиш

M/G/3/10 – чекланган сифимли уч каналли ОХКТИ йиғилма 10 га тенг, унга бир хил буюртмалар оқимга вақт интерваллари экспоненциал тақсимловчини кетма-кет буюртмалар буюртмаларга хизмат кўрсатиш (содда оқим) ва буюртмаларга хизмат кўрсатиш, умумий кўриниши қонунига биноан тақсимланган.

D/E₂/7/0 – йиғувчисиз етти каналли ОХКТ (йиғувчининг сифими 0 га тенг), унга буюртмалар кетма-кет денерминирланган интервалда бир хил оқимда келиб тушади (детерминирланган оқим) ва эрланг 2 – тартибли қонун бўйича тақсимланган асбобда буюртмага хизмат кўрсатиш муддати билан тушади.

Мураккаброқ ОХКТ ни ифодалашда қўшимча ифодалардан фойдаланиш мумкин, улар буюртмаларни ҳар хиллигини кўрсатади ва буюртмалар ҳар хилли орасида устиворлиги бор.

Назорат саволлари

1. ОХКТ асосий параметрлари;
2. ОХКТ асосий характеристикалари;
3. Оддий оқим буюртмалари;
4. Хизмат кўрсатиш интизоми;
5. Бир жинсли ва нобиржинсли ОХКТ;
6. ОХКТ характеристикаларини ҳисоблаш принциплари;

Адабиётлар

1. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Классика CS. 3-е изд. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2004. – 847 с.

2. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009.– 363 с.
3. Крылов В.В., Самохвалова С.С. Теория телетрафика и её приложения. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 288 с.
4. Степанов С.Н. Основы телетрафика мультисервисных сетей.- М.: Эко-Трендз, 2010.– 392 с.
5. Ложковский А.Г. Теория массового обслуживания в телекоммуникациях.- Одесса: ОНАС им. А.С. Попова, 2012. – 112 с.
6. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания: Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.

4 – МАЪРУЗА

Бир каналли ОХК тизими модели

Режа:

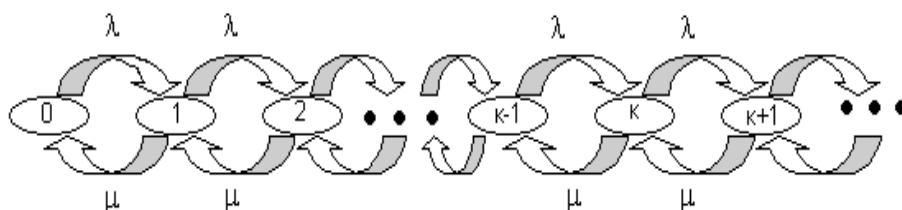
1. Бир каналли ОХКТ хусусиятлари.
2. М / М / 1 турдаги ОХКТ.
3. Бир каналли ОХКТ кўрсаткичларини ҳисоблаш.

Ушбу тизимда буюртмалар орасидаги интервал ва буюртмаларга хизмат кўрсатиш вақти экспоненциал тақсимот қонуниятига бўйсинади. Кириш оқими пуассон (оддий) оқими деб аталади.

Кириш оқими оддий бўлгани учун ҳарлаҳзада навбатга фақатгина битта сўровнома қўшилиши мумкин, хизмат кўрсатиш қурилмаси битта бўлгани учун вақтнинг ҳар қандай лаҳзасида хизмат кўрсатилиши, яъни навбатда фақат биргина сўровнома кетиши мумкин. Хотира хажми чексиз. Кўриб чиқиладиган ОХКТ "кўпайиш- йўқолиши" синфи жараёнига таъаллуқли

ҳисобланади. Таҳлил қилиш учун тизим параметрларини аниқлаштириш зарур.

1-расмда, кўриб чиқиладиган тизим учун ўтишлар жадаллиги диаграммаси берилган.



1- расм. M/M/1 туридаги ОХКТ учун ўтишлар жадаллиги диаграммаси.

Ҳолатлар эҳтимоллигини қуйидаги дифференциал тенгламалар ёрдамида ифодалаш мумкин:

$$\begin{aligned} \frac{dp_0(t)}{dt} &= -\lambda p_0(t) + \mu p_1(t) \\ \frac{dp_1(t)}{dt} &= -\lambda p_0(t) + (\lambda + \mu)p_1(t) + \mu p_2(t) \\ &\dots\dots\dots (2.8) \\ \frac{dp_n(t)}{dt} &= -p_n(t)(\lambda + \mu) + \lambda p_{n-1}(t) + \mu p_{n+1}(t) \end{aligned}$$

Ўрнатилган(стационар) ҳолатда $\frac{dp_i(t)}{dt} = 0$. У ҳолда қуйидаги алгебраик тенгламалар тизимига эга бўламиз:

$$-\lambda p_0 + \mu p_1 = 0$$

$$\lambda p_0 - (\lambda + \mu) p_1 + \mu p_2 = 0$$

.....

$$\lambda p_{n-1} - (\lambda + \mu) p_n + \mu p_{n+1} = 0$$

Тенгламани ечиб, куйидаги натижани оламиз

$$p_k = p_0 \prod_{i=0}^{k-1} \frac{\lambda}{\mu} = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k ; k \geq 1. \tag{2.10}$$

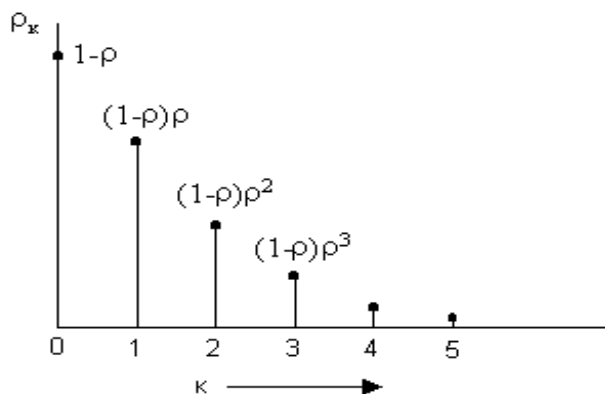
Барча эхтимолликлар йиғиндиси 1 га тенг бўлишни ҳисобга олган ҳолда тизимни бўш бўлиш эхтимоллигини топамиз:

$$p_0 = 1 / \left[1 + \sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k \right] = \frac{1}{1 + \frac{\lambda/\mu}{1 - \lambda/\mu}} = 1 - \frac{\lambda}{\mu} = 1 - \rho \tag{2.11}$$

Шундай қилиб, ҳолатлар эхтимолликлари куйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$p_k = (1 - \rho) \rho^k, k = 0, 1, 2, 3, \dots \tag{2.12}$$

2- расмда тизимда k сўровнома бор бўлиш эхтимолликлари графиги кўрсатилган.



2 - расм. M/M/1 туридаги ОХКТ учун холат эҳтимолликлари.

Тизимдаги буюртмаларни ўртача сони:

$$\bar{N} = \sum_{k=0}^{\infty} k p_k = (1 - \rho) \sum_{k=0}^{\infty} k \rho^k = \frac{\rho}{1 - \rho} . \quad (2.13)$$

Буюртмани тизимда кутиш вақти:

$$T = \frac{\bar{N}}{\lambda} = \left(\frac{\rho}{1 - \rho} \right) \left(\frac{1}{\lambda} \right) = \frac{1/\mu}{1 - \rho} . \quad (2.14)$$

Назорат учун саволлар

1. Бир каналли 1 ОХКТ хусусиятлари.
2. Бир каналли ОХКТ модели.
3. Оддий оқим хусусиятлари.
4. Бир каналли ОХКТ кўрсаткичлари.
5. Тизимни юкланиши.

Адабиётлар

1. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009.– 363 с.
2. Крылов В.В., Самохвалова С.С. Теория телетрафика и её приложения.- СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 288 с.
3. Степанов С.Н. Основы телетрафика мультисервисных сетей.- М.: Эко-Трендз, 2010.– 392 с.
4. Ложковский А.Г. Теория массового обслуживания в телекоммуникациях.- Одесса: ОНАС им. А.С. Попова, 2012. – 112 с.
5. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания: Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.

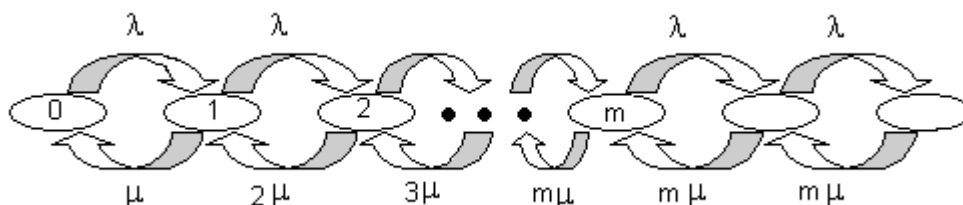
5-МАЪРУЗА

Кўп каналли ОХК тизими модели

Режа:

1. М/М/1/N турдаги ОХКТ модели.
2. М/М/1/0 турдаги ОХКТ модели.
3. Эрланг формулалари.

Ушбу тизимда каналлар сони m га тенг. Хотира чексиз. Ўтиш диаграммаси 1- расмда келтирилган.



1-расм. М/М/m туридаги ОХКТ учун ўтишлар диаграммаси.

Ўтиш параметрлари:

$$\lambda_n = \lambda, n = 0, 1, 2, 3, \dots, \quad (1)$$

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu, & 0 \leq n \leq m \\ m\mu, & m \leq n \end{cases}$$

“Юқолиш-кўпайиш” жараёни асосида холатлар эҳтимолликларини топамиз:

$$p_k = \begin{cases} p_0 \frac{(m\rho)^k}{k!}, & k \leq m \\ p_0 \frac{\rho^k m^m}{m!}, & k \geq m \end{cases} \quad (2)$$

$$\rho = \frac{\lambda}{m\mu} = \frac{A}{m} < 1.$$

Тизимни бўш бўлиш эҳтимоллиги:

$$p_0 = \left[\sum_{k=0}^{m-1} \left(\frac{A^k}{k!} \right) + \frac{(m\rho)^k}{m!} \frac{1}{1-\rho} \right]^{-1}. \quad (3)$$

Юқорида олинган формулар тизимни сифат кўрсаткичларини ҳисоблашга ёрдам беради, биз тизимга келиб тушадиган сўровномани навбатга жойлашиши эҳтимоллигини аниқлашга ёрдам берадиган бир формулани келтириб ўтамиз. Буюртмани навбатга олиш эҳтимоллиги Эрлангни С-формуласи ёрдамида топилади[9]:

$$C(m, \lambda / \mu) = \frac{\left(\frac{A^m}{m!} \right) \left(\frac{1}{1-A/m} \right)}{\left[\sum_{k=0}^{m-1} \frac{A^k}{k!} + \left(\frac{A^m}{m!} \right) \left(\frac{1}{1-A/m} \right) \right]}, A = \frac{\lambda}{\mu} \quad (4)$$

M/M/m/0 турдаги ОХКТ

Ушбу тизимда тда хизматкўрсатиш қурилмаси мавжуд, хотира эса йўқ. Каналлар коммутацияси асосида қурилган қурилмаларни ушбу М/М/м/0 тизими ёрдамида моделлаштириш мумкин. Ўтиш параметрлар қуйидагича:

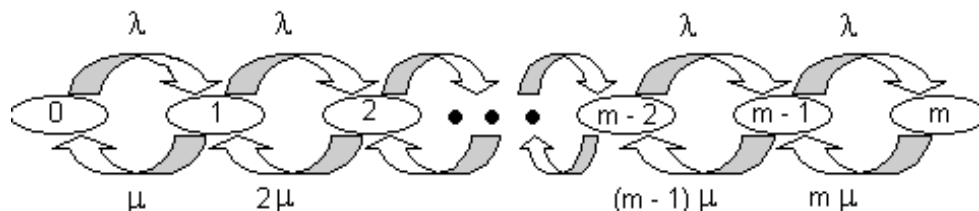
$$\lambda_n = \begin{cases} \lambda, & n < m \\ 0, & n \geq m \end{cases}$$

$$\mu_n = n\mu, \quad n = 1, 2, 3, \dots, m. \quad (5)$$

2 расмда келтирилган ўтишлар диаграммаси ёрдамида ҳолатлар эҳтимолликларини топамиз:

$$p_k = p_0 \prod_{i=0}^{k-1} \frac{\lambda}{(1+i)\mu} = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k \frac{1}{k!}, \quad k \leq m, \quad (6)$$

$$p_0 = \left[\sum_{k=0}^m \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k \frac{1}{k!} \right]^{-1}. \quad (7)$$



2-расм М/М/м/0 туридаги ОХКТ учун ўтишлар диаграммаси.

Буюрмаларни йўқолиш эҳтимоли Эрлангнинг В-формуласи ёрдамида топилади[9]:

$$P_B = E_B(m, A) = p_m = \frac{A^m}{m!} \frac{1}{\sum_{k=0}^m \frac{A^k}{k!}}, \quad A = \frac{\lambda}{\mu} \quad (8)$$

Назорат учун саволлар

1. Ўтишлар диаграммаси.

2. Кўп каналли ОХКТ турлари.
3. Буюртмаларни йўқолиш эҳтимолини ҳисоблаш.
4. Баланс тенламасини тузиш.
5. Кўп каналли ОХКТ кўрсаткичлари.
6. То'plamlarni ууқолиши эҳтимоллигини аниқлаш.
7. Chegaralangan ОХКТ kabi telekomunikatsion tizimlarni modellashtirish misollari.

Адабиётлар

1. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009.– 363 с.
2. Крылов В.В., Самохвалова С.С. Теория телетрафика и её приложения.- СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 288 с.
3. Степанов С.Н. Основы телетрафика мультисервисных сетей.- М.: Эко-Трендз, 2010.– 392 с.
4. Ложковский А.Г. Теория массового обслуживания в телекоммуникациях.- Одесса: ОНАС им. А.С. Попова, 2012. – 112 с.
5. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания: Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.

6-МАЪРУЗА

Имтиёзли ОХК тизими модели

Режа :

1. Имтиёзли ОХКТ ни синфларга ажратилиш (классфикацияси)
2. Нисбий имтиёзга эга бўлган ОХКТ нинг модели
3. Абсолют имтиёзга эга бўлган ОХКТ нинг модели
4. Сақлаш қонуни.

Хизма кўрсатиш тартиби – навбатдаги қайси талабга хизмат кўрсатилиши лозимлигини аниқлаш йўли ҳисобланади . Ечим, қуйидаги пастда келтирилган бирон-бир характеристикалар ёки уларнинг маълум бир тўпламига асосланиши мумкин :

- 1) Кўриб чиқиладиган талабни навбатга келиб тушиши вақтини нисбий ечими ўлчами ;
- 2) Хизмат кўрсатишга керак бўладиган ёки қабул қилинадиган вақт ўлчами ;
- 3) Талабни бир гуруҳга ёки бошқа бир гуруҳга мансублигини белгилайдиган функция .

Хизмат кўрсатиш тартибига мисол сифатида доимо ишлатиладиган модель “ биринчи келганга-биринчи хизмат кўрсатиш” (FCFS-first come-first served) , рус адабиётларда айтилишича (келиб тушиш тартиби бўйича хизмат кўрсатиш) – ОПП. Ушбу ерда хизмат кўрсатилиш тартибини турли хилдагиларини келтириб ўтамиз.

ОПП-келиб тушиш тартиби бўйича хизмат кўрсатиш(FCFS);

ООП- тескари тартибда хизмат кўрсатиш , охири келиб тушган сўровга биринчи бўлиб хизмат кўрсатиш (LCFS);

ПК- биринчи навбатдаги хизмат кўрсатиш талаблари қисқа муддатлар билан (SPT/SJE);

ПКД- биринчи навбатдаги хизмат кўрсатиш талаблари қисқа муддатли , хизмат кўрсатишдан аввалги (SRPT);

ПКС- биринчи навбатдаги хизмат кўрсатиш талаблари ўртача қисқа муддатлар билан (SEPT);

ПКСД- биринчи навбатдаги хизмат кўрсатиш талаблари ўртача қисқа муддатлар билан , хизмат кўрсатишдан аввалги

ПКОВ- биринчи навбатдаги хизмат кўрсатиш талаблари мажбурий қисқа вақт билан (SIPT).

Агар хар бир тартибни ўртача кутиш вақтлари билан жуфт равишда солиштирадиган бўлсак , у холда D_1 тартиби учун ўртача кутиш вақти D_2 тартибга қараганда, ўртача кутиш вақти кўпроқ , ёки тенг эканлигига келишимиз мумкин , шунга кўра D_2 тартиб учун қуйидаги диаграммани хосил қилишимиз мумкин булади , яъни $D_1 \rightarrow D_2$ учун

ПО \rightarrow ОПП \rightarrow ПК \rightarrow ПКД

↓↑

↓ \rightarrow ОП $\rightarrow\rightarrow\rightarrow\rightarrow\rightarrow$ ↑

Шундай қилиб , турли хизмат кўрсатиш тартиблари учун предмет сифатида навбатда ўртача кутиш вақтини ҳисобини ёки тизимдаги ўртача бўлиш вақтини ҳисобини олишимиз мумкин бўлади .

Фараз қилайлик , талаблар P хилдаги турли хил имтиёзлар синфига тегишли бўлсин , уларни индекслари мос равишда $p=1,2,3\dots P$. Хар бир талаб учун ,

тизимдаги t момент вақти учун мос равишда $q_p(t)$ имтиёзли функция тайинланган бўлсин. Ушбу функцияни қиймати қанча катта бўлса, талабнинг имтиёзи ҳам шунча катта бўлаверади. Хизмат кўрсатиш учун хар сафар талаб танлашда, имтиёзли функцияни энг катта қийматига қараб талаблар фойдасига қараб танлов амалга оширилади. Оддий ҳолатда бўлса имтиёзли функция сифатида фақат p қиймати танланади. Бундай ҳолатда талаб имтиёзи шунчалик баланд бўлса, синфларнинг рақами сони шунчалик кўпайиб тегишли бўлиб боради. Умумий модельни кўриб чиқамиз, $M/G/1$ тизимига асосланган. Тасаввур қиламиз p имтиёзли талаблар секундига λ_p интенсивлигидаги Пуассон оқимини ҳосил қилаётган бўлсин. Хар бир талабнинг хизмат кўрсатиш вақти ушбу синфдан танлаб олинади, бунда $b_p(x)$ ўртача қиймати эҳтимоллик зичлигига боғлиқ бўлмаган ҳолатда бўлади.

$$\bar{x}_p = \int_0^{\infty} x b_p(x) dx$$

Кейинги тенгликларни киритамиз :

$$\begin{aligned} \lambda &= \sum_{p=1}^p \lambda_p, \\ \bar{x} &= \sum_{p=1}^p \frac{\lambda_p}{\lambda} \bar{x}_p, \\ \rho_p &= \lambda_p \bar{x}_p, \\ \rho &= \lambda \bar{x} = \sum_{p=1}^p \rho_p. \end{aligned}$$

бу ерда p вақтни бир қисми сифатида талқин қилинади, сервер бу вақт давомида банд бўлади ($p > 1$) хар бир порциал коэффициентлар ρ_p –вақт бир қисми сифатида яъни сервер бу пайтда p рақамали имтиёзли синфдаги завявқаларга хизмат кўрсатаётган бўлади.

Агар талаб хизмат кўрсатилаётган жараёнда сервердан ўчириладиган бўлса ва каттароқ имтиёзли талаб келиб тушганида навбатга қайтарилса, тизим абсолют имтиёз билан ишляпти деб айтилади, агар сервердаги хар қандай талабга хизмат кўрсатишни тўхтатиб бўлмаса бундай оммавай хизмат кўрсатиш тизимини нисбий имтиёз билан ишламоқда деб айтилади.

Ўртача кутиш вақтини ҳисобининг асосий модели

p - W_p имтиёзли синфдаги талабнинг навбатда турган ўртача кутиш вақтини ҳамда худди шу синфдаги талаб учун тизимдаги ўртача бўлиш вақти - T_p куйидаги тенглик орқали белгилаб олишимиз мумкин :

$$T_p = W_p + \bar{x}_p$$

Асосий эътиборни нисбий имтиёзга эга бўлган тизимларга қаратамиз. p синфдаги имтиёзли талабни келиб тушиш моментидан бошлаб кўриб чиқа бошлаймиз. Энди эса бу талабни нишонли(белгиланган, “меченый”) дея атай бошлаймиз. Нишонли талабнинг кутиш вақтини ташкил этувчиси сервердаги айни дамда мавжуд бўлган талабни топади. Бу ташкил этувчи бошқа хизмат кўрсатилаётган талабнинг қолдиқ вақтига тенг бўлади. Белгилаб оламиз ва буни кейинчалик яна ишлатамиз , нишонли талабнинг ўртача кечикиши бошқа бир хизмат кўрсатилаётган W_0 талаб билан боғлиқлигини кўришимиз мумкин. Хар бир синф учун қўшни кирувчи талабларни вақт тақсимотларини билган холда, хар доим бу қийматни хисоблашимиз мумкин. Бизнинг тахмин учун эса хар бир синфдаги Пуассон тақсимотли оқимларни куйидагича ёзишимиз мумкин бўлади :

$$W_0 = \sum_{i=1}^p \rho_i \frac{\bar{x}_i^2}{2x_i} = \sum_{i=1}^p \frac{\lambda_i \bar{x}_i^2}{2}$$

Нишонли талаб учун иккинчи кутиш вақти тақсимоти, хар бир нишонли талаб олдидан бошқа талабларга хизмат кўрсатилади, яъни бунда нишонли талаб навбатда бўлган талабни учратиши лозим бўлади, i синфидаги талаблар сонини белгилаб оламиз. Бунда p синфидаги нишонли талаб навбатда бўлган талабни учратган бўлади ва ундан олдин N_{ip} га хизмат кўрсатилган деб олинади. Ушбу соннинг ўртача қиймати кутиш тақсимотининг ўртача қийматини англатади .

$$\sum_{i=1}^p \bar{x}_i N_{ip}$$

Учинчи ташкил этувчи талаблар билан боғлиқ бўлиб , нишонли талаб келиб тушгандан сўнг , бунда хизмат кўрсатиш аввалроқ амалга оширилган бўлади.

Mip

Бундай талабларни каби белгилаймиз. Бундай ташкил этувчини ўртача кечикишини куйидаги формула орқали аниқлаймиз :

$$\sum_{i=1}^P \overline{x_i M_{ip}}$$

Учта ташкил этувчини жамлаган холда, нишонли талаб учун навбатдаги ўртача кутиш вақтини формуласини хосил қиламиз :

$$(*) W_p = W_0 + \sum_{i=1}^P \overline{x_i (\overline{N_{ip}} + \overline{M_{ip}})}, \quad p = 1, 2, \dots, P$$

Хизмат кўрсатиш тизимидан қатъий назар талаблар сони, N_{ip} ва M_{ip} тизимда тартибсиз бўла олмайди, шунинг учун ставкалар мажмуи бор. Улар имтиёзга эга бўлган талабларни бир бири билан боғлайди. ОХКТ лари учун ушбу боғланишларни САҚЛАНИШ ҚОНУНИ деб аташимизга олиб келади. Ушланиб қолишлар учун сақланиш қонунининг асосий омили бу, ОХКТ тизимидаги тугалланмаган иш жараёни турли интерваллардаги хизмат кўрсатишдаги кетма кетликга боғлиқ эмаслигини кўрсатади, агар тизим консерватив бўладиган бўлса (талаблар тизимнинг ичида ёқолиб кетмайди ва серсер хам навбатни кутиб турмайди яъни бўш бўлмайди). Кутиш вақтининг тақсимланиши эса сезиларли даражада хизмат кўрсатишнинг тартибига боғлиқ бўлади, агар хизмат кўрсатиш тартиби талабларни хизмат кўрсатиш вақтига боғлиқ бўлмаган холда олса, талабларнинг тақсимланиши ва тизимдаги кутиш вақти хизмат кўрсатиш тартибини инвариантлиги асосида олиб борилади. М/Г/1 турдаги ОХКТ учун, хизмат кўрсатиш тартибини қуйидагича белгилаб беришимиз мумкин бўлади :

$$\sum_{p=1}^P \rho_p W_p = \bar{U} - W_0$$

Ушбу тенгликнинг умумий маъноси қуйидагича: ушланиб қолишлар вақтининг умумий суммаси бир хил бўлиб қолаверади, чунки ўнг томонда бажариб бўлинмаган иш фарқи ва хизмат кўрсатиш учун қолган вақт келтирилган. Агар кириш оқимини Пуассон характерли деб фараз қилсак, бажариб бўлинмаган иш учун тенгликни қуйидагича ёзсак бўлади :

$$\bar{U} = \frac{W_0}{1 - \rho}$$

Уни олдинги тенглиу ўрнига қўядиган бўлсак, олдинги М/Г/1 типли ОХКТ нинг сақланиш қонуни келиб чиқанини кўрамиз.

Энди эса хизмат кўрсатишнинг навбатда имтиёзга эга бўлган ОХКТ ни ўртача кутиш вақтини имтиёзли функция орқали аниқлаб оламиз :

$$q_p(t) = p$$

1-расмда ОХКТ нинг ишлаши келтириб ўтилмоқда, қуйидаги хизмат кўрсатиш тартиби билан: келаётган талаб навбатдан чапга қўйилади катта ёки тенг имтиёзга эга бўлган талаб билан .



1-расм ОХКТ нинг хизмат кўрсатиш тартиби имтиёзга нисбатан

W_p формуласидан фойдаланамиз, механикнинг ишлашидан келиб чиққан холда қуйидагиларни ёзсак бўлади :

$$\overline{N}_{ip} = 0, \quad i = 1, 2, \dots, p-1,$$

$$\overline{M}_{ip} = 0, \quad i = 1, 2, \dots, p.$$

Барча талаблар юқорироқ имтиёзга эга бўлгани учун , нишонли имтиёзга караганда олдинроқ хизмат кўрсатилади. Литтл формуласидан навбатда бўлган i синфидаги талаблар қуйидагича бўлади :

$$\overline{N}_{ip} = \lambda_i W_i ; \quad i = p, p+1, p+2, \dots, P.$$

Нишонли талаб навбатда ўртача W_p секунд турадиган бўлса, у холда талабларнинг сони қуйидагига тенг бўлади :

$$\overline{M}_{ip} = \lambda_i W_p$$

Формуладан қуйидагини хосил қиламиз :

$$W_p = W_0 + \sum_{i=p}^P \overline{x}_i \lambda_i W_i + \sum_{i=p+1}^P \overline{x}_i \lambda_i W_p ,$$

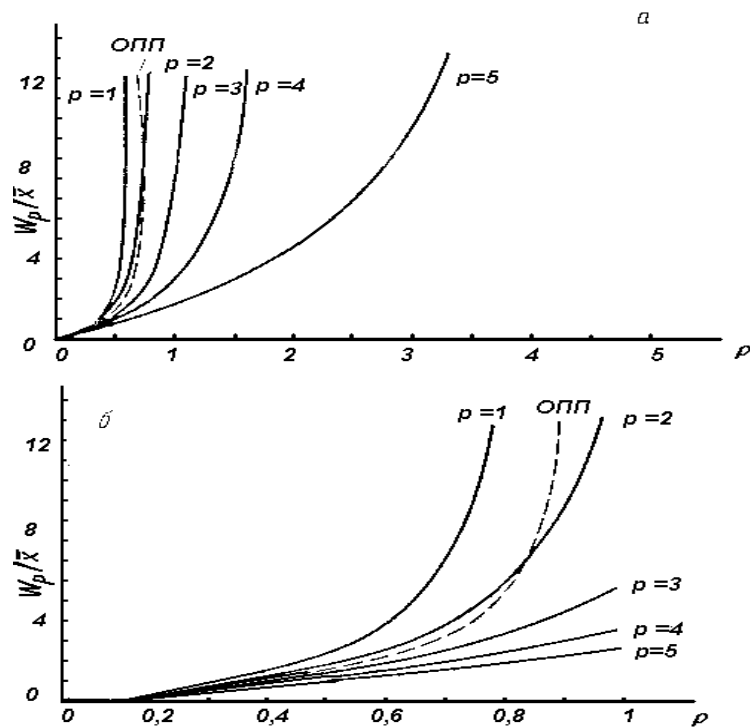
$$W_p = \frac{W_0 + \sum_{i=p}^P \rho_i W_i}{1 - \sum_{i=p+1}^P \rho_i} .$$

Бу тенгламалар системаси рекуррент тарзда ечилиши мумкин , яъни W_1, W_2 ва бошқалар

$$(**) W_p = \frac{W_0}{(1 - \sigma_p)(1 - \sigma_p)}$$

$$\sigma_p = \sum_{i=p}^P \rho_i$$

Олинган формулалар барча имтиёзли синфлар учун хизмат кўрсатиш характеристикаларини ҳисоблашга ёрдам беради. 2-расмда ОХКТ да нормаллаштирилган катталиқ навбатда кутиш вақтини 5 та имтиёз синфига эга бўлган, ҳар бир синфдаги талаблар учун оқим интенсивлиги бир хиллик асосида бўлган, ҳар бир синфдаги талабнинг ўртача хизмат кўрсатиш вақтига боғлиқлиги кўрсатилган (юклама қиймати кичик бўлган пайтдаги жараёнлар пастдаги расмда акс этган)



2-расм Имтиёзли хизмат кўрсатиш тартиби нисбий устуворлик бўлган шароитда ($P=5, \lambda_p = \lambda/5, \bar{x}_p = \bar{x}$)

Кутиш вақти тақсимооти қонунларини ишлаб чиқиш махсус вазифаларни талаб этади. Энди эса тизимни абсолют имтиёзга эга бўлган ҳамда хизмат кўрсатиш давомида олдиндан хизмат кўрсатилиш пайтини кўриб чиқа бошлаймиз. Амалдаги ёндашув кейинги муҳокама учун бутунлай ўхшаш бўлишини таъкидлаш зарур. Нишонли талабнинг тизимдаги ўртача ушланиши ҳам учта ташкил этувчидан иборат бўлади: биринчи ташкил этувчи – ўртача хизмат кўрсатиш вақти, иккинчи ташкил этувчи – кечикиш бунда албатта хизмат кўрсатишдаги талабларнинг имтиёлари юқори ёки паст бўлишига

қараб ажратилади, нишонлаш талаби тизимда заявка бўлиши назарда тутилмоқда . Учинчи ташкил этувчи – хар қандай талаблар учун нишонли талабларнинг ўртача кечикиш вақти, бунда нишонли талаб хали тизимдан кетишидан олдин ва бунда у қатъий катта имтиёзга эга бўлиши . Барча уччала ташкил этувчиларни бирга ёзиб чиқадиган бўлсак, қуйидагича кўринишга эга бўламиз :

$$T_p = \bar{x}_p + \frac{\sum_{i=p}^P \lambda_i \bar{x}_i^2 / 2}{1 - \sigma_p} + \sum_{i=p+1}^P \rho_i T_p = \frac{\bar{x}_p (1 - \sigma_p) + \sum \lambda_i \bar{x}_i^2 / 2}{(1 - \sigma_p)(1 - \sigma_{p+1})}$$

Қизик томони шундаки имтиёзга эга бўлган турли синфдаги заявкларни танлаш жараёни ҳисобланади. Чунки бу ўринда сақланиш қонуни мавжуд бўлади, хар бир синфдаги талабларни кўшимча атрибутларини ҳосил қилишда оптималлаштириш зарур бўлади. Тасаввур қилайлик хар бир P имтиёзли синфига мансуб заявкани кечикиши секундини ва C_p қийматини ҳисоблай олишимиз мумкин бўлсин. Унда тизимда бўлган, кечикиш секундининг ўртача қийматини, хар бир синфдаги заявкларнинг ўртача сони орқали ифодалшимиз мумкин бўлади.

$$\begin{aligned} \bar{N}_p &= \lambda_p T_p = \lambda_p (W_p + \bar{x}_p); \\ C &= \sum_{p=1}^P C_p \bar{N}_p = \sum_{p=1}^P \rho_p C_p + \sum_{p=1}^P C_p \lambda_p W_p. \end{aligned}$$

Нисбий имтиёзга эга бўлган M/G/1 тизими учун хизмат кўрсатиш тартибини аниқлаш муаммосини хал қиламиз, бунда C кечикишнинг ўратча қийматини минималлаштиради. P имтиёзга эга бўлган синфли ҳамда берилган келиш интенсивлигига эга бўлган ва ўртача хизмат кўрсатиш вақтига эга бўлган заявка бўлсин . Чап томонга доимий суммани ўтказамиз , ўнг томонда бизга маълум бўлган параметраларни ўчириб ташлаймиз , бунда

$$C - \sum_{p=1}^P \rho_p C_p = \sum_{p=1}^P \left(\frac{C_p}{x_p} \right) (\rho_p W_p).$$

қуйидаги тенгликга келинади . Бу ҳолатда бизга асосий вазифа сифатида ўнг тарафдаги суммани минималлаштириш қўйилади, бунда хизмат кўрсатиш татиби албатта кўрсатилган бўлиши керак бўлади, чунки P индекслар кетма кетлиги танлови мавжуд бўлмайди . Қуйидаги белгилашни киритамиз :

$$f_p = \frac{C_p}{x_p}; \quad g_p = \rho_p W_p$$

Ушбу тенгликлар қуйидаги кўринишга келган бўлади яъни , талаблар учун суммани минималлаштириш лозим бўлади бунда шарт қуйидагича бўлади :

$$\sum_{p=1}^P f_p g_p \rightarrow \min : \sum_{p=1}^P g_p = const$$

G_p функцияси учун мустақиллик ҳолати хизмат кўрсатиш тартибини танлашдан иборат бўлиб сақланиш қонуни орқали аниқланади. Бошқача қилиб айтадиган бўлсак, икки функцияни эгри майдон остида минималлаштириш десак бўлади, фаразимизда уларнинг майдони эгри равишда бўлади .

Муаммони ҳал этилиши кетма-кет қийматларни тўғри танлашдан иборат бўлади f_p : $f_1 \leq f_2 \leq \dots \leq f_p$.

Ҳар бир f_p учун ўзининг G_p қийматини оламиз бунда уларнинг қиймалари тўплами минималлаштирилган бўлиши керак бўлади. Мантиқий жихатдан олиб қарайдиган бўлсак, G_p қийматини энг минималини олишда f_p қийматини тўғри танлаш зарурияти қўйилган бўлади, қолган қийматларни ҳам худди шу қаби олиниши керак бўлади . Чунки $g_p = W_p \rho_p$, бўлгандагина , ўратча ушланиб қолишни ёки кечикишни минималлаштиришимиз мумкин бўлади. Шундай қилиб кўриб чиқилган масалада хизмат кўрсатиш тартибини нисбий имтиёзга эга бўлган минимум ўратча тартиби тенгсизликлар равишида олиб борилади ва улар қуйидагича бўлади :

$$\frac{C_1}{x_1} \leq \frac{C_2}{x_2} \leq \dots \leq \frac{C_p}{x_p}$$

Назорат учун саволлар

1. Нисбий имтиёзли хизмат кўрсатиш алгоритми .
2. Абсолют имтиёзли хизмат кўрсатиш алгоритми .
3. Нисбий имтиёзли оммавий хизмат кўрсатиш тизимининг характеристикалари.
4. Абсолют имтиёзли оммавий хизмат кўрсатиш тизимининг характеристикалари.
5. Имтиёзли ОХКТ да Сақланиш қонуни формулалари.

Адабиётлар

1. Алиев Т.И. Дискрет тизимларни моделлаштириш асослари . – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009.– 363 б.
2. Крылов В.В., Самохвалова С.С.Телетрафика назарияси ва унинг иловалари .- СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 288 б.
3. Степанов С.Н. Мультисервис тармоқлари телетрафика асослари .- М.: Эко-Трендз, 2010.– 392 б.
4. Ложковский А.Г.Телекоммуникацияда Оммавий хизмат кўрсатиш назариси .- Одесса: ОНАС им. А.С. Попова, 2012. – 112 б.
5. Клейнрок Л. Оммавий хизмат кўрсатиш назариси : Инглиз тилидан таржима. – М.: Машинасозлик, 1979. – 432 б.

7-МАЪРУЗА

ТАРМОҚ МОДЕЛИ

Режа:

1. Тармоқл структураси.
2. Кўп звеноли маълумот узатиш тракти.
3. Маршрутизатор пакетларининг функционал структураси.
4. Магистрал тармоқларни ҳисоблаш характеристикалари.

Транспорт сатҳи (Магистрал тармоқ) функцияларини моделлаштириш жараёнлари қуйидаги босқичларни ўз ичига олади:

- магистрал тармоқлар $G(N,M)$ графи билан тасвирланади, буерда N,M – коммутация узеллари ва қобирғалар(алоқа каналлари);

- имтиёз бўйича оқимларни тақсимлаш ва маршрутизация масалаларини ечими;

- мустақил элементларда декомпозицион тармоқлар – коммутациялар узеллари, тегишли каналлар алоқалари;

- берилган маълумотлар узатиш трактларида хизмат кўрсатиш сифатини ҳисоблаш.

Транспорт поғонаси тармоқларини хизмат кўрсатиш сифати бўйича асосий элементлари тармоқлар поғонаси, маълумот узатишнинг бир узелдан бошқасига йўналишларини аниқлайди. Маршрутизаторлар ўзида тармоқ поғонларини кўрсатади. Магистрал тармоқ кўп звеноли маълумотлар узатиш трактидек кўриниши мумкин(1-расм).

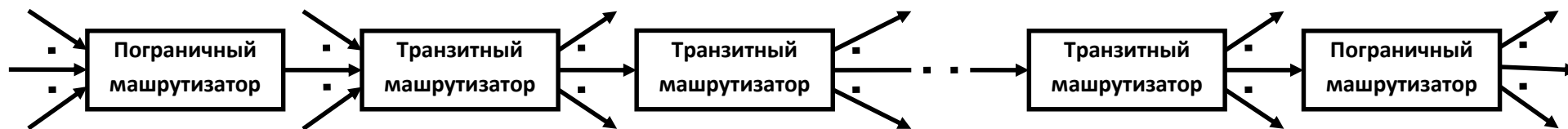
Мақсадга мувофиқ маршрутизаторнинг функционал структурасини(2-расм) билиб олиш керак. Маршрутизаторнинг асосий таркибий қисмлари:

- пакетлар ишончилигининг контроллери;
- пакетнинг “яшаш вақти” контроллери;
- кирувчи пакетлар классификатори;
- танланган йўналиш бўйича узатишни ҳисоблаб пакетлар навбатини шакллантиргич;
- пакетларга хизмат кўрсатишни режалаштиргич.

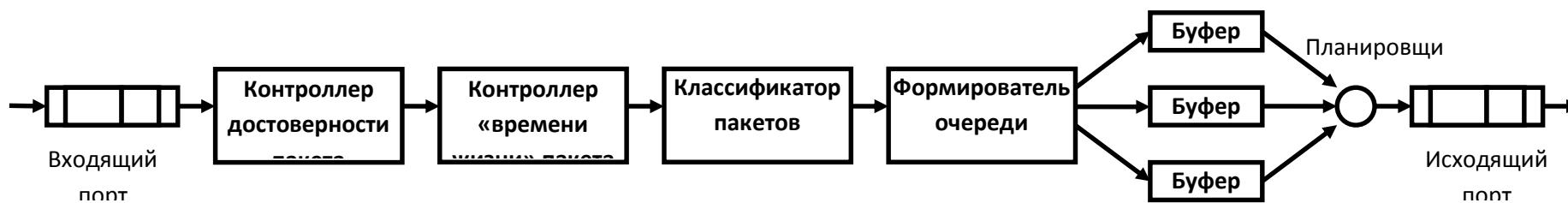
Маршрутизаторда пакетларни қайта ишлашқуйидаги ларни ўзичига олади. Маршрутизаторга келувчи пакет контроллерга жўнатилади, CRC контрол сумма асосида қабул қилинган пакетнинг ишончилиги текширилади. Агарда пакетни қабул қилишда хатолик мавжуд бўлса, у йўқотилади. Кейин тармоқдаги пакетнинг “яшаш вақти” текширилади. Агарда яшаш вақти тугаган бўлса, пакет йўқотилади. Пакет хатосиз қабул қилинган бўлса ва нолсиз “яшаш вақти” да классификаторга юборилади (яъни унинг бош саҳифаси қайси синфдалигини аниқлайди). Кейин шакллантиргич навбатларни шакллантиргич алгоритмлари асосида пакетларни навбатини шакллантиради (RED, WRED, SFQ) танланган йўналиш ва пакетлар синфига мувофиқ ҳолда уларни тақсимлайди. Хизмат кўрсатиш алгоритмларини режалаштиргич (FSFS, WFQ, SB-WFQ, GPS) асосида пакетлар навбатдан танланади ва танланган маршрутизаторга мувофиқ ҳолда алоқа каналида узатилади.

Эҳтимоллик – маршрутизаторнинг вақтинчалик характеристикалари шартли равишда навбатдаги пакетларни кутиш жараёнлари ҳамда навбатларни шакллантиргич. Шунинг учун маршрутизаторнинг моделлаштириш функциялари кўп фазали хизмат кўрсатишли оммавий хизмат кўрсатиш тармоқлари (ОХКТ кф) ларидан фойдаланади(14-расм).

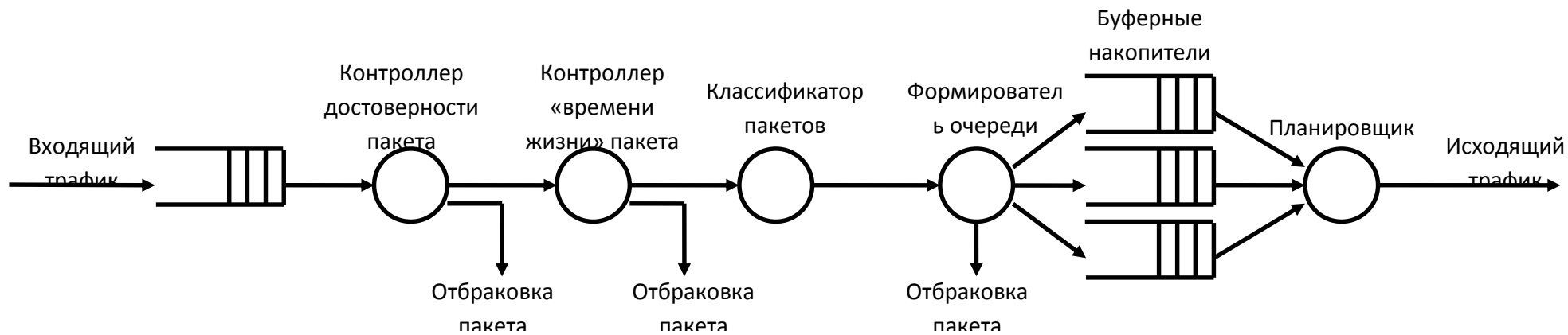
Шу жумладан, магистрал тармоқлар маълумотларни узатиш трафиғи функциялари оммавий хизмат кўрсатиш тармоқларини (кўп фазали оммавий хизмат кўрсатиш тармоқларидан иборат бўлган) шакллантириши мумкин(15-расм).



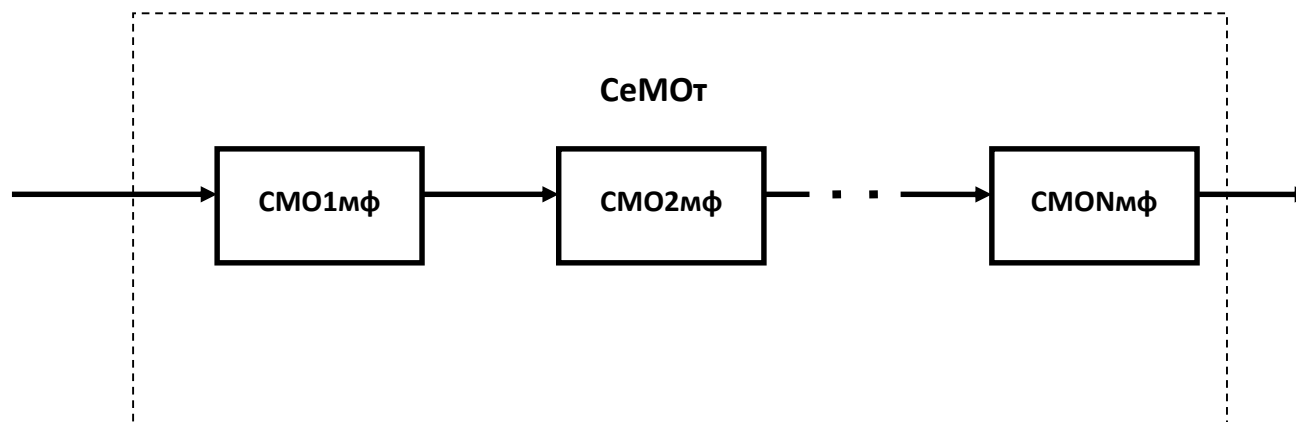
1-расм. Кўп звеноли маълумотлар узатиш тракти



2-расм. Маршрутизаторнинг функционал структураси



3-расм. Кўп фазали оммавий хизмат кўрсатиш тизимлари



4-расм. Оммавий хизмат кўрсатиш тармоқлари

Моделлаштириш жараёнлари транспорт сегменти(магистрал тармоқлар)нинг қуйидаги жараёнларини ўз ичига олади:

- магистрал тармоқлар $G(N,M)$ графининг топшириғи, бу ерда N, M – коммутатсия узеллари ва алоқа каналлари (қирра);
- приоритет бўйича оқимларнинг тақсимланиши ва маршрутизатсия топшириғини ечими;
- мустақил элементларда тармоқ декомпозицияси – коммутация узеллари, зарур бўлган алоқа каналлари;
- маълумотлар узатиш трактларидаги сифат функцияларини кўрсатишни ҳисоблаш.

Хизмат кўрсатиш сифатини анализи бўйича транспорт поғонасидаги асосий элементлар узатиладиган маълумотларни бир тугундан бошқасига йўналтиришни аниқлайдиган тармоқлар звеноси ҳисобланади. Маршрутизатор ўзининг звеносидаги тармоқларни кўрсатади. 1-этапда маршрутизаторнинг функционал структураси тўлиқ баён этилган. Магистралтармоққўпзвенолимаълумотларузатиштрактидеккўринишимумкин (1-расм).

Кейинги оммавий хизмат кўрсатиш тармоқларини 2-расмда кўриб чиқамиз. Пакетлар кетма-кет $1,2,\dots,N$ кўпфазази оммавий хизмат кўрсатиш тизимларидаги узеллардан ўтади.

Хизмат кўрсатгандан кейин ўтиш вақтида оқим ўзини структурасини ўзгартиради ва кейинги узелда ҳар қандай босқичда оқимларнинг ўтиши амалга ошмайди.

Клейнрок узелга келаётган кетма-кет 2 та оқимни айрим ички тармоқ тугунларини кўриб чиқди. Бу оқимлар ўртасидаги вақт интервали иккала оқимдан иккинчисига боғланган. Бу боғлиқлик манбалардир. Мураккаб тизимларни аниқ математик анализ қилиш бўйича катта қийинчилик. Катта ишлар бўйича бу қийинчиликлар тадқиқотлар йўли билан исталган узелга кирувчи мураккаб тизимлар ўзаро боғланган ва пуассон оқимларидир.

Айни вақтда аниқ аналитик қарорларни ечиш тадқиқотлари кетма-кет уланган тармоқлар оқимларига боғланган.

n -пакет l_n - узунлиги; t_{in} - $(n-1)$ -инчи ва n -инчи пакетнинг ўртасида пайдо бўлиши. Тармоққа киришда ҳар бир пакет аниқ узунликка эга бўлади. Тармоқда пакетлар ўтишида бу узунлик сақланиб қолади. Пакетларни умумий узунлигини сақлаб қолиш тармоқлар $(p(l_n, t_{2n}) \neq p(l_n)p(t_{2n}))$ – пакетлар ўртасидаги ва пакетлар узунлиги ўртасидаги боғлиқликка кириш стохастик

ҳолатини қийинлаштиради. Paket хар бир $i(i = 1, 2, \dots, K)$ узелдан ўтса вақтни аниқлаш муҳим.

Биринчи узелдаги пакетлар навбатининг ўртача узунлиги M/M/1 машҳур формуласи бўйича аниқланади:

$$Q_1 = \frac{\rho^2}{1-\rho} \quad (1)$$

буерда $\rho = \lambda_1 / \mu_1$, $\lambda_1 = 1/\bar{t}_{1n}$ - биринчи узелга келувчи пакетларнинг интенсивлиги, \bar{t}_{1n} - биринчи узелдаги пакетлар ўртасида интервал; $\mu_1 = 1/\bar{t}_o$ - биринчи узелдаги пакетларга хизматкўрсатиш интенсивлиги, $\bar{t}_{1o} = \bar{t}_n / C$ - биринчи узелда пакетларга хизмат кўрсатиш ўртача вақти, \bar{t}_n - пакетнинг ўртача узунлиги, C - алоқа каналида пакетларни узатиш тезлиги.

1-узелда W пакетнинг буферда ўртача кутиш вақти Литтл формуласи бўйича аниқланади.

$$W_1 = \frac{Q_1}{\lambda_1}, \quad (2)$$

2-узелдаги буферда навбатлар ўртача узунлигини ҳисоблаш учун (1) формуладан фойдаланилади. 2-узел экспоненциал узел (M/M/1) эмас. ОХКТ лари учун $P_{ie} \neq \rho$ навбатлар ўртача узунлиги қуйидаги формуладан ҳисобланади.

$$Q = \frac{\rho \cdot P_{ож}}{1 - P_{ож}} \quad (3)$$

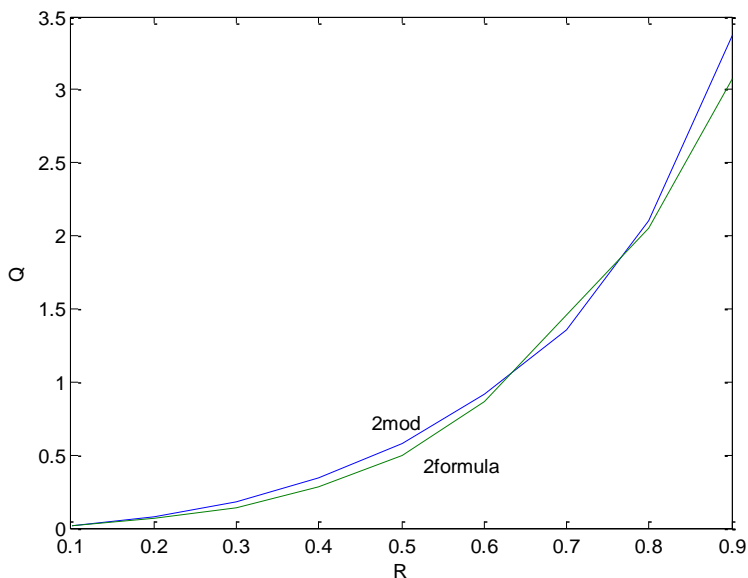
ОХКТ учун оқимларнинг ўртача навбат узунлигига боғлиқлигини ҳисоблаш қуйидаги формуладан:

$$Q_k = \frac{P_{kie}^2}{1 - P_{kie}} \left(\frac{1 + v_{kb}^2}{2(k-1)} \right), \quad \text{бу ерда } 0 \leq \rho_k \leq 0.8,$$

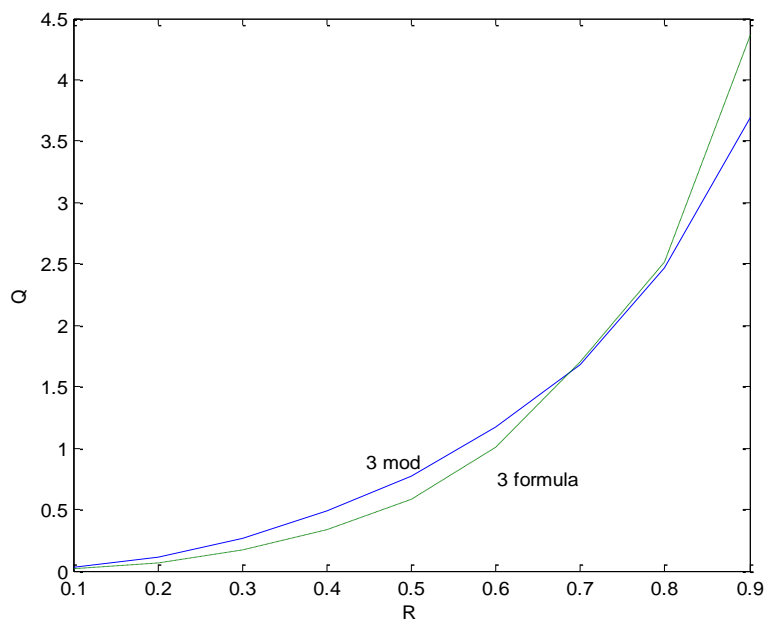
$$Q_k = \frac{P_{кож}^2}{1 - P_{кож}} \left(\frac{1 + v_{kb}^2}{2k} \right), \quad \text{бу ерда } \rho_k > 0.8, \quad (4)$$

бу ерда v_{kb} - к-узелда пакетларга хизмат кўрсатиш вақтининг вариация коэффициентини; $P_{k_{\text{ис}}}$ - к-узелнинг буферида пакетлар кутиш вақти эҳтимоллиги; ρ_k - юклама k - инчи узелда $k = 1, 2, 3, \dots$

4-5 расмда навбатлар ўртача узунлигининг боғлиқлик графиги, 4-формулада ҳисобланади ва 2-3-узеллар учун имитацион моделлаштириш.



4-расм. 2-узелда навбатлар ўртача узунлигининг боғлиқлиги. mod-моделлаштириш натижаси; формула-таклиф қилинган (2.4) формула натижаси



5-расм. 3-узелда юкламадан навбатларнинг ўртача узунлигининг боғлиқлик графиги: mod-моделлаштириш натижаси; формула – (2.4) формулаларнинг натижаси.

4 ва 5-расмдан маълумки, 4-формула ОХКТ характеристикаларини аниқ қийматларини оқимларга боғлиқлиги.

Пакетларнинг ўртача кечикиши k -инчи узелда $\overline{t_{kз}}$ аниқловчи формула (2) ҳисоблашда (1) ва (4). Магистрал тармоқда пакетларнинг ўртача кечикиши:

$$\overline{t_{зМ}} = \sum_{k=1}^N \overline{t_{kз}}, \quad (5)$$

бу ерда N - пакетларни узатиш танланган йўналишида умумий хизмат кўрсатиладиган узеллар сони.

Назорат саволлари

1. Магистрал тармоқлар асослари
2. Маршрутлаш алгоритмлари
3. Пакетларни йўқолиш сабаблари
4. Магистрал тармоқда пакетларнинг ўртача кечикиш алгоритмлари
5. Магистрал тармоқ характеристикаларини ҳисоблаш учун мавжуд бўлган формулаларнинг камчиликлари

Адабиётлар

1. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009.– 363 с.
2. Крылов В.В., Самохвалова С.С. Теория телетрафика и её приложения.- СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 288 с.
3. Степанов С.Н. Основы телетрафика мультисервисных сетей.- М.: Эко-Трендз, 2010.– 392 с.
4. Ложковский А.Г. Теория массового обслуживания в телекоммуникациях.- Одесса: ОНАС им. А.С. Попова, 2012. – 112 с.
5. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания: Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.

8- МАЪРУЗА

Тармоқларни оптималлаштиришнинг математик асослари

Режа:

1. Чизикли дастурлаш.
2. Симплекс усули.
3. Чизикли дастурлашни график усулида ечиш.

Тармоқларни оптималлаштиришда чизикли дастурлаш (ЧД) усулидан кенг қўлланилади.

ЧД масалаларини рақамли ечиш учун каноник шакли(КШ):

$$L = c_1x_1 + \dots + c_nx_n \rightarrow \min(\max),$$

$$a_{11}x_1 + \dots + a_{1n}x_n = b_1, \tag{1}$$

.....

$$a_{m1}x_1 + \dots + a_{mn}x_n = b_m,$$

$$x_1 \geq 0, \dots, x_n \geq 0.$$

Масаланинг каноник шакли (1) қуйидаги учта хусусият билан тавсифланади:

- Тенглама тизими шаклидаги бир хил тизим чекловлари;
- масалага дахлдор бўлган барча ўзгарувчилардан билан ноаниқликнинг бир хил шартга келтириш;
- объектив функцияни минималлаштириш (максималлаштириш).

Маълумки, ЧД масаласи учун тенг бўлган ЧД масаласини яратиш мумкин (яъни иккита масалаларнинг эквивалентлиги бир масаланинг мақбул ечимини бошқасининг оптимал ечимига мос келишини англатади).

Мисол:

$$\begin{aligned}L &= x_1 - x_2 \rightarrow \max, \\ 3x_1 + x_2 &\leq -2, \\ x_1 - 2x_2 &\geq 1, \\ -x_1 + 3x_2 &= -1, \\ x_1 &\geq 0.\end{aligned}\tag{2}$$

Ушбу масалани ечишда (2) КШ учта ҳолати бузилган.

1. Биз аралашма тизимининг тенглама тизимига айлантирилишини бошлаймиз. Буни амалга ошириш учун биз биринчи ва иккинчи чекловларга қўшимча ва қийматсиз носалбий ўзгарувчилар y_1, y_2 ни киритамиз. Натижада чекловлар тизими қуйидаги шаклда ёзилади:

$$\begin{aligned}3x_1 + x_2 + y_1 &= -2, \\ x_1 - 2x_2 - y_2 &= 1, \\ -1x_1 + 3x_2 &= -1, \\ x_1 \geq 0, y_1 \geq 0, y_2 &\geq 0.\end{aligned}\tag{3}$$

(3) даги шартлар фақат x_2 ўзгарувчиси учун амал қилмайди. Масалани тартибсиз бўлмаган бир хил ўзгарувчига камайтириш учун иккита усулдан фойдаланишимиз мумкин. *Биринчи йўл. Биз ўзгармайдиган x_2 ни иккита параметр бўлмаган ўзгарувчининг фарқини ифодалаш:* $x_2 = x'_2 - x''_2, x'_2 \geq 0, x''_2 \geq 0$. Бу каби тизимни ва объектив функцияни ўзгартиргандан сўнг, бу масалани ҳал қиламиз

$$\begin{aligned}L &= x_1 - x'_2 + x''_2 \rightarrow \max, \\ 3x_1 + x'_2 - x''_2 + y_1 &= -2, \\ x_1 - 2x'_2 + 2x''_2 - y_2 &= 1 \\ -x_1 + 3x'_2 - 3x''_2 &= -1\end{aligned}\tag{4}$$

$$x_1 \geq 0, y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, x'_2 \geq 0, x''_2 \geq 0.$$

Иккинчи йўл. Бунда баъзи бир тенгламадан (4) ўзгармайдиган x_2 ни топамиз. Биринчи тенглик: $x_2 = -2 - 3x_1 - y_1$. Ушбу ифодани барча тенгламалар ва объектив функцияда алмаштираемиз, шунинг учун x_2 ўзгарувчисини масаланинг ечимини истисно қилаемиз. Бунда:

$$\begin{aligned} L &= 2 + 4x_1 + y_1 \rightarrow \max, \\ 7x_1 + 2y_1 - y_2 &= -3, \\ -10x_1 - 3y_1 &= 5, \\ x_1 \geq 0, y_1 \geq 0, y_2 &\geq 0. \end{aligned} \quad (5)$$

3. Масалани (5) керакли функциясини минималлаштириш масаласига ўтиш, тенгламадан янги функцини жорий қилиш йўли билан амалга оширилади.

$$L' = -L = -x_1 + x_2' - x_2'' \rightarrow \min \text{ биринчи ҳолда,}$$

$$L' = -L = -2 - 4x_1 - y_1 \rightarrow \min \text{ иккинчи ҳолатда.}$$

ЧД масалаларини график ечиш бўйича умумий тавсиялар

1. График билан ҳал қилиниши мумкин :

a) камида иккита ўзгарувчини ўз ичига олган эркин шаклида берилган масалалар.

b) каноник шаклда бериладиган масалалар, эркин ўзгарувчилар сони

$$n - m \leq 2;$$

c) каноник шаклга туширилгандан сўнг икки эркин ўзгарувчидан ортиқ бўлмаган рўйхатга олишнинг эркин шаклидаги масалалари

$$n - m \leq 2.$$

2. График ечимнинг асосий шакли - бу биринчи турдаги вазифалар. Шунинг учун, агар 2 ёки 3-турдаги вазифалар учраса, уларнинг модели биринчи навбатда биринчи турга келтирилиши керак.

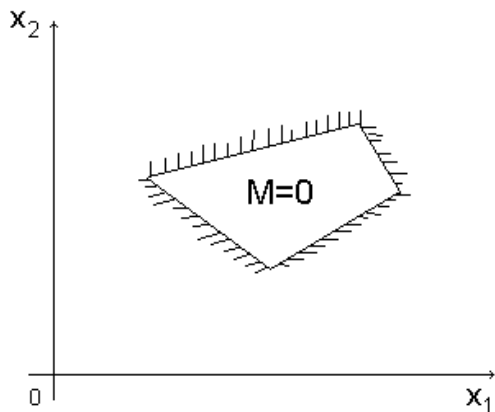
3. 1 турдаги масалаларни ечиш икки босқичда амалга оширилади:

1 босқич - қабул қилинадиган ўзгарувчи майдонини қуриш;

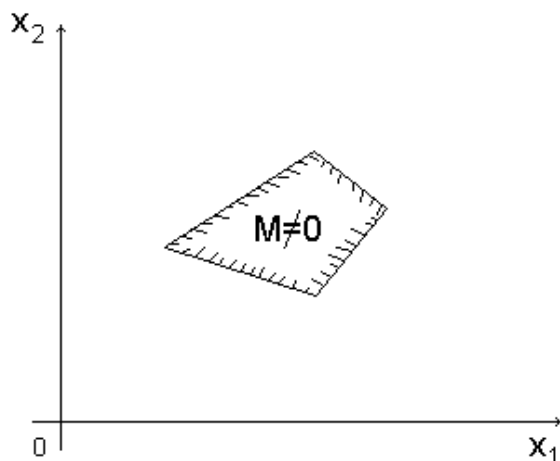
2 босқич - мақбул ечимнинг қабул қилинадиган майдонида қуриш.

4. Қабул қилинадиган ечимлар доменини қуришда учта ҳолатдан бири содир бўлиши мумкин:

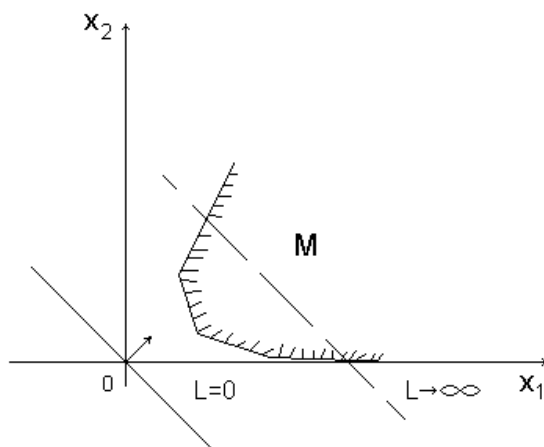
а) бўш майдон - масалани ечимсиз яъни ечимлар соҳасида чекловлар тизимининг мос келмаслиги туфайли ҳал қилмаслиги.



б) конвекс полигон - бу масалани доимо энг мақбул ечимга эга бўлиши;

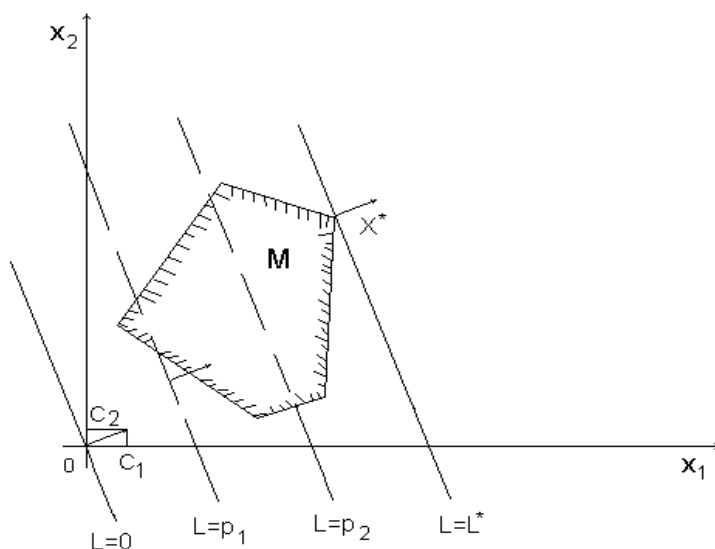


в) (функциясининг функционал коэффиценти L) вектор йўналишига қараб, масалани ечим бўлиши мумкин ёки бўлмаслиги мумкин. Бу ҳолат, қабул қилинадиган ечимлар соҳасидаги объектив функциянинг чегарасизлиги билан боғлиқ.



5. Агар мақбул ечим мавжуд бўлса, унда учта натижадан бири бўлидхи мумкин:

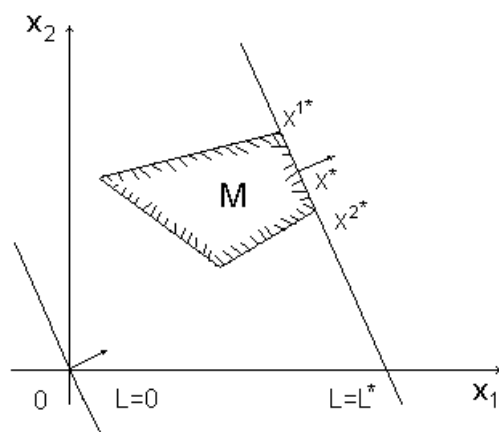
а) оптимал ечим ноёб ва доменнинг вертикалларида бирига мос келади;



б) оптимал ечимлар доменнинг икки вертикалига қўшиладиган сегментнинг

барча нуқталарига мос келадиган элементлари: x^{1*} ва x^{2*}

$$x^* = ax^{1*} + (1-a)x^{2*}, 0 \leq a \leq 1;$$



в) оптимал ечимлар доменнинг вертикалидан келиб чиқадиган йўлнинг барча нуқталарига мос келиши x^{1*} да:

$$x^* = ax^{2*} + (1-a)x^{1*}, 0 \leq a \leq \infty;$$

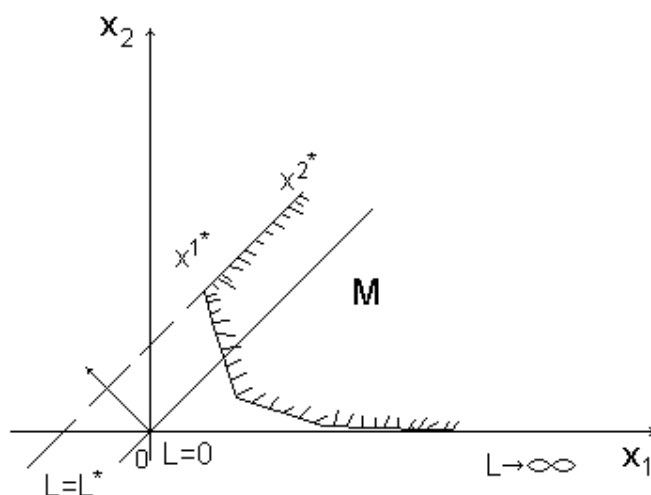


График ечимнинг намунаси

Каноник шаклда берилган ЧД масалаларини график жихатдан ҳал қилиш:

$$L = 4x_1 - 4x_2 - x_3 + x_4 \rightarrow \max, \quad (6)$$

$$\begin{aligned} -2x_1 + x_2 + x_3 &= 2, \\ x_1 - 2x_2 + x_4 &= 2, \end{aligned} \quad \begin{aligned} x_1 + x_2 &+ x_5 = 5, \end{aligned}$$

(7)

$$x_i \geq 0, i = \overline{1,5}. \quad (8)$$

Масала учун тенгламалар сони $m = 3$, номаълумларнинг сони эса $n = 5$ ни ташкил қилади. Кейин $n - m = 2$ ва масалани нисбатан эркин ўзгарувчилар текислигидаги масалаларга камайтириш мумкин. Биз ўзгарувчилар x_1, x_2, x_3 ни асосий ўзгарувчилар сифатида кўриб чиқамиз ва уларни қуйидагилар (тасодифий бўлмаган ўзгарувчилар) орқали ифодалаймиз:

$$\begin{aligned} x_3 &= 2 + 2x_1 - x_2, \\ x_4 &= 2 - x_1 + 2x_2, \\ x_5 &= 5 - x_1 - x_2. \end{aligned} \quad (9)$$

Вазият (8) бўйича, ўзгарувчилар фақат ноаниқ бўлмаган қийматларни олишлари мумкин, яъни ЧД (6) - (8) масалани қабул қилинадиган шартлар (8), (9) ёки қуйидаги (10) билан белгиланган :

$$\begin{aligned} 2 + 2x_1 - x_2 &\geq 0, \\ 2 - x_1 + 2x_2 &\geq 0, \\ 5 - x_1 - x_2 &\geq 0, \\ x_1 \geq 0, x_2 &\geq 0. \end{aligned} \quad (10)$$

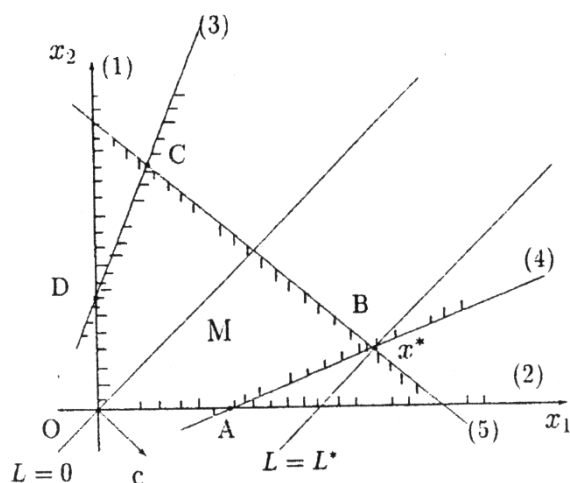
Аргументларга нисбатан ЧД-ни олиш учун асосий параметрларни (9) қийматларини объектив функцияга (6) алмаштирамиз. Натижа

$$L = x_1 - x_2 \rightarrow \max. \quad (11)$$

Масалани (10), (11) масалани (6) - (8) га тенг, шунинг учун масалани (10), (11) график жиҳатдан ечишда масалани ечимини (6) - (8) қуйидагича ифодалаймиз.

1. Босқич. Ихтиёрий танлаб олиш йўли билан

Ҳар бир тенгсизлик (10) маълум бир ярим холда x_1 Ox_2 да белгиланади:



Шундай қилиб, тенгсизлик $x_1 \geq 0$ тўғри ярим-текисликни белгилайди. $2x_1 - x_2 \geq -2$ тенгсизлиги $2x_1 - x_2 > -2$ бу ерда $2x_1 - x_2 = -2$ ли каторининг бошқа томонида жойлашган ярим мусбат соҳани белгилайди. Ушбу тенгсизликда $x_1 = 0, x_2 = 0$ қийматларини алмаштириш учун $0 > -2$ ни қўлга қиламиз, шунинг учун координаталар $(0,0)$ биринчи тенгсизликни қаноатлантиради (10) ва бу тенгсизликнинг ечим доираси келиб чиқишни ўз ичига олади. Қолган тенгсизликлар (10) ярим мусбатлари худди шу тарзда аниқланади.

Расмда $x_i = 0, i = \overline{1,5}$ ҳолатига мос келадиган сатрлар қавслар ичидаги рақам билан белгиланган.

Қавариқ Кўпбурчак ОАБСД – М обектини белгилаймиз.

Қадам 2. M нинг рухсат этилган доменида биз мақбул ечимни топамиз.

Бунда тўғридан-тўғри $L = x_1 - x_2 = 0$ қуриш ва $L = x_1 - x_2$ вазифасини ошириш йўналишини аниқлаш вектор йўналиши $C = (c_1, c_2) = (1, -1)$ ҳисобланади. Бу мумкин ечимлари соҳасида билан умумий вестор $c = (c_1, c_2)$ йўналиши бўйича ўзи учун йўл L параллел ҳаракат, биз экстремал ҳолатда мумкин тўғридан-тўғри L нуқта $B = x^*$ орқали ўтади, деб олинади. Бу жой линияси гтг L қиймати L^* мос келади. нуқта ккк ётади қайси чегара чизиклари

тенгламалар тизимини ечиш учун биргаликда ҳаракат қилиш нуктаси координаталарини топиш учун:

$$x_1 - 2x_2 = 2, x_1 + x_2 = 5.$$

Қуйидаги оптимал натижага эга бўламиз $x^* = (4,1)$. Тенгламани ечими $x_1^* = 4$ ва $x_2^* = 1$ ни функцияга қўямиз (9), функциянинг оптимал қийматини оламиз $L^* = 4 - 1 = 3$ ва оптимал ечим: $x^* = (x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*, x_5^*) = (4,1,9,0,0)$.

ЧД масалани сонли ечиш усули

Симплекс усул.

Тенгламанинг каноник кўринишини тузамиз:

$$L = \bar{c}_1 x_1 + \dots + \bar{c}_n x_n \rightarrow \min,$$

(12)

$$\bar{a}_{11} x_1 + \dots + \bar{a}_{1n} x_n = \bar{b}_1,$$

.....

(13)

$$\bar{a}_{m1} x_1 + \dots + \bar{a}_{mn} x_n = \bar{b}_m.$$

$$x_1 \geq 0, \dots, x_m \geq 0.$$

(14)

Тахминий ҳолатда $\bar{b}_i \geq 0, i = \overline{1, m}$ (акс ҳолда, мос келадиган тенгламани кўпайтирамиз -1 , системанинг тенгламалари (13) равишда мустақилдир, $m < n$ ва тизим (13) - (14) га айланади.

Ушбу тахминларга асосан биз номаълум номларни (мисол учун x_1, \dots, x_m) танлаймиз, бу номаълумларнинг коэффитсиентларидан ташкил топган детерминант йўқолмайди. Кейинчалик (12) - (14) масаласи ЧД масаласининг махсус шакли деб аталадиган шаклга туширилиши мумкин:

$$L = \gamma_0 - (\gamma_{m+1}x_1 + \dots + \psi_n x_n) \rightarrow \min,$$

$$x_1 = b_1 - (a_{1m+1}x_1 + \dots + a_{1n}x_n),$$

..... (15)

$$x_m = b_m - (a_{mm+1}x_1 + \dots + a_{mn}x_n).$$

$$x_1 \geq 0, \dots, x_n \geq 0,$$

$$b_i \geq 0, i = \overline{1, m}.$$

Ушбу масаланинг мумкин ечимларидан бири x_{m+1}, \dots, x_n ўзгарувчилари нолга тенг бўлса аниқланади. Бундай ечим қабул қилинадиган асосий ечим деб аталади.. Бунда шакл

$$x_1 = b_1, \dots, x_m = b_m, x_{m+1} = 0, \dots, x_n = 0.$$

Ушбу ечим объектив функциянинг қийматига мос келади $L = \gamma_0$. x_1, \dots, x_m ўзгарувчилари асосий деб аталади, x_1, \dots, x_m ўзгарувчилари мажмуи асос деб номланади ва x_{m+1}, \dots, x_n ўзгарувчиларига асосий ёки эркин ўзгарувчилар деб аталади. M чекловлари билан n ўлчамдаги масала бўйича мумкин бўлган асосларнинг сони C_n^m қийматидан ошмайди. Маълумки, ҳар бир қабул қилиниши мумкин бўлган асосий ечимга қабул қилинадиган ечимларнинг кўпбурчаги вертикасига тўғри келади ва масаланинг мақбул ечими (унинг мавжудлиги шароитида) кўпбурчак томонларидан бирида эришилади. Шу сабабли, ЧД масаласининг мақбул ечими қабул қилинадиган асосий ечимлар қаторида бўлади. Қабул қилинадиган асосий ечимларни кетма-кет равишда қидиришнинг оқилона усуллари мавжуд, бу биз қабул қилинадиган асосий ечимларни эмас, балки уларнинг минимал сонини ҳисобга олишга имкон беради. Бундай усуллар симплекс усулини ўз ичига олади .

Назорат саволлари

1. Чизикли дастурлашнинг аҳамияти.

2. Сиплекс усулини алгоритми.
3. Чизикли дастурлашни график усули босқичлари.
4. Сонли усулларга мисоллар.
5. Чизикли дастурлашни телекоммуникацияда ахамияти.

Адабиётлар

1. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009.- 363 с.
2. Дымарский Я.С. Методы оптимизации сетей связи. – СПбГУТ, 2005. – 124 с.

9– МАЪРУЗА

МАЪЛУМОТЛАР УЗАТИШ ТИЗИМИНИНГ МОДЕЛИ

Режа:

1. Маълумотлар узатиш модели;
2. Маълумотлар узатиш тизимининг характеристикаларини аниқлаш;
3. Эхтимоллик–вақт характеристикаларини таҳлил қилиш.

Олдинги авлод маълумот узатиш аппаратураларида шовқинбардош кодлаш алгоритмлари ва қайта алокани амалга ошириш ягона метод бўлган [1]. Бу эса маълумотлар блоқи узунлиги катта бўлмаганда бир неча байтни ташкил эгандагина ўзини оқлади.

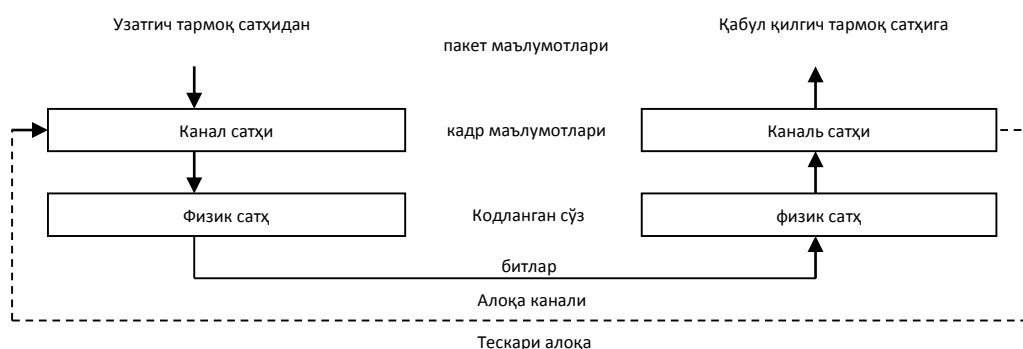
Ҳозирда мавжуд алоқа тармоғи OSI очик тизимлар эталон модели талаблари бўйича қурилган бўлиб, каналлар сатҳи протоколлари (HDLC, LAPB, LAPM, PPP, LLC) маълумотлар блоқи (кадр) узунлиги бир неча юз байтни ташкил қилади [2]. Шунинг учун маълумотлар ишончли узатиш канал сатҳида тесқари алокани текшириш алгоритмлари ёрдамида, физик сатҳда эса фақатгина халақитбардош кодлар асосида таъминланади. Бунда маълумотлар кадри бир неча қисқа узунликдаги қисмларга (сўз, символ) бўлинади ва бу сўзлар халақитбардош кодлаш ёрдамида каналга узатилади.

Ушбу маърузада ушбу жараёнларни тўлиқроқ ёритишга ҳаракат қилинади. Бунда OSI тармоғи асосида юзага келган, канал ва физик сатҳ орқали маълумотлар узатиш тармоғининг комплекс моделини кўриб чиқамиз.

OSI тавсияси бўйича тармоқ сатҳи маълумотлар блоки (пакет) тармоқ сатҳдан канал сатҳга узатилади(1-расм).

Канал сатҳида маълумотлар блоки яъни кадр қуйидаги форматасосида шакллантирилади: флаг–бошланиши, манзил майдони, бошқарув майдони, маълумотлар майдони, назорат суммаси майдони ва флаг–тугаши[2].

Кадрнинг маълумот майдонига тармоқ сатҳи пакети жойлаштирилади.



2–расм. OSI тармоғида маълумотлар узатиш жараёни.

Шаклланган канал сатҳининг кадри физик сатҳга узатилади. Физик сатҳда кадр маълумотлари узунлиги nk бит сўз узунлиги k битга бўлинади. Бундан mk сўз олинади, бу ерда $mk = nk/k$. Сўнг, сўзлар халақитбардош кодланади. Ушбу услуб талабларига биноан текширув разрядлари узунлиги r бит аниқланади. Шунда ҳар бир сўз узунлиги физик сатҳда $n_f = k + r$ га тенг бўлади.

Кодланган сўз алоқа канали бўйлаб C бит/с тезлик билан узатилади. Алоқа каналида ҳар бир битни хато бўлиш эҳтимоли биномиал қонуният билан аниқланади деб ҳисоблаймиз. Унда ҳар бир сўзда i та бит хато бўлиши қуйидаги формула билан аниқланади

$$P_{if} = C_{n_f}^i p^i (1 - p)^{n_f - i} \quad (1).$$

Кодланган сўз алоқа канали бўйлаб қабул қилувчи томон физик сатҳига тушади. Бу ерда декодлаш амалга оширилади ва сўздаги хатолар тўғриланади. Хатоликни тузатиш қобилияти t қуйидагича аниқланиши мумкин $do \geq 2tis + 1$, бунда do – коднинг минимал Хемминг масофаси.

Агар сўзларни декодлашда t сгача хатоликлар тўғриланса, сўзларни хато қабул қилиш эҳтимоллиги қуйидагига тенг:

$$P_{of} = \sum_{i=t_{is}+1}^{n_f} P_{if} \quad (2).$$

Декодлашдан сўнг сўзда хар бир битни хато қабул қилинганликнинг эквивалент эҳтимолини қуйидагича топиш мумкин

$$p_{\text{э}} = \frac{P_{of}}{n_f} \quad (3).$$

Сўзларнинг информацион разрядлари канал сатҳига узатилади.

Канал сатҳидаги информацион разрядлардан кадр маълумотлари шаклланади. Кадр маълумотлариді та бит хато бўлиш эҳтимоллиги қуйидаги формула билан аниқланади:

$$P_{ik} = C_{n_k}^i p_{\text{э}}^i (1 - p_{\text{э}})^{n_k - i} \quad (4).$$

Кадр маълумотларини тўғри қабул қилиш эҳтимоллиги қуйидагига тенг

$$P_{nn} = (1 - p_{\text{э}})^{n_k} \quad (5).$$

Кадр малумотларидаги хатоликни топа олмаслик эҳтимоли қуйидаги формула билан аниқланади:

$$P_{no} \approx \frac{1}{2^{r_k}} \sum_{i=d_o}^{n_k} C_{n_k}^i p_{\text{э}}^i (1 - p_{\text{э}})^{n_k - i} \quad (6),$$

Бу ерда r_k – CRC разрядлар сони стандарт протоколларида $r_k=16$ ёки $r_k=32$ бўлади.

Кадр маълумотларида хатоликни топа олиш эҳтимоллиги:

$$P_{oo} = 1 - (P_{nn} + P_{no}) \quad (7)$$

Бу ҳолда кадр маълумотлари тўлиқлигини назорат суммаси орқали P_{oo} текширилади ва салбий квитанция (нкв) узатувчига узатилади. Бошқа ҳолда эса $(P_{nn} + P_{no})$ қабул қилинган кадр учун тасдиқ квитанцияси узатилади . Салвий квитанция қабул қилганда узатувчм кадрни қайтатдан юборади . Кадр хақида тасдиқ олгандан кейингина навбаттаги кадрни узатади.

Ушбу алгоритм кўп стандарт протоколларда ишлатилади ва кутиш орқали малумотлар узатиш методи ёки автоматик такрорий сўров (ARQ, Automatic Repeat Quest) [2]методи деб номланади.

Маълумотлар кадрини узатишда такрорлашлар сони (тақсимоти) эҳтимоллиги қуйидагича аниқланади:

$$P(k_n) = (1 - P_{oo}) P_{oo}^{k_n - 1}, \quad k_n = \overline{1, N_n}, \quad (8)$$

N_n -максимал такрорлаш сони.

Такрорлаш процедураси кадр маълумотларига хизмат кўрсатиш вақтини ошириб юборади. Кадр маълумотларига хизмат кўрсатиш учун дискрет вақт интервалини аниқлашда учун қулай математик аппарат z - ўзгартириш ҳисобланади [3]

Z –ўзгартириш такрорларни ҳисобга олиб маълумотлар кадрига хизмат кўрсатиш дискрет вақти қуйидагича аниқланади:

$$f_o(z) = \sum_{k_n=1}^{N_n} P(k_n) [f_k(z) f_{k\kappa}(z)]^{k_n} \quad (10)$$

Бу ерда $f_k(z)$ ва $f_{k\kappa}(z)$ - маълумотлар кадрини ва қвитанцияни узатиш вақтининг z – ўзгартиришлари:

$$f_k(z) = z^{-m_k n_f} \quad (11)$$

$$f_{k\kappa}(z) = z^{-m_{k\kappa} m_f} \quad (12)$$

Бу ерда $m_{k\kappa} = \left\lfloor \frac{n_{k\kappa}}{n_f} \right\rfloor$ (8) ни (10) ни қўйсақ

$$f_o(z) = \frac{(1 - P_{oo}) f_k(z) f_{k\kappa}(z) [1 - (P_{oo} f_k(z) f_{k\kappa}(z))^{N_n}]}{1 - P_{oo} f_k(z) f_{k\kappa}(z)} \quad (13)$$

Кадр маълумотларига ўртача хизмат кўрсатиш вақти:

$$\bar{n}_o = - \frac{df_o(z)}{dz} \Big|_{z=1} \quad (14)$$

(13) га (14)ни қўйиб ва $N_n = \infty$ бўлгандаги (11) ва (12) ни ҳисобга олиб зарурий операцияларни бажарамиз

$$\bar{n}_o = \frac{n_f (m_k + m_{k\kappa})}{1 - P_{oo}} \quad (15)$$

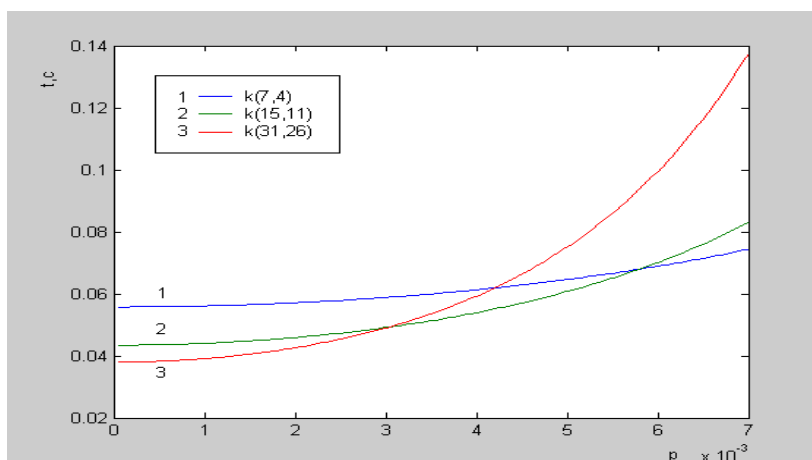
Шунда маълумотлар кадрига ўртача хизмат кўрсатиш вақти:

$$\bar{t}_o = \frac{\bar{n}_o}{C} \quad (16)$$

Вақт – эҳтимоллиги характеристикаларини таҳлили

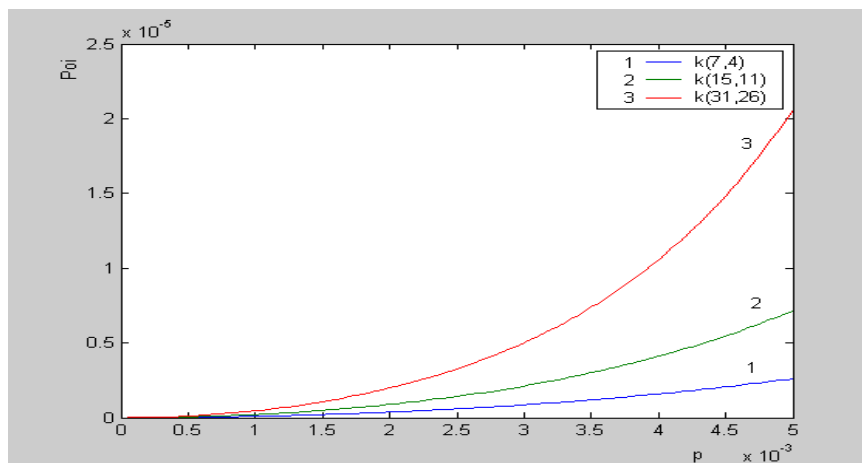
Вақт эҳтимоллик характеристикаларини ҳисоблаш учун дастлабки маълумотларни қуйидагича ҳисобласак бўлади: 2000 битли маълумотлар

кадри узунлиги, қвитанция 40 бит ва узатиш тезлиги 64 кб/с, кодланган сўзлар узунлиги турли бўлганда 2-расмда маълумотлар кадри ўртача хизмат кўрсатиш вақтининг алоқа каналида хар бир битни хато бўлиш эҳтимолигига боғликлиги тасвирланган.



2 – расм.

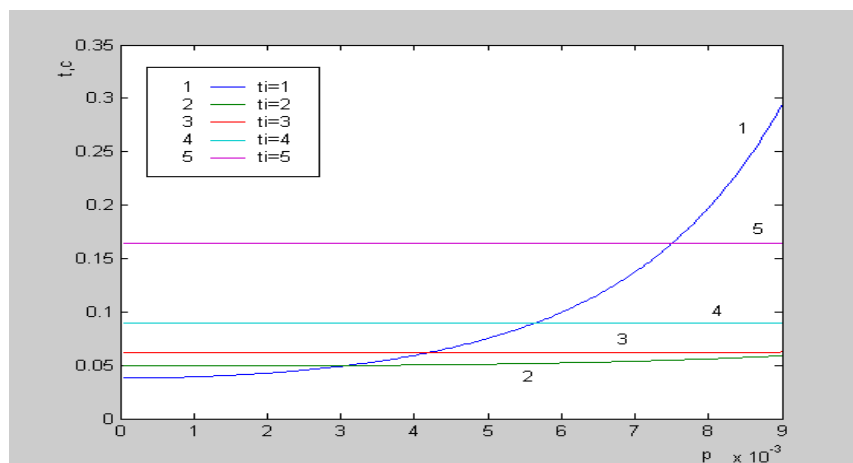
3 – расмда. Қайта узатишдан сўнг маълумотлар кадри қолдиқ йўқолиш эҳтимоллигининг ҳатоликларни бирламчи тўғрилаш орқали турли циклик кодлар узунликлариди алоқа каналидаги битларидаги ҳатолик эҳтимоллигига боғланиши кўрсатилган.



3 – расмда.

3 – расмдан кўриниб турибдики энг қисқа узунликдаги бирламчи кодларни тўғрилаш энг кам йўқотишлар қолдиғи эҳтимоллиги мавжуд.

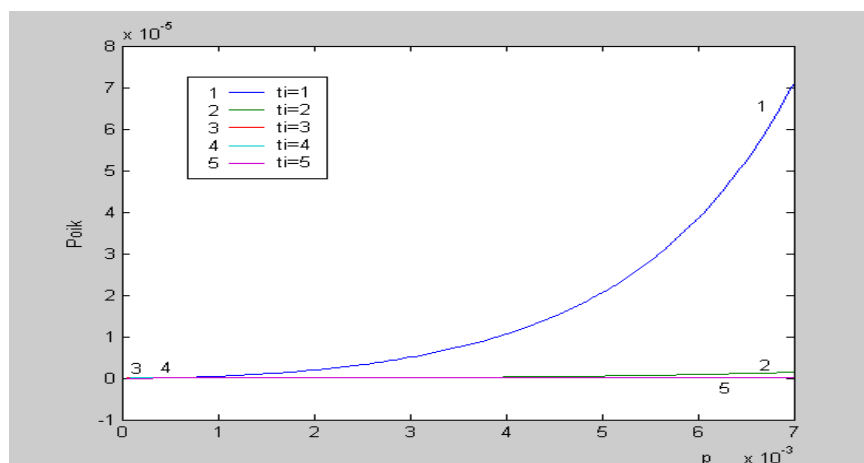
$p < 10^{-4}$ ҳолатда кадр маълумотлари бузилиш эҳтимоллиги деярли бир хил ҳисобланиши кўрсатиляпти, лекин код катта узунлигида (31,26) хизмат кўрсатиш вақти эса кичик (2–расм).



4 – расм.

4 – расмда Кадр маълумотларига хизмат кўрсатиш ўртача вақтининг турли тўғрилаш қобилиятидаги сўз кодларининг бирламчи узунликдаги алоқа канали битларининг ҳатолик эҳтимоллигига боғланиш графиги кўрсатилган.

$p < 3 \cdot 10^{-3}$ ҳолатда кадрларга хизмат кўрсатиш ўртача вақти энг кичик бўлганда код энг кичик тўғрилаш қобилиятида бўлади (бирламчи ҳатоликларни тўғрилаш), лекин $p \geq 3 \cdot 10^{-1}$ ҳолатда, иккиламчи тўғрилаш бўлади, иккиламчи ва ундан юқори ҳатоликларни тўғрилаш кадрларга хизмат кўрсатиш ўртача вақтининг ошишига олиб келади. 5 – расмда кадр маълумотларининг қолдиқ бузилишлари эҳтимоллигининг ҳар хил тўғрилаш қобилиятларини кодлардаги битларнинг ҳатолик эҳтимоллигига боғланиш графиги кўрсатилган.



5 – расм.

5 – расмдан кўриниб турибдики кодларни тўғриланиш қобилиятлари ўсгани сари қолдиқ бузилишлар сони камаяди. $p < 4 \cdot 10^{-3}$ да кодлар

тўғриланиши иккиламчи ҳатоликлардан ошганда кадр маълумотлари қолдик бузилиш эҳтимоллиги деярли бир хил бўлиши таъминланади.

Назорат саволлари

1. Маълумотлар узатиш протоколлари;
2. Маълумот узатиш моделлари;
3. Сўз кодларини шакллантириш;
4. Кадр маълумотларини шакллантириш;
5. Кадр маълумотларида ҳатоликларни аниқлаш ва тўғрилаш принциплари.

Адабиётлар

1. Шварцман В., О., Емельянов Г. А. Теория передачи дискретной информации. -М.: Связь, 1979.
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: «Питер», 2000.
3. Суздалев А.В., Чугреев О.С. Передача данных в локальных сетях связи.- М.: Радио и связь, 1987.

10 –МАЪРУЗА

Маълумот узатиш тизимларини оптималлаштириш

Режа:

1. Маълумот узатиш тизимини оптималлаштиришни математик ифодалаш.
2. Физик сатх маълумот блокинни оптимал узунлигини аниқлаш.
3. Канал сатх маълумот блокинни оптимал узунлигини аниқлаш.

Физик сатхда маълумот блоқи код сўзи (кодое слово) деб аталади. Коднинг хатони топиш қобилиятини t_1 этиб белгилаймиз. Код узунлигини n_1 , унда информион разрядлар k_1 и текширув рарялари. Шунинг учун $n_1 = k_1 + r_1$. Физик сатхни самарадорлиги куйидаги формула билан аниқланади[4]:

$$E = \frac{n_1 - r_1}{n_1} P_{1nn}, \quad (1)$$

P_{1nn} - физик сатх маълумотини (кодни) тўғри қабул қилиш эҳтимоллиги.

Текширув разряларининг узунлиги r_1 қуйидаги формула билан аниқланади [4]

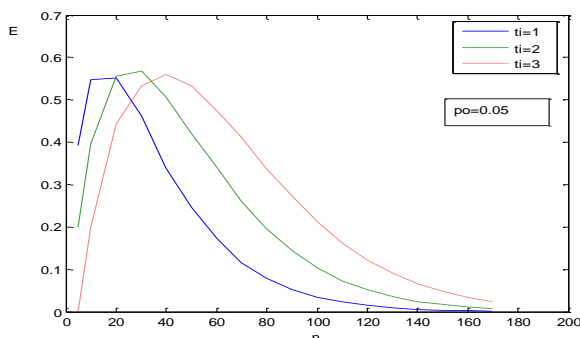
$$r_1 = \text{ceil}[\log_2(1 + \sum_{i=1}^{t_1} C_{n_1}^i)]. \quad (2)$$

Агар маълумот узатиш канали биномиал бўлса (бир битни хато бўлиш эҳтимолиги p_0), унда P_{1nn} :

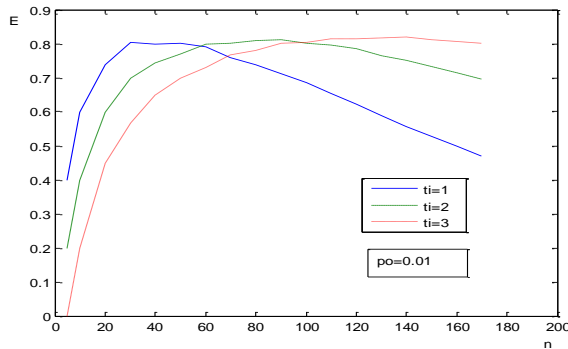
$$P_{1nn} = \sum_{i=0}^{t_1} C_{n_1}^i p_0^i (1 - p_0)^{n_1 - i}. \quad (3)$$

Физик сатх унумдорлигини (1) (2) ва (3) ларни инобатга олиб қуйидагича ёзиш мумкин:

$$E = \frac{n_1 - \text{ceil}[\log_2(1 + \sum_{i=1}^{t_1} C_{n_1}^i)]}{n_1} \sum_{i=0}^{t_1} C_{n_1}^i p_0^i (1 - p_0)^{n_1 - i} \quad (4)$$



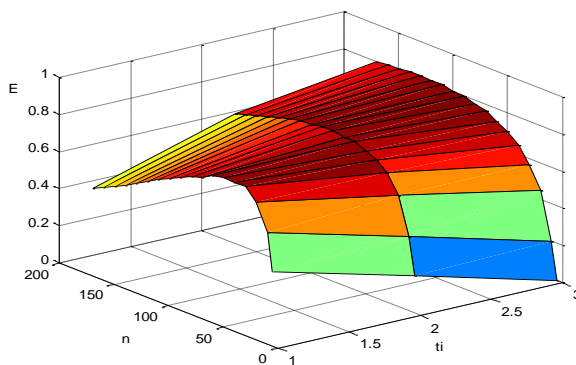
а)



б)

1-расм. Унумдорлик графиклари: $p_0 = 0.05$ (а) и $p_0 = 0.01$ (б).

Унумдорлик n_1 , t_1 и p_0 ларни маълум бир қийматида максимал бўлади. Ушбу ҳолатда қуйидаги расмда яққол кўринмоқда.



1- расм. Унумдорликни (E) n_1 ва t_1 га боғлиги ($p_0 = 0.01$).

Коднинг оптимал қийматини Optimization Toolbox MATLAB нинг `fminbnd` – функцияси ёрдамида топамиз[б]:

```
>> syms n;
```

```
>> f1 = @(n) -(n-ceil(log2(1+n)))*((1-p)^n+n*p*(1-p)^(n-1))/n;
```

>> n1opt = fminbnd(f1, 5, 200) (5)

>> syms n;

>> f2 = @(n) -(n-ceil(log2(1+n*(1+n)/2)))*((1-p)^n+n*p*(1-p)^(n-1)+(n*(n-1)/2)*(p^2)*(1-p)^(n-2))/n;

>> n1opt = fminbnd(f2, 10, 200) 6)

>> syms n;

>> f3 = @(n) -(n-ceil(log2(1+n*(1+n)/2+(n-2)*(n-1)*n/6)))*((1-p)^n+n*p*(1-p)^(n-1)+(n*(n-1)/2)*(p^2)*(1-p)^(n-2)+((n-2)*(n-1)*n/6)*(p^3)*(1-p)^(n-3))/n;

>> n1opt = fminbnd(f3, 20, 200) (7)

Физик сатхнинг маълумот блокининг оптимал қийматлари

p_0	n_{1opt}		
	$t_1 = 1$	$t_1 = 2$	$t_2 = 3$
0.001	216	361	465
0.002	127	255	385
0.003	103	217	347
0.004	86	174	278
0.005	75	149	232
0.006	63	127	204
0.007	57	116	180
0.008	53	106	164
0.009	49	98	146
0.01	46	89	138

0.02	29	55	82
0.03	23	41	62
0.04	19	35	46
0.05	17	29	36

Канал сатхи маълумот блокини оптимал қийматини аниқлаш

Канал сатхининг маълумот блоки (кадр) n_2 физик сатхга узатилади. Физик сатхда (n_1, k_1) шовқунбордош код ишлатилади. Унда кадрдан m_k сўз хосил қилинади, $m_k = \lfloor n_k / k_1 \rfloor$.

m_k сўз узатилгандан сўнг кадр йиғилади. Кадрда хатосиз (тўғри) қабул қилиш эҳтимоллиги:

$$P_{2nn} = (P_{1nn})^{m_k}, \quad (8)$$

P_{1nn} (3) формула билан аниқланади.

Кадр $Q_{2nn} = 1 - P_{2nn}$ эҳтимоллик билан хато қабул қилинади ва тескари алоқа жараёни ишга тушади [1].

Ўртача қайта узатишлар сони:

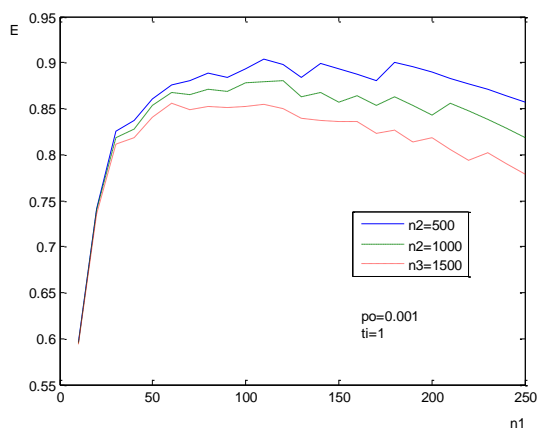
$$k_n = \frac{1}{P_{2nn}}. \quad (9)$$

Қайта узатишларни ҳисобга олган ҳолда канал сатҳи унумдорлиги E_2 қуйидагича топилади:

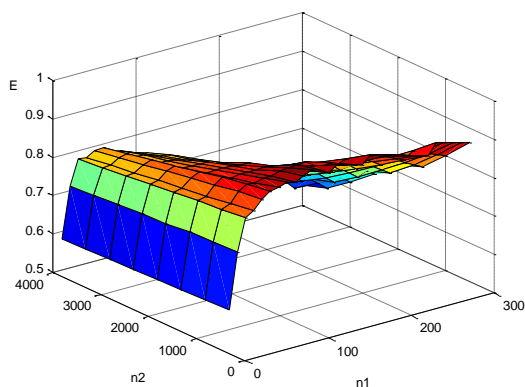
$$E_2 = \frac{n_2}{k_n(n_2 + m_k r_1)} P_{2nn}. \quad (10)$$

Формула (10) (8) ва (9) ларни инобатга олиб қуйидаги кўринишга келади:

$$E_2 = \frac{n_2}{n_2 + m_k r_1} (P_{1nn})^{m_k + 1}. \quad (11)$$



5-расм. E_2 унумдоликни n_1 га боғлиқлик графиги ($p_0 = 0.001, t_i = 1$ ва турли n_2 учун).



6-расм. MATLAB мухитида акс эттирилган канал сатхи унумдорлиги.

Маълум n_2 ва t_i учун n_1 ни оптимал қийматини `fminbnd` функцияси ёрдамида топамиз: .

```
>>p=0.001;
```

```
>>n2=1500;
```

```
>>syms n1;
```

```
f1=@(n1) - ((1-p)^n1+n1*p*(1-p)^(n1-1))^((ceil(n2/(n1-
ceil(log2(1+n1))))+1))*n2/(n2+ ceil(n2/(n1-ceil(log2(1+n1))))*ceil(log2(1+n1)));
```

```
>>n1opt1 = fminbnd(f1, 5, 500) (12)
```

Маъруза №11

Маршрутизатор характеристикаларини ҳисоблаш

Режа:

1. Фрактал трафик.
2. Фрактал трафик модели.
3. Маршрутизатор характеристикаларини фрактал трафикни инобатга олиб ҳисоблаш.

Фрактал трафик

Замонавий мултисервиси алоқа тармоғида маълумотларнинг реал трафиғи таҳлили хизмат кўрсатишнинг сифат кўрсаткичларини ҳисоблаш учун пуассон моделларидан фойдаланиш нотўғрилигини кўрсатди (QoS) [1]. Кўп сонли тадқиқотлар шундан далолат берадики реал трафик энг мос тасодифий жараён саналади [1,2]. Бундай оқимларда пакетлар ўртасидаги вақт оралиқларини тақсимлаш қонуни ихтиёрий саналади (G – general, умумий). Талабномаларга хизмат кўрсатиш давомийлигини тақсимлаш қонуни шунингдек ихтиёрий G бўлиши мумкин.

Мазкур мавзуда фрактал трафик Вейбулл тақсимоти билан берилади [3]:

$$w(x) = \alpha \beta x^{\beta-1} e^{-\alpha x^\beta}, \quad (1.5)$$

бунда α ва β - мазкур тақсимот шаклига таъсир қилувчи айрим параметрлар.

Математик кутиш $M[x]$ ва дисперсия $D[x]$ Вейбулл тақсимотида қуйидаги тарзда аниқланади:

$$M[x] = \alpha \cdot \tilde{\Gamma}\left(\frac{\beta + 2}{\beta}\right), \quad (1)$$

$$D[x] = \alpha^2 \left[\tilde{\Gamma}\left(\frac{\beta + 2}{\beta}\right) - \tilde{\Gamma}^2\left(\frac{\beta + 2}{\beta}\right) \right], \quad (2)$$

бунда $\Gamma(\cdot)$ – гамма функция.

Вейбулл тақсимоти параметрларини Херстапараметри (H) орқали акс эттириш мумкин :

$$\beta = 2 - 2H \quad (3)$$

1.1 - жадвалда мисол сифатида турли турдаги трафикларнинг фракталлик миқдори келтирилган[1].

Жадвал 1.1

Турли турдаги трафиклар фракталлиги

Трафик тури	Трафик фракталлиги (H)
Ethernet	0.9
HTTP	0.75-0.92
Видео	0.6-0.9
Аудио	0.6-0.9
P2P	0.6-0.9

Трафикнинг энг мос тушувчи хусусиятлари ҳисоби уни моделларда анча аниқ тавсифлаш имконини беради, ўз навбатида реал кузатувлар билан хизмат кўрсатиш сифатининг кўрсаткичларини олиш имкониятини таъминлайди.

Навбатнинг ўртача узунлигини ва пакетларни тизимда ушланиб қолиш вақтини ҳисоблаш

G/G/m (m – каналлар сони) турдаги оммавий хизмат кўрсатиш тизими тадқиқотларида турли усуллар қўлланилади ва кўп сонли яқин натижалар олинди [1,2,4,6]. Аммо ҳозирги кунга қадар QoS кўрсаткичларини ҳисоблаш учун бевосита амалиётда қўлланиладиган анча оддий ва аниқ формула йўқ.

Мазкур бўлимда энг мос тушувчи трафик билан СМО даги пакетларнинг ўртача ушланиб қолиш(кечкиш) вақтини ҳисоблашнинг янги усули кўриб чиқилган.

Пакетларни ўртача кечики вақтини ҳисоблаш учун (1.2) навбатнинг ўртача узунлигини аниқлаш зарур. Ҳозирги вақтда энг мос тушувчи трафик билан СМО даги навбатнинг ўртача узунлигини ҳисоблаш учун иккита формуладан фойдаланилади .

Биринчи формула [2],G/G/m тизими учун ишлаб чиқилган :

$$Q = P(\rho, m) \frac{\rho}{1-\rho} \cdot \frac{C_n^2 + C_{обс}^2}{2}, \quad (4)$$

бунда $P(\rho, m)$ - барча каналларни банд бўлиш эҳтимоллиги; C_n^2 - пакетлар ўртасидаги оралиқларнинг квадратик вариация коэффиценти; $C_{ián}^2$ - пакетларга хизмат кўрсатиш вақтининг квадратик вариация коэффиценти; ва m - каналлар сони (хизмат кўрсатувчи қурилмалар).

Иккинчи формула [1]:

$$Q = C \cdot \frac{\rho^{1/(2(1-H))}}{(1-\rho)^{H/(1-H)}}, \quad (5)$$

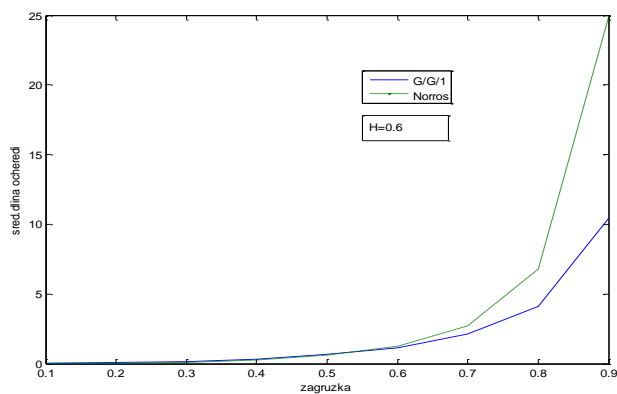
бунда H - трафикнинг Херста коэффиценти; C - доимий (экспоненциал хизмат кўрсатиш вақти учун $C = \rho$; детерминик хизмат кўрсатиш вақти учун $C = \rho/2$).

Пуассон кирувчи оқимда ($H=0.5$), экспоненциал хизмат кўрсатиш вақтида ва $m=1$ ифода (4) ҳамда (5) M/M/1 тизим учун яхши маълум бўлган формулага келтирилади:

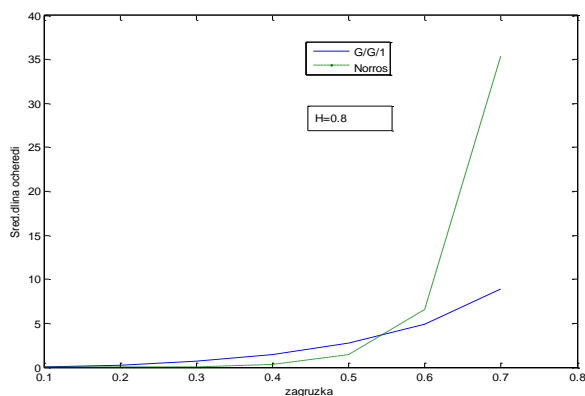
$$Q = \frac{\rho^2}{1 - \rho} . \quad (6)$$

(4) ва (5) формулалар бўйича навбатдаги ўртача узунлик ҳисоблаб чиқамиз.

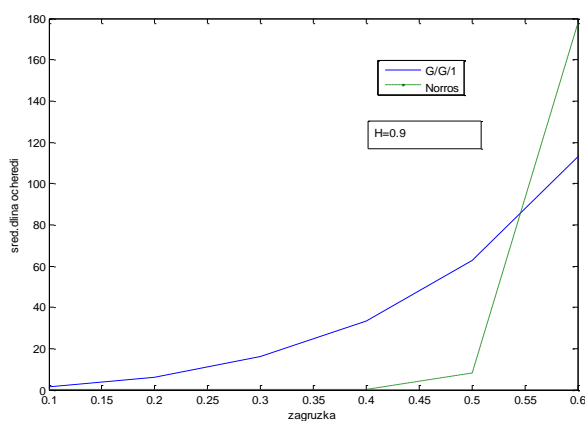
1-3 расмларда (4) ва (5) формулаларга навбатнинг ўртача узунлигини тизимнинг юкланишига боғлиқлик графиги келтирилган.



1-расм. $H=0.5$ да навбатнинг ўртача узунлигини тизимнинг юкланишига боғлиқлик графиги.



2-расм $H=0.7$ да навбатнинг ўртача узунлигини тизимнинг юкланишига боғлиқлик графиги.



3-расм. $H=0.9$ да навбатнинг ўртача узунлигини тизимнинг юкланишига боғлиқлик графиги.

1-3 расмларнинг таққослама таҳлили шуни кўрсатадики, (4) ва (5) формулалар навбатнинг ўртача узунлигининг турли миқдорларини беради. Бу тафовут юклама ва Херст коэффиценти ошиши билан катталашади.

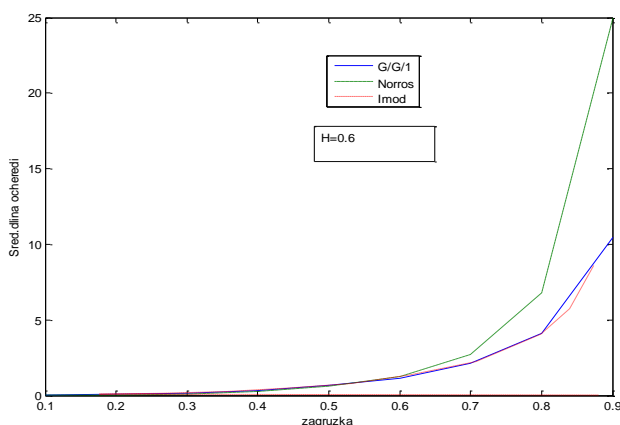
(4) ёки (5) формулалардан тўғриси аниқлаш керак. Бунинг учун GPSSWorld муҳитда кўриб чиқилаётган жараён имитацион моделлаштиримиз[5].

Имитацион моделлаштириш йўли билан аниқланган кировчи оқим параметрлари миқдори 2-жадвалда келтирилган. Жадвалда шунингдек (6) ва (7) таҳлилий формулалар ёрдамида ҳисобланган кировчи оқим параметрлари келтирилган .

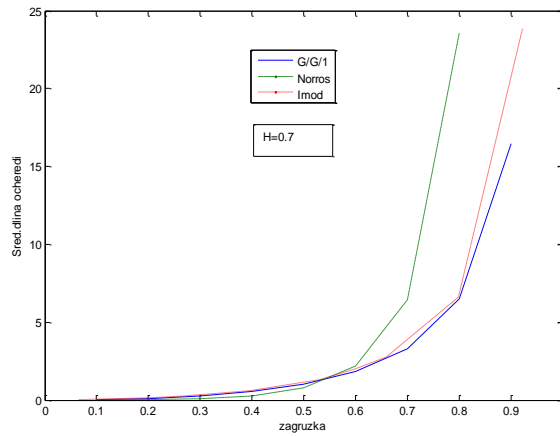
β	\dot{I}	Математик кутилиш		Дисперсия		Ўртача квадратик четланиш		Вариация коэффициенти	
		имитация	анал.	имитация	анал.	имитация	анал.	имитация	анал.
1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1
0.8	0.6	1.133	1.13	2.039	2.039	1.428	1.42	1.26	1.26
0.6	0.7	1.505	1.5046	6.985	6.997	2.643	2.64	1.756	1.75
0.4	0.8	3.322	3.32	107.85	108.95	10.385	10.43	3.126	3.14
0.2	0.9	121.24	120	2890000	3614400	1700	1901	14.02	15.83

2-жадвалда келтирилган назарий ва тажрибавий маълумотларнинг таққослама таҳлили Вейбулл тақсимоти асосидаги мос тушувчи трафик генерацияси ишончилигини кўрсатади.

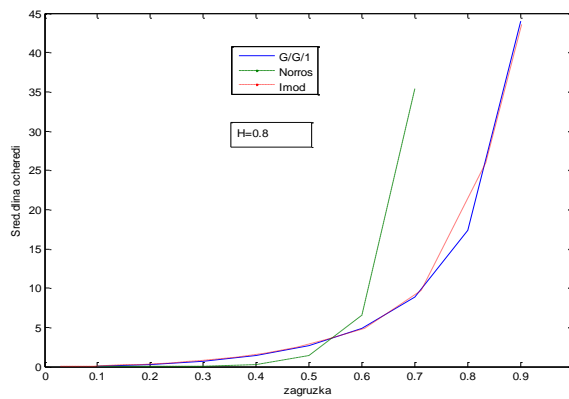
Навбатнинг ўртача узунлиги учун имитацион моделлаштириш натижалари 4-6 расмларда келтирилган. 1-3 расмдаги таққослама таҳлил учун шунингдек 4 ва 5 формулаларга мувофиқ навбатнинг ўртача узунлигини ҳисоблаш натижалари келтирилган.



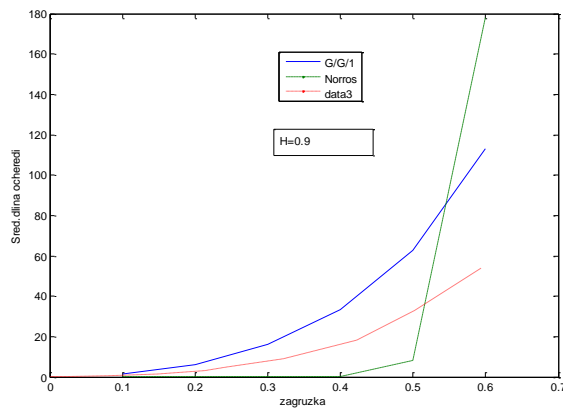
4-расм. $H=0.6$ дагинавбатнинг ўртача узунлигини тизимнинг йукланишига боғлиқлик графиги.



5-расм. $H=0.7$ даги навбатнинг ўртача узунлигини тизимнинг юкланишига боғлиқлик графиги.



6-расм. $H=0.8$ даги навбатнинг ўртача узунлигини тизимнинг юкланишига боғлиқлик графиги.



7-расм. $H=0.9$ навбатнинг ўртача узунлигини тизимнинг юкланишига боғлиқлик графиги.

5-7 расмларнинг таққослама таҳлили 4 ва 5 формулалар орқали ҳисобланган навбатнинг ўртача узунлиги миқдори имитацион моделлаштириш натижалари билан мос келмаслигини англатади. 4-формула натижалари 5-формула натижалари ва имитацион моделлаштиришдан бир неча марта фарқ қилади. Паст юкланишда ва $H < 0.9$ да G/G/1 (5) учун формула натижалари 4-формула натижалари билан таққослаганда имитацион моделлаштириш натижаларига анча яқин бўлади. Юқори юкланишда ва $H = 0.9$ да 4 ва 5-формула натижалари тажриба натижаларидан бир неча марта фарқланади.

Имитацион моделлаштириш ишончилиги шуни кўрсатадики $H = 0.5$ да олинган натижалар M/M/1 таҳлилий модели натижалари билан бир хил бўлади. Шундай қилиб энг мос тушувчи трафик билан СМО хусусиятларини ҳисоблашнинг анча аниқ усулини ишлаб чиқиш зарур.

Навбатнинг ўрта узунлигини ҳисоблаш усуллари

G/G/1 тизимида талабнома кутилишини эҳтимолини ҳисоблаш учун қуйидаги формула келтирилади

$$P_{ож} = \frac{Q}{\rho \cdot \bar{t}_{ож}} \quad (7)$$

$P_{ие}$ ни аниқлаш учун навбат узунлиги Q ва ўртача кутиш вақти $\bar{t}_{ие}$ маълум бўлиши керак. Аммо бу хусусиятлар ўз навбатида $P_{ие}$ орқали топилади.

Навбатнинг ўртача узунлигини ҳисоблаш учун қуйидаги формула таклиф қилинади:

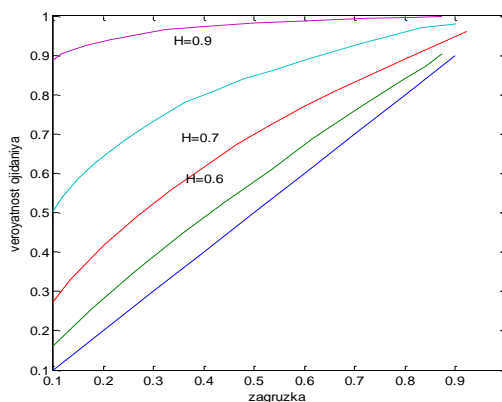
$$Q = \frac{\rho \cdot P_{ож}}{1 - P_{ож}} \quad (8)$$

M/G/1 тизим учун $P_{ож} = \rho$, бунда ρ - тизим юкланиши (фойдаланиш коэффициенти).

G/G/1 тизимида талабномани кутиш эҳтимоллиги навбатда туруб кейин хизмат кўрсатилган талабномалар сонини ва умумий хизмат кўрсатилган талабномалар сониганисбати билан аниқланади.

$$P_{ож} = \frac{n_3}{n_{общ}} \quad (9)$$

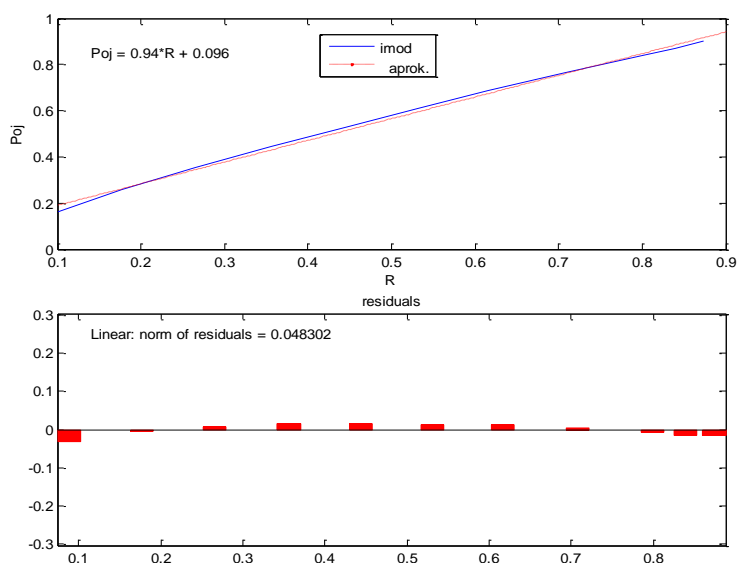
Талабноманинг кутиш эҳтимоллигини аниқлаш учун 7-формула бўйича GPSSWorld муҳитидаги кўриб чиқилаётган тизимнинг имитацион моделлаштирилишини ўтказамиз. Моделлаштириш натижалари ва талабномани кутиш эҳтимоллиги ҳисоби 9-расмда келтирилган.



9-расм. Турли Херст коэффициентларида кутиш эҳтимоллини тизим юкланишига боғлиқ графика.

9-расм таҳлили шуни кўрсатадики, ҳақикатдан ҳам, H=0.5 (M/G/1) да талабномани кутиш эҳтимоллиги тизимни юклаш миқдорига тенг бўлади, 100% чизикли боғлиқлик бўлади. Херст коэффициенти ошиши билан талабномани кутиш эҳтимоллиги тизимни юклаш миқдорига қараганда

каттароқ бўлади. $N=0.5$ да тажрибавий натижалар чизикли боғлиқликни аппроксимация қилиши мумкин. $N>0.6$ бўлганда тажрибавий натижалар квадратик боғлиқлик бўйича аппроксимация қилиш мумкин. MATLAB муҳитида $N=0.6$ бўлгандаги олинган аппроксимация натижалари 10-расмда келтирилган.



10-расм. $N=0.6$ бўлганда аппроксимация натижалари.

Моделлаштириш ва аппроксимация натижалари асосидаги талабнома кутиш эҳтимоллигини ҳисоблаш учун эмпирик формула қуйидаги кўринишда бўлади

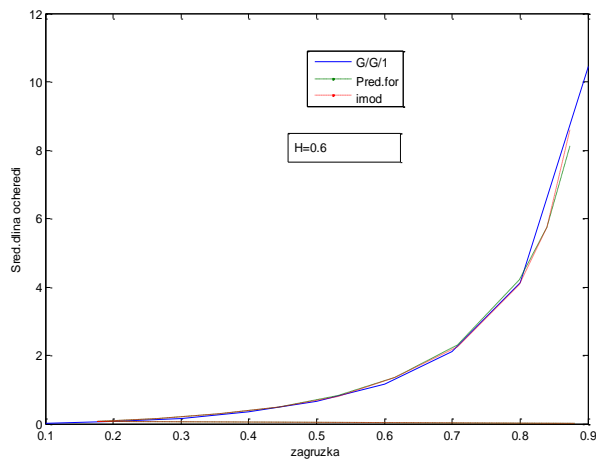
$$P_{ож} = a \cdot \rho^2 + b \cdot \rho + c, \quad (11)$$

Бунда a, b ва \tilde{n} - 2-жадвалда келтирилган аппроксимация коэффициентлари.

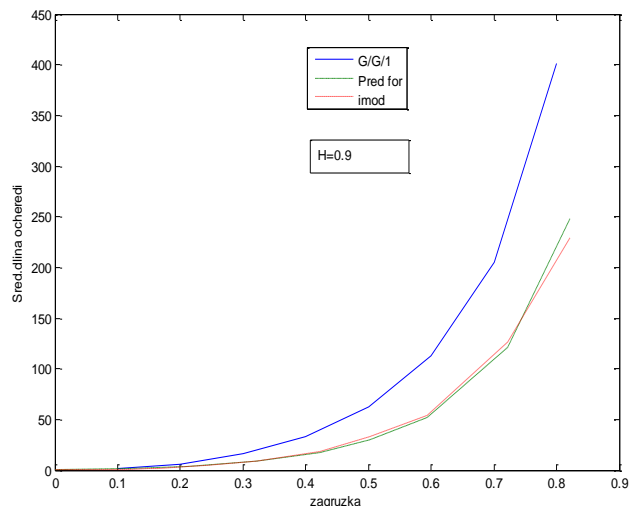
3-жадвал

H	a	b	c
0.5	0	1	0
0.6	0	0.94	0.096
0.7	-0.98	1.4	0.15
0.8	-0.68	1.2	0.41
0.9	-0.28	0.39	0.66

11-12-расмларда (11) ни ҳисобга олган ҳолда (8) формула ёрдамида ҳисобланган тизимни юклашдан навбатнинг ўртача узунлиги боғлиқлик графиги келтирилган.



11-расм. $H=0.6$ да навбатнинг ўртача узунлигини тизимнинг юкланишига боғлиқлик графиги.



12-расм. $H=0.9$ да навбатнинг ўртача узунлигини тизимнинг юкланишига боғлиқлик графиги.

Олинган натижалар шуни кўрсатадики, таклиф қилинаётган формула асосида ҳисобланган навбатнинг ўртача узунлиги тажрибавий натижалар билан 99% га мос тушади. Фақатгина $H=0.9$ ва $\rho \geq 0.8$ да тафовут 2% ни ташкил қилади .

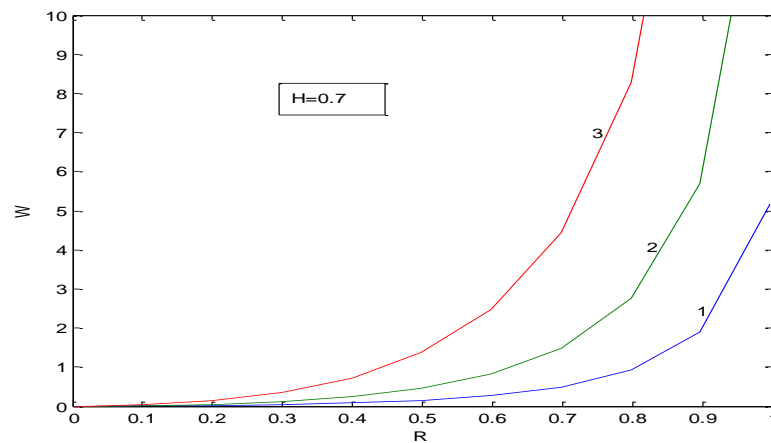
Шундай қилиб таклиф қилинаётган усул мавжуд усуллар билан таққослаганда энг фракталли СМО хусусиятларини ҳисоблашнинг энг аниқ натижаларини таъминлайди.

Фракталли ва нисбий устуворлик билан СМО даги пакетларни кутишнинг ўртача вақтини ҳисоблаш учун қуйидаги формула таклиф қилинади :

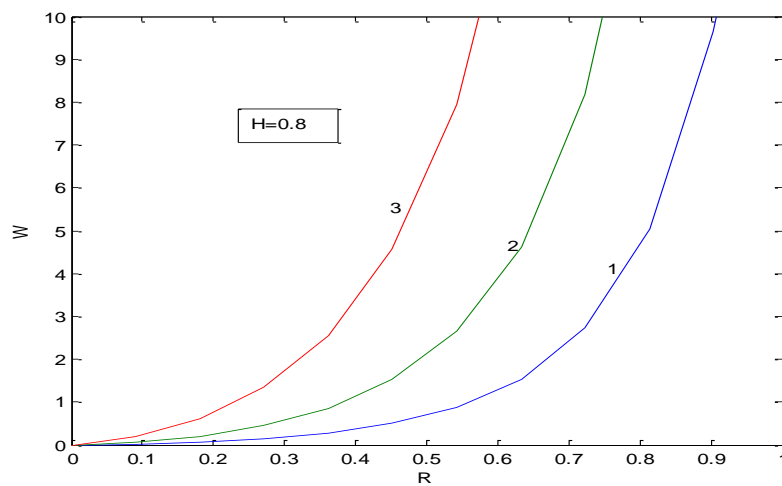
$$W_k = \frac{P_{k_{ож}} \overline{t_{k_{обс}}}}{1 - P_{k_{ож}}} \left(\frac{k}{m - k + 1} \right), \quad (12)$$

бунда m – имтиёзлар сони, k – имтиёз рақами.

13-расмда Херст турли коэффициентларида тизимни юклардан k – устуворлик пакетлари кутишнинг ўртача вақти боғлиқлик графиги келтирилган.



13-расм. $H=0.7$ да ўртача кутиш вақтини тизимнинг юкланишига боғлиқлик графиги.



13-расм. $H=0.8$ да ўртача кутиш вақтини тизимнинг юкланишига боғлиқлик графиги.

Назорат саволлари

1. Мултисервисли тармоқ Пуассон моделининг камчиликлари.

2. Кўп сервисли тармоқ хусусиятларини ҳисоблаш учун мавжуд формулалар.
3. Хусусиятларни ҳисоблаш учун янги формулаларнинг моҳияти.
4. Маълум формулаларнинг таққослама таҳлили.

Адабиётлар

1. Гулевич Д.С. Кейинги авлод алоқа тармоғи.- М.: Интернет – Ахборот технологиялари университети; БИНОМ. Билим лабораторияси, 2007.
2. Шелухин О.И., Осин А.В., Смольский С.М. Ўзига ўхшашлик ва фракталлар. Телекоммуникацион иловалар. / О.И. Шелухин таҳрири остида. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.
3. Фомин Л.А., Линец Г.И.,Шлаев Д.В., Калашников С.В. Тармоқ трафигидаги ўзига ўхшашлик сабаблари. – «Электр алоқа», 2008, №2.
4. Сычёв К.И. Кўп сервисли алоқа тармоғи коммутация узеллари ишлаш жараёнининг математик моделлари. - – «Электр алоқа», 2008, №2.
5. Ложковский А.Г. Хизмат кўрсатишнинг экспоненциал давомийлигида навбат билан бир каналли тизимни ҳисоблаш усуллари. – Наукові праці ОНАЗ ім. О.С.Попова, 2009, №2.
6. Шевченко Д.Н., Кравченя И.Н. GPSS Мухитдаги имитацион моделлаштириш.- Гомель: БелГУТ, 2007.

Маъруза №12

Тармоқ характеристикаларини ҳисоблаш

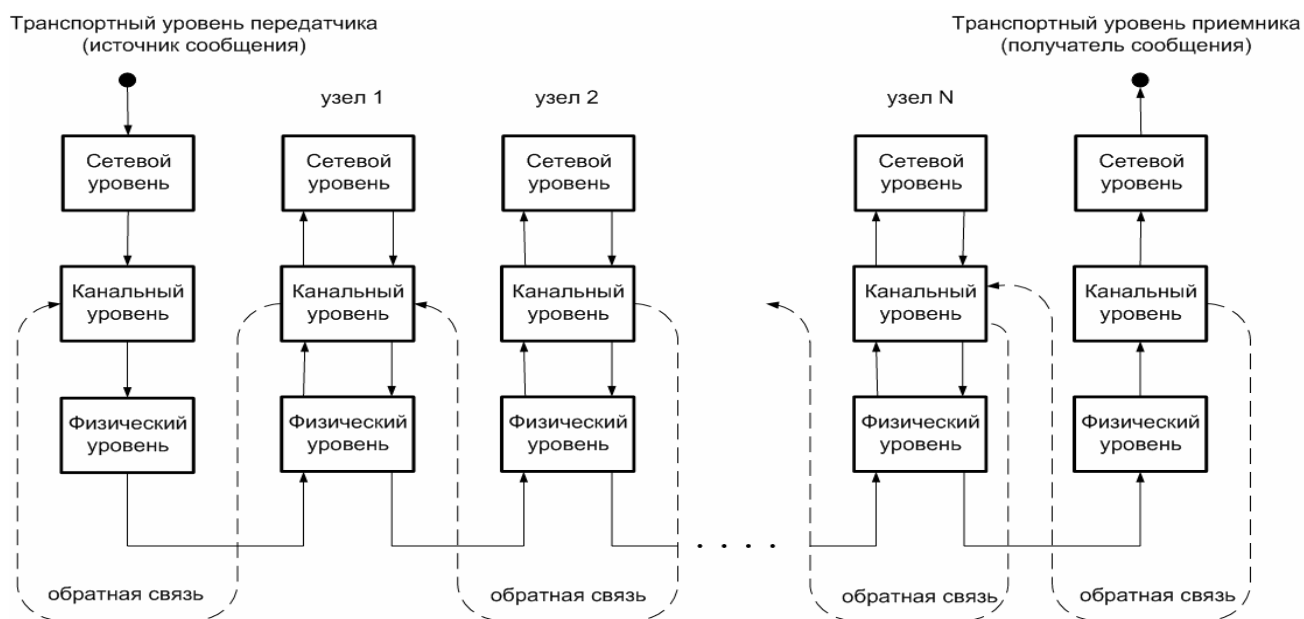
Режа:

1. Тармоқда пакетларни узатиш жараёни.
2. Пакетларни йўқолиш сабаблари.
3. Пакетларни йўқолиш эҳтимолини ҳисоблаш.

Тармоқ узелларида OSIнинг физикавий, канал ва тармоқ сатхидаги функциялар амалга оширилади.

Еармоқда маълумотлар пакетини узатиш жараёни 8-расмда кўрстайилган.

Транспорт сатхидан маълумотлар тармоқ сатхига келади. Тармоқ сатхи протоколига мувофиқ маълумотлар пакетини узатиш йўналиши аниқланади.



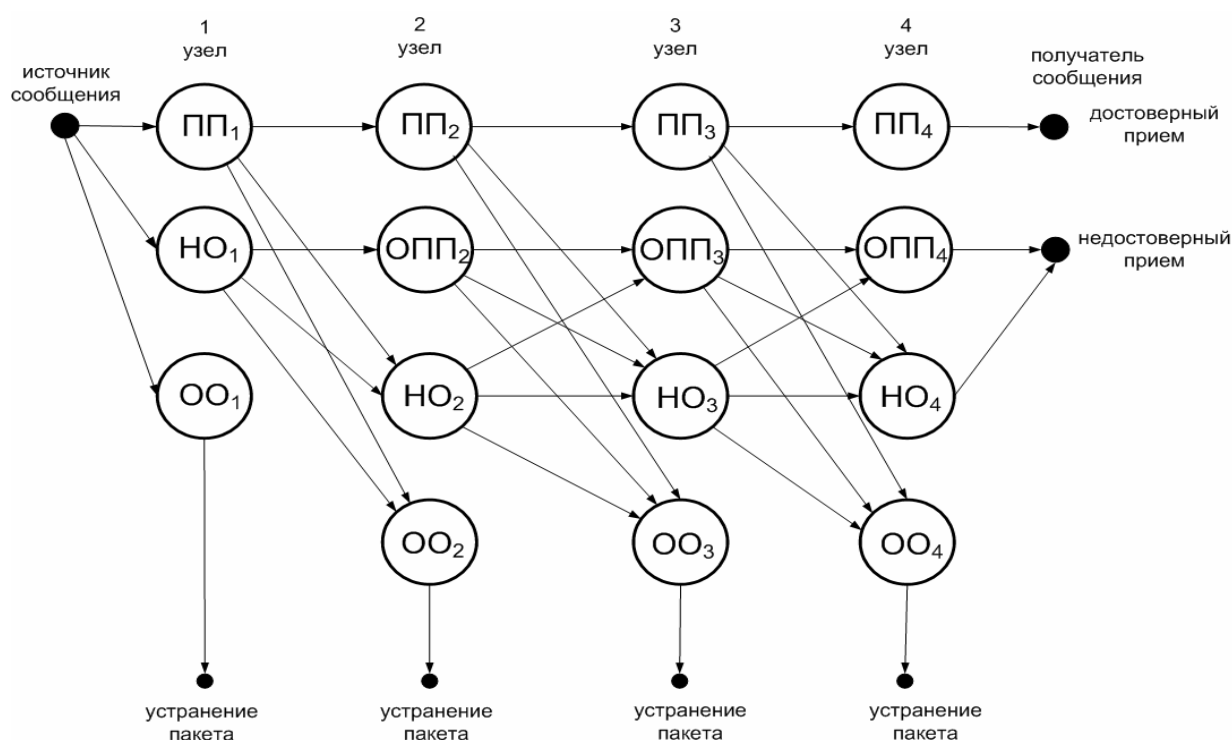
Расм.1. Магистрал тармоқнинг физикавий, канал ва тармоқ сатхларинг комплекс модели

Кейинчалик маълумотлар пакети канал сатхига узатилади. Канал даражасида маълумотлар кадри шаклланади. Кадр маълумотлар майдонида тармоқ даражасидаги маълумотлар пакети кўйилади. Канал даражасидаги датчик протоколининг асосий вазифаси узатиш йўналишида биринчи алоқа узели канал даражасигача маълумотлар кадрларини ишончли узатишдир.

Алоқа узеллари тармоқ даражасидаги пакетларни узатиш ва қайта ишлаш жараёни 2-расмда кўрстатилган.

Тармоқнинг биринчи узелининг тармоқ сатҳида маълумотлар пакетларини қабул қилишда қуйидаги ҳодисалар содир бўлади:

- маълумотлар пакетини тўғри қабул қилиш (ПП);
- маълумотлар пакетини қайта ишлашда хатоликларни аниқлаш (НО);
- маълумотлар пакетидagi хатоликларни аниқлаш (ОО).



Расм.2. Алоқа узелининг тармоқ сатҳида маълумотлар пакетини қайта ишлаш ва узатиш жараёни.

Тармоқ сатҳида n_c бит узунликда қабул қилинаётган маълумотлар пакетининг ҳар бир битини хато бўлиши эҳтимоли қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$p_c = \frac{P_{oik}}{n_c}, \quad (1)$$

бу ерда P_{oik} - канал сатхида маълумотлар кадрида қолдиқхато бўлиш эҳтимоллиги.

Бунда маълумотлар пакетини тўғри қабул қилиш эҳтимоллиги қуйидагига тенг бўлади

$$P_{\text{пн}} = (1 - p_c)^{n_c}. \quad (2)$$

Маълумотлар пакетида хатоликларни топа олмаслик (НО) эҳтимоллиги қуйидаги формула т билан баҳоланиши мумкин

$$P_{\text{но}} < p_c n_c / 2^r, \quad (3)$$

$n_c p_c < 1$, бунда r - маълумотлар пакетидаги назорат разрядлари сони.

Маълумотлар пакетидаги хатоликни аниқлаш (ОО) эҳтимоллиги

$$P_{\text{оо}} = 1 - (P_{\text{пн}} + P_{\text{но}}). \quad (4)$$

Биринчи узелда ПП, НО ва ОО ҳодисаларининг пайдо бўлиш эҳтимолини мос равишда $P_{\text{пн1}}$, $P_{\text{но1}}$ ва $P_{\text{оо1}}$ билан белгилаймиз. Хатолар аниқланганда ($P_{\text{оо1}}$) маълумотлар пакети йўқотилади. Биринчи узелда маълумотлар пакетини йўқотилиш эҳтимоли $P_{\text{ус1}}$ хатоликларни аниқлаш эҳтимолига тенг бўлади $P_{\text{ус1}} = P_{\text{оо1}}$.

ПП ва НО ҳодисалари содир бўлганда маълумотлар пакети узатишнинг танланган йўналишига мувофиқ навбатдага узелга жўнатилади. Биринчи узел тармоқ сатхидаги маълумотлар пакети мазкур узелнинг канал сатхиғаузатилади. Биринчи узел канал сатхиданг иккинчи узел канал сатхигача маълумотлар кадрини узатиш жараёни 2-расмга мувофиқ амалга оширилади.

Тармоқнинг иккинчи узели тармоқ сатхи маълумотлар пакетини қайта ишлаганда бизга маълум ҳодисалардан айримлари содир бўлиши мумкин: ПП, НО, ОО. Бундай ҳодисалардан ташқари маълумотлар пакети тўғри қабул қилинганда аммо бу пакет аниқланмаган хатолик билан биринчи узел қабул

қилса содир бўлади ва шунинг учун иккинчи узелга хатолик шаклида жўнатилади. Бундай ҳодисалар хато-тўғри қабул қилиш сифатида белгиланади (ОПП).

ПП, НО ва ОПП ҳодисалари содир бўлганда иккинчи узел танланган йўналиш бўйича навбатдаги узелга маълумотларни жўнатади. Барча эҳтимолий ҳодисаларни танлаш асосидаги ҳолат диаграммасидан маълумотлар пакетини тўғри ва хато қабул қилиш эҳтимоллиги, шунингдек пакетни ташлаб юбориш эҳтимоллигини аниқлаймиз.

Пакетни қабул қилувчи томонидан тўғриқабул қилиш фақат маълумотлар пакетини барча узеллар тўғри қабул қилингандагина содир бўлади (ПП). Шунинг учун, олувчининг маълумотлар пакетини тўғри қабул қилиш эҳтимоли $P_{\text{ппп}}$ қуйидагига тенг бўлади

$$P_{\text{ппп}} = P_{\text{пп1}} \cdot P_{\text{пп2}} \cdot P_{\text{пп3}} \cdots P_{\text{ппN}} = \prod_{i=1}^N P_{\text{ппi}}, \quad (5)$$

Бунда N – маълумотлар пакетини узатиш йўналишида нукта-нукта каналларининг умумий сони.

Ҳолат диаграммасига мувофиқ пакетни хатолик билан қабул қилиш қуйидаги комбинацияларда бўлиши мумкин:

- 1) ПП1, ПП2, ПП3, НО4;
- 2) ПП1, ПП2, НО3, ОПП4;
- 3) ПП1, ПП2, НО3, НО4;
- 4) ПП1, НО2, ОПП3, ОПП4;
- 5) ПП1, НО2, ОПП3, НО4;
- 6) ПП1, НО2, НО3, ОПП4;
- 7) ПП1, НО2, НО3, НО4;
- 8) НО1, ОПП2, ОПП3, ОПП4;

- 9) НО1, ОПП2, ОПП3, НО4;
- 10) НО1, ОПП2, НО3, ОПП4;
- 11) НО1, ОПП2, НО3, НО4;
- 12) НО1, НО2, ОПП3, ОПП4;
- 13) НО1, НО2, ОПП3, НО4;
- 14) НО1, НО2, НО3, ОПП4;
- 15) НО1, НО2, НО3, НО4.

ПП, ОПП, НО ва ОО каби ҳодисалар мустақил бўлиб, бу ҳодисалар комбинациясининг пайдо бўлиш эҳтимоллиги мазкур ҳодисалар содир бўлиши эҳтимоллигининг кўпайтмасига тенг:

$$P(1) = P_{\text{пп1}} \cdot P_{\text{пп2}} \cdot P_{\text{пп3}} \cdot P_{\text{но4}}$$

$$P(2) = P_{\text{пп1}} \cdot P_{\text{пп2}} \cdot P_{\text{но3}} \cdot P_{\text{опп4}}$$

$$P(3) = P_{\text{пп1}} \cdot P_{\text{пп2}} \cdot P_{\text{но3}} \cdot P_{\text{но4}} \tag{6}$$

.....

$$P(15) = P_{\text{но1}} \cdot P_{\text{но2}} \cdot P_{\text{но3}} \cdot P_{\text{но4}}$$

Маълумотлар пакетига хато қабул қилиш эҳтимоли ҳодисаларнинг бундай комбинацияси содир бўлиши эҳтимолликларининг йиғиндисига тенг бўлади

$$P_{\text{иск}} = \sum_{i=1}^{15} P(i) \tag{7}$$

Маълумотлар пакетини узатиш йўналишида нукта-нукта Нканаллари мавжуд бўлса уни қуйидаги формула бўйича ёзиш мумкин

$$P_{иск} = P_{но1} \cdot \prod_{i=2}^N (P_{ппi} + P_{ноi}) + P_{пп1} \cdot P_{но2} \cdot \prod_{i=3}^N (P_{ппi} + P_{ноi}) + \dots + P_{но(N-1)} \cdot (P_{ппN} + P_{ноN}) \cdot \prod_{i=1}^{N-2} P_{ппi} + P_{ноN} \cdot \prod_{i=1}^{N-1} P_{ппi} \quad (8)$$

ПП ва НО ҳодисалар келиш эҳтимоллиги барча узелларда бир хил бўлса, $P_{пп1} = P_{пп2} = P_{пп3} = \dots = P_{ппN} = P_{пп}$ и $P_{но1} = P_{но2} = P_{но3} = \dots = P_{ноN} = P_{но}$, (8) ифода айрим ўзгартиришлардан сўнг қуйидаги кўринишга келади

$$P_{иск} = P_{но} \cdot [(P_{пп} + P_{но})^{N-1} + P_{пп} \cdot (P_{пп} + P_{но})^{N-2} + P_{пп}^2 \cdot (P_{пп} + P_{но})^{N-3} + \dots + P_{пп}^{N-2} \cdot (P_{пп} + P_{но})] \quad (9)$$

(9) ифодани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин

$$P_{иск} = P_{но} \cdot \sum_{k=1}^{N-1} P_{пп}^{k-1} \cdot (P_{пп} + P_{но})^{N-k} \quad (10)$$

Тармоқдан маълумотлар пакетини йўқотиш ҳодисаларнинг қуйидаги комбинацияларида мумкин бўлади:

- 1) ОО1;
- 2) ПП1, ОО2;
- 3) НО1, ОО2;
- 4) ПП1, ПП2, ОО3;
- 5) НО1, ОПП2, ОО3;
- 6) НО1, НО2, ОО3;
- 7) ПП1, ПП2, ПП3, ОО4;
- 8) НО1, ОПП2, ОПП3, ОО4;
- 9) НО1, ОПП2, НО3, ОО4;
- 10) НО1, НО2, ОПП3, ОО4;
- 11) НО1, НО2, НО3, ОО4;
- 12) ПП1, НО2, ОО3;

13)ПП1, ПП2, НО3, ОО4;

Маълумотлар пакетини йўқотиш эҳтимоллиги қуйидагича топилади:

$$P_{yc} = P_{oo1} + P_{oo2} \cdot (P_{пп1} + P_{но1}) + P_{oo3} \cdot (P_{пп1} + P_{но1}) \cdot (P_{пп2} + P_{но2}) + P_{oo4} \cdot (P_{пп1} + P_{но1}) \cdot (P_{пп2} + P_{но2}) \cdot (P_{пп3} + P_{но3}) \quad (11)$$

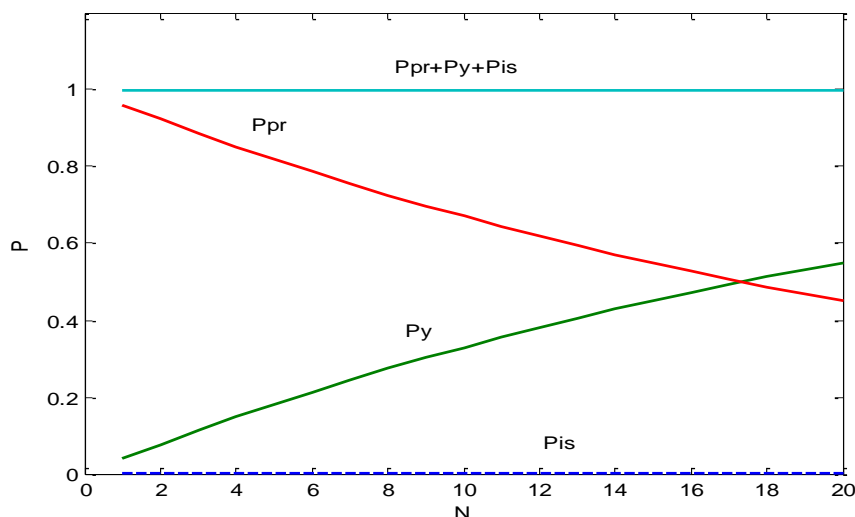
N нукта-нукта каналлари сонида (11) ифода қуйидаги шаклни қабул қилади:

$$P_{yc} = P_{oo1} + \sum_{k=2}^N P_{ook} \cdot \prod_{i=1}^{k-1} (P_{ппi} + P_{ноi}) \quad (12)$$

Агар ПП, НО ва ОО ҳодисаларнинг содир бўлиш эҳтимоли ҳар бир узелда бир хил бўлса (12) ифодани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин

$$P_{yc} = P_{oo} \cdot \sum_{k=1}^N (P_{пп} + P_{но})^{k-1} \quad (13)$$

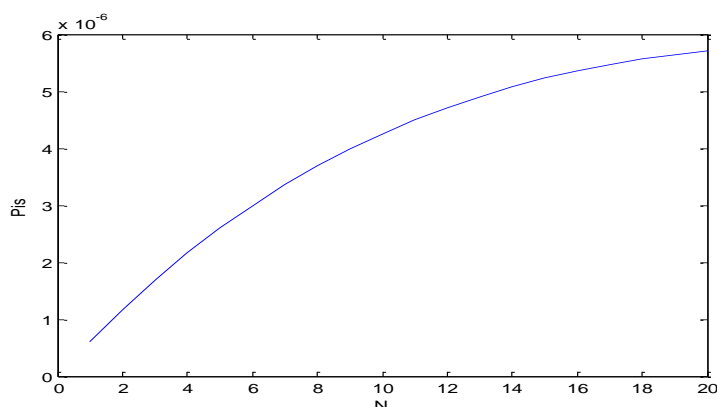
3-расмда $n_c = 4000, p_c = 10^{-5}$ бўлганда маълумотлар пакетини тўғри ва хатолик билан қабул қилиш эҳтимоллигини транзит узеллар сонига боғлиқлик графиги келтирилган



Расм.3. Маълумотлар пакетини йўқотиш (P_y), тўғри (P_{pr}) ва хатолик билан (P_{is}) қабул қилиш эҳтимоллигини транзит узеллар сонига боғлиқлик графиги.

3 –расмдан кўриниб турибдики узатиш йўналишида алоқа транзит узеллари ошиши билан маълумотлар пакетини тўғри қабул қилиш эҳтимоли камаяди, пакетни йўқолиш эҳтимоли ошади.

4-расмдан маълумотлар пакетини хато билан қабул қилиш эҳтимоли келтирилган.



Расм.4. Маълумотлар пакетини хато қабул қилиш эҳтимолигининг транзит узеллар сонига боғлиқлик графиги.

Барча эҳтимолликлар йиғиндиси 1 га тенг эканлигини кўрамиз. Ушбу натижа формулаларни тўғрилигини кўрсатади.

Назорат саволлари

1. Пакетларни узатиш ва қабул қилиш жараёнлари.
2. Пакетларда хато бўлиш сабаблари.
3. Пакетларни йўқолиш сабаблари.
4. Пакетларни хато қабул қилиш эҳтимолини ҳисоблаш.
5. Пакетларни йўқолиш эҳтимолини ҳисоблаш.

Адабиётлар

1. Шварцман В., О., Емельянов Г.А. Теория передачи дискретной информации. -М.: Связь, 1979.
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: «Питер», 2000.
3. Суздалев А.В., Чугреев О.С. Передача данных в локальных сетях связи. - М.: Радио и связь, 1987.

МАЪРУЗА №13

МАРШРУТЛАШ ЖАРАЁНЛАРИНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ

Режа

1. Маршрутлаш масаласи
2. Аънавий маршрутлаш протоколлари.
3. QoS-маршрутлаш концепцияси.
4. Замонавий тармоқларда маршрутлаш протоколларига талаблар.
5. Маршрутлашни оптималлаштириш мезонлари.
6. Маршрутлаш усулларини самарадорлиги.

Маршрутлаш масаласи

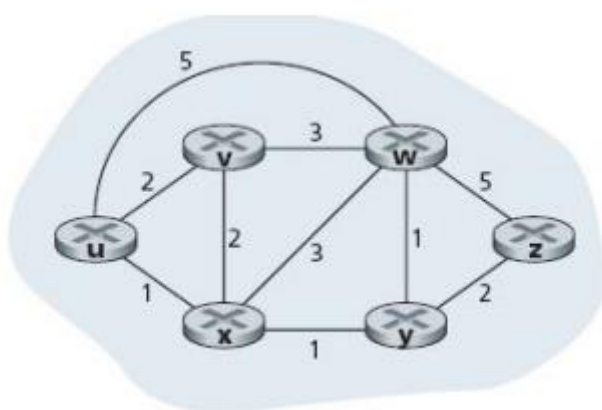
Умумий кўринишда маршрутлаш масаласи қуйидаги ўзаро боғланган хусусий масалалар кўринишида берилиши мумкин:

1. Улар учун маршрутлар ҳосил қилиниши талаб қилинадиган ахборот оқимларини аниқлаш;
2. Оқимларни маршрутлаштириш;
3. Оқимларни ҳаракатлантириш, яъни оқимларни таниш ва уларни ҳар бир транзит тугунда локал (ажратилган) коммутациялаш;
4. Оқимларни мультиплекслаш ва демуплекслаш.

Ахборот оқими тавсифи, Битта транзит тугун орқали бир неча маршрутлар ўтиши мумкин. Транзит тугун керакли тугунга олиб борадиган айнан ўша ўз интерфейсига маълумотлар оқимларидан ҳар бирини узатилишини таъминлаш учун унга келадиган маълумотлар оқимларини танишни билиши керак. Ахборот оқими ёки маълумотлар оқими деб маълумотларни умумий тармоқ трафигидан ажратадиган умумий белгилар тўплами билан бирлаштирилган узлуксиз маълумотлар кетма-кетлигига айтилади. Масалан, битта компьютердан келадиган барча маълумотлар – оқимни қандай аниқлаш мумкин. бирлаштирувчи белги манбанинг манзили ҳисобланади. Бу маълумотларни бир неча нимоқимлар йиғиндиси сифатида тасаввур қилиш мумкин, белги юбориш манзили ҳисобланади. Ниҳоят, бу нимоқимлардан ҳар бирини, ўз навбатида, турли иловалар – электрон почта, файлларни кўчириш дастури, веб-сервер ҳосил қилган майдароқ нимоқимларга бўлиш мумкин. Оқимни ҳосил қиладиган маълумотлар турли маълумотлар ахборот бирликлари – пакетлар, кадрлар ёки ячейкалар кўринишида бўлиши мумкин. Коммутациялашда оқимнинг мажбурий белгиси маълумотларни юбориш манзили ҳисобланади. Юбориш манзилига асосланиш орқали транзит тугунга кирадиган бутун маълумотлар оқими нимоқимларга бўлинади, улардан ҳар бири маълумотларнинг ҳаракатланиши маршрутига мос интерфейсга узатилади. Манба ва юбориш манзиллари мос охириги тугунлар жуфтлиги учун оқимни аниқлайди.

Маршрутни аниқлаш маълумотларни манзилга етказиш учун улар орқали маълумотлар узатиладиган транзит тугунлар ва уларнинг интерфейслари кетма-кетлигини танланишини билдиради. Агар ўзаро таъсирлашувчи тармоқ интерфейслари жуфтлиги орасида кўплаб йўллар мавжуд бўлса, у ҳолда қандайдир мезон бўйича битта оптимал йўл танланади. Хост-манбадан хост-қабулагичга пакетнинг йўлини танланиши масаласи маршрутизатор-манбадан маршрутизатор-қабулагичга пакетни танлаш масаласига келтирилади. Исталган маршрутлаштириш протоколининг ўзаги маршрутизатор манбадан маршрутизатор-қабулагичга пакетни йўлини

аниқлайдиган алгоритм (маршрутлаштириш алгоритми) ҳисобланади. Маршрутлаштириш алгоритмининг вазифаси оддий: берилган маршрутизаторлар ва уларни боғлайдиган линиялар кўплиги учун маршрутлаштириш алгоритми маршрутизатор-манбадан маршрутизатор-кабулагичга “оптимал” йўлни аниқлайди. “Оптимал” сўзи “минимал нархли” йўлни билдиради. Биз кўрамызки, бироқ амалда ўйинга хавфсизлик масалалари каби стратегик мулоҳазалар киради. Маршрутлаштириш алгоритмларини ифодалаш учун тармоқ граф сифатида қаралади (13.1-расм).



13.1-Расм. Тармоқни граф асосида тасвирлаш.

Графнинг тугунлари пакетларни ҳаракатланиши ҳақида қарор қабул қилинадиган маршрутизаторлар нуқталар, бу тугунларни боғлайдиган линиялар (графлар назарияси терминологиясига мувофиқ “қирралар” дейиладиган) эса маршрутизаторлар орасидаги физик линиялар ҳисобланади. Ҳар бир алоқа линиясига бу линия бўйича пакетнинг қайта узатилиши “нархидан” иборат бўлган қандайдир қиймат мос келади. Нарх линиянинг физик узунлигига, линия бўйича маълумотларни узатиш тезлигига ёки линиянинг молиявий нархига боғлиқ бўлиши мумкин.

Тармоқни граф кўринишида кўриб чиқишда жўнатувчидан олувчига минимал нархдаги йўлни аниқлаш масаласини ечиш учун шундай линияларнинг кетма-кетлигини топиш керакки, бунда:

- йўлнинг биринчи линияси манба билан боғланган;
- йўлнинг охириги линияси манзил билан боғланган;
- i ва $i - 1$ номерларли барча i линиялар учун ўша бир тугун билан боғланган бўлиш;
- минимал нархли йўл учун йўлнинг барча линиялари нархларининг йиғиндиси жўнатувчи ва олувчи орасидаги барча бўлиши мумкин бўлган йўллар бўйича минимал ҳисобланади.

Анъанавий маршрутлаш протоколлари

Барча маршрутлаштириш алгоритмларини иккита глобал ва марказлаштирилмаган синфларга бўлиш мумкин. Глобал маршрутлаштириш алгоритми тармоқ ҳақидаги тўлиқ маълумотлар ёрдамида жўнатувчидан олувчигача энг кам нархли йўлни топади. Ҳисоблашларнинг ўзи қандайдир битта компьютерда амалга оширилиши ёки турли жойларда кўпайтирилиши мумкин. Лекин бу ердаги асосий ўзига хос хусусият глобал алгоритм тармоқнинг топологияси ва линияларнинг нархи ҳақида тўлиқ маълумотларга эга бўлиши ҳисобланади. Мисол “Линияларнинг ҳолатларига асосланган маршрутлаштириш алгоритми” ҳисобланади. Марказлаштирилмаган маршрутлаштириш алгоритмида энг кам нархли йўлни ҳисоблаш тақсимлан тарзда бажарилади. Ҳеч бир тугун тармоқнинг барча линиялари нархлари ҳақидаги тўлиқ маълумотларга эга бўлмайди. Дастлаб ҳар бир тугунга фақат унга тўғри уланган линияларнинг нархи маълум бўлади. Кейин итерацион ҳисоблашлар ва қўши тугунлар (то есть узлами, находящимися на

противоположных концах напрямую присоединенных к нему линий) билан маълумотларни алмашлаш йўли билан тугун олувчигача ёки олувчилар гуруҳигача энг кам нархли йўлни аниқлайди. Мисол “Масофавий-векторли алгоритм” ҳисобланади. Бундан ташқари, барча маршрутлаштириш алгоритмларини статик ва динамик алгоритмларга бўлиш мумкин. Статик маршрутлаштириш алгоритмида маршрутлар вақт бўйича, кўпинча инсоннинг аралашуви натижасида (масалан, тармоқ маъмури маршрутизаторнинг маълумотларини ҳаракатланиши жадвалини кўлда таҳрир қилиши мумкин) жуда секин ўзгаради. Динамик алгоритм даврий ёки топологиянинг ёки линияларнинг нархларини ўзгаришига жавоб тариқасида ишга тушиши мумкин. Маршрутлаштириш алгоритмларини таснифлашнинг учинчи усули алгоритм ўта юкланишга сезгирлиги бўйича аниқланади. Ўта юкланишга сезгир алгоритмда линияларнинг нархлари мос линиялардаги ўта юкланишнинг жорий даражасини акс эттириш билан динамик ўзгаради. Агар вақтинчалик ўта юкланган линия орқали юқори нарх ҳосил қилинса, маршрутлаштириш алгоритми ўта юкланган линияни айланиб ўтиш маршрутларини танлашга ҳаракат қилади. Бугунги кунда Интернетда ўта юкланишга сезгир бўлмаган алгоритмлар (RIP, OSPF ва BGP) қўлланилади, чунки линиянинг нархи ўта юкланишнинг жорий (ёки яқинда бўлиб ўтган) даражасини акс эттирмайди. Интернетда фақат иккита линияларнинг ҳолатларига асосланган динамик глобал алгоритм ва динамик марказлаштирилмаган масофавий векторли алгоритмлар турлари ишлатилади.

Маршрутизация усуллари. Маршрутизация протоколлари Интернет протоколларнинг жадал ривожланаётган энг мураккаб гуруҳидир. Маршрутизация деганда ахборот юборувчидан олувчига бўлган йўлларни энг оптималини қидириш масаласи ечими тушунилади. Бу масалани ечадиган ускуна маршрутизатор дейилади. IP тармоқларда(Интернет ва бошқаларда) маршрутизациянинг бош параметри IP протоколидаги адресдир. Интернет тармоғи ўзаро боғлиқ автоном тизим ёки доменлар йиғиндисидек ташкил қилинган. *Автоном тизим* ўз ичига IP тармоқларни киритади, улар битта

маъмурий бошқарув ва умумий маршрутизация сиёсати (policy routing) эга. Домен чегарасида ички маршрутизация протоколлари (Interior Gateway Protocol, IGP) ишлатилади, улар ўртасида ташқи маршрутизация протоколи (Exterior Gateway Protocol) ишлатилади.

Маршрутизацияни ўрганганда иккита муаммога эътибор берилади:

-маршрутизация сиёсати билан боғлиқ бўлган ва масофа вектори (distance vector) ҳамда каналлар ҳолати (link state) билан боғлиқ бўлган тармоқдаги маршрут ҳақидаги маълумотларни аниқлаш ва тарқатиш;

-босқичма-босқич маршрутизация (hop-by-hop routing) алгоритмлари ва манба маршрутизацияси (source specified routing) билан аниқланадиган пакетларни ўрнатилган маршрутлар бўйича жўнатувчидан қабул қилувчига жўнатиш.

«Масофа вектори» алгоритми маршрутизацияда иштирок этган ҳар бир объект (маршрутизатор) ўз маршрут базасида тармоқнинг ҳамма адреслари ҳақида ахборотни ва ахборот қабул қилувчига бўлган масофа метрикасини сақлашга асосланган. Объектлар ўзлари ўртасида маршрут базалари билан алмашишади. Пакет узатиш маршрути ҳақида қарор қабул қилишда объектга бўлган ҳар бир йўл баҳоланади ва энг яхшиси танланади. Бу алгоритм маршрутизациянинг RIP (Routing Information Protocol) ва IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) протоколларида амалга оширилган.

Каналлар ҳолати алгоритми шундан иборатки, биринчи босқичда ҳар бир объект топологик база (link state database)ни шакллантиради ва тармоқни ҳар бир алоқаси (канал) ўз метрикаси билан тавсифланганини ҳисобга олиб унинг топологиясини тасвирлаб берувчи тармоқлар алоқаси графигини тузади. Объектлар база билан алмашиши тармоқ ҳақидаги маълумотларни янгилашади. Иккинчи босқичда объект ҳар бир унга маълум тармоққа оптимал йўлни аниқлаш муаммосини ҳал қилади. Бу алгоритм OSPF (Open Shortest Path First) ва EIGRP (Enhanced IGRP) протоколларида амалга оширилган.

Босқичма-босқич маршрутизация. Бу усулда ҳар бир маршрутизатор олувчи адреси асосида пакетни юрғизади ҳамда маршрут базасидаги ахборот ҳақида мустақил қарор қабул қилади.

Манбадан бошланган маршрутизация. Маршрут пакет жўнатувчи томонидан шаклланади ва тармоққа жўнатиладиган ҳар бир пакетга ёзилади.

RIP протоколи. RIP протоколи кичик домен учун мўлжалланган ички маршрутизация протоколдир. Протоколнинг биринчи версияси RFC 1058 билан, иккинчиси эса-RFC 1722 билан стандартизациялашган. Маълумотларни узатиш учун RIP UDP протоколини(520 порт) ишлатади. RIP маълумотлари тармоқни IP адреси ва унгача бўлган қадамлар(маршрутизатор) сонидан иборат. +адамларнинг максимал сони 15га тенг. RIPнинг битта маълумотида 25 тармоқ ҳақида ахборот бўлиши мумкин. RIP ишлайдиган маршрутизатор бошқа маршрутизаторлардан RIP хабарларни олиб? ўз маршрутизация жадвалини ташкил қилади, унда бошқа тармоқларга йўллар кўрсатилган. RIP хабарлар билан алмашиб маршрутизаторлар ҳар 30 с да ўз маршрутизация жадвалларини янгилашади ва улар ёрдамида тармоқ бўйича пакетларни юргизишни амалга оширади.

Протокол камчиликлари:

- ҳар доим ҳам энг самарали маршрут танланилмайди;
- секин бирлашиши сабабли мантиқий ҳалқалар пайдо бўлади ва маршрутизатор ишида тўхташдан сўнг жадваллар секин тикланади;
- тармоқни юклайдиган хизмат ахборотининг йирик миқдордаги кенг миқёсли узатишлари ишлатилади;
- маршрутизация домени ўлчами чегараланган(15та ўтишлар);
- тармоқ ости адреслар билан ишламайди ва автоном тизимларни фарқлайди.

OSPF протоколи RFC 1370, 1578, 1793, 1850, 2328 да стандартлаштирилган. Каналлар ҳолати алгоритмини ишлатиб, ички ва ташқи маршрутизация учун қўлланилади. Бир нечта зоналардан ташкил топган

автоном тизимга хизмат кўрсатиши мумкин. OSPF протоколи RIP протоколига нисбатан анча самаралидир. OSPF ишлайдиган маршрутизатор хизмат кўрсатиш сифатини тавсифлайдиган метрика билан тармоқ трафигини таҳлил қилиб маршрутлар оптимизацияси муаммосини ҳал қилади. Метриканинг асосий параметрлари-ўтказиш қобилияти, тўхташ, ишончлилик, қўшимча параметрлар-канал юкланиши, хавфсизлик. Маршрутизаторлар маълумотлар билан фақатгина тармоқ топологияси ўзгарганда алмашадилар. RIP га караганда OSPF тезроқ маршрут жадвалини ўзгартиради.

OSPF асосий афзалликлари:

-тармоқ топологияси ўзгарганда қисқа маълумотларни гуруҳ қилиб узатишни қўллаш, бу тармоқни самарасиз юкланишини пасайтиради;

-ўтказиш қобилиятига қараб параллел каналлар бўйича ахборот тақсимлашни қўллаб-қувватлаш, бу тармоқнинг яхлитликдаги фаолиятини яхшилайдди.

IGRP ва EIGRP протоколлари. Бу протоколлар Cisco Systems фирмаси томонидан ишлаб чиқилган бўлиб, ички маршрутизация учун ишлатилади.

IGRP «масофа-вектори» алгоритминини ишлатади, RIP протоколига нисбатан яхшироқ хусусиятларга эга, хусусан

-мураккаб топология тармоқларида ишончли ишлайди;

-RIP га нисбатан яхшироқ бирлашувга эга;

-хизмат ахборотнинг узатиш ҳажмини аҳамиятли пасайтиради;

-бир хил метрикали каналлар ўртасида ахборот тақсимлайди.

Протокол метрикасига каналнинг қуйидаги параметрлари киради: узатиш қобилияти, тўхташ, юкланиш, ишончлилик. Бу параметрлар кенг чегарада ўзгариши мумкин. Масалан, ўтказиш қобилияти 1200бит/с дан 10Гбит/с гача ўзгариши мумкин.

EIGRP –масофа-вектори ва каналлар ҳолати алгоритмларининг ҳамма афзалликларини бирлаштирувчи протоколдир. Протокол тақсимланган янгилашиш алгоритми(Distributed Update Algorithm,DUAL) асосида амалга

оширилган. Бу алгоритм маршрутизаторга тармоқ топологияси ўзгаришидан кейин маршрутизаторга ишни тез тиклашга имконият беради. Протокол қуйидагиларга эга:

- қўшнини топиш имконияти;
- DUAL алгоритми;
- IPда хабарлар инкапсуляцияси такомиллашган механизми.

Маршрутизатор, биринчи навбатда, бевосита боғлиқ бўлган ўз «қўшни»-маршрутизаторга етишни аниқлайди. Бунинг учун у вақти-вақти билан Hello пакетини жўнатади. Кейин эса DUAL алгоритми «қўшнилardan» маршрут ҳақида олинган ахборотга асосланиб маршрутизация ҳалқаси қисми бўлмаган юкланиш узатишнинг оптимал маршрутини аниқлайди.

EGP ва BGP протоколлари Интернет тармоғининг ташқи маршрутизация протоколларига тегишли. EGP ёрдамида маршрутизациянинг ички протоколлари ёрдамида тизим ҳақида ахборот йиғувчи турли автоном тизимларни ажратилган маршрутизаторлари ишлайди. EGP камчиликлари қуйидагилардир: метрика ишлатилмайди, яъни интеллектуал маршрутизация бажарилмайди; маршрутлар ҳалқаси пайдо бўлиши кузатилмайди; хизмат хабарлар катта ўлчамга эга.

Сўнгги пайтларда EGP ўрнига янада такомиллашган BGP протоколи қўлланилмоқда. У, ўз навбатида, хизмат хабарларини узатиш учун TCP протоколيني ишлатади. Бу автоном тизимлар ўртасидаги ўзаро ҳамкорлик мустаҳкамлигини оширади, чунки TCP маршрут ахборотини етказишни кафолатлаб беради. BGPда EGP протоколи камчиликлари тўлиқ бартараф этилади. Метрика сифатида каналда узатиш тезлиги, унинг ишончлилиги ишлатилади. Бугунги кунда BGP(3та версия) бу узоқ масофадаги автоном тизимларга маршрутларни аниқлаб берувчи Интернет тармоғининг асосий протоколи.

Анъанавий маршрутлаш протоколларини камчиликлари

Анъанавий маршрутлаш протоколлари Дийкстр ва Беллмана–Форда

Алгоритмлари асосида қисқа йўлни (маршрутни) аниқлайди. Ушбу алгоритмлар сифат кўрсаткичларини инобатга олмайди. Сифат кўрсаткичларига пакетни кечикиш вақти, пакетни йўқолиш эҳтимоли, джиттер ва бошқа кўрсаткичлар киради.

Ахъанавий маршрутлаш протоколларида тармоқ қурилмаларини юкламаларини баланслаш имконияти йўқ.

QoS-маршрутлаш концепциялари

1. Source routing – манбадан маршрутлаш.
2. Route Server (RS) – маршрутлаш сервери.
3. Precomputed routing (PR) – олдиндан маршрутни ҳисоблаш.

Замонавий тармоқларда маршрутлаш протоколларига талаблар

1. QoS-маршрутлаш концепцияси жавоб бериш керак.
2. Load-Balancing Routing – тармоқ қурилмаларини юкланишларини баланслаш.
3. Маршрутлаш масаласи тармоқ тугунларида пакетларга хизмат кўрсатиш ва тармоқ ресурсларини резервлаш масалалари билан комплекс равишда бажарилиши керак.

Оптимал маршрутлаш масаласи

Маршрутлаш масаласида қуйида шартлар бажарилиши керак.
Оқимларни сақланиш шартлари:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j:(i,j) \in E} x_{ij}^k - \sum_{j:(j,i) \in E} x_{ji}^k = 1, k \in K, i = s_k \\ \sum_{j:(i,j) \in E} x_{ij}^k - \sum_{j:(j,i) \in E} x_{ji}^k = 0, k \in K, i \neq s_k, t_k, \\ \sum_{j:(i,j) \in E} x_{ij}^k - \sum_{j:(j,i) \in E} x_{ji}^k = -1, k \in K, i = t_k. \end{array} \right. \quad (1)$$

Алоқа каналини перегрузкага тушмаслик шартлари:

$$\sum_{k \in K} d_k x_{i,j}^k \leq c_{i,j}. \quad (2)$$

Яримдуплекс и дуплексн каналларида пакетларни циклга тушмаслик шартлари:

$$x_{ij}^k \cdot x_{ji}^k = 0, (i,j) \in E, k \in K. \quad (3)$$

Бир йўлли маршрутлашда $x_{i,j}^k$ ўзгарувчи:

$$x_{i,j}^k \in \{0, 1\}, \quad (4)$$

Қийматларни қабул қилиши мумкин, кўп йўлли маршрутлашда эса:

$$0 \leq x_{i,j}^k \leq 1. \quad (5)$$

қийматларни қабул қилиши мумкин.

Оптимальлаштириш мезонлари

1. Нарх функциясини минималлаштириш:

$$\min \sum_{(i,j)} f_{i,j} x_{i,j}, \quad (6)$$

бу ерда хар бир каналга IGRP бўйича мезон тайинланади:

$$f_{i,j} = 10^7 / c_{i,j}. \quad (7)$$

2. Алоқа каналнинг ўтказувчанлик қобилиятидан максимал фойдаланиш чеграсини минималлаштириш:

$$\min \alpha, \quad (8)$$

Қуйидаги шартларни бажарган холда:О

$$\sum_{k \in K} d_k x_{i,j}^k \leq \alpha c_{i,j}, \quad (9)$$

$$0 \leq \alpha \leq 1. \quad (10)$$

3. Оқимларни тармоқда кечикиш вақтини минималлаштириш:

$$\min \left(\frac{1}{d_k} \sum_{(i,j) \in E} \frac{d_k x_{i,j}^k}{c_{ij} - d_k x_{ij}^k} \right). \quad (11)$$

4. Тармоқ маршрутизаторларидаги умумий пакетлар навбатининг узунлигини минималлаштириш:

$$\min \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} Q_{ij}, j \neq i. \quad (12)$$

бу ердагде Q_{ij} - i - маршрутизаторини j - маршрутизаторига улавчу интерфейсидаги навбат узунлиги.

5. Тармоқ маршрутизаторлари ичида максимал навбат узунлигини минималлаштириш:

$$\min (\max \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} Q_{ij}), j \neq i. \quad (13)$$

Маршрутизаторни оммавий хизмат кўрсатиш тизими сифатида тасвирлаймиз. Масалан М/М/1 тизими учун ўртача навбат узунлиги ва пакетларни кечикиш вақти қуйидаги формулалар билан аниқланади:

$$Q_{ij} = \frac{\rho_{ij}^2}{1-\rho_{ij}}, \quad (14)$$

$$\bar{t}_{ij} = \frac{1}{c_{ij}-\varphi_{ij}}, \quad (15)$$

бу ерда $\varphi_{ij} - (i, j) \in E$ каналидан ўтувчи оқим интенсивлиги; $\rho_{ij} = \varphi_{ij}/c_{ij} - (i, j) \in E$ каналини юкламаси.

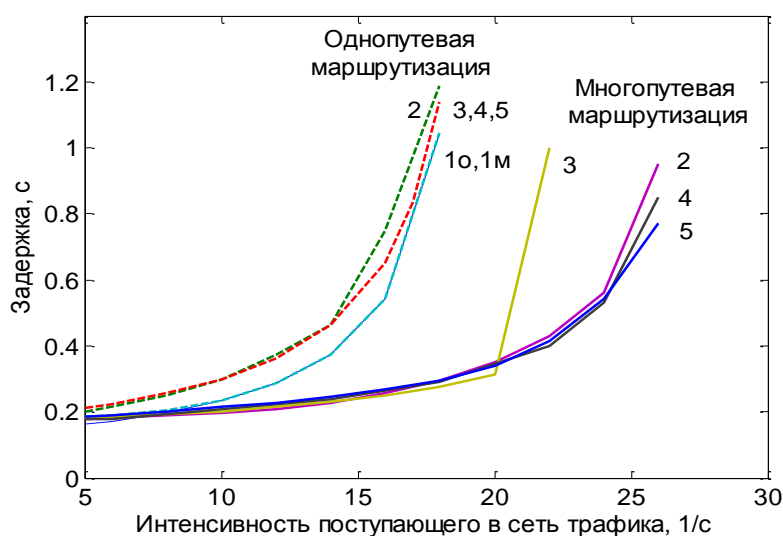
Маршрутлаш усулларини самарадорлигини ўртача кўп йўлли кечикиш вақти кўрсатки билан ифодалаймиз. Хар бир йўлда пакетларни кечикиш вақти:

$$t(m_l) = \sum_{(i,j) \in m_l} \bar{t}_{ij}, \quad (16)$$

ўртача кўп йўлли кечикиш вақти:

$$T(M) = \max\{t(m_l)\}, m_l \in M. \quad (17)$$

2-расмда паётларни кечикиш вақтини оқимлар интенсивлигига боғлиқ график келтирилган.



2-расмдан кўриниб турибдики, кўп йўлли маршрутлаш бир йўллик маршрутлашдан афзал. 5-мезон (13 формула) асосида оқимларни маршрутлаш энг самарали ҳисобланади.

Назорат саволлари

1. Маршрутлаш масаласини тушунтириб беринг.
2. Қайси маршрутлаш протоколларини биласиз.
3. Анъанавий маршрутлаш протоколларини камчиликлари нималардан иборат.
4. QoS-маршрутлаш асосларини тушунтириб беринг.
5. Тармоқ қурилмаларини юланишларини баланслашни ахамити.
6. Маршрутлашни оптималлаштириш мезонлари.
7. Маршрутлаш усулларини самарадорлиги.

МАЪРУЗА №14

ВИРТУАЛЬ ТАРМОҚЛАРНИ ОПТИМАЛ ҚУРИШ

Режа

1. Тармоқларни ўрнатиш бўйича оптималлаштириш масаласи.
2. Виртуаль тармоқларни ўрнатиш усулларини турлари.
3. Виртуаль тармоқларни оптималлаштириш мезонлари.
4. Барча вариантларни саралаш усули.
5. Маршрутизаторни боғланганлик даражасини инобатга олиб виртуаль тармоқларни ўрнатиш усули.
6. Виртуаль тармоқларни ўрнатиш усулларини самарадорлиги.

Физик тармоқ ресурсларини виртуаль тармоқларга тақсимлаш масаласи Virtual Network Embedding (VNE) (виртуаль тармоқларни ўрнатиш) деб аталади. Келажак авлод тармоқларида (Future Networks) виртуаль тармоқларни VNE асосида амалга оширилиши халқаро норматив ҳужжатларда кўрсатилган.

Future Networks тармоқларида сифатли хизмат кўрсатишни таъминлашда тармоқ ресурсларини оптимал тақсимлаш масаласини ҳал этиш

керак. Оптимал деганда хизмат кўрсатишнинг сифат кўрсаткичларини (QoS) таъминлаш тушунилади. Бундан ташқари иқтисодий ва хавфсизлик кўрсаткичларини ҳам талабларини бажариш керак.

Виртуаль тармоқларни ўрнатиш иккита масаладан иборат.

1. Виртуаль қурилмани (маршрутизаторни) физик физик қурилмада акс эттириш (*Virtual Node Mapping VNoM*).

2. Виртуаль каналларни физик каналда акс эттириш (*Virtual Link Mapping VLiM*).

Виртуаль тармоқларни ўрнатиш масаласи виртуаль ресурсларни физик ресурсларда оптимал акс эттиришдан иборат. Оптимал ўрнатиш қуйидаги мезонлар асосида амалга оширилади.

1. QoS ни таъминлаш.
2. Провайдер иқтисодий фойдасини максималлаштириш.
3. Виртуаль тармоқни яшовчанлигини таъминлаш.

Виртуаль тармоқларни ўрнатиш усуллари (VNE)

Классификация методов встраивания виртуальных сетей

1. Статик ва динамик *VNE*.
2. Марказлаштирилган ва тақсимланган *VNE*.

Виртуаль тармоқларни оптималлаштириш мезонлари

QoS ni asosiy kўrsatkichi bu paketlarни кечикиш вақти. Виртуаль тармоқни ўрнатиш алгоритми кечикиш вақтини камайтириши мумкин. Яна бир кўрсаткич джиттер хисобланади. Джиттер кечикиш вақтини дисперциясини кўрсатади.

QoS кўрсаткичларига қўшимча сифатида виртуаль канални узунлигини инобатга олиш керак. Виртуаль канал бир нечта физик канал ва тугунлардан ташкил бўлиши мумкин. Виртуаль канал қанча қисқа бўлса, пакетларни кечикиш вақти шундача кам бўлади.

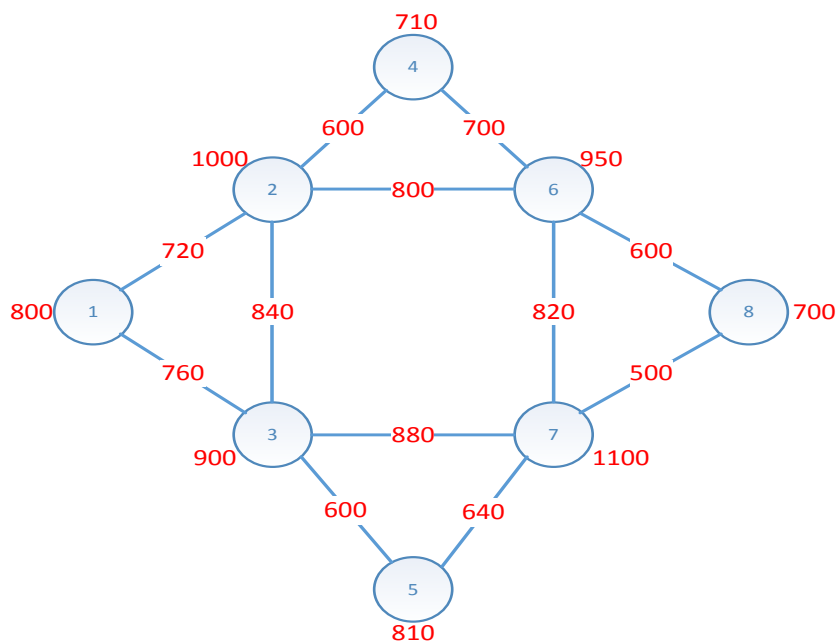
Виртуаль тармоқни нархи ишлатилаётган физик канал ва тугунларнинг нархи орқали аниқланади. Шунинг учун, виртуаль канални ўрнатиш нархини камайтириш керак. Физик тармоқда ўрнатилаётган виртуаль тармоқларни сонини оширишга интилиш керак. Шунда првайдерни иқтисодий фойдаси ошади.

Виртуаль тармоқларни яшовчанлик кўрсаткичларига қуйидагилар киради. Резерв виртуаль тугун ва каналлар сони. Носозликдан сўнг виртуаль тармоқни реконфигурациялаш вақти. Виртуаль тармоқни миграциялаш (кўчириш) имконияти. Хар бир виртуаль тармоқни ўз хавфсизлик тизими бўлиши мумкин. Ушбу механизмлар виртуаль тармоқни яшовчанлигини оширади.

Саралаш (перебор) усули асосида виртуаль тармоқлани ўрнатиш

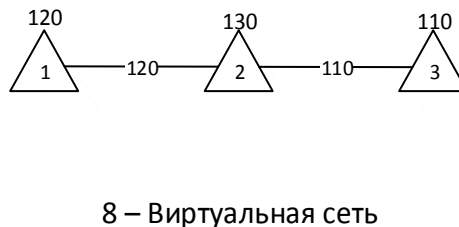
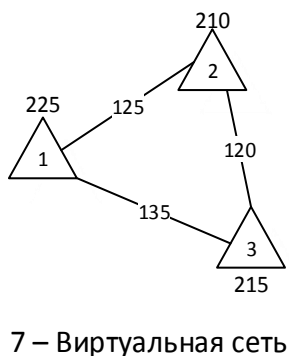
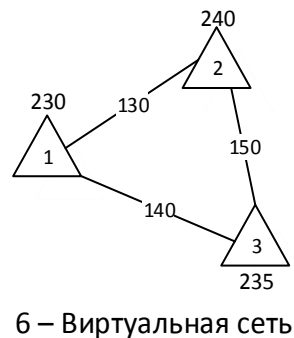
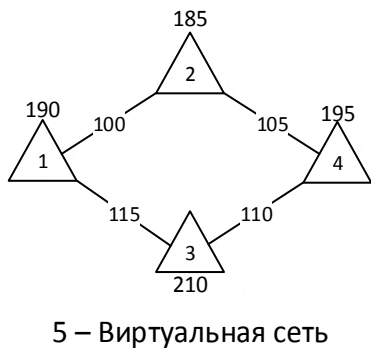
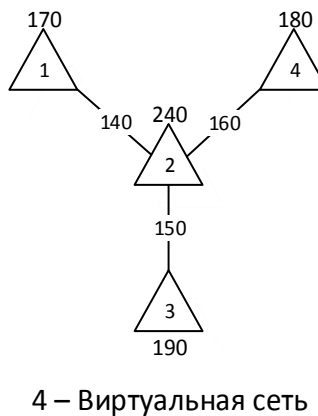
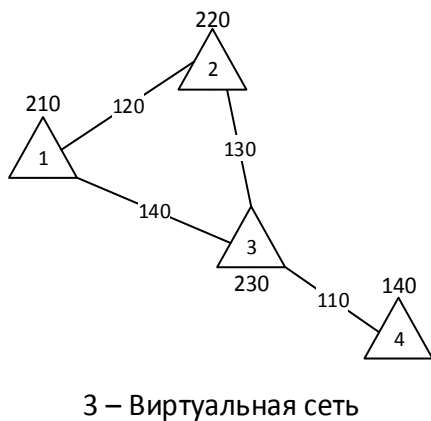
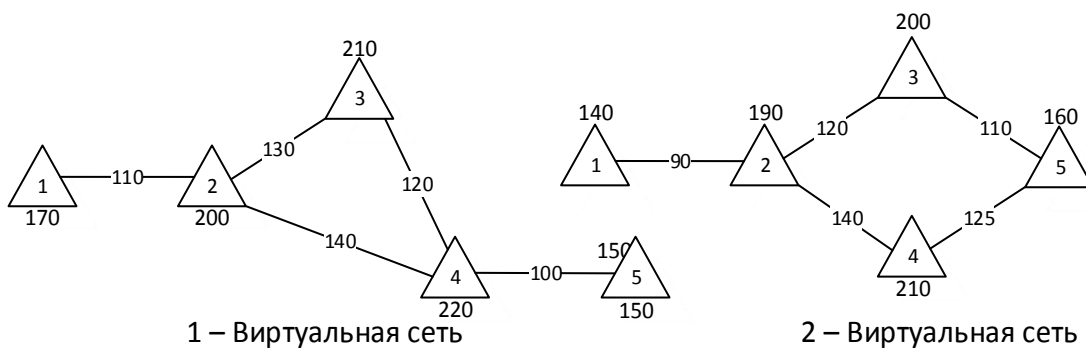
Ушбу усулда виртуаль тармоқни физик тармоқда ўрнатишнинг барча вариантлари кўрилади ва энг самарали вариант қабул қилинади.

Мисол сифатида 1 – расмда физик тармоқни топологияси келтирилган.



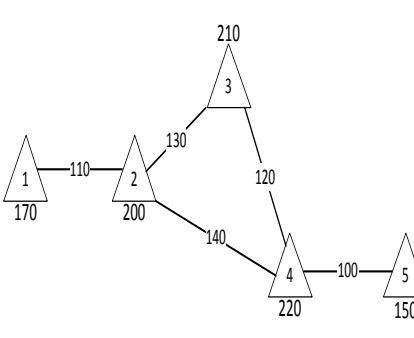
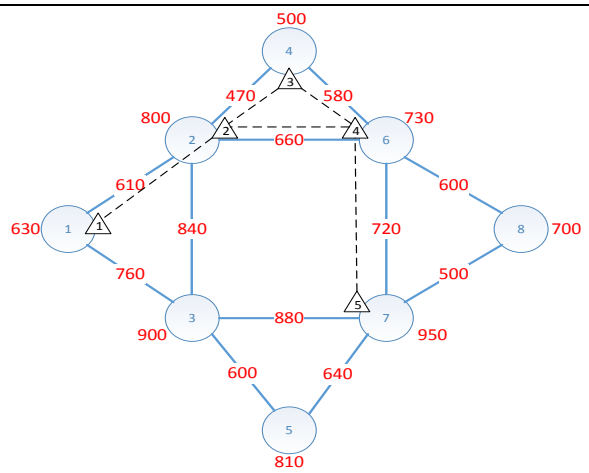
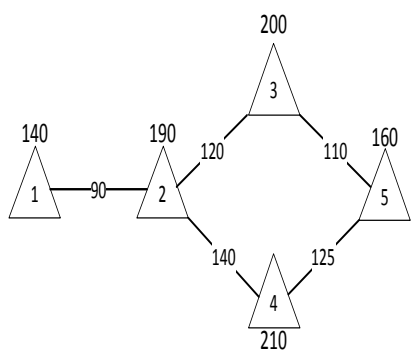
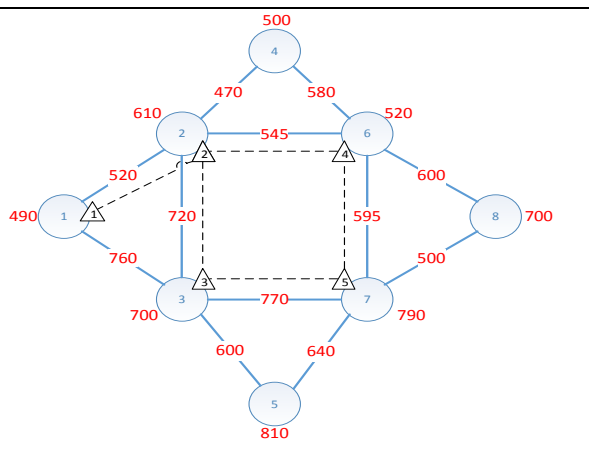
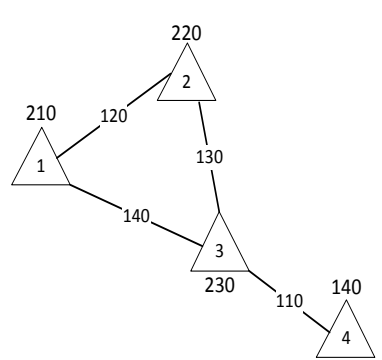
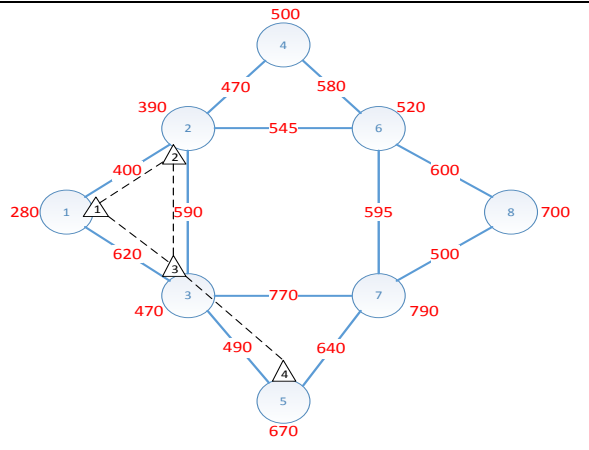
1 – расм. Физик тармоқ топологияси.

Ушбу тармоқда 2 – расмда келтирилган виртуаль тармоқларни акс эттириш (ўрнатиш) керак.



2 – расм. Виртуаль тармоқ топологиялари.

1 – жадвалда саралаш усули асосида виртуаль тармоқларни физик тармоқда ўрнатиш натижалари келтириган.

№	Виртуаль тармоқлар	Виртуаль тармоқни ўрнатиш натижаси
1	<p style="text-align: center;">2</p> 	<p style="text-align: center;">3</p> 
2		
3		

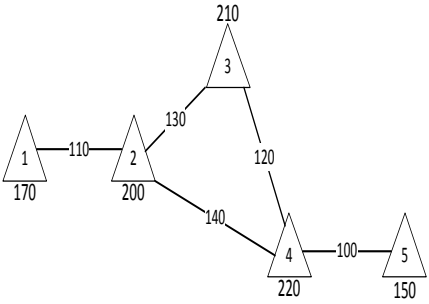
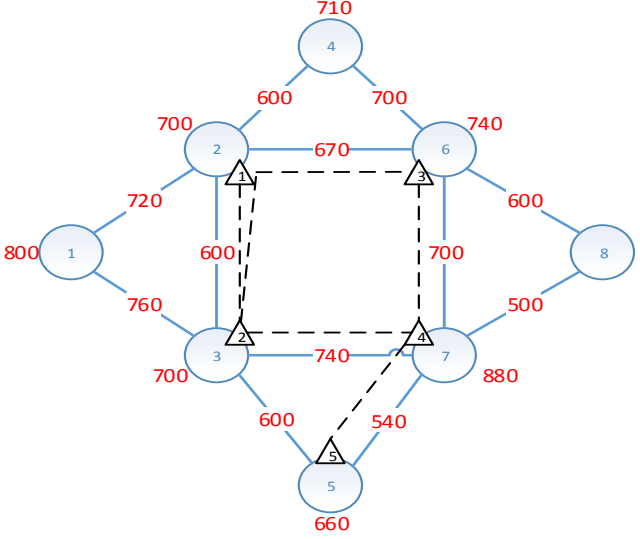
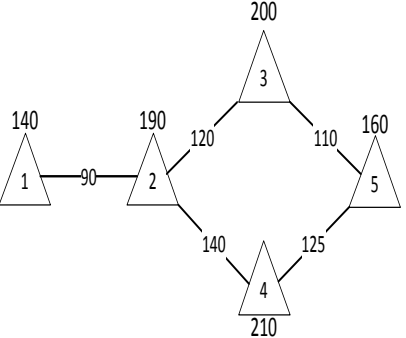
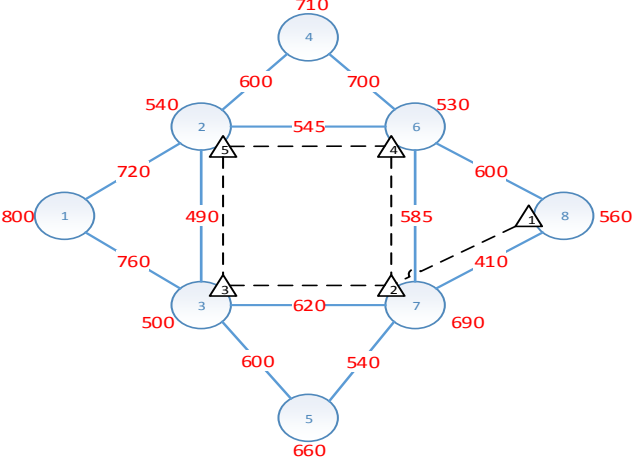
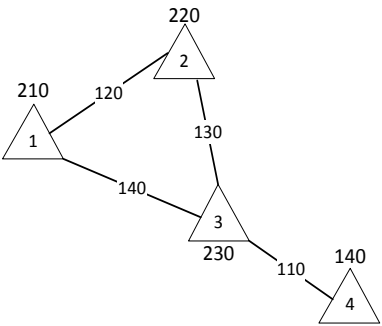
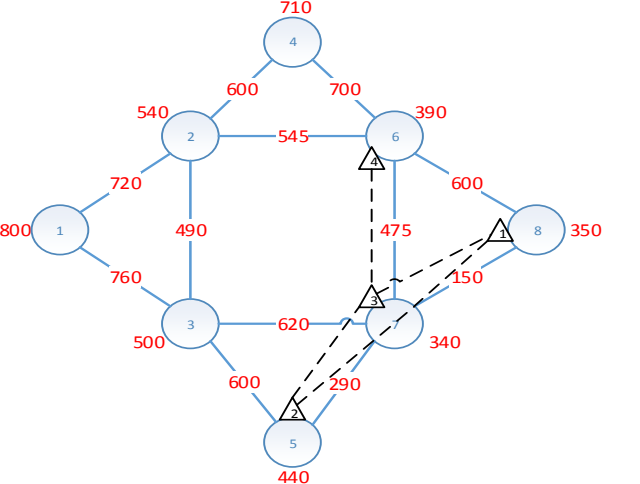
1	2	3
4		
5		
6		

Саралаш усули 8 та виртуаль тармоқдан 7 тасини физик тармоқда ўрнатди. 8 - виртуаль тармоқни ўрнатиш учун канал ва тугун ресурслари етмади.

Маршрутизаторларни боғланганлик кўрсаткичларини инобатга олиб виртуаль тармоқларни ўрнатиш

Маршрутизаторни неча маршрутизатор билан уланганлик сони боғланганлик даражасини кўрсатади. Физик ва виртуаль маршрутизаторлар боғланганлик даражаси бўйича сортировка қилинади. Энг юқори боғланганлик даражасига эга виртуаль маршрутизатор энг юқори боғланганлик даражасига эга физик маршрутизаторга ўрнатилади. Ундан кейин маршрутизаторларни боғланганлик даражаси пасайиш тартибида ўрнатиш амалга оширилади. Барча виртуаль маршрутизаторлар ўрнатилиб бўлгандан сўнг, Дейкитр алгоритми асосида виртуаль каналлар ўрнатилади.

Ушбу усул асосида виртуаль тармоқларни (2-расм) физик тармоққа (1 – расм) ўрнатиш натижалари 2 – жадвалда келтирилган.

№	Виртуальные сети	Результаты встраивания виртуальной сети
1	<p style="text-align: center;">2</p> 	<p style="text-align: center;">3</p> 
2		
3		

2-жадвални давоми

1	2	3
4		
5		
6		

Ушбу усул 8 та виртуаль тармоқдан 6 тасини физик тармоқда ўрнатди. 2 та виртуаль тармоқни ўрнатиш учун физик маршрутизатор ва каналларни ресурслар етмади.

Ўрнатиш усуллари самарадорлиги

Виртуаль тармоқларни ўрнатиш коэффициенти қуйидаги формула билан топилади:

$$k_{cv} = \frac{N_{vc}}{N_{max\ vc}}, \quad (1)$$

бу ерда $N_{max\ vc}$ - ўрнатилган виртуаль тармоқларни максимал сони; N_{vc} - қўлланилган усул асосида ўрнатилган виртуаль тармоқларни сони.

Физик ресурслардан самарали фойдаланиш коэффициенти:

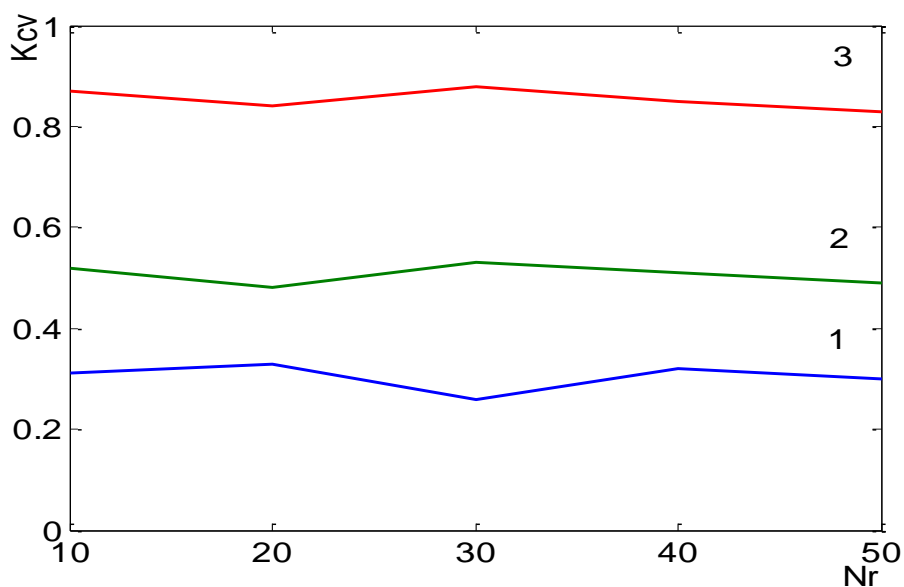
$$k_{ef} = \frac{V_{min\ fc}}{V_{fc}},$$

бу ерда $V_{min\ fc} - N_{mvc}$ виртуаль тармоқларни ўрнатиш учун кетган физик ресурсларни хажми; V_{fc} - қўлланилган ўрнатиш усулда кетган физик ресурсларни хажми.

N_{mvc} $V_{min\ fc}$ қиймалари саралаш усули асосида аниқланади.

k_{cv} и k_{ef} ларни ҳисоблаш натижалари 3 – жадвал ва 3 – расмда келтирилган.

№	Виртуаль тармоқларни ўрнатиш усули	k_{cv}	k_{ef}
1	Маршрутизаторларни ўтказувчанли қобилияти қийматларни ўсиш тартиби бўйича виртуаль тармоқларни ўрнатиш учули	0.31	0.65
2	Маршрутизаторларни ўтказувчанли қобилияти қийматларни камайиш тартиби бўйича виртуаль тармоқларни ўрнатиш учули	0.52	0.71
3	Маршрутизаторларни боғланганлик даражаси асосида виртуаль тармоқларни ўрнатиш усули	0.86	0.94



3-расм. Виртуаль тармоқларни ўрнатиш коэффициентини физик маршрутизаторларни сонига боғлиқлик графиги.

Маршрутизаторларни боғлиқлик даражаси асосида виртуаль тармоқларни ўрнатиш усули самарали ҳисобланади.

Назорат саволлари

1. Виртуаль тармоқларни қуришдан мақсад.
2. Виртуаль тармоқларни ўрнатиш деганда нимани тушунаси.
3. Виртуаль тармоқларни ўрнатиш масалаларига нималар киради.
4. Виртуаль тармоқларни оптималлаштириш деганда нимани тушунаси.
5. Виртуаль тармоқларни оптималлаштириш мезонларга қайси кўрсаткичлар киради.
6. QoS кўрсаткичларини тушунтириб беринг.
7. Виртуаль тармоқларни ўрнатиш усулларини самарадорлиги қандай аниқланади.

Маъруза №15

Махсус дастурий таъминотлар асосида оптималлаштириш натижаларини таҳлил этиш

Режа :

1. Таҷриба маълумотларини қайта ишлаш асослари.
2. Таҷрибани режалаштириш услубиёти.
3. Тасодифий миқдорларни тақсимлаш параметрларини баҳолаш.

Таҷрибавий тадқиқотлар реал дунё объектлари тўғрисида ишончли маълумотлар олишнинг асосий манбаси саналади. Бундай тадқиқотлар тизим параметрларини оптималлаштириш ёки ишлашининг муқобил технологик тартибини танлаш, яратилаётган буюмларга белгиланган талаблар бажарилиш

даражасини баҳолаш, ишлаш қонуниятларини аниқлаш, тизимнинг сифат кўрсаткичларига омиллар таъсирини таҳлил қилиш мақсадида ўтказилади. Техник воситалар ёки мураккаб моделлар хусусиятлари тадқиқотлари катта ресурсларни талаб қилади. Мазкур ҳолат бундай объектларни тажрибавий ўрганишни мувофиқ ташкил қилишга жиддий эътибор қаратишни талаб қилади.

Тажрибавий маълумотлар фаол тажрибалар ёрдамида ёки пассив кузатиш билан шакллантирилади. Пассив кузатишда ахборот объектнинг одатий ишлаш шароитларида зарур маълумотларни рўйхатга олиш йўли билан олинади. Фаол тажрибада олдиндан тузилган схема бўйича мақсадли йўналтирилган таъсир амалга оширилади. Фаол тажрибалар тадқиқот соҳасини кенгайтириш, ишлаш қонуниятларини аниқ очиш, тадқиқот ўтказилганда ресурсларга эҳтиёжни қисқартириш имконини беради. Аммо фаол тажрибани ташкил қилиш ва ўтказиш мураккабдир. Бундан ташқари мавжуд объектларда фаол тажрибалар ўтказганда принципиал чекловлар, кириш мумкин бўлмаган объектлар учун уларни амалга ошириш имкониятининг йўқлигини ҳам ҳисобга олиш керак.

Тажрибаларни режалаштириш (ТР) бир қатор кенг доирадаги масалалар–тадқиқотнинг белгиланган объекти маълум хусусиятларини ҳисобга олишдан умумий концептуал муаммоларни ҳисобга олишгача бўлган масалаларни камраб олади.

ТР мустақил илмий йўналиш сифатида чиқади ва мураккаб илмий ва техник тажрибавий тадқиқотлар ўтказилганда амалий қўлланилади. Назария математик статистика, чизиқли алгебра, комбинаторика ва математикнинг бошқа бўлимларида фойдаланилади.

Тажрибаларни режалаштириш назарияси усуллари белгиланган аниқликда ўтказиладиган тадқиқотлар ҳажмини қисқартириш ва ишончли натижалар олиш, мақсадида тажрибалар ўтказишнинг оптимал режасини ишлаб чиқишга қаратилган. ТР назария таркибий қисми танланган режа

бўйича ўтказилган натижаларни қайта ишлаш усулларини тадқиқ қилиш, сифат кўрсаткичларини баҳолашни таҳлил қилишдан иборатдир. ТР назарияси ёрдамида олинган тажрибавий маълумотлар бошқа математик усулларни қўллаш учун асос саналади, масалан оптималлаштиришнинг градиент усуллари.

Тажрибаларни режалаштиришнинг расмий назарияси мавжудлиги объектга таъсир қилувчи омиллар, тадқиқот объектида содир бўлувчи жараёнларнинг физикавий асосларини аниқ тақдим қилиш заруриятини истисно қилмайди. Бу маълумотлар тажриба режасини тузиши, натижаларни таҳлил қилиш ва шарҳлаш босқичида муҳимдир.

ТР назарияси объектни тадқиқ қилишнинг амалиётда учрайдиган барча вариантларини қамраб олади. Бундай параметрларнинг миқдорида тадқиқ қилинаётган объектнинг сифат кўрсаткичлари оптимал даражасига эришишни таъминлайдиган тизим параметрларни излаг. Оптимал вариантни излаш мақсадида тизим параметрлари барча йўл қўйиладиган миқдорларини танлаш ресурс сарфларига кўра мувофиқ эмас. Кўрсатилган вазифаларни ҳал қилиш учун ТР назарияси тажрибаларни ўтказишнинг шундай кетма-кетлигини таклиф қиладики у тизим параметрлари билан сифат кўрсаткичларини боғловчи номаълум функцияда излашнинг градиент миқдорларини қўллаш имконини берсин;

Ўтказилган тажриба натижалари бўйича тизим параметрлари билан сифат кўрсаткичларининг функционал алоқасини таҳлилий тавсифлаш. Тикланувчи таҳлилий тавсиф компонентларига боғлиқ ҳолда тажриба ўтказишнинг анъанавий усуллари натижавий кўрсаткичларга ҳар бир омилнинг алоҳида таъсирини аниқлаш имконини бермайди, бу усуллар интерполяцион вазифаларни ҳал қилиш учун яроқли бўлган таҳлилий алоқадорликни олишни таъминлайди. Ундан фарқли равишда ТР назарияси кўрсаткич миқдоридаги ҳар бир параметрнинг ҳиссасини баҳолаш имконини беради. Объектнинг олинган таҳлилий тавсифи тизимни тузишнинг вариантларини олдиндан

тадқиқ қилиш ёки мазкур объектни ўз ичига оловчи эски тизим моделларини тузиш учун фойдаланилиши мумкин;

Сифат кўрсаткичларига тизим параметрлари даражасининг дифференциал таъсирини баҳолаш. Бундай вазифа тизим параметрлари ўз табиатига кўра сифатли ёки миқдор параметрлар турли миқдорларнинг кичик сонини қабул қилганда пайдо бўлади.

Фаол тажриба қуйидагиларни ўз ичига олади: объект ишлагандаги таъсир тизими; объект чакирувларини рўйхатга олиш.

Тажриба режаси тажрибалар миқдори, шартлари ва амалга ошириш тартибини белгиловчи маълумотлар йиғиндисидир. Тажриба экспериментнинг таркибий қисмини ташкил қилади ва натижаларни рўйхатга олиш кетма-кетлиги билан маълум шароитларда тадқиқ қилинаётган ҳодисани яратишни назарда тутди. Бир ёки шундай шартларда тасодиқий ҳолатларда статистик барқарор натижаларни олиш учун параллел тажрибалар ўтказилади. U тажрибаси $\mathbf{v}_u = v_{1u}, v_{2u}, \dots, v_{ku}$, омиллари аниқ миқдорини беришни, омиллар миқдори йиғиндиси эса барча N нуқталарда режа матрицани шакллантиришни назарда тутди

$$\begin{matrix} v_{11}, v_{21}, \dots, v_{k1} \\ v_{12}, v_{22}, \dots, v_{k2} \\ \dots \dots \dots \\ v_{1N}, v_{2N}, \dots, v_{kN} \end{matrix} \quad (1)$$

Матрица қаторлари тажрибаларга, устунлари омилларга мувофиқ бўлиб, матрица элементлари v_{iz} -омилли миқдорни i -тажрибада беради .

Вектор \mathbf{y} чақирув деб номланади. ТРНда одатдаа \mathbf{y} чақирув векторида убир хил элементлардан иборат бўлган ҳолат ўрганилади. \mathbf{y} векторнинг бир неча таркибий қисмлари бўлганда улардан ҳар бири алоҳида тадқиқ қилинади. Чақирувнинг омилларга боғлиқлиги чақирув функцияси, чақирув функциясининг геометрик тасвири – чақирув сирти деб аталади. Мазкур функция объектнинг сифат ёки самарадорлик кўрсаткичи деб қаралади. Бу кўрсаткич параметр омил функцияси бўлади. Амалиётда $M\{\hat{y}\} = \mathbf{bf}(v)$ шаклидаги оддий функциялар кенг тарқалган, бунда $\mathbf{b}=(b_0, b_1, \dots, b_h) - h+1$ ўлчамли номаълум параметрлар модели вектори, $\mathbf{f}(v)=(f_0(v), f_1(v), \dots, f_h(v)) -$ белгиланган базис функция вектори, $M\{\hat{y}\} -$ функциянинг математик кутилиши. Функциянинг бундай тақдим қилиниши регрессион таҳлил моделлар параметрлари бўйича мос келади.

Тажриба натижаларига коэффицентларнинг ҳақиқий миқдори таъсири натижаларини фақатгина тахминан аниқлаш мумкин. Баҳолар $\boldsymbol{\beta}=(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_h)$ вектор номаълум параметрлари \mathbf{b} тажриба натижалари бўйича топилади бундай баҳолар одатда энг кичик квадратлар усули ёрдамида ҳисобланади. \mathbf{B} вектор баҳоси сифатида $\mathbf{b} \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N (\hat{y}_u - y_u)^2$ ни минималлаштирувчи миқдор танланади бунда $y'_u - u$ -нуктада омилли макон. Мазкур квадратик шаклдан олинган хусусий ҳосилани нолга тенглаштириб, $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_h,$ қуйидаги кўринишдаги тенгламани олиш мумкин $\frac{1}{N} \sum_{u=1}^N (\hat{y}_u - y_u) f(v_i) = 0,$ бунда $i= 0, 1, 2, \dots, h.$ \mathbf{B} миқдор мазкур тенглама тизимини ечиб топилади. Системани базис функциянинг чизиқли алоқадорлигида ечиш мумкин.

Агар махсус чораларни қабул қилмасак $\boldsymbol{\beta}$ коэффицентлар баҳоси ўзаро боғлиқ бўлади ва функция учун олинган ифода фақат интерполяцион формула сифатида кўриб чиқилиши мумкин, бу уни физикавий изоҳлашни

мураккаблаштиради, аммо режа матрицани махсус тарзда шакллантириб β мустақил миқдорларни олишимиз мумкин. Ва бу миқдорлар функция миқдоридаги ҳар бир омилнинг улушини характерлайди.

Вазифа y' . Функциясидаги ёзувларнинг умумий шаклини аниқлашдан иборат. Кўпгина ҳолатларда назарий олинган бундай функция шакли амалий қўллаш учун мураккаб бўлади, объектни тўлиқ билмаганда мутлақо номаълум бўлади. Мазкур сабабларга кўра функция амалий қўллаш учун универсал, қулай тақдим қилиниши керак. Бунда базис функция тизими даража кўрсаткичларининг бутун салбий миқдорига эга даражали функция йиғиндиси бўлади. Функцияни тақдим қилишнинг полиномиал шакли қуйидаги кўринишда

$$y' = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \dots + \beta_{k-1, k} x_{k-1} x_k + \beta_{11} x_1^2 + \dots + \beta_{kk} x_k^2 + \dots + \varepsilon, \quad (2)$$

бунда ε – тасодифий таркибли функция.

Бундай функция нисбатан номаълум коэффициентларга эга ва агар полинома даражаси ва коэффициентлар маълум бўлса тўлиқ аниқланган бўлади. Полином даражаси тадқиқотчи томонидан текширув жараёнида аниқланади. Амалиётда биринчи ва иккинчи тартибли полиномалар, чизикли ва квадратик моделлар кенг тарқалган. Полинома коэффициентлари омиллар самараси деб қабул қилинган.

Баъзан чақирув функцияси бошқача, масалан даражали функция кўринишида тақдим қилиниши мумкин. Аммо ночизик нисбатан номаълум параметрлардан фойдаланиш ҳисоблашни мураккаблаштириб, улар хусусиятларини баҳолашни қийинлаштиради. Айрим ҳолатларда вазифа ночизик функцияни чизиклига сунъий ўзгартириш йўли билан содалаштирилиши мумкин. Бунда тегишли ўзгаришлар ва тажриба натижалари талаб қилинади.

ТРНни қўллаш қуйидагиларга асосланган:

Чақирув функцияси тасодифий ва тасодифий бўлмаган таркибий қисмлардан иборат. Кўплаб сифат кўрсаткичлари тасодифий хусусиятга эга. Бу статистик барқарор натижаларни олиш учун бир ёки ўхшаш шароитда тажрибаларни кўп марта такрорлашни талаб қилади., олинадиган кўрсаткич баҳолари самарадорлилик, етарлилик хусусиятларига эга бўлиши керак. Намунавий кўрсаткичлар баҳолари кузатиш натижаларини ўртачасини топиш йўли билан шакллантирилади. Шунинг учун етарлича кўп миқдордаги кузатувларда нол математик кутилишга эга меъёрий қонун бўйича етасодифий таркибий қисмлар тақсимланган. Ғмиқдор омиллар миқдorigа боғлиқ бўлмаган дисперсияга эга деб ҳисоблашимиз мумкин. Бошқача айтганда ҳар бир режа нуқтасида такрорий тажрибаларни ўртачасини топиш йўли билан олинган натижалар ўзида меъёрий тақсимланган тасодифий миқдорларни акс эттиради;

v_1, v_2, \dots, v_k омиллар умиқдорни аниқлашдаги хатолик билан таққослаганда кичик хатолик билан ўлчанади. Чақирув функцияси миқдорини аниқлашдаги хатолик ўлчов тафовути қанча бўлса ҳисобга олинган ва ҳисобга олинмаган омиллар тизим ишлаш натижаларига таъсири ҳам шунча бўлади;

турли нуқталардаги чақирув функциясининг ўртача миқдори дисперсияси бир-бирига тенг бўлади. Бу u_i миқдор устида кўп мартали такрорий кузатувларда айрим миқдор тўпламлари $v_{1u}, v_{2u}, \dots, v_{ku}$, алоқадаор бўлмаган ўзгарувчиларнинг бошқа исталган тўплами $v_{1s}, v_{2s}, \dots, v_{ks}$ учун кўп мартали кузатувларда олинган дисперсия баҳосидан фарқ қилмаслигини англатади.

кўрсатилган фаразлар МНК полиноми коэффициентларини ҳисоблаш учун фойдаланилиши мумкин, бу самарали баҳолаш коэффициентларини бериб, ҳисоб-китобларни оддий ўтказишни таъминлайди. МНК ни қўллаш кузатиш натижаларини меъёрий тақсимлашга риоя қилишни талаб қилмайди. Бу усул исталган ҳолатда чақирув функцияси миқдоридан кузатув натижаларининг квадратик четланишлари йиғиндисини минималлаштирувчи ечимни беради. Меъёрий тақсимот тўғрисида фараз қилиш турли хилдаги

текширувлар ўтказганда фойдаланилади. Чакирув функцияси коэффициентларини баҳолаш аниқлиги тажрибалар сонини кўпайтириш билан оширилади.

Шундан сўнг тажрибани ўтказиш режаси тузилиб, уни бажаришга киришилиши мумкин. Тажрибани бевосита амалга ошириш масалалари кўриб чиқилмайди, натижаларни қайта ишлашга ўтамиз. Тажриба натижаларини қайта ишлаш моҳияти қўллашнинг турли соҳалари- функция оптимумини топиш, чакирув юзасини тавсифлаш учун кўпинча бир хил бўлади.

Шуни ҳисобга олиш керакки ҳар қандай тажриба тафовутлар билан кузатилади ва аниқланмаслик элементларидан таркиб топган. Такрорий тажрибаларни ўтказиш тўлиқ мос тушувчи натижаларни бермайди. Шунинг учун қайта ишлаш амалиёти бу ҳолатларни ҳисобга олиб ўтказилиши керак. Натижаларни қайта ишлаш ўз ичига тажриба натижаларини дастлабки қайта ишлаш, чакирув функцияси коэффициентларини баҳолаш ва бир қатор текширувларни ўтказишни олади: дисперсиянинг бир хиллиги, моделларнинг адекватлиги ва коэффициентлар аҳамияти. Ҳисобланган нисбатлар ҳар бир режа нуктасида такрорий тажрибаларнинг турли сони ўтказилиши фаразига келтирилади r_u .

Дастлабки қайта ишлашда $u = \overline{1, N}$ барча нукталар учун қуйидаги параметрлар ҳисобланади:

$$\text{Чакирув функциясининг ўртача миқдори } \bar{y}_u = \frac{1}{r_u} \sum_{i=1}^{r_u} y_{ui} ;$$

$$\text{Чакирув функцияси дисперсиясининг баҳоси } \sigma_u^2 = \frac{1}{r_u - 1} \sum_{i=1}^{r_u} (y_{ui} - \bar{y}_u)^2 .$$

Мазкур миқдор учун бўшлиқлар даражаси сони $\varphi_u = r_u - 1$;

Чакирув функцияси ўртача миқдори дисперсиясини баҳолаш $D(\bar{y}_u) = \sigma_u^2 / r_u = D_u$.

Хусусий баҳолар асосида режалаштиришнинг бутун соҳаси бўйлаб чакирув функцияси ўртача миқдор дисперсиясининг ўртача баҳоси ҳисобланади

$$\sigma^2(y) = \left\{ \sum_{u=1}^N (r_u - 1) D_u \right\} / \left\{ \sum_{u=1}^N (r_u - 1) \right\} = \left\{ \sum_{u=1}^N (r_u - 1) D_u \right\} / \left\{ \sum_{u=1}^N r_u - N \right\}. \quad (3)$$

Бу баҳо аралаш бўлмади ва уни $\varphi(y) = \sum_{u=1}^N r_u - N$ бўшлиқ миқдorigа эга

тасодифий сон сифатида кўриш мумкин. Айнан $\sigma^2(y)$ миқдор $\frac{1}{N} \sum_{u=1}^N D(\bar{y}_u)$

билан бирга дисперсия баҳоси сифатида фойдаланилиши мумкин.

Тажриба маълумотларини қайта ишлаш операциялари ва базавий тушунчалари

Эмпирик тақсимот функцияси

Таҷрибавий маълумотларни қайта ишлаш усуллари эҳтимоллар назарияси ва математик статистиканинг асосий тушунчаларига таянади. Уларга умумий йиғинди, тўплам, эмпирик тақсимот функцияси киради.

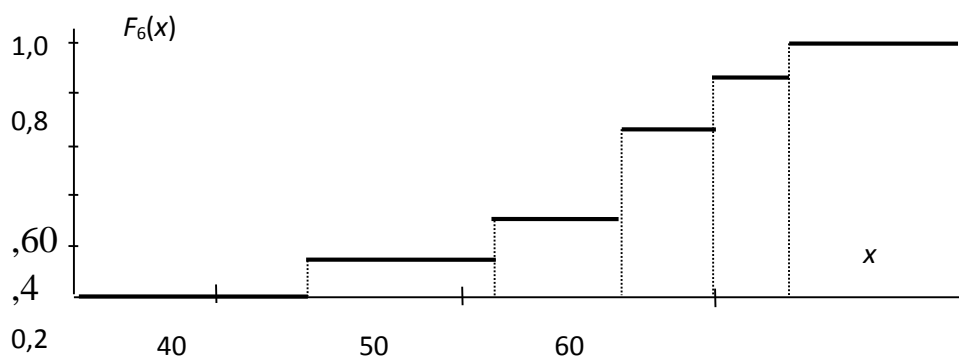
Умумий йиғинди деганда объектни кузатиш вақти давомида чекланмаган тарзда рўйхатга олинган параметрнинг барча эҳтимолий миқдорлари тушунилади. Бундай йиғинди элементларнинг чексиз тўпламидан иборат. Объектни кузатиш натижасида x_1, x_2, \dots, x_n параметрлар миқдори йиғиндиси ҳажми бўйича чекловлар шакллантирилади. Расмий нуқтаи назардан бундай маълумотлар умумий йиғиндидан олинган тўпламни акс эттиради. Тўплам тизимли ҳодисаларгача бўлган тўлиқ ишланмалардан иборат. Кузатилаётган миқдор x_i вариант, уларнинг сони *n* *тўплам ҳажм деб аталади*. Кузатиш натижалари бўйича қандайдир хулосага келиши учун тўплам репрезентатив бўлиши керак. Бу талаб агар тўплам ҳажми етарли

юқори ҳар бир элемент эса тўпلامга бир хил эҳтимоллик билан кирган бўлса бажарилади.

Олинган тўпلامдаги миқдор x_1 бўлиб параметр n_1 марта кузатилган, миқдор x_2 – n_2 марта, миқдор x_k – n_k марта, $n_1 + n_2 + \dots + n_k = n$. Ўсиб бориш тартибида ёзилган миқдорлар йиғиндиси вариацион қатор, n_i миқдорлар – частота, уларнинг тўпلام ҳажмига нисбати $v_i = n_i / n$ – нисбий частота дейилади. Нисбий частоталар йиғиндиси бирга тенг бўлади.

Тақсимот деганда кузатилаётган вариант ва уларнинг частоталари ўртасидаги мувофиқлик тушунилади. n_x – кузатувлар сони бўлиб, X тасодифий миқдорлари x дан кечик бўлсин. Ҳодиса частоталиги $X < x$ тенг n_x / n . Бу нисбат x ва тўпلام ҳажмидан келиб чиқади: $F_n(x) = n_x / n$. $F_n(x)$ миқдор тақсимот функцияларининг барча хусусиятларига эга: $F_n(x)$ эмпирик функциядан фарқли равишда $F(x)$ умумий йиғиндиси назарий тақсимот функцияси дейилади у $X < x$ ходисанинг эҳтимоллигини характерлайди. Кузатувларнинг катта ҳажмида $F(x)$ тақсимлаш функциясини $F_n(x)$ эмпирик функцияга ўзгартириш мумкин

$F_n(x)$ синик чизиқни ўзида акс эттиради. $F_n(x)$ вариацион қатор кўшни абзолари ўртасидаги оралиқларда доимий миқдор x ўқи нуқтаси орқали ўтишда , тўпلامнинг тенг абзолари, $F_n(x)$ $1/n$ миқдорга ўсади.



Расм. 1. Эмпирик тақсимот функцияси.

Катта ҳажмдаги тўпланда маълумотларни сақлаш ва қайта ишлаш қулай бўлиши учун интервалдаги ТМ гуруҳларга келтирилади. Интерваллар сони шундай танланиши керакки йиғиндида параметрлар миқдорининг турличалиги акс этсин ва тақсимот қонунияти алоҳида разрядлар бўйича тасофидий тебранишлар частотасини йўқотмасин. ψ миқдор ва h ўлчамни танлаш бўйича айрим тавсиялар мавжуд:

Ҳар бир ораликда камида 5-7 элемент бўлиши керак;

Интерваллар сони жуда катта ёки жуда кичик бўлмаслиги керак. *ψ минимал миқдори 6-7 дан кам бўлмаслиги керак.* Бир неча юз элементдан ошмайдиган тўпланда ҳажмида ψ миқдор 10дан 20 гача ораликда берилди. Тўпланишнинг жуда катта ҳажми учун ($n > 1000$) интерваллар сони кўрсатилган миқдордан ошиши мумкин. Айрим тадқиқотчилар $\psi = 1,441 \ln(n) + 1$ нисбатидан фойдаланишни тавсия қиладилар;

Интерваллар узунлиги бир хил ва тенг миқдорда танланиши керак $h = (x_{\max} - x_{\min}) / \psi$, бунда x_{\max} — максимал ва x_{\min} — минимал параметр миқдори. Ораликлар бўйича кузатишнинг гуруҳли натижалари қуйидагиларни назарда тутди: x параметр ўзгаришини аниқлаш; интерваллар сони ва уларнинг миқдорини танлаш; i -интервал учун $[x_i - x_{i+1}]$ частота n_i ёки нисбий частотани ҳисоблаш. Натижада интервал ёки статистик қатор шаклида ТМ шаклланади.

График статистик қатор гистограмма, полигон ва поғонали линия шаклида ифодаланади. Гистограмма тўғри бурчаклардан иборат фигура шаклида тақдиқ қилинади. Аммо бундай ёндашув аниқ эмас. i -тўғри бурчак баландлиги $\zeta_i n_i / (nh)$ га тенг қилиб танланади. Бундай гистограмма эмпирик функциянинг график тасвири сифатида изоҳланиши мумкин. Гистограмма ТМ аппроксимацияси учун назарий функция шаклини танлашга ёрдам беради.

Полигон деб синган чизиққа айтилиб, абсисса ўқи бўйича кордитанаталар билан бирлашади, ордината ўқи бўйича мос частоталар билан бирлашади. Тақсимотнинг эмпирик функцияси поғонали синиқ чизиқни акс

этиради: ҳар бир оралик устида жорий интервалдаги тўпланган частотага пропорционал баландликдаги горизонтал линия кесими ўтказилади. Тўпланган частота биринчидан бошланган ва мазкур интервалгача бўлган барча частоталар суммасига тенг бўлади.

Тақсимот параметрларини баҳолаш ва уларнинг хусусиятлари

ТМ чегараланган ҳажми бўйича ҳисобланган параметрлар миқдори тасодифий миқдор бўлиб, бундай миқдорлар танловдан танловга олдиндан кўриб бўлмайдиган тарзда ўзгариши мумкин. ТМ қайта ишлаш натижасида Т параметр бўлмаган миқдор аниқланади, фақатгина унга яқин статистик баҳо топилади. Параметрнинг статистик баҳосини олиш мавжуд кузатиш натижаларидан функцияни топишни аниқлатади ва изланаётган параметрга яқин миқдорни беради. Икки шаклдаги баҳо- аниқ ва интервал фарқланади. Нуқтали деб битта сон билан характерланувчи баҳоларга айтилади. Тўпланимнинг кичик ҳажмларида нуқтали баҳолар параметрларнинг ҳақиқий миқдоридан сезиларли фарқланиши мумкин, шунинг учун улар тўпланимнинг йирик ҳажмларида қўлланади. Интервал баҳолар параметрнинг эҳтимолий миқдори диапазонини белгиловчи иккита сон билан берилади.

Бу баҳолар кичик ва катта тўпланимлар учун қўлланади. Дастлаб нуқтали баҳоларни кўриб чиқамиз.

Ҳар бир баҳоланаётган параметрга умумий йиғиндини тақсимлаш қонуни изланаётган сонни ҳисоблаш имконини берувчи функция тўплами мавжуд бўлади. Масалан математик кутилиш баҳоси ўрта арифметик тўпланим миқдорини олиб, ҳисобланиши мумкин. Кўрсатилган функциялар баҳолаш сифати ва амалга оширишнинг меҳнат сарфи билан фарқланади.

Тақсимот даври ва квантилни баҳолаш

Эмпирик тақсимот хусусияти учун марказий ва бошланғич даврлардан фойдаланиш мумкин. Тўртинчи тартибгача бўлган даврлар топилади. У ҳаттоки тўпланимнинг катта ҳажмида ҳам юқори тартибли давр учун аҳамиятли

бўлади. Даврларнинг танланган миқдори бевосита тўплам бўйича ёки гуруҳлаштирилган маълумотлар бўйича топилади .

X тасодифий сонларнинг марказий момент миқдори қуйидаги формулани қўллаб топилади

$$\mu_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

$$\tilde{\mu}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_1)^k, \quad k = 2, 3, 4. \quad (4)$$

Кўрсатилган миқдорлар $m_1 - m_4$ мос назарий моментларнинг баҳоси бўлади ва тасодифий кўриб чиқилади. Аралаштирилмаган баҳо қуйидагига тенг бўлади

$$\mu_2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_1)^2,$$

$$\mu_3 = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)} \tilde{\mu}_3,$$

$$\mu_4 = \frac{n(n^2 - 2n + 3)\tilde{\mu}_4 - 3n(2n-3)\tilde{\mu}_2^2}{(n-1)(n-2)(n-3)}. \quad (5)$$

TM гуруҳлаш бўйича момент баҳоси

$$\tilde{\mu}_{1,g} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{\psi} n_j X_{ц,j},$$

$$\tilde{\mu}_{k,g} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{\psi} n_j (X_{ц,j} - \mu_{1,g})^k, \quad k = 2, 3, 4, \dots, \quad (6)$$

бунда $X_{ц,j}$ – j - маркази; ψ – интерваллар сони.

Гуруҳлаштириш ва тавсифлаш гуруҳлаш интервали оралиғида айрим тафовутларни киритади. Агар тақсимлаш узлуксиз ва абсцисса ўқининг анча юқори тартибида бўлса гуруҳлаш хатолигини камайтириш учун Шеппард тузатиши киритилади. Барча интервалларнинг тенг узунлиги учун тасодифий

лаҳзаларнинг аниқлаштирилган миқдори гуруҳлаш маълумотлари бўйича ҳисобланган моментлар баҳоси орқали аниқланади:

$$\begin{aligned} \mu_1 &= \tilde{\mu}_{1,g}, \quad \mu_2 = \tilde{\mu}_{2,g} - h^2/12, \\ \mu_3 &= \tilde{\mu}_{3,g}, \quad \mu_4 = \tilde{\mu}_{4,g} - \tilde{\mu}_{2,g} h^2/2 + 7h^4/240, \end{aligned} \quad (7)$$

бунда h – гуруҳлаш интервали узунлиги. Кўрсатилган тузатиш фақат кўрсатилган шартга риоя қилганда аниқликка олиб келади, аксинча ҳолатда улар янада катта хатоликка сабаб бўлиши мумкин.

Гуруҳлаштирилмаган маълумотлар бўйича r тартибли бошланғич эмпирик тартиб қуйидаги нисбат билан аниқланади

$$\eta_r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^r, \quad r = 1, 2, 3, \dots \quad (8)$$

Марказий ва бошланғич баҳолар қуйидаги боғлиқликни ўзида акс эттиради:

$$\begin{aligned} \mu_1 &= \eta_1; & \tilde{\mu}_2 &= \eta_2 - \eta_1^2; \\ \tilde{\mu}_3 &= \eta_3 - 3\eta_1\eta_2 + 2\eta_1^3; & \tilde{\mu}_4 &= \eta_4 - 4\eta_1\eta_3 + 6\eta_1^2\eta_2 - 3\eta_1^4. \end{aligned} \quad (9)$$

ТМ қайта ишлаш жараёнида дастлаб бошланғич моментлар баҳосини аниқлайди, кейинчалик марказий моментларнинг аралаш баҳосига ўтади ва аралаш бўлмаган баҳоларни ҳисоблайди.

γ эҳтимоллик даражасига жавоб берувчи квантил x_γ , вариантнинг шундай миқдори деб номланадики бунда тасодифий миқдорларни тақсимлаш функцияси γ миқдорни қабул қилади. Эмпирик квантиль вариацион қатор ёки поғонали линиядан фойдаланилиб γ эҳтимолликнинг белгиланган миқдори бўйича топилади.

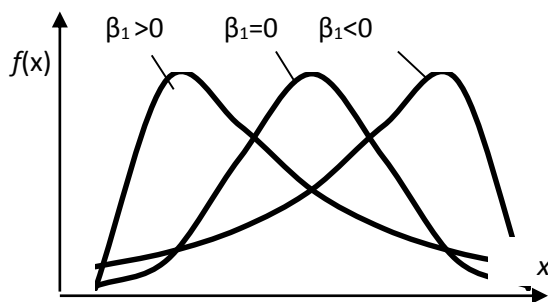
Тақсимотни тавсифлаш учун кўрсатилган параметрлар билан бир қаторда бошқа хусусиятлар ҳам қўлланади:

$$\text{Ўртача квадратик четланиш } \sigma = \sqrt{\mu_2};$$

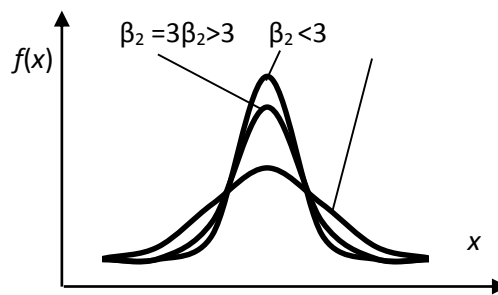
Ассиметрия коэффициенти $\beta_1 = \mu_3 / \sigma^3$ ва эксцесс $\beta_2 = \mu_4 / \mu_2^2$;

Стандартлашган ўзгарувчилари $u = (x - \mu_1) / \sigma$.

Ассиметрия коэффициенти нисбатан симметрик меъерий тақсимлаш ни характерлайди. Бу кўрсаткич асосан танловнинг марталик миқдорига боғлиқ бўлади.



2-расм . Тақсимот ассиметрияси.



3-расм. Тақсимот эксцесси.

Эксцесс коэффициенти тақсимотнинг қиялигини характерлайди.

Ўзгарувчиларни стандартлаштириш ҳисоб-китобларни соддалаштириш имконини беради, бундан ташқари адабиётлардаги кўплаб статистик жадвалларда айнан стандартлаштирилган ўзгарувчилар келтирилади. Стандартлаштирилган ўзгарувчиларнинг математик кутилиши нолга, дисперсияси бирга тенг , қуйидаги нисбат ўринли бўлади:

$$M(u) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n u_i = 0 ; \quad D(u) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (u_i - 0)^2 = 1 .$$

Умиқдор марказлашган ва меъёрлашган. Марказлашган ва меъёрлашган миқдордан ташқи миқдорга ўтиш $x = u\sigma + \mu_1$ оддий ўзгартириш билан амалга оширилади. Стандартлаштириш ва тесқари ўзгартиришда ахборот йўқотилиши содир бўлмайди.

Кўриб чиқилган параметрларни таҳлил қилиб қуйидагиларни қайд этиш керак. Бир параметр ўртача миқдорни бошқаси вариацияни кўрсатади. Ўртача миқдорнинг асосий аҳамияти уларнинг умумлаштирувчи функциясидан иборатдир. Бундай умумлаштириш турли индивидуал миқдорлар тўпламини ўзгартириш имконини беради. Бошқача айтганда ўртача миқдор маълум тўпландаги вариантларнинг намунавий хусусиятидир.

ТМҳар бир элементи ҳам умумий қонуниятлар ҳам муҳим шарт ва тасодифий ҳодисалар таъсири остида шаклланади. ТМқайта ишланганда миқдорларни баҳолаш масалаларига катта қизиқиш уйғотади. Вариация тизимнинг кўплаб ахборот параметрлари хусусияти саналади. Анан шу хусусият тадқиқот объекти бўлади.

Назорат саволлари

1. Тасодифий миқдорларнинг асосий статистик хусусиятлари.
2. Тажрибани режалаштириш алгоритми.
3. Тақсимлаш гистограммасини тузиш қоидалари.
4. Тақсимлаш функцияини тузиш қоидалари.
5. Асимметрия ва тақсимлаш эксцесси.

Адабиётлар

1. Ходасевич Г.Б. ЭХМ да тажриба маълумотларини қайта ишлаш. 1-қисм. Бир ўлчовли маълумотларни қайта ишлаш. 220200: ўқув қўлланма/ СПбГУТ. –СПб, 2002.
2. Ходасевич Г.Б. ЭХМ да тажриба маълумотларини қайта ишлаш. 2-қисм. Кўп ўлчовли маълумотларни қайта ишлаш. 220200: ўқув қўлланма/ СПбГУТ. – СПб, 2002.

3. Гмурман В.Е. эҳтимоллар назарияси ва математик статистика.- М.: Высшая школа, 1999.
4. Фирсов И.П., Никитина А.В., Бутенков С.А. ЭҲМ ни қўллаб математик статистика бўйича амалий машғулотларга услубий кўрсатмалар.- <http://www.exponenta.ru>.
5. Дьяконов В.П. MATLAB 6/6.1/6.5+Simulink 4/5/. Қўллаш асослари. М.: Солон-Пресс, 2004.

Кадрни узунлиги маълум бўлганда код узунлигининг оптимал қийматлари

p_o	n_{opt}				
	$n_2 = 500$	$n_2 = 1000$	$n_2 = 1500$	$n_2 = 2000$	$n_2 = 2500$
0.001	133	118	87	86	85
0.003	62	48	28	26	24
0.005	26	23	18	16	13
0.007	23	19	14	13	12
0.009	20	14	13	12	10

Назорат саволлари

1. Маълумот узатиш тизими параметрлари ва характеристикалари.
2. Маълумот узатиш протоколини алгоритми.
3. Оптималлаштиришдан мақсад.
4. Тескари алоқа усуллари.
5. MATLAB да оптималлаштириш функциялари.

Адабиётлар

1. Абдуллаев Д.А., Амирсаидов У.Б. Комплексная модель физического и канального уровней сети передачи данных.- Вестник ТУИТ, 2007, №4, с.19 - 23.
2. Амирсаидов У.Б. Оценка достоверности и потери пакетов в сетях передачи данных.- Вестник ТУИТ, 2009, №2, с.73 – 77.
3. Зелигер Н.Б., Чугреев О.С., Яновский Г.Г. Проектирование сетей и систем передачи дискретных сообщений: Учебное пособие для вузов.- Радио и связь, 1984.-176 с.
4. Мелентьев О.Г. Теоретические аспекты передачи данных по каналам с группирующимися ошибками / Под ред. проф. В.П.Шувалова.- М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 232 с.

5. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: «Питер», 2003.- 672 с.
6. Дьяконов В., Круглов В. Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник. – СПб.: «Питер», 2001.- 475 с.

МУНДАРИЖА

Кириш.....	2
1. Тармоқларни моделлаштириш асослари: анализ ва синтез(оптималлаштириш) масалари.....	3
2. Телекоммуникация тармоғини концептуал модели.....	11
3. Тармоқларни оммавий хизмат кўрсатиш(ОХК) назарияси асосида моделлаштириш асослари.....	17
4. Бир каналли ОХК тизими моделлари	23
5. Кўп каналли ОХК тизими моделлари.....	27
6. Имтиёзли ОХК тизими моделлари.....	30
7. Тармоқ модели.....	39
8. Тармоқларни оптималлаштиришнинг математик асослари.....	47
9. Маълумот узатиш тизими характеристикаларини ҳисоблаш.....	39
10. Маълумот узатиш тизимини оптималлаштириш.....	63
11. Маршрутизатор характеристикаларини ҳисоблаш.....	69
12. Тармоқ характеристикаларини ҳисоблаш.....	83
13. Маршрутизация жараёнларини оптималлаштириш.....	92
14. Виртуаль тармоқларни оптимал яратиш.....	105
15. Махсус дастурий таъминотлар асосида оптималлаш масалаларини ечиш.....	117