

**ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
ДОНИШГОҶИ ТЕХНИКИИ ТОҶИКИСТОН БА НОМИ
АКАДЕМИК М.ОСИМӢ**

УДК 519.86

Бо ҳуқуқи дастхат



АҲМАДИ Ғулом СаҳӢ

**БАЪЗЕ МАСЪАЛАҶОИ МОДЕЛСОЗИИ АҲБОРОТӢ ВА РИЁЗИИ
ШАБАКАҶОИ КОМПЮТЕРӢ**

АВТОРЕФЕРАТИ

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи доктори фалсафа (PhD) – доктор аз
рӯи ихтисос 6D070500 — Моделсозии математикӣ ва компютерӣ (6D070501 –
Таъминоти математикӣ ва барномавии мошинҳои ҳисоббарор, мучтамаъҳо
ва шабакаҳои компютерӣ)

Диссертатсия дар шуъбаи математикаи амалии Институти маъматакаи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон ба номи А.Ҷӯраев иҷро шудааст.

Роҳбари илмӣ

Илолов Мамадшо – академики Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, доктори илмҳои физика ва математика, профессор

Муқарризони расмӣ

Қаландарбеков Имомёрбек – доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи сохтмони саноатӣ ва шахрвандии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ

Қобилов Маъруф Махмудович – номзади илмҳои физика ва математика, мудири кафедраи информатика ва технологияҳои информатсионии Донишгоҳи славянии Руссия-Тоҷикистон

Муассисаи пешбар

Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Ҳимоя « 06 » 01 соли 2023 соати «14:00» дар ҷаласаи Шурои диссертатсионии 6D.KOA-049 дар назди Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ аз рӯи нишони: 734042, ш. Душанбе, хиёбони академикҳо Раҷабовҳо, 10 баргузор мегардад.

Бо диссертатсия дар Китобхонаи марказии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ ва тавассути сомонаи <http://ttu.tj> шинос шудан мумкин аст.

Автореферат « » _____ соли 2022 мувофиқи феҳристи тасдиқшуда фирстонда шуд.

Котиби илмии Шурои диссертатсионии
6D.KOA-049,

Номзади илмҳои техникӣ, дотсент



Султонзода Ш.М.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАДҚИҚОТ

Мубрамии мавзуи тадқиқот. Дар диссертатсия шабакаҳои маҳаллии компютерӣ мавриди тадқиқ қарор гирифтаанд. Дар он тавсифи илмии мафҳуми шабакаи локалӣ ва хосиятҳои он, баррасии сохтори шабакаҳои локалии компютерӣ ва таснифи онҳо, таҳлили ҳадафи асосии ин шабакаҳо ва топологияи онҳо, системаи идоракунии стохастикӣ хаттии ғайрестатсионарӣ дар шабакаҳои локалӣ ва тадқиқи паҳншавии эпидемияи вирус ва интиҳоби усули эпидемиологӣ мавриди омӯзиш қарор гирифтаанд.

Тадқиқи илмии шабакаҳои компютерӣ аз ибтидои солҳои 2000-ӯм шуруъ шудааст. Аввалин монографияҳо ва мақолаҳои илмӣ дар самти номбурдаи тадқиқот ба қалами G.P.Agarwal, B.A.Forouzan, S.G.Gupta, A.S.Tannenbaum, A.C.Хасан, И.Азимӣ тааллуқ доранд. Дар ин нашрияҳо мафҳумҳои асосӣ ва усулҳои илмии ташкили шабакаҳои глобалии компютерӣ, таҷҳизот ва топологияи онҳо баррасӣ карда шудаанд. Шумори камтари тадқиқотҳо ба таҳлил ва омӯзиши сохтори шабакаҳои маҳаллии (локалии) компютерӣ бахшида шудаанд. Инчо аз асарҳои G. Bett Stetter, Chin Chun Lee, L.Hart, И.С.Фарамарз, Н.Мисоқ ёдрас мешавем.

Рисолаи доктории пешниҳодшуда ба тадқиқи як самти шабакаҳои маҳаллии компютерӣ дар мисоли шабакаҳои донишгоҳӣ бахшида шудааст. Натиҷаҳои ба дастомада дар намуди мақолаҳо ба чоп расидаанд ([M-1]-[M13]). Ба муаллифи рисола муяссар шудааст, ки ба як қатор масъалаҳои мубрами ин самти технологияҳои иттилоотиву иртиботӣ рӯшанӣ андозад.

Дарачаи коркарди илмии проблемаи мавриди омӯзиш. Манбаъҳои бозътимод аз қабилӣ монографияву мақолаҳои J.Martin, W.Panek, J.M.Senior, Ф.Бобочон, М.Эҳсон мавриди истифода қарор гирифтаанд. Муаллифи рисола дар забони компютери C++ (CISCO) барномаи нав сохтааст, ки он аз ҷониби Маркази миллии патентии Тоҷикистон ҳамчун захираи интеллектуалӣ шинохта шудааст ва бо шаҳодатномаи муаллифӣ ба қайд гирифта шудааст. Ба ғайр аз ин модели нави риёзӣ барои системаҳои идоракунии дискретӣ хаттии стохастикӣ ва принсипи Понтрягин дар масъалаи ҳифзи шабакаҳои маҳаллии компютерӣ аз вируси зараровар коркард шудаанд.

Мақсади тадқиқот. Мақсади асосии таҳқиқоти рисолаи диссертатсионӣ моделсозии иттилоотӣ ва риёзии шабакаҳои маҳаллии компютерӣ мебошад. Натиҷаҳои ба дастомада таҳлили ҳамачонибаи ташкили шабакаҳои компютерӣ, таҷҳизоти онҳо, топологияҳои пайваस्तкунии элементарии шабака, моделҳои риёзии фаъолияти шабакаҳои компютериро ифода менамоянд.

Вазифаҳои тадқиқот. Вобаста ба мақсади тадқиқот масъалаҳои зерин ба таври мушаххас мавриди иҷро қарор гирифтаанд:

- омӯзиши самтҳои интиқол ва коркарди иттилоот дар шабакаҳои маҳаллии компютерӣ, ки гузариши воқеӣ ба технологияҳои беқоғазро ташкил менамоянд;

- таъмини коркарди тақсимшудаи додашудаҳои аввала дар шабака, ки бо муттаҳидкунии ҷойҳои кори автоматикунонидашудаи ҳамаи кормандони муассиса ё ташкилот дар шабака вобаста мебошад;

- дастгирии қабули ҳали идоракунӣ, ки ба роҳбарон ва кормандони бахшҳои идорӣ иттилооти комил ва оперативиро таъмин менамояд;

- ташкили кори суроғи электронӣ, ки яке аз намудҳои иттилооти маҳаллӣ маҳсуб мешавад ва кормандонро бо иттилооти лозимӣ шинос мекунад;

- тарзу усулҳои истифода аз топологияи базавии шабака;

- ҳали оптималии системаи идоракунии стохастикӣ дар шабакаи маҳаллии компютерӣ;

- таҳлили протесси паҳншавии кодҳои вирусӣ ва интиҳоби усули эпидемиологии мубориза бо онҳо.

Навгонии илмӣ тадқиқот. Дар рисолаи диссертатсионӣ натиҷаҳои зерин ба даст оварда шудаанд ва муҳимтарини онҳоро номбар мекунем:

- ҷанбаи иҷтимоии татбиқи шабакаҳои маҳаллии компютерӣ тадқиқ карда шудааст;

- таҷҳизоти шабакаҳои компютерӣ дар сатҳҳои мухталифи шахсӣ, маҳаллӣ, регионалӣ ва глобалӣ ва робитаи байни сатҳҳои номбурда омӯхта шудааст;

- нармафзори шабакаҳои компютерӣ тавассути протоколҳо, моделҳо ва моделҳои тасвирот тадқиқ карда шудааст;

- барномаҳои компютерӣ дар забони C++ барои низоми CISCO тартиб дода шудаанд;

- модели риёзии системаи идоракунии стохастикӣ тартиб дода шуда ба шабакаҳои маҳаллии компютерӣ татбиқ карда шудааст;

- принсипи максимуми Понтрягин дар масъалаи ҳифзи шабака аз коди зараровар истифода бурда шудааст.

Аҳамияти назариявӣ ва илмию амалии тадқиқот. Натиҷаҳои дар рисолаи диссертатсионӣ овардашуда татбиқи васеи худро дар омӯзиши технологияҳои муосири шабакаҳои маҳаллии компютерӣ ёфтаанд ва дар оянда низ барои ҳали масъалаҳои нав хоҳанд ёфт.

Нуқтаҳои ба ҳимоя пешниҳодшаванда аз инҳо иборатанд:

- самтҳои автоматикунони чойҳои кормандони муассиса ва ташкилот;
- тарзу усулҳои қабули ҳали идоракунӣ дар таъмини иттилооти комил ва оперативӣ;
- ташкили оптималии кори суроғи электронӣ;
- усулҳои истифодаи оптималии топологияҳои шабака;
- ҳали оптималии системаи идоракунии стохастикӣ шабакаҳои компютерӣ;
- таҳлили протсесси паҳншавии кодҳои вирусӣ ва интихоби усули эпидемиологии мубориза бо онҳо.

Саҳми шахсии докталаби дараҷаи илмӣ дар тадқиқот. Гузориши масъала ва усулҳои тадқиқ аз ҷониби роҳбари илмӣ пешниҳод карда шудааст. Ба ғайр аз ин роҳбари илмӣ ба муаллифи рисола кӯмаки машваратӣ расонидааст. Натиҷаҳои асосии кори диссертатсионӣ, ки дар банди «Навоварии илмӣ» оварда шудаанд, шахсан аз ҷониби муаллиф ба даст оварда шудаанд.

Мутобиқати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ (бо рамзи ихтисос ва соҳаи тадқиқот). Кори диссертатсионӣ аз рӯи ихтисоси 6D070500 – Моделсозии риёзӣ ва компютерӣ (6D070501 – Таъминоти математикӣ ва барномавии мошинҳои ҳисоббарор, муҷтамаъҳо ва шабакаҳои компютерӣ) иҷро карда шуда, фасли таъминоти барномавӣ ба мавзӯи илмии шӯъбаи математикаи амалии Институти математикаи АМИТ ба номи А.Ҷӯраев мувофиқат мекунад.

Тасвиб ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия. Натиҷаҳои асосии диссертатсия дар семинарҳо ва конференсияҳои зерин муҳокима гардидаанд:

- семинари шӯъбаи математикаи амалӣ ва механика ва семинари умумиинститути Институти математикаи ба номи А.Ҷӯраевӣ АМИТ (Душанбе, солҳои 2020-2022);

•семинари Маркази рушди инноватсионии илм ва технологияҳои нави АМИТ “Таҳлили касрӣ ва татбиқи он” таҳти роҳбарии академики АМИТ, профессор М.Илолов (Душанбе, солҳои 2019-2022);

•семинари кафедраи таҳлили функционалӣ ва муодилаҳои дифференсиалии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон таҳти роҳбарии профессор Г.Чангибеков;

•конференсияи илмии байналмилалӣ «Воронежская зимняя математическая школа С.Г. Крейна – 2020». (Воронеж, 26-31 январи соли 2020);

•конференсияи илмӣ-амалии ҷумҳуриявӣ «Муаммоҳои муосири назарияи муодилаҳои дифференсиалӣ» (Душанбе, 26 сентябри соли 2020);

•конференсияи илмӣ-амалии ҷумҳуриявӣ «Масъалаҳои канорӣ барои баъзе синфҳои муодилаҳои дифференсиалӣ» (Душанбе, 4 декабри соли 2021).

Интишорот аз рӯи мавзӯи диссертатсия. Мазмуни асосии тадқиқоти диссертатсионӣ дар 13 мақолаи илмӣ, аз ҷумла 9 мақола дар нашрияҳои аз ҷониби КОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Федератсияи Россия тавсияшуда нашр гардидаанд. Дар асоси натиҷаҳои тадқиқот 1 Шаҳодатнома дар бораи бақайдгирии давлатии захираи иттилоотӣ гирифта шуд.

Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия. Диссертатсия аз муқаддима, 4 боб, феҳристи адабиёти истифодабурдашуда аз 120 номгӯй, ҳамагӣ 211саҳифаи компютери ро дарбар гирифта, дар барномаи Microsoft Word ҳуруфчинӣ шудааст. Барои осонии кор дар диссертатсия рақамгузори секаратаи бобҳо, зербобҳо ва бандҳо қабул карда шудааст, ки рақами якӯм ба рақами боб, рақами дуюм ба рақами зербоб ва рақами сеюм ба рақами банд мутобиқат мекунад.

ҚИСМИ АСОСИИ ТАДҚИҚОТ

Мавод ва усулҳои тадқиқот. Маводи тадқиқот аз таҳлили илмии шабакаҳои маҳаллии компютерӣ ва татбиқи онҳо дар ташкилот, истифодаи онҳо аз ҷониби шахсони воқеӣ ва ҷанбаҳои иҷтимоии истифодаи ин шабакаҳо, таҷҳизот ва нармафзори онҳо, инчунин, низоми иттилоотиву иртиботӣ ва идоракунии шабакаҳои компютерӣ дар донишгоҳҳо иборат мебошад. Дар рисола моделҳои риёзии шабакаҳои маҳаллии компютерӣ, аз ҷумла низоми идоракунии стохастикӣ чунин шабакаҳо ва масъалаи ҳифзи шабакаҳои компютерӣ аз коди зараровар низ мавриди тадқиқ қарор гирифтаанд.

Усулии асосии тадқиқот амсиласозии ахборотӣ ва риёзӣ маҳсуб мешавад.

Натиҷаҳои тадқиқот. Мазмуни мухтасари натиҷаҳои асосии илмиро, ки дар бобҳо ва параграфҳои рисола нақл карда шудаанд, оварда мешаванд.

Дар **муқаддима** мубрамият ва моҳияти мавзӯи рисола, мақсад ва натиҷаҳои асосии бадастомада нишон дода шудаанд. Навигариҳои асосӣ ва мӯҳтавои натиҷаҳои ба ҳимоя пешниҳодшуда муаррифӣ гардидаанд.

Боби якум ба таҳлили сарчашмаҳои библиографии истифодашуда бахшида шудааст. Маводҳои библиографии истифодашударо метавон ба ду гурӯҳ ҷудо намуд. Гурӯҳи аввал он сарчашмаҳое ҳастанд, ки дар онҳо аз боби сахтафзор ва нармафзори шабакаҳои компютерӣ сухан меравад. Масъалаи хеле мураккаби гурӯҳбандии чунин манбаъҳо бомувафакқият ҳал карда шудааст. Гурӯҳи дуюми маводҳои библиографӣ ба масъалаҳои моделсозии риёзии шабакаҳои компютерӣ бахшида шудааст. Дар инҷо маводи библиографӣ нисбатан камтар ба назар мерасад, вале ҷустуҷӯи ҷузъии натиҷаҳои олимон, ки дар давоми чандин даҳсола ба ин самти илм машғул мебошанд, кори хеле пурмашаққат ва нозук мебошад. Ба муаллифи диссертатсия муяссар шудааст, ки аз ӯҳдаи ин кори хеле печида барояд ва ба натиҷаҳои хуб муваффақ шавад.

Боби дуюми диссертатсия ба таҳлили ҳамаҷонибаи шабакаҳои компютерӣ бахшида шудааст. Дар **параграфи 2.1**, **боби 2** масоили татбиқи шабакаҳои компютерӣ дар ташкилот, истифодаи ин шабакаҳо аз ҷониби шахсони воқеӣ, шабакаҳои бесим ва ҷанбаҳои иҷтимоии истифодаи шабакаҳои компютерӣ мавриди таҳлилу тадқиқ қарор гирифтаанд. Имрӯзҳо, фаъолияти ҳар гуна ширкат, новобаста аз андозаи он, бе дастрасӣ ба маълумоте, ки дар шакли электронӣ пешниҳод шудааст, ғайриимкон аст. Ширкатҳои хурд ва калон ба иттилооти компютерӣ вобастагии зич доранд. Аксарияти ширкатҳо дорои хислатҳои истеъмолкунанда ҳастанд, яъне ба монанди иттилооти маҳсулот, барӯйхатгирӣ, ҳисоботи молиявӣ, маълумоти андоз ва ғайраҳо дар шабака дастрас мебошанд. Агар тасодуфан ҳамаи компютерҳои ягон бонк, ҳатто бонки калонтарин, ногаҳон аз кор бароянд, дар якҷанд дақиқа бонк муфлис мешавад. Истеҳсоли имрӯзаи компютерӣ бо истифодаи компютерҳо дар ин ҳолат ҳатто дар якҷанд сония давом намекард.

Дар ширкатҳои хурд, ҳамаи компютерҳо одатан дар як офис ё дар ҳолатҳои алоҳида метавонанд дар як бино ҷамъ оянд. Агар мо дар бораи ширкатҳои калон сухан меронем, онҳо таҷҳизоти компютерӣ ва кормандони онҳо метавонанд дар даҳҳо идораҳо дар кишварҳои гуногун пароканда шаванд. Бо вучуди ин, фурушанда, ки дар Нью-Йорк ҷойгир аст, метавонад дархост қабул кунад ва феврал дар бораи моле, ки дар анбори Сингапур

мавчуд аст, маълумот диҳад. Барои пайваст кардани шабакаҳое, ки дар ҷойҳои гуногун ҷойгир шудаанд, шабакаҳое, ки VPN (Virtual private network - Шабакаҳои хусусии виртуалӣ) номида мешаванд, метавонанд истифода шаванд. Ба ибораи дигар, қорбар аз масофаи 15 ҳазор километр аз захираи маълумотҳои физикӣ дуртар қобилияти дастрасии ин маълумотро маҳдуд намекунад. Онгоҳ мумкин аст, ки ба сифати яке аз ҳадафҳои таъсисдиҳии шабакаҳои компютерӣ аз байн бардоштани «истибдоди ҷуғрофӣ» баромад кунад.

Роҳи осонтарини тасаввур кардани системаи иттилоотии ширкат ҳамчун иттилооти маҷмӯи як ё якчанд маҳзани маълумот дар бораи ширкат ва шумораи муайяни қорбароне ба таври ғайрирасмӣ мебошад. Дар ин ҳолат, маълумот дар компютери пурқудрат ҷойгир шудааст, ки сервер номида мешавад. Бисёр вақт сервер дар як ҳуҷраи алоҳида ҷойгир шудааст ва аз тарафи мудирӣ система назорат мешавад. Аз тарафи дигар, компютерҳои қорбарон метавонанд қамқувват бошанд, онҳо дар шабака ҳамчун мизочҳо муайян карда мешаванд ва метавонанд дар шумораи зиёд ҳатто дар як офис ҷойгир бошанд ва дастрасӣ ба иттилоот ва барномаҳои дар сервер сабтшуда дошта бошанд. Дастрасии интернетӣ ба истифодабарандагони шабакаҳои ҳонагӣ бо пайвастшавӣ ба компютерҳои дур шароити мусоид фароҳам овард. Ба монанди ширкатҳои мобилӣ, истифодабарандагони шабакаҳои ҳонагӣ метавонанд ба иттилоот дастрасӣ дошта бошанд, бо дигар одамон муошират кунанд, хариду фурӯш ва истифодаи хизматрасониҳоро ба тариқи тичорати электронӣ харидорӣ кунанд. Хизмати асосӣ ҳоло аз пайвастан бо берун аз ҳона мебошад. Боб Меткалф, ихтироғари Ethernet, арзёбӣ кардааст, ки арзиши шабака мутаносиб ба майдони шумораи истифодабарандагон мебошад. Ин гипотеза ҳамчун "Қонуни Меткалф" маъруф аст. Он мефаҳмонад, ки чӣ гуна маъруфияти фаровони Интернет аз андозаи он фарқ мекунад.

Соҳаи дигаре, ки пешгӯӣ шуда буд, бозорҳои электронӣ мебошад. Музоядаҳои интернетӣ, ки барои фурӯши ашёҳои истифода бурда мешаванд, ба шабакаҳои бисёрҷанбаи шабакавӣ табдил ёфтанд. Баъзе шаклҳои тичорати шабакавӣ оқибатҳои ногузирро пайдо карданд, ки дар ҷадвали 1 тасвир ёфтаанд.

Пайвастшавӣ ба Интернет хусусиятҳои мобилии муфидро медиҳад. Азбаски шабакаҳои оддӣ, ки дар он иттилоот тавассути симҳои интиқол дода мешавад, дар автомашина, кишти ё ҳавопаймо истифода намешаванд, одамон дар шабакаҳои бесим ҳавасмандии зиёд доранд. Шабакаҳои бесиме, ки ширкатҳои телефонӣ доранд, як намунаи маъмули шабакаҳои бесим аст, ки истифодаи телефони

мобилиро фароҳам меоранд. Намуди дигари шабакаи бесим барои компютерҳои мобилӣ нуктаҳои дастрасии бесим дар асоси стандарти WI-FI 802.11 мебошад. Онҳо дар ҳама ҷое, ки одамон мегузаранд, масалан дар қаҳвахонаҳо, меҳмонхонаҳо, фурудгоҳҳо, мактабҳо ва ҳавопаймоҳо истифода бурда мешаванд.

Ҷадвали 1. – Баъзе шаклҳои тиҷорати электронӣ

Нишондиҳанда	Номи пурра	Мисол
B2C	Тиҷорат ба муштари (Business-to-Consumer)	Фармоиш дар шакли on-line
B2B	Тиҷорат ба тиҷорат (Business-to-Business)	Истеҳсолкунандагон автомобилро аз таъминкунандагон фармоиш мекунанд
G2C	Давлат ба муштари (Government-to-Client)	Таксимоти форматҳо тавассути Интернет
C2C	Муштари ба муштари (Client-to-Client)	Хариди ашёҳои истифодашуда
P2P	Шабакаҳои дараҷаи баробар (Peer-to-Peer)	Дастрасии файлҳои мусиқӣ

Гарчанде ки компютерҳои мобилӣ ва шабакаҳои бесим алоқаманданд, аммо ин ҳамон як чиз нест. Ин дар ҷадвали 2 нишон дода шудааст. Шумо метавонед фаромӯш кунед, ки фарқияти байни шабакаҳои бесим ва мобилии бесим вучуд дорад. Ҳатто ноутбукҳо ба шабакаи мунтазами компютер пайваست мешаванд. Аз тарафи дигар, шабакаи бесим на дар ҳама ҷо ҳузур дорад. Дар хона, дар офисҳо ё меҳмонхонаҳо, ки ноқил надоранд, метавонанд ба компютерҳои мизии корӣ ё воситаҳои ахбори оммавӣ нисбат ба истифодаи технологияи симӣ аз бесим бештар истифода баранд.

Ҷадвали 2. – Маҷмӯи шабакаҳои бесим ва компютерҳои мобилӣ

Шабакаи бесим	Мобили	Истифода
Нест	Нест	Компютерҳои мизоч дар офисҳо
Нест	Ҳаст	Ноутбук дар ҳуҷраи меҳмонхона
Ҳаст	Нест	Шабакаҳо дар биноҳои қадим, ки сим надоранд
Ҳаст	Ҳаст	Компютерҳои дастӣ, ки маълумоти маҳсулотро нигоҳ доранд

Дар параграфи 2.2 сухан дар бораи самти техникий рушди шабакаҳо меравад. Бояд қайд кард, ки як системаи ягонаи қабулшуда вучуд надорад. Ҳамзамон ду низоми муҳимтарин вучуд доранд – технологияи интиқол (интиқол аз нуқта ба нуқта ва паҳши васеъ) ва андозаи шабака. Дигар аломати таснифоти шабака – андозаи он мебошад. Андозаи шабакаҳо омили муҳими синфбандӣ мебошад, зеро технологияҳои гуногун дар шабакаҳои андозаи гуногун истифода мешаванд.

Дар расми 1 таснифоти системаҳои бисёрсоҳавӣ вобаста ба андозаи онҳо нишон дода шудаанд. Дар сатри боло чадвалҳои шабакаҳои шахсӣ, яъне шабакаҳои, ки барои як шахс таъин шудаанд, дохил мешаванд. Дигар дар чадвал, шабакаҳои васеътарро пайгирӣ карда мешавад. Онҳо метавонанд ба шабакаҳои маҳаллӣ, шаҳрӣ ва глобалӣ тақсим карда шаванд.

Масофа байни процессорҳо	Процессорҳо ҷойгиранд	Масалан
1 м	Дар як метри квадрати	Шабакаи шахсӣ
10 м	Ҳуҷра	
100 м	Бино	Шабакаи маҳаллӣ
1 км	Кампус	
10 км	Шаҳр	Шабакаи шаҳрдорӣ
100 км	Давлат	Шабакаи глобалӣ
1000 км	Континент	
10 000 км	Сайёра	Интернет

Расми 1. – Синфбандии системаҳои бисёрсоҳавӣ аз рӯи андоза

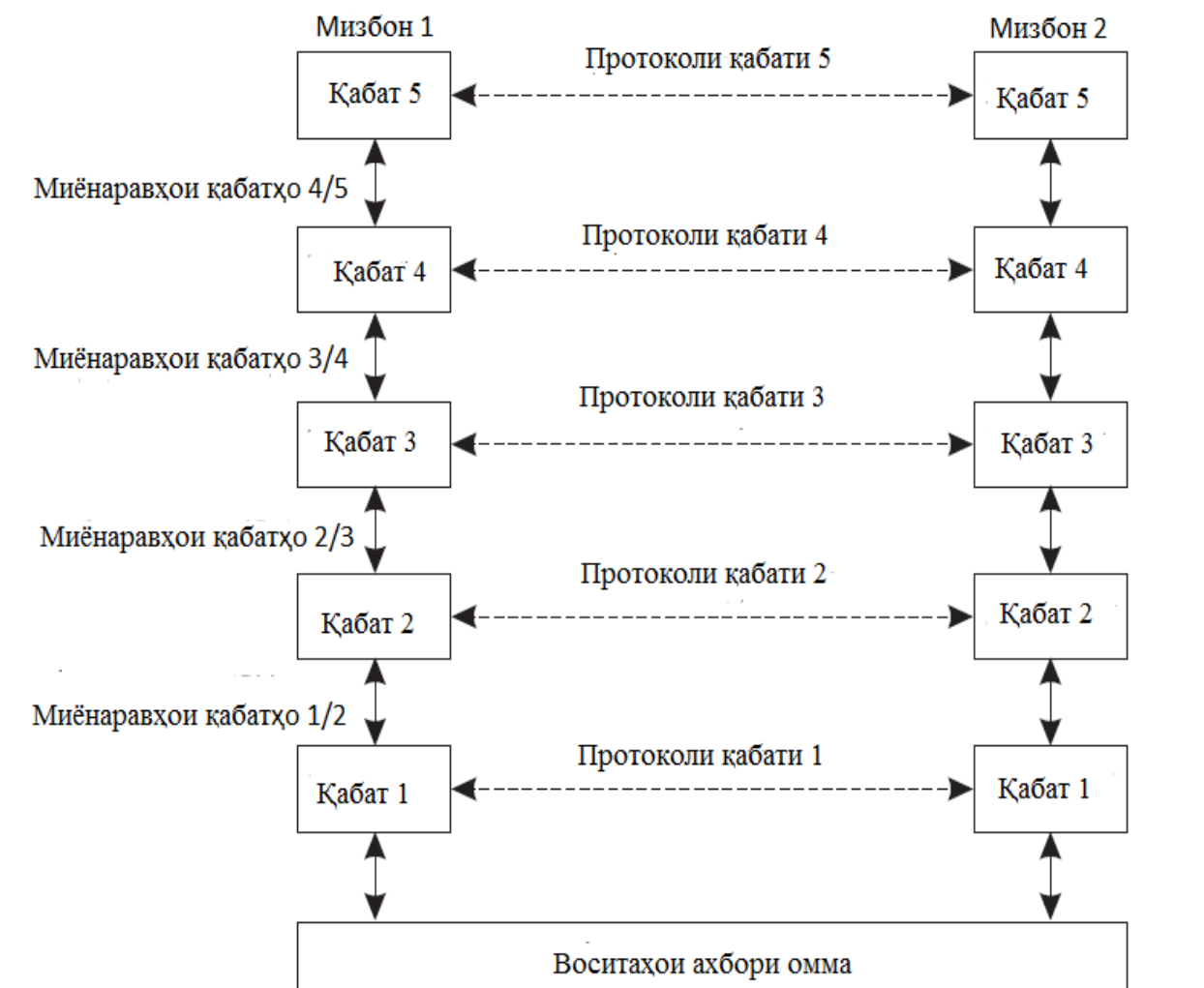
Параграфи 2.3 «Нармафзори шабакаҳои компютерӣ» таҳлили муфассали тартиботи протоколӣ ва барномасозии компютериро дарбар мегирад.

Расми 2 сохти шабакаи панҷарагиро дарбар мегирад. Объектҳои мувофиқро дар мошинҳои мухталиф доранд, ба ҳамсолон ё ҳамҷояҳои шабака даъват карда мешаванд. Онҳо бо истифода аз протокол сӯхбат мекунанд. Дар асл, маълумот аз сатҳи n як мошин ба сатҳи n аз мошини дигар фиристода намешавад. Ба ҷои ин, ҳар як сатҳ маълумот ва назоратро ба қабати поён то сатҳи ҳадди ақал бояд расонад. Дар маънои зерсатҳ, сатҳи физикӣ, ки дар он маълумот мубодила мешавад, фаҳмида мешавад.

Маҷмӯаи қабатҳо ва протоколҳо меъморӣ шабака номида мешавад. Меъёрҳои меъморӣ бояд дорои маълумоти кофӣ барои навиштани

нармафзор ё таҳияи сахтафзор барои ҳар як сатҳ бошанд, то ки онҳо ба талаботи протокол ҷавобгӯ бошанд.

Дар **параграфи 2.4** сухан дар бораи моделҳои меъморӣ шабакаҳо, ки як наъми моделҳои ахбороти мебошанд, меравад.



Расми 2. – Сатҳҳо, протоколҳо ва интерфейсо

Асосан ду наъми моделҳои меъморӣ OSI (Open System International Model) ва TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) таҳлил карда шудаанд.

Намунаи OSI (ба истисноии муҳити физикӣ) дар расми 3 нишон дода шудааст. Ин модел дар асоси пешниҳоди Ташкилоти Байналхалқии Стандарти (ISO-International Standardisation Organisation) асос ёфтааст ва қадами нахустин дар самти стандартизатсияи байналмилалӣ протоколҳост, ки дар сатҳҳои мухталиф истифода мешаванд. Он дар соли 1995 эҷод карда шуд. Ин сохтори модели мураккаби ISO-и системаҳои кушодаи OSI мебошад, зеро он системаҳои кушодро пайваस्त мекунад, яъне системаҳо барои

муошират бо системаҳои дигар кушода мешаванд. Барои сабуки, мо ин моделро танҳо «модели OSI» ном хоҳем бурд.

Боби 3-и рисола ба таҳлили системаҳои иттилоотиву иртиботӣ ва идоракунии фаъолияти шабакаҳои компютерӣ дар донишгоҳҳо ва зерсохторҳои онҳо бахшида шудааст.

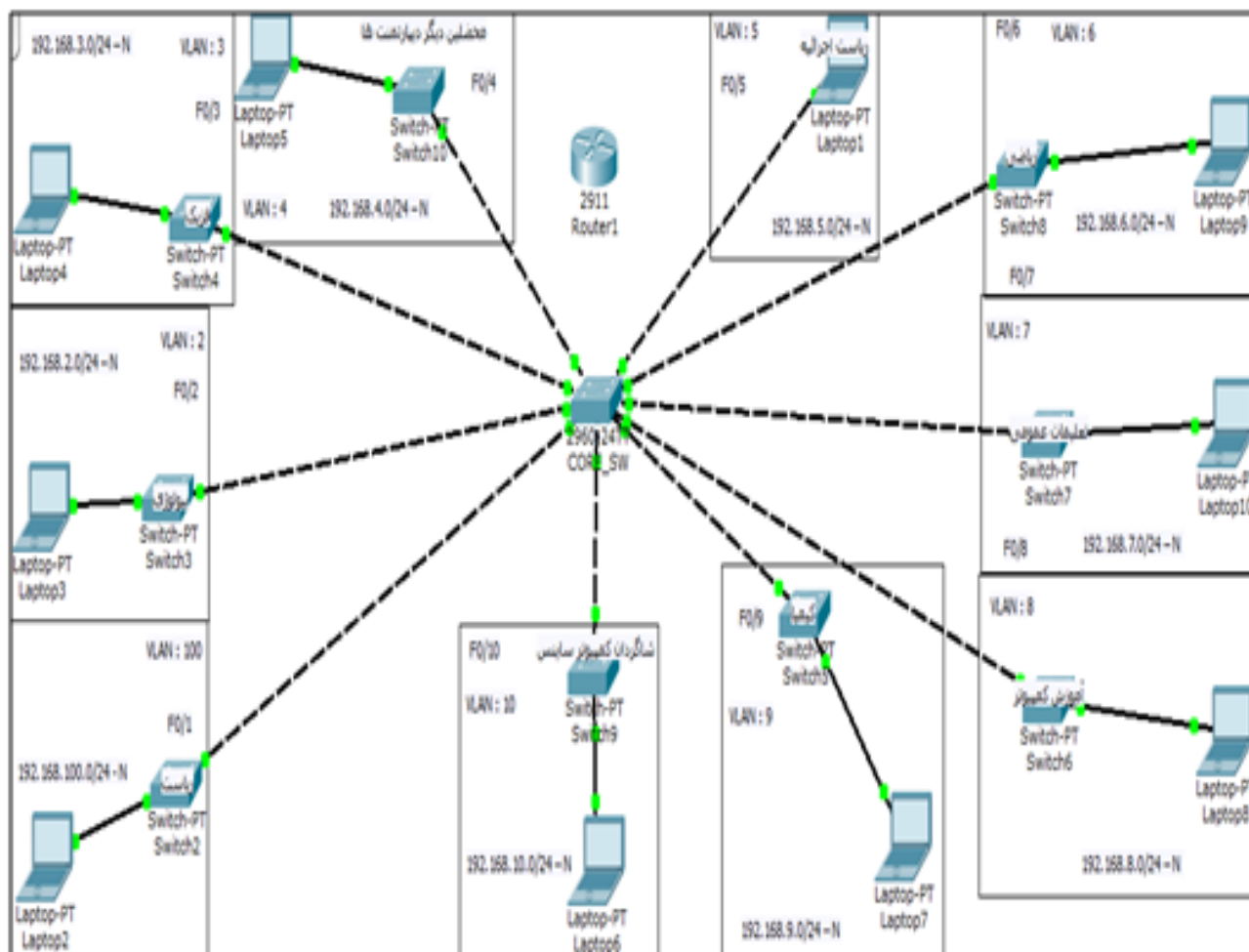
Асоси концептуалии системаро дизайни шабака ва муаррифии намудҳои гуногуни кабели шабакавӣ ташкил медиҳанд. Барои роҳандозии чунин шабакаҳо дар рисола барномаи компютерии CISCO Packet Tracer пешниҳод шудааст.



Расми 3. – Модели маълумотномаи OSI

Шабакае, ки мо месозем, мувофиқ ба талаботи факултет аст. Қобили зикр аст, ки дар ин рисола мо барномаи (Cisco packet tracer)-ро барои муаррифии шабака истифода мебарем. Дар қадами аввал, мо портҳои марказии худро ба шӯъбаҳо, роҳбарон ва баъд ба синфхонаҳо тақсим мекунем. Тасвири шабакаҳои факултави дар расми 4 оварда шудааст.

Ҳар як дастгоҳ дорои системаи амалиётӣ мебошад, ки метавонад барои танзими бахшҳои гуногун истифода шавад. Барои иҷрои кори маъмури, бояд интерфейси корбарии системаи пардозандаро истифода бурд, ки он дар IOS (Internetwork Operating System, Системаи оператсионии байнишабакавӣ) ҳамчун муҳити матнӣ бо номи CLI (Command line interface, Интерфейси сатри фармон) дода мешавад. Дар асл, CLI муҳити матнӣ аст. Бо ворид кардани фармон, метавон қисмҳои гуногуни дастгоҳро идора кард.



Расми 4. – Тасвири шабака

Дастрасӣ ба CLI бо роҳҳои зерин сурат мегирад:

1. Telnet (telecommunications network, шабакаҳои телекоммуникатсионӣ), дар корбарии Cisco онро одатан VTU (Virtual Terminal, Терминали виртуалӣ) меноманд.
2. TFTP (Trivial File Transfer Protocol, Протоколи интиқоли файлҳои хурд).
3. SNMP (Simple Network Management Protocol, Протоколи содаи идоракунии шабака).

4. Web Browser (Веб-браузер).

Ҳама фармонхое, ки дар CLI кор мекунад, ба се категорияи гуногун дохил мешаванд, ки ҳар яки онҳо ба қорбар маҷмӯи қобилиятҳоро медиҳанд. Ба ин категорияҳо дохил мешаванд:

Шабаккаи виртуалии маҳаллӣ VLAN (Virtual Local Area Network) воқеан як LAN-и маҷозӣ аст, ки аз маҷмӯи портҳо дар як коммутатор ё шумораи коммутаторҳое иборат аст, ки мантиқан домени мустақили паҳши барнома мебошанд. Аз ин рӯ, ҳадафи эҷоди VLAN-ҳо ҷудо кардани доираи доменҳои Broadcast аст. Дар асл, агар мо хоҳем, ки паҳши як гурӯҳи компютерҳоро ба гурӯҳи дигар дар VLAN ва дар қабати 2 ё коммутаторҳо маҳдуд кунем. Мо бояд VLAN-ро истифода барем. VLAN шабакаки моро ба мантиқҳо ҷудо мекунад, то мо тавонем хидматҳои беҳтареро пас аз ҷудошавӣ таъмин кунем ва VLAN инчунин сатҳи амнияти шабакаки маҳаллии моро баланд мекунад.

Дар боби 4 амсиласозии баъзе масъалаҳои шабакаҳои компютерӣ мавриди тадқиқ қарор гирифтааст.

Параграфи 4.1 системаи идоракунии хаттии стохастикӣ ва татбиқи онро дар низоми шабакаҳои компютерӣ дарбар мегирад.

Гузориши масъала. Масъалаи идоракунии стохастикиро таҳия мекунем. Системаи охирченакаи муодилаҳои стохастикии фарқии зеринро дида мебароем

$$x(t+1) = \Phi x(t) + \Gamma u(t) + v(t), \quad (1)$$

$$y(t) = \Theta x(t) + e(t), \quad (2)$$

ки дар он $t \in \mathbb{Z}$ (\mathbb{Z} маҷмӯи ададҳои бутун), x вектори $(n \times 1)$ – ченакаи ҳолат ва u вектори $(p \times 1)$ ченакаи тағирёбандаҳои идоракунии мебошад, y вектори $(r \times 1)$ – ченакаи сигналҳои баромад ва $\{v(t), t \in \mathbb{Z}\}$, $\{e(t), t \in \mathbb{Z}\}$ – пайдарпаии тағирёбандаҳои тасодуфӣ бо арзиши миёнаи сифрӣ ва матритсаҳои ковариантии зерин

$$\begin{cases} Cov [v(t), v(t)] = R_1, \\ Cov [v(t), e(t)] = 0, \\ Cov [e(t), e(t)] = R_2, \end{cases} \quad (3)$$

мебошанд.

Матритсаҳои Φ , Γ , Θ , R_1 ва R_2 метавонанд аз вақти t вобаста бошанд. Бигзор минбаъд $e(t)$ ва $v(t)$ аз $x(t)$ вобаста набошад ва ҳолати ибтидоии $x(t_0)$ нормалӣ аст,

$$\begin{cases} Mx(t_0) = m \\ \text{Cov}[x(t_0), x(t_0)] = R_0 \end{cases} \quad (4)$$

дар инҷо ба воситаи Минтизороти математикӣ ифода карда шудааст.

Бигзор инчунин R_0 ва R_1 – матритсаҳои ғайриманфии муайяншуда ва R_2 – матритсаи мусбат муайяншуда мебошанд.

Амали системаи (1), (2) бо функсияи талафоти скалярии зерин

$$l = x^T(N)Q_0x(N) + \sum_{t=t_0}^{N-1} [x^T(t)Q_1x(t) + u^T(t)Q_2u(t)], \quad (5)$$

тавсиф мешавад.

Дар ин ҷо матритсаҳои Q_0 ва Q_1 симметрӣ ва ғайри манфӣ муайяншуда мебошанд, матритсаи Q_2 мусбат муайяншуда ҳисобида мешавад. Ҳама матритсаҳои Q_i , $i = 0,1,2$ метавонанд аз вақт вобаста бошанд.

Функсияи талафот (ё функционали сифат) l (5) тағирёбандаи стохастикӣ (бузургии тасодуфӣ) мебошад ва аз ин рӯ, мустақиман муайян кардани он ки арзиши ҳадди ақали l чӣ маъно дорад, ғайриимкон аст. Масалан, мо метавонем тахмин кунем, ки l_1 хурдтар аз l_2 аст, агар $l_1 < l_2$ бо эҳтимолияти 1, агар $\max_{\omega} l_1(\omega) < \max_{\omega} l_2$ ё $Ml_1 < Ml_2$ бошад. Дар ин рисола мо ҳамчун меъёри интизории математикии функсияи талафоти зеринро интихоб хоҳем кард

$$Ml = M \left\{ x^T(N)Q_0x(N) + \sum_{t=t_0}^{N-1} x^T(t)Q_1x(t) + u^T(t)Q_2u(t) \right\}. \quad (6)$$

Ҳамин тариқ, масъалаи идоракунии стохастикиро метавон ба таври зерин ифода кард.

Масъалаи 1. Стратегияи мақбули идоракунии системаро, ки бо муодилаҳои (1) ва (2) тавсиф шудааст, ёбед, ки критерияи (6)-ро минималӣ мекунад.

Барои баёни пурраи масъала, равшан кардан лозим аст, ки стратегияи идоракунии қобили қабул чӣ маъно дорад. Барои масъалаи идоракунии стохастикӣ, дар муқоиса бо детерминистӣ, нишон додани шартҳои ибтидоии

муайян кардани сигнали идоракунӣ хеле муҳим аст. Агар матрисаи Θ дар муодилаи (2) ба матрисаи воҳид ва $e(t) = 0$ баробар бошад, пас муодилаи (2) шакли зеринро мегирад

$$y(t) = x(t).$$

Ин маънои онро дорад, ки сигнал дар баромади система дар вақти t арзиши дақиқи вектори ҳолатро медиҳад, яъне дорои маълумоти мукамал дар бораи вазъ аст. Дар ин ҳолат, қонун ё стратегияи идоракунӣ функсияест, ки фазои ҳолати R^n -ро дар фазои тағирёбандаҳои идора R^p тасвир мекунад. Қайд мекунем, ки азбаски муодилаи (1) модели стохастикӣ ҳолатро ифода мекунад, гирифтани маълумоти иловагӣ дар бораи рафтори ояндаи система аз андозагирии гузашта имконнопазир аст.

Натиҷаҳо ҳамчун тасдиқоти асосии зерин таҳия карда мешаванд.

Теоремаи 1. Ҳалли масъалаи оптималии идоракунӣ барои ҳолати маълумоти нопурра бо стратегияи идоракунӣ дода мешавад.

$$u(t) = -L(t)\hat{x}(t),$$

$$L(t) = [Q_1 + \Gamma^T S(t+1)\Gamma]^{-1} \Gamma^T S(t+1)\Phi$$

$$\begin{aligned} S(t) &= \Phi^T S(t+1)\Phi + Q_1 L^T(t)[Q_2 + \Gamma^T S(t+1)\Gamma]L(t) = \\ &= [\Phi - \Gamma L(t)]^T S(t+1)\Phi + Q_1 = \\ &= [\Phi - \Gamma L(t)]^T S(t+1)[\Phi - \Gamma L(t)]^T + L^T(t)Q_2 L(t) + Q_1 \end{aligned}$$

$$S(N) = Q_0,$$

ки дар ин ҷо $\hat{x}(t)$ – миёнаи шартӣ буда, аз рӯи формулаи зерин ҳисоб карда мешавад

$$\hat{x}(t+1) = \Phi\hat{x}(t) + \Gamma Q(t) + K(t)[y(t) - Q\hat{x}(t)].$$

Талафоти миёнаи минималӣ аз рӯи формулаи зерин ҳисоб карда мешавад

$$\begin{aligned} \min Ml &= m^T S(t_0)m + \text{tr}S(t_0)R_0 + \sum_{t=t_0}^{N-1} \text{tr}S(t+1)R_1(t) + \\ &+ \sum_{t=t_0}^{N-1} \text{tr}P(t)L^T(t)\Gamma^T S(t+1)\Phi. \end{aligned}$$

Параграфи 4.2 тахти унвони “Принсипи максимуми Понтрягин дар масъалаи ҳифзи шабакаҳои компютерӣ аз коди зараровар” ба масъалаи ҳифзи шабакаҳои компютерӣ аз вирусҳо бахшида шудааст.

Ба мақсад мувофиқ мебуд, агар ҳангоми навишти модели риёзӣ аз истилоҳоти маъмули эпидемиологӣ истифода мебардем. Кулли фрагментҳои шабакаи компютерӣ дар лаҳзаи вақти t ба воситаи $N(t)$ ишора карда мешавад, ки он дар навбати худ ба се гурӯҳ чудо мешавад:

$S(t)$ – шумораи хостҳои сироятнашуда, ки ба сирояти вирус дар лаҳзаи вақти t ҳассос мебошанд; $I(t)$ – шумораи компютерҳои сироятшуда дар лаҳзаи вақти t ; $R(t)$ – шумораи хостҳо, ки ба коди зараровар ҳассос нестанд, яъне хостҳои ғайриҳассос дар лаҳзаи вақти t .

Ҳамин тарик

$$S(t) + I(t) + R(t) = N(t), t \in [0, T],$$

ки дар инҷо T – қимати собитшуда мебошад.

Функсияҳои идоракунии $u(t)$ ва $v(t)$ – ро ворид мекунем, ки чараёни иммунизатсия ва муолиҷаи компютерҳои ба вирус ҳассос ва сироятшударо дар воҳиди вақти t тасвир мекунанд.

Дар доираи ишораҳои дар боло овардашуда протсессии паҳншавии вирусҳо дар шабакаи компютерӣ бо ёрии системаи зерини муодилаҳои дифференсиалӣ ва шартҳои ибтидоӣ тасвир карда мешаванд:

$$\begin{cases} \frac{ds}{dt} = -\beta S(t)I(t) + bN(t) - \mu S(t) - u(t)S(t) + R(t), S(0) = S_0, \\ \frac{dI}{dt} = \beta S(t)I(t) - \mu I(t) - v(t)I(t), I(0) = I_0, \\ \frac{dR}{dt} = u(t)S(t) + v(t)I(t) - (\mu + \sigma)R(t), R(0) = R_0. \end{cases} \quad (7)$$

Дар инҷо коэффитсиенти β суръати паҳншавии коди зарароварро дар шабака ишора карда, b – параметрест, ки суръати афзоиши фрагментҳои нави таъти хавфро ифода мекунад, μ – коэффисенте мебошад, ки суръати доимии аз шабакаи катъшавии компютерро ба кайд мегирад, ин катъшавӣ бо ӯамлаи вирусӣ алоқаманд нест. Дар ташаккули намуди нави барномаи зараровар ӯифзи антивирусӣ фаъолият намекунад ва қисмат боз аз нав бо зудии сироятшавии σ осебпазир мегардад.

Функсияҳои $S(t)$, $I(t)$ ва $R(t)$ тағйирёбандаҳои фазавӣ ҳастанд. Масъалаи (7) системаи сарбаста бо функсияҳои $u(t)$ ва $v(t)$ мебошад, яъне он система бо бозгашт (бозхурд) аст.

Параметрҳои идорашавандаи он маҳдудиятҳои зерини (8)-ро, ки дар намуди нобаробариҳо дода шудаанд, қаноат мекунад:

$$u(t) \geq 0, v(t) \geq 0, u(t) + v(t) \leq U. \quad (8)$$

Дар инҷо U – норми максималии идоракунии аст, ки тавассути имкониятҳои технологӣ ва иқтисодӣ тасвир карда мешавад.

Иловадан, иҷрошавии шартҳои зеринро талаб мекунем: дар лаҳзаи охири вақти давраи баррасишаванда на камтар аз 80% компютерҳо ба сироят ғайрихассос мебошанд, яъне

$$0.8N(T) \leq R(T), \quad (9)$$

ки дар инҷо $N(T) = S(T) + I(T) + R(T)$ – шумораи умумии компютерҳо дар шабака дар лаҳзаи охири вақт мебошад.

Мақсади идоракунии аз ҷустуҷӯи минимуми функционали $J(u, v)$ дар маҷмӯи протсессҳои имконпазири (7), (9) бо маҳдудиятҳои нисбат ба идоракунии (8) мебошад:

$$J(u, v) = \int_0^T [cI(t) + \omega u(t)S(t) + \bar{\omega}v(t)I(t)]dt,$$

ки дар инҷо c – суръати нисбии зарар, ки аз ҷониби як воҳиди компютери сироятшуда расонида мешавад; ω – суръати миёнаи насбкунии барномаи таъминоти антивирусӣ, $\bar{\omega}$ – арзиши миёнаи муолиҷаи компютери сироятшуда мебошад.

Шартҳои қаноатии (3)-ро дар функционал бо ёрии функсияи ҷаримаӣ ба назар гирифта, ба функционали нав мегузарем

$$J(u, v) = \int_0^T [cI(t) + \omega u(t)S(t) + \bar{\omega}v(t)I(t)]dt + A[\max\{0; 0.8N(T) - R(T)\}]^2, \quad (10)$$

ки дар инҷо $A > 0$ – зарбшавандаи ҷаримаӣ мебошад.

Дар натиҷа, масъалаи идоракунии аз минимизатсияи функционали (10) иборат аст, ки аз ҷамъшавандаҳои интегралӣ ва терминалӣ тартиб ёфтааст ва маҳдудиятҳои (7) ва (8) дода шудаанд.

ХУЛОСАҲОИ АСОСӢ

1. Таҳлили сарчашмаҳои библиографӣ дар мавзӯи тадқиқшаванда ва ҷамъбасти таҷрибаи андӯхташуда дар самтҳои интиқол ва коркарди иттилоот дар шабакаҳои маҳаллии компютерӣ нишон дод, ки масъалаҳои хеле муҳим аз қабилӣ амсиласозии ахборотӣ ва риёзӣ ба қадри кофӣ омӯхта нашудаанд.

2. Бо мақсади таъмини додаси додашудаҳои аввалаи тақсимшуда дар шабака, ки бо муттаҳидкунии ҷойҳои кории автоматикунонидашудаи кормандони ташкилоту муассиса вобаста мебошанд, амсилаҳои нав пешниҳод шудаанд.

3. Тарзу усулҳои нави истифода аз топологияи базавии шабака пешниҳод гардидаанд.

4. Ҳали оптималии системаи идоракунии стохастикӣ фаъолияти шабакаҳои компютерӣ ёфта шудааст.

5. Раванди паҳншавии кодҳои вирусӣ дар асоси принципи Понтрягин омӯхта шуда, усули эпидемиологии мубориза бо кодҳои зараровар пешниҳод карда шудааст.

Муҳтавои асосии рисола дар қорҳои зерини муаллиф баён шудааст:

Мақолаҳо дар маҷаллаҳои илмӣ Рӯйхати ҚОА назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон.

[1–М] Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ. Шабакаҳои компютери маҳаллӣ истифодабарии онҳо/ Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ // Паёми Политехникӣ. Бахши Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия. –2020.– Т.4 (52) С. 26-27.

[2–М] Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ. Истифодаи шабакаҳои беноқил/ Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ // Паёми Донишгоҳи Технологии Тоҷикистон. –2020. – №3 (42) С. 91–96.

[3–М] Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ. Рушди шабакаҳои бесим ҳамчун воситаи назорат ва идоракунии системаҳои дурдаст / Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ // Паёми Донишгоҳи Миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ –2020. – Т.4. С. 40–46.

[4–М] Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ. Истифодаи шабакаҳо аз ҷониби шахси воқеӣ./ Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ // Паёми Донишгоҳи Омӯзгорӣ. –2020. – Т.5–6. № 1–2. С. 132–137.

[5–М] Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ. Шабакаҳои компютерӣ / Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ // Гузоришҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Шӯъбаи илмҳои ҷамъиятшиносии. –2020. – № 4 (012). С. 176-179.

[6–М] Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ. Шабакаҳои компютерӣ дар ташкилотҳо / Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ // Паёми Донишгоҳи омӯзгорӣ. – 2021. – Т. (11–12) № 3–4. С. 282-285.

[7–М] Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ. Оид ба системаи идоракунии хаттии стохастикӣ ва татбиқи он дар низоми шабакаҳои компютерӣ / Илолов М, Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ // Паёми Политехникӣ. Бахши Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия. – 2021. – Т.54. № 2. С. 27-34.

[8–М] Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ. Суроғасозии захираҳо дар мисоли Афғонистон/ Ахбори Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Шӯъбаи илмҳои ҷамъиятшиносии. –2021. – №.1(262). С. 77-81.

[9–М] Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ. Принципи максимуми понтрягин дар масъалаи ҳифзи шабакаҳои компютерӣ аз коди зараровар / Аҳмадӣ Ғ.С., Илолов М., Раҳматов Ҷ.Ш., Мардонов С.Ҷ // Паёми Политехникӣ. Бахши Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия. – 2022. – Т.57. № 1. С. 7-11.

Мақолаҳо дар маҷаллаҳои дигар

[10–М] Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ. Маърифии сахтафзорҳо дар шабака/ Муҳаққиқ. –2020. –№.2(47).С. 134-136.

[11–М] Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ. Шабакаҳои маълумотӣ (Data networks)/ Муҳаққиқ. –2018. –№.24(41).С. 147-150.

[12–М] Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ. Шабака мутасили(Работа В интернетe)/ Муҳаққиқ. –2018. –№.24(41).С. 151-154.

[13–М] Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ. Муаррифии сервисӣ ва анвои он дар шабакаҳои компютери/ Муҳаққиқ. –2017. –№. (32).С. 13-15.

Шаҳодатномаҳои муаллифӣ ва патентҳо

[14–М] Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ. ***Шаҳодатнома. Низоми иттилоотӣ ва иртиботии идоракунии фаъолияти шабакаҳои маҳаллии компютерӣ дар донишгоҳҳо*** / Аҳмадӣ Ғулом Саҳӣ // Шаҳодатнома дар бораи бақайдгирии давлатии захираи иттилоотӣ № 1202200498, ба феҳристи давлатии захираҳои иттилоотии Ҷумҳурии Тоҷикистон 04 июли соли 2022 дохил карда шудааст.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
ТАДЖИКИСТАНА
ТАДЖИКСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
АКАДЕМИКА М.С. ОСИМИ

УДК: 519.86

На правах рукописи



АХМАДИ Гулом Сахи

**НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО И
МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ
СЕТЕЙ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) –
доктор по специальности 6D070500 — Математическое и компьютерное
моделирование (6D070501 – Математическое и программное обеспечение
вычислительных машин, компьютерных комплексов и сетей)

Душанбе – 2022

Диссертация выполнена в отделе прикладной математики Института математики имени А.Джураева Национальной академии наук Таджикистана.

Научный руководитель	Илолов Мамадшо – академик Национальной академии наук Таджикистана, доктор физико-математических наук, профессор
Официальные оппоненты	Каландарбеков Имомёрбек – доктор технических наук, профессор кафедры промышленного и гражданского строительства Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими Кобилев Маъруф Махмудович – кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой информатики и информационных технологий Российско-Таджикского Славянского университета
Ведущая организация	Таджикский национальный университет

Защита состоится « 06 » 01 2023 года в «14:00» на заседании Диссертационного Совета 6D.KOA-049 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими по адресу: 734042, г. Душанбе, проспект академиков Раджабовых, 10.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной библиотеке Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими и посредством сайта [http: ttu.tj](http://ttu.tj).

Автореферат разослан « » _____ 2022 года в соответствии с утвержденным реестром.

Ученый секретарь
диссертационного совета
6D.KOA-049,
кандидат технических наук, дотсент



Султонзода Ш.М.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Актуальность темы исследования. Предметом исследования диссертации являются компьютерные сети. В нем приведена общая характеристика понятия компьютерной сети и его свойства, рассмотрена структура локальных компьютерных сетей и их классификация, дан анализ основных целей этих сетей и их топологии. Рассмотрена линейная стохастическая нестационарная система управления локальными компьютерными сетями, приведен анализ распространения эпидемии вируса и осуществлен выбор эпидемиологического метода в компьютерных сетях.

Научные исследования в области компьютерных сетей берут свое начало с 2001 года. Первые монографии и журнальные статьи написаны G.P.Agarwal, В.А.Forouzan, S.G.Gupta, A.S.Tannenbaum, А.С.Хасан, И.Азими. В этих публикациях рассматриваются основные понятия и научные методы организации глобальных компьютерных сетей и их топологии. Значительно меньшее число публикаций посвящены изучению местных (локальных) компьютерных сетей. Здесь следует упомянуть работы G. Bett Stetter, Chin Chun Lee, L.Hart, И.С.Фарамарз, Н.Мисок.

Предлагаемая диссертация посвящена исследованию одного направления местных компьютерных сетей на примере университетских компьютерных сетей. Полученные результаты изложены в опубликованных автором статьях ([А-1]-[А-13]). Автору диссертации удалось пролить свет на ряд трудных вопросов теории и предложить новые результаты в информационно – коммуникационных технологиях.

Степень научной разработанности исследуемой проблемы. Достоверные источники из числа монографий и научных статей J.Martin, W.Panek, J.M.Senior, Ф.Бободжона, М.Эхсона нашли дальнейшее развитие. Автор диссертации построил новую программу на языке C++ (CISCO), которая признана Национальным патентным центром Таджикистана как интеллектуальный ресурс и отмечена авторским свидетельством. Кроме того, в работе приведены две математические модели компьютерных сетей: линейная дискретная стохастическая нестационарная система управления компьютерными сетями, принцип Понтрягина в задаче защиты локальных компьютерных сетей от вредоносного вируса.

Цель исследования. Основная цель исследования, изложенная в диссертации, является информационное и математическое моделирование локальных компьютерных сетей. Полученные результаты отражают всесторонний анализ организации компьютерных сетей, их оборудования, топологии соединения элементов сети и математические модели функционирования компьютерных сетей.

Задачи исследования. В связи с целью исследования, следующие задачи нашли свое решение:

- анализ направления обмена и обработки информации в локальных компьютерных сетях, которые обеспечивают реальный переход к безбумажным технологиям;

- обеспечение обработки распределенных начальных данных в сети, которые связаны с объединением в сети автоматизированных рабочих мест всех сотрудников учреждения или организации;

- поддержка, принятие управленческих решений, которые обеспечивают сотрудников отделов управления и руководителей полной и оперативной информацией;

- организация работы электронной почты, которая является одним из видов локальной информации, и которая ознакомляет работников с необходимой информацией;

- разработка методов и принципов использования базовой топологии сети;

- нахождение оптимального решения стохастической системы управления для локальных компьютерных сетей;

- анализ процессов распространения вредоносных кодов и выбор эпидемиологического метода борьбы с ними;

Новизна научного исследования. В диссертационной работе получен ряд результатов важнейшие из которых приведены здесь:

- исследован социальный аспект локальных компьютерных сетей;

- изучен вопрос об оборудовании компьютерных сетей на персональном, локальном, региональном и глобальном уровнях;

- исследовано программное обеспечение (software) компьютерных сетей посредством протоколов, моделей и их архитектуры;

- разработана компьютерная программа на языке C++ для системы CISCO;

- разработана математическая модель стохастической системы управления и применена к местным компьютерным системам;

- найдено применение принципа максимума Понтрягина в задаче защиты сетей от вредоносных кодов.

Теоретическое и научно-практическое значение исследования. Результаты, приведенные в диссертации, находят свое применение при анализе современных технологий локальных компьютерных сетей.

На защиту вносятся следующие положения:

- направления автоматизации рабочих мест сотрудников учреждения и организаций;

- методы и принципы принятия управленческих решений с целью обеспечения полной и оперативной информации;
- организация оптимальной работы электронной почты;
- принципы оптимального использования топологий сети;
- оптимальное решение стохастической системы управления компьютерными сетями;
- анализ процесса распространения вирусных кодов и выбор эпидемиологического метода борьбы с ними.

Личный вклад соискателя научной степени в исследование. Постановка задачи и методы исследования предложены научным руководителем. Кроме того, научный руководитель оказал автору диссертации консультативную помощь. Основные результаты диссертационной работы, приведенные в разделе «Научной новизны» получены лично автором.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности (коду специальности и направления исследования). Диссертационная работа выполнена по специальности 6D070500 — Математическое и компьютерное моделирование (6D070501 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, компьютерных комплексов и сетей), раздел программное обеспечение соответствует научной тематике отдела прикладной математики Института математики им. А.Джураева НАН Таджикистана.

Апробация и применение результатов диссертации. Основные результаты диссертации обсуждены в следующих семинарах и конференциях:

- семинар отдела прикладной математики и механики и общеинститутском семинаре Института математики НАНТ им. А.Джураева (руководитель семинара академик НАНТ, доктор физико-математических наук, профессор Рахмонов З.Х., Душанбе, 2019-2022);

- семинар Центра инновационного развития науки и новых технологий НАНТ «Дробный анализ и его приложения» (руководитель семинара академик НАНТ, доктор физико-математических наук, профессор Илолов М., Душанбе, 2019-2022);

- семинар кафедры функционального анализа и дифференциальных уравнений Таджикского национального Университета (руководитель семинара доктор физико-математических наук, профессор Джангибеков Г., Душанбе, 2019-2022);

- международная научная конференция «Воронежская зимняя математическая школа С.Г.Крейна – 2020» (Воронеж, Россия, 26-31 января 2020 г.)

•научно-практическая республиканская конференция «Современные проблемы теории дифференциальных уравнений» (Душанбе, 26 сентября 2020 г.);

•научно-практическая республиканская конференция «Краевые задачи для некоторых классов дифференциальных уравнений» (Душанбе, 4 декабря 2021 г.).

Публикации по теме диссертации. Основное содержание диссертационного исследования опубликовано в 13 научных работах, в том числе, 9 статей в ведущих рецензируемых журналах из перечня ВАК при Президенте Республики Таджикистан. По результатам исследований получено 1 авторское свидетельство о государственной регистрации информационного ресурса.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, списка использованной литературы из 120 наименований и общий объем диссертации составляет 211 компьютерных страниц набранных в Microsoft Word. В диссертации используется трехразрядная нумерация глав, параграфов и пунктов, причем первое число соответствует номеру главы, второе номеру параграфа, а третье номеру пункта.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалы и методы исследования. Материалы исследования состоят из научного анализа локальных сетей и их применения в организациях, их использования со стороны физических лиц и социальные аспекты применения этих сетей, оборудование и программное обеспечение, а также, информационно-коммуникационные системы и управления компьютерных сетей в университетах. В диссертации проанализированы математические модели локальных компьютерных сетей, в частности, стохастическая система управления этими системами и их защиты от вредоносных кодов.

Основным методом исследования является информационное и математическое моделирование.

Результаты исследования. Приводим краткое содержание основных научных результатов изложенные в главах и параграфах диссертации.

Во введении даны актуальность и важность тематики диссертации, цели и основные результаты работы. Представлены основные результаты, вносимые на защите и их содержания.

Первая глава посвящена анализу библиографических источников. Исползованные библиографические источники можно разделить на две группы. К первой группе относятся те источники, в которых речь идет о программном обеспечении и технических основах компьютерной сетевой техники. Успешно решена сложная задача классификации таких источников.

Вторая группа библиографических источников состоит из монографий и журнальных статей, посвященных вопросам математического моделирования. Эта группа содержит меньше по количеству источники, однако конкретный поиск результатов, полученных в течении нескольких десятилетий, представляет собой довольно трудную задачу. По-видимому, автору диссертации удалось преодолеть эти трудности и достичь нужный результат.

Вторая глава диссертации содержит всесторонний анализ локальных компьютерных сетей. В **параграфе 2.1** второй главы рассматриваются вопросы применения компьютерных сетей в организациях, использования этих сетей со стороны физических лиц, беспроводные сети и их социальные аспекты.

В наши дни деятельность любой компании независимо от ее размера невозможно без доступа к информации, предложенной в электронной форме. Большие и малые компании теснейшим образом связаны с компьютерной информацией. Большинство компаний являются потребителями информации о продукции, инвентаризации, финансовой отчетности, налоговые сведения и другую информацию доступную в сети. Если по воле случая компьютеры некоторого банка, большого и маленького внезапно выходят из строя, то банк становится банкротом в течении пяти минут.

В небольших компаниях все компьютеры могут быть собраны в одном офисе или в отдельных случаях в одном здании. Однако, если мы говорим о больших компаниях, то компьютерное оборудование обычно расположено в десятках контор в различных странах. Несмотря на это, продавец, который находится в Нью-Йорке может принимать заказ и срочно представить информацию о товаре, который имеется в складе в Сингапуре. Для соединения сетей, расположенных в разных местах, используются сети VPN (Virtual private network – частные виртуальные сети). Другими словами, делопроизводитель, находящийся на расстоянии 15 тысяч км. от физического ресурса информации способен выполнять свою работу.

Он может выступить в качестве одного из инициаторов разработки компьютерных сетей, чтобы преодолеть «географическое неравенство».

Самый легкий путь понимания информационной системы компании состоит в множественной информации одного или нескольких источников данных о компании и неофициальные данные о количестве работников. В таком случае, сведения собраны в мощном компьютере, который называется сервером. Часто сервер располагается в одной отдельной комнате и управляется главным системным сотрудником компании. С другой стороны, компьютеры обычных сотрудников могут быть определены как клиенты и могут быть маломощными, они в компании могут быть определены как клиенты и могут быть расположены в большом количестве в одном офисе.

При этом они имеют доступ к информации и программам, записанным на серверах.

Доступ к интернету создал хорошие условия для пользователей домашних сетей через соединение с удаленными компьютерами. Подобно мобильным компаниям пользователи домашних сетей могут иметь доступ к информации, могут общаться с другими, провести куплю-продажу через электронную торговлю и пользоваться услугами.

Создатель Ethernet, Боб Метклаф пришел к выводу, что стоимость сети пропорциональна количеству ее пользователей. Эта гипотеза известна, как «закон Метклаф»-а. Он объясняет, что популярность интернета отличается от его размеров. Другая область, которая была предсказана, является электронные рынки. Интернет-аукционы, которые используются для продажи вещей, превратились в многосторонние сети. Некоторые формы сетевой торговли имеющие неотвратимые последствия приведены в таблице 1.

Соединение с интернетом дает полезные мобильные особенности. Поскольку простые сети, в которых информация передается посредством провода не используется в автомобилях, кораблях и самолетах, то люди заинтересованы в беспроводных сетях. Беспроводные сети, которыми мобильные телефонные компании представляют собой один из видов беспроводных сетей. Другой вид беспроводной сети для мобильных компьютеров являются точки беспроводного доступа на основе стандарта WI-FI 802.11. Такие беспроводные сети используются везде, где находятся люди, в кафе и ресторанах, гостиницах аэропорту, в школах и т.д.

Таблица 1. – Некоторые формы электронной торговли

Показатель	Полное наименование	Пример
B2C	Бизнес с потребителем (Business-to-Consumer)	Заказ в форме онлайн
B2B	Бизнес с бизнесом (Business-to-Business)	Снабженцы обеспечивают производителей автомобилей заказами
G2C	Государство с клиентом (Government-to-client)	Распределение заказов через интернет
C2C	Клиент с клиентом (Client-to-Client)	Покупка вещей бывших в употреблении
P2P	Равностепенные сети (Peer-to-Peer)	Доступность музыкальных файлов

Несмотря на то, что мобильные компьютеры и беспроводные сети взаимосвязаны, они все же отличаются друг от друга. Эти различия указаны в таблице 2. С другой стороны, беспроводные сети не везде имеют место.

Таблица 2. – Совокупность беспроводных сетей и мобильные компьютеры

Беспроводная сеть	Мобильная сеть	Использование
Нет	Нет	Компьютер клиента в офисе
Нет	Есть	Ноутбук в номере гостиницы
Есть	Нет	Сети в старых зданиях в которых нет провода
Есть	Есть	Ручные компьютеры, которые имеют сведения о продукции

В параграфе 2.2 речь идет о техническом направлении развития сетей. Надо отметить, что не существует единой принятой системы. На данном этапе времени имеются две важнейшие системы – технология переноса (перенос из одной точки в другую и широкополосное вещание) и размер сети.

Размер сети является важным фактором распределения по группам, так как разные технологии используются в сетях разного размера. В таблице 3 показана классификация многоотраслевых систем в зависимости от их размера. В верхней строке включены персональные сети. Далее в таблице показаны более широкие сети. Их можно разделить на локальные, городские и глобальные сети.

Параграф 2.3 посвящен программному обеспечению (soft) и содержит подробный анализ протокольного порядка и компьютерных программ. В рисунке 1. продемонстрировано виртуальное общение (пунктирные линии) и физическое общение (сплошные линии) среди пользователей.

Расстояние между процессорами	Установленные процессоры	Пример
1 м	в 1 м ²	персональные сети
10 м	в комнате	локальные сети
100 м	в здании	локальные сети
1 км	в кампусе	локальные сети
10 км	в городе	городские сети
100 км	в государстве	глобальные сети
1000 км	на континенте	глобальные сети
10000 км	на планете	Интернет

Рисунок 1. – Классификация многоотраслевых систем по размерам

Множество слоев и протоколов называется архитектурой сети. Архитектурные нормы должны иметь достаточную информацию для описания и разработки soft-а для каждого уровня, чтобы соответствовать требованиям протокола.

В параграфе 2.4 речь идет об архитектурных моделях сетей, которые представляют собой один из разновидностей информационных моделей. В основном, рассматриваются два вида архитектурных моделей – OSI (Open System International Model) и TCP/IP (Transmission Control Protocol / International Protocol). Образец OSI (за исключением физической среды) приведен в рисунке 2. Данная модель основана на предложении Международной организации стандартов (ISO – International Standardization Organization) и является первичным шагом в направлении международной стандартизации протоколов. Оно является примером открытой системы.

Третья глава диссертации посвящена анализу информационно-коммуникационных систем и управление деятельностью компьютерных сетей в университетах и их подразделениях. Концептуальную основу системы составляют дизайн сети и представление различных видов сетевых кабелей. Для реализации таких сетей в диссертации предложена компьютерная программа CISCO Packet Tracer.

Построенная здесь сеть отвечает требованиям факультета. Следует отметить, что в диссертации программа CISCO Packet Tracer используется для представления сети. На первом шаге центральные порты распределяются между отделами (кафедрами, руководством факультета, а затем аудиториям). Представление факультетной сети приведено в рисунке 4.

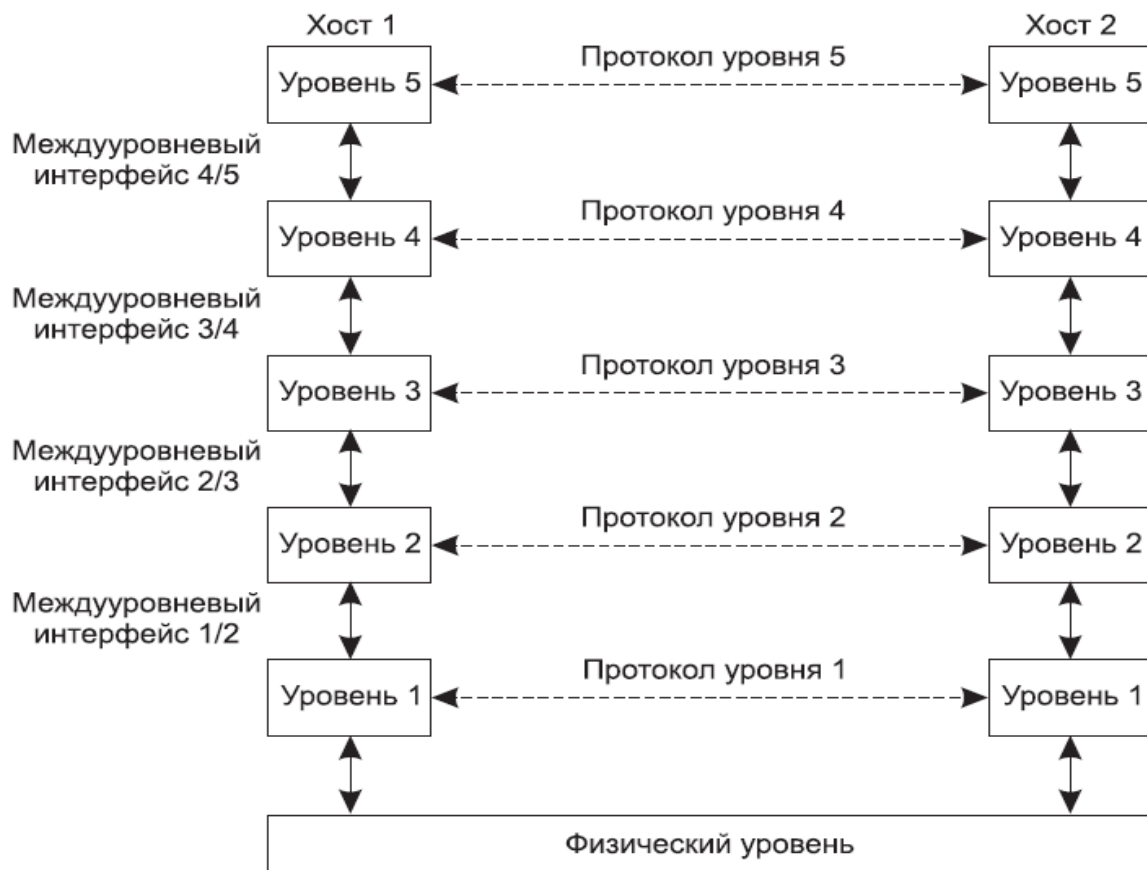


Рисунок 2. – Слои, протоколы и интерфейсы

Виртуальная локальная сеть VLAN (Virtual Local Area Network) в реальности является абстрактным LAN и состоит из множества портов в каждом коммутаторе или в нескольких коммутаторах, которые логически являются автономным доменом вещания. В этом смысле, целью разработки VLAN-ов состоит в разделении круга доменов Broadcast. На самом деле, если мы хотим, чтобы вещание из группы компьютеров в другую ограничить, то мы должны использовать VLAN.

VLAN разделяет нашу сеть на регионы так, чтобы мы смогли улучшить качество обслуживания после этого разделения. VLAN также способствует повышению уровня безопасности сети.

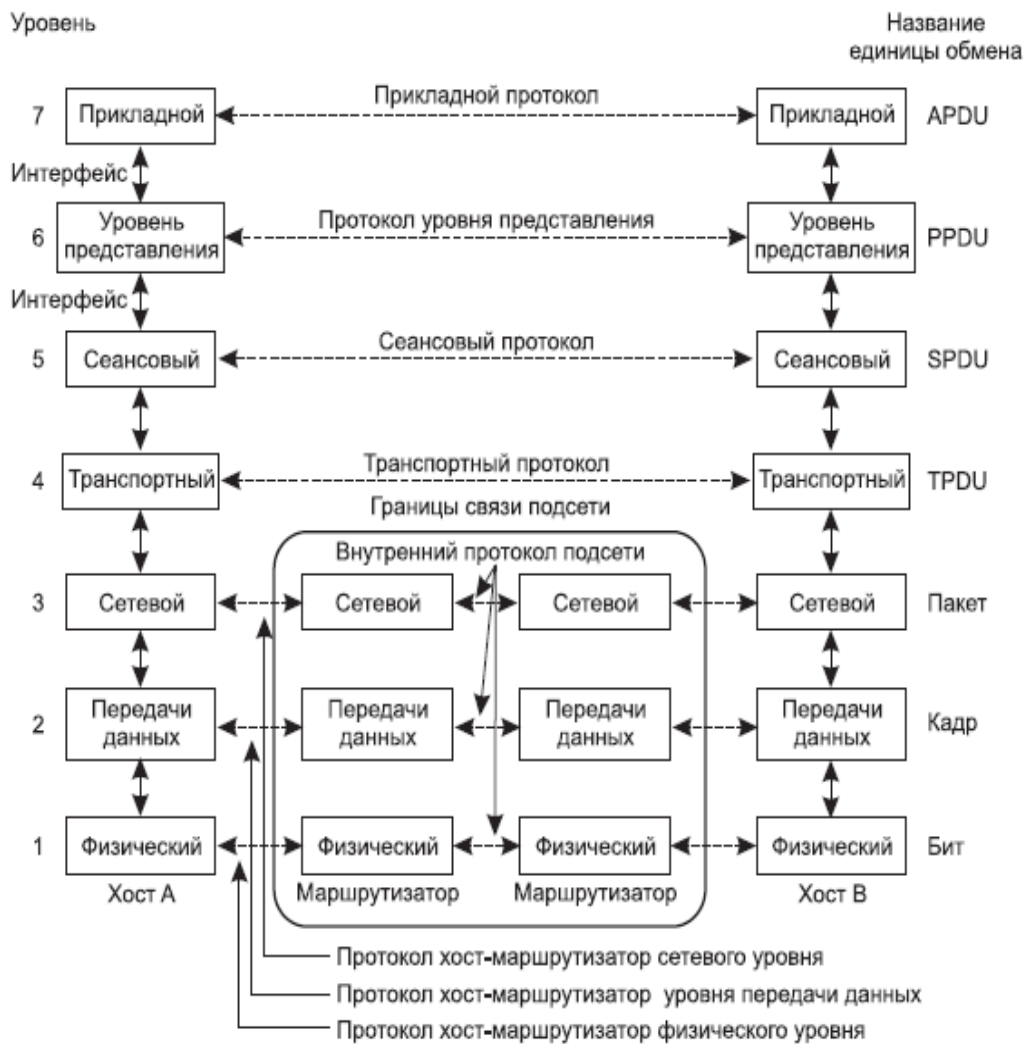


Рисунок 3. – Сводная модель OSI

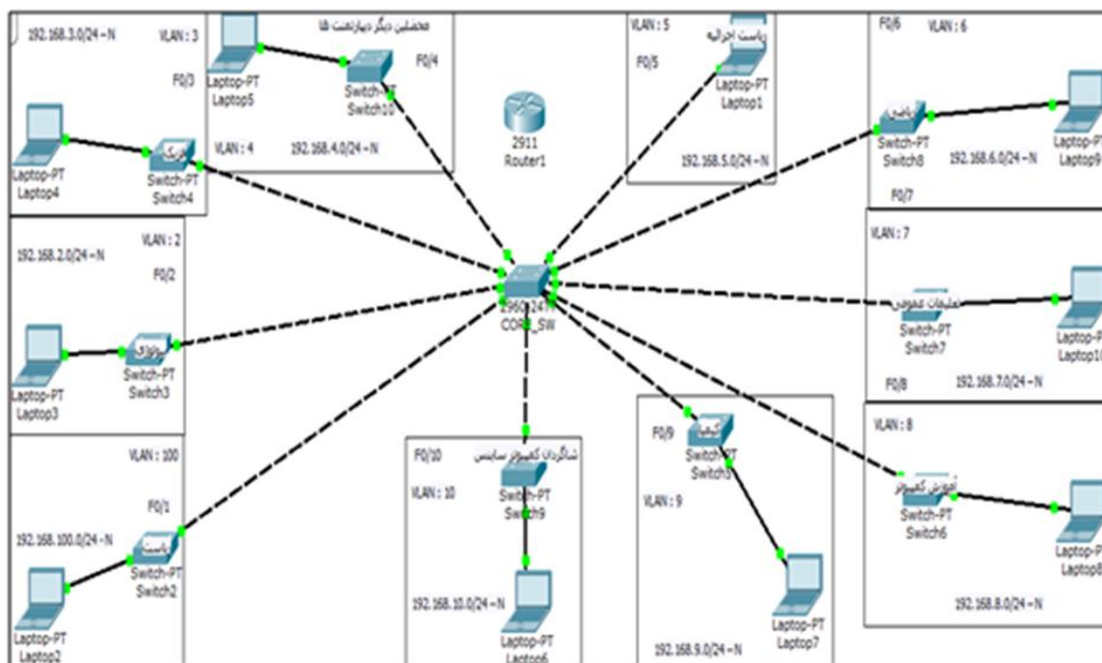


Рисунок 4. – Представление сети для факультета

В 4-ой главе диссертации рассматриваются некоторые задачи математического моделирования компьютерных сетей.

Параграф 4.1 содержит разработку систему линейного стохастического управления и ее применение в функционировании компьютерных сетей.

Поставим задачу стохастического управления. Рассмотрим конечномерную систему разностных стохастических уравнений следующего вида

$$x(t+1) = \Phi x(t) + \Gamma u(t) + v(t), \quad (1)$$

$$y(t) = \Theta x(t) + e(t), \quad (2)$$

где $t \in \mathbb{Z}$ (\mathbb{Z} - множество целых чисел), $x - (n+1)$ - мерный вектор состояния системы, $u - (p+1)$ - мерный вектор управляемых переменных, $y - (2 \times 1)$ - мерный вектор входящих сигналов и $\{v(t), t \in \mathbb{Z}\}$ и $\{e(t), t \in \mathbb{Z}\}$ - последовательности случайных последовательностей с нулевыми средними значениями и ковариационными матрицами вида

$$\begin{cases} \text{Cov}[v(t), v(t)] = R_1, \\ \text{Cov}[v(t), e(t)] = 0, \\ \text{Cov}[e(t), e(t)] = R_2. \end{cases} \quad (3)$$

Матрицы $\Phi, \Gamma, \Theta, R_1$ и R_2 могут быть зависимыми от времени t . Пусть в дальнейшем $e(t)$ и $v(t)$ не зависят от $x(t)$ и начальное состояние $x(t_0)$ является нормальным, т.е.

$$\begin{cases} Mx(t_0) = m \\ \text{Cov}[x(t_0), x(t_0)] = R_0, \end{cases} \quad (4)$$

где через M обозначено математическое ожидание.

Пусть, кроме того, R_0 и R_1 являются неотрицательными матрицами и R_2 - положительной матрицей.

Функционирование системы (1), (2) с учетом дополнительных условий (3), (4) оценивается следующей скалярной функцией потерь

$$e = x^T(N)Q_0x(N) + \sum_{t=t_0}^{N-1} [x^T(t)Q_1x(t) + u^T(t)Q_2u(t)], \quad (5)$$

где матрицы Q_0 и Q_1 являются симметричными и неотрицательно определенными, а Q_2 - положительно определенная матрица. Все матрицы $Q_i, i = 0, 1, 2$ могут быть зависящими от времени.

Функция потерь (или функционал качества) в (5) является стохастической переменной (случайной величиной) и в этой связи непосредственное определение минимального значения e не предоставляются возможным. Например, мы можем приближенно считать, что e_1 меньше, чем e_2 , если $e_1 < e_2$ с вероятностью 1, если будет $\max_{\omega} e_1(\omega) < \max_{\omega} e_2(\omega)$ или $Me_1 < Me_2$. В диссертации в качестве нормы математического ожидания выберем следующую функцию потерь:

$$Me = M \left\{ x^T(N)Q_0x(N) + \sum_{t=t_0}^{N-1} [x^T(t)Q_1x(t) + u^T(t)Q_2u(t)] \right\}, \quad (6)$$

Итак, задачу стохастического управления системой можно сформулировать следующим образом.

Задача 1. Найти оптимальную стратегию управления системой (1), (2), доставляющей minimum критерии (6).

Для развернутого объяснения задачи надо выяснить смысл понятия стратегического управления. Для стохастической задачи управления по сравнению с детерминированной очень важным является определение начальных условий задания сигнала управления. Если матрица Θ в уравнении (2) брать единичной и $e(t) = 0$, то уравнение (2) примет вид

$$y(t) = x(t).$$

Это означает, что сигнал на выходе системы в момент времени t дает точное значение вектора состояния, т.е. имеем полное сведение о ситуации. В этом случае, закон или стратегия управления является такая функция, которая выражает состояние в \mathbb{R}^n через переменных управления в \mathbb{R}^n . Отметим, что поскольку уравнение (1) выражает стохастическое состояние модели, то получение дополнительного сведения о дальнейшем поведении системы с учетом прошлого представляется невозможным.

Полученные здесь результаты приведены в виде следующего утверждения.

Теорема 1. Решение задачи оптимального управления в случае неполных данных о стратегии управления задается следующими формулами

$$\begin{aligned} u(t) &= -L(t)\hat{x}(t), \\ L(t) &= [Q_1 + \Gamma^T S(t+1)\Gamma]^{-1}\Gamma^T S(t+1)\Phi, \\ S(t) &= \Phi^T S(t+1)\Phi + Q_1 L^T(t)[Q_2 + \Gamma^T S(t+1)\Gamma]L(t) = \\ &= [\Phi - \Gamma L(t)]^T S(t+1)\Phi + Q_1 = [\Phi - \Gamma L(t)]^T S(t+1)[\Phi - \Gamma L(t)]^T + \\ &\quad + L^T(t)Q_2L(t) + Q_1, S(N) = Q_0, \end{aligned}$$

где $\hat{x}(t)$ является условным средним и вычисляется по следующей формуле

$$\hat{x}(t+1) = \Phi\hat{x}(t) + \Gamma Q(t) + K(t)[y(t) - Q\hat{x}(t)].$$

Средняя минимальная потеря вычисляется по формуле

$$\begin{aligned} \min Me &= m^T S(t_0)m + \text{tr}S(t_0)R_0 + \\ &+ \sum_{t=t_0}^{N-1} \text{tr}S(t+1)R_1(t) + \sum_{t=t_0}^{N-1} \text{tr}P(t)L^T(t)S(t+1)\Phi. \end{aligned}$$

Параграф 4.2 под названием «Принципа максимума Понтрягина для задачи защиты компьютерных сетей от вредоносного кода» посвящен проблеме защиты компьютерных сетей от вирусов.

Отметим, что в диссертации использована традиционная эпидемиологическая терминология. Будем обозначать число всех фрагментов компьютерной сети в момент времени t через $N(t)$. $N(t)$ в свою очередь разделяется на три группы:

$S(t)$ – количество инфицируемых хостов, которые в момент времени являются чувствительными к инфекции вируса;

$I(t)$ – количество инфицированных компьютеров в момент времени t ;

$R(t)$ – количество хостов, которые не чувствительные к вредоносному коду в момент времени t ;

Таким образом,

$$S(t) + I(t) + R(t) = N(t), t \in [0, T],$$

где T – фиксированное значение времени.

Введем функции управления $u(t)$ и $v(t)$, которые выражают процесс иммунизации и лечение компьютеров чувствительных к вирусу и инфицируемых в единицу времени t соответственно.

В рамках вышеприведенных обозначений процесс распространения вирусов в компьютерных сетях описываются следующими системами дифференциальных уравнений и начальными условиями

$$\begin{cases} \frac{ds}{dt} = -pS(t)I(t) + bN(t) - \mu S(t) - u(t)S(t) + R(t), S(0) = S_0, \\ \frac{dI}{dt} = \beta S(t)I(t) - \mu I(t) - v(t)I(t), I(0) = I_0 \\ \frac{dR}{dt} = u(t)S(t) + v(t)I(t) - (\mu + \sigma)R(t), R(0) = R_0. \end{cases} \quad (7)$$

Здесь коэффициент β выражает темп распространения вредоносного кода в сети, b – параметр, который выражает скорость роста количества новых фрагментов, находящихся под опасностью заражения, μ – коэффициент, который регистрирует постоянную скорость выключения компьютера от сети и это включение не связано с атакой вируса. При эволюции нового вида вредоносной программы антивирусная защита не действует и фрагмент вновь становится подверженным опасности с частотой σ . Функции $S(t)$, $I(t)$ и $R(t)$ являются фазовыми переменными. Задача (1) является замкнутой системой вместе с функциями $u(t)$ и $v(t)$. Это означает, что система (7) является возвратной.

Управляющие параметры системы удовлетворяют следующим ограничениям:

$$u(t) \geq 0, v(t) \geq 0, u(t) + v(t) \leq u, \quad (8)$$

где u – максимальное множество управлений, которое описывается через технологические и экономические ограничения.

Дополнительно, попробуем выполнение следующего условия: в финальном моменте времени не менее 80% компьютеров являются нечувствительными к инфекции, то есть

$$0,8N(T) \leq R(t). \quad (9)$$

Целью управления является поиск минимума функционала $J(u, v)$ во множестве допустимых процессов удовлетворяющих (7), (9) с ограничениями вида (8), где

$$J(u, v) = \int_0^T [cI(t) + \omega u(t)S(t) + \bar{\omega}v(t)I(t)]dt,$$

где c – относительная скорость накопления вреда, наносимого со стороны одной единицы инфицированного компьютера: ω – средняя скорость наладки антивирусной программы, $\bar{\omega}$ – средняя стоимость лечения инфицированного компьютера.

Краевое условие (9) учитывается в функционале $J(u, v)$ с помощью штрафной функции в результате приходим к новому функционалу

$$J(u, v) \int_0^T [cI(t) + \omega u(t)S(t) + \bar{\omega}v(t)I(t)]dt + A[\max\{0, 0.8N(T) - R(t)\}]^2, \quad (10)$$

где $A > 0$ является штрафным множителем.

В результате, задача оптимального управления сводится к минимизации функционала (10), состоящего из интегрального и терминального слагаемых с учетом ограничений (8) и (9). Необходимое условие существования оптимального уравнения сформированной задачи представляет собой принцип максимума Понтрягина.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Анализ библиографических источников по изучаемой теме и итоги приобретенного опыта в области переноса и обработки информации в локальных компьютерных сетях показал, что многие важные проблемы из числа информационного и математического моделирования не исследованы должным образом.

2. С целью обеспечения распределенных первоначальных данных в сети, которое связано с объединением автоматизированных рабочих мест сотрудников организаций и учреждений, предложены новые модели.

3. Предложены новые способы и принципы применения базовых топологий сети.

4. Найдено оптимальное решение стохастической системы управления компьютерными сетями.

5. Изучен процесс распространения вирусных кодов на основе принципа Понтрягина, найден эпидемиологический метод борьбы с вредоносными кодами.

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:

Статьи в научных журналах Перечня ВАК при Президенте РТ

[1-А] **Ахмади Гулом Сахи.** Локальные компьютерные сети и их использование / Ахмади Гулом Сахи // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновация. Инвестиция. – 2020. – т. 4(52), стр. 26-27 (на таджикском языке).

[2-А] **Ахмади Гулом Сахи.** Применение беспроводных сетей / Ахмади Гулом Сахи // Вестник Таджикского технологического университета. – 2020. – №3 (42). стр. 91-96 (на таджикском языке).

[3-А] **Ахмади Гулом Сахи.** Развитие беспроводных сетей как инструмент как инструмент контроля и управления удаленными системами / Ахмади Гулом Сахи // Вестник Таджикского национального университета. Отделение естественных наук. – 2020. – т.4 стр. 40-46 (на таджикском языке).

[4-А] **Ахмади Гулом Сахи.** Использование сетей физическими лицами / Ахмади Гулом Сахи // Вестник Педагогического университета. – 2020. – т. 5-6, №1-2, стр. 132-137 (на таджикском языке).

[5-А] **Ахмади Гулом Сахи.** Компьютерные сети / Ахмади Гулом Сахи // Доклады Национальной академии наук Таджикистана. Отделение общественных наук. – 2020. – №4 (12). стр. 176-179 (на таджикском языке).

[6-А] **Ахмади Гулом Сахи.** Компьютерные сети в организациях / Ахмади Гулом Сахи // Вестник Педагогического университета. – 2021. – т. 11-12, №3-4, стр. 282-285 (на таджикском языке).

[7-А] **Ахмади Гулом Сахи.** О линейной стохастической системе управления и ее применения в компьютерных сетях / Илолов М., Ахмади Гулом Сахи // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновация. Инвестиция. – 2021. – т. 54 №2, стр. 27-34 (на таджикском языке).

[8-А] **Ахмади Гулом Сахи.** Адресация ресурсов на примере Афганистана / Ахмади Гулом Сахи // Известия Национальной академии наук Таджикистана. Отделение общественных наук. – 2021. – №1 (262). стр. 77-81 (на таджикском языке).

[9-А] **Ахмади Гулом Сахи.** Принцип максимума Понтрягина в вопросе защиты компьютерных сетей от вредоносного кода / Ахмади Гулом Сахи, Илолов М., Рахматов Дж.Ш., Мардонов С.Х. // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновация. Инвестиция. – 2021. – №1(57), стр. 7-12 (на таджикском языке).

Статьи в других изданиях

[10-А] **Ахмади Гулом Сахи.** Представление оборудования сети / Журнал молодые исследователи, Таджикский государственный педагогический университет имени С. Айни. – 2020. – №2(47). стр. 134-136 (на таджикском языке).

[11-А] **Ахмади Гулом Сахи.** Информационные сети (Data networks)/ Журнал молодые исследователи, Таджикский государственный педагогический университет имени С. Айни. –2018. –№24(41). стр. 147-150 (на таджикском языке).

[12-А] **Ахмади Гулом Сахи.** Работа в интернете / Журнал молодые исследователи, Таджикский государственный педагогический университет имени С. Айни. – 2018. –№24(41). стр. 151-154 (на таджикском языке).

[13-А] **Ахмади Гулом Сахи.** Знакомство с сервисом и его структура в компьютерных сетях / Журнал молодые исследователи, Таджикский государственный педагогический университет имени С. Айни. – 2017. – № (32). стр. 13-15 (на таджикском языке).

Авторские свидетельства и патенты

[14-М] **Ахмади Гулом Сахи.** Свидетельство. Информационная и коммуникационная система управления локальной компьютерной сетью в вузах / Ахмади Гулом Сахи // Свидетельство о государственной регистрации информационного ресурса № 1202200498, 04 июля 2022 внесен в реестр информационных ресурсов Республики Таджикистан.

ШАРҲИ МУХТАСАР

диссертатсияи Аҳмадӣ Фулом Саҳӣ дар мавзӯи «Баъзе масъалаҳои моделсозии ахбороти ва риёзии шабакаҳои компютерӣ», барои дарёфти дараҷаи доктори фалсафа (PhD) – доктор аз рӯи ихтисос 6D070500 – Моделсозии математикӣ ва компютерӣ (6D070501 – Таъминоти математикӣ ва барномавии мошинҳои ҳисоббарор, мучтамаъҳо ва шабакаҳои компютерӣ)

Калимаҳои калидӣ: шабакаҳои маҳаллии компютерӣ, таҷҳизоти шабака, топологияи шабака, интернет, протоколҳо, интерфейс, идоракунии оптималии стохастикӣ, вируси зараровар, принсипи максимуми Понтрягин.

Объекти тадқиқот: амсиласозии ахбороти ва риёзии шабакаҳои маҳаллии компютерӣ.

Мавзӯи тадқиқот: Шабакаҳои компютерии маҳаллӣ ва хосиятҳои онҳо ва низоми идоракунии оптималии онҳо.

Мақсади таҳқиқот: Коркарди амсилаҳои ахбороти ва риёзӣ бо мақсади таҳлили ҳамачонибаи ташкили фаъолияти шабакаҳои маҳаллии компютерӣ.

Навоварии илмӣ таҳқиқот: Тадқиқи ҷанбаи иҷтимоии шабакаҳои компютерӣ ва таҷҳизоти онҳо дар сатҳҳои мухталиф, тадқиқи таъминоти барномавии ин шабакаҳо, коркарди барномаи компютерӣ барои низоми CISCO, коркарди амсилаҳои риёзии системаи стохастикӣ идоракунии.

Моҳияти назариявӣ ва амалии кор аз инҳо иборат аст:

- коркарди самти автоматикунони ҷойҳои кори кормандони муассисаҳо ва ташкилотҳо;

- коркарди методҳо ва усулҳои қабули ҳалҳои идоракунӣ бо мақсади таъмини пурра ва оперативии ахборот;

- ташкили кори оптималии почтаи электронӣ;

- усулҳои истифодаи оптималии топологияҳои шабакаҳо;

- ёфтани ҳали оптималии системаи стохастикӣ идоракунии шабакаҳои компютерӣ;

- таҳлили чараёни паҳншавии кодҳои вирусӣ ва интихоби методи эпидемиологии мубориза бо онҳо.

Дараҷаи эътимоднокии натиҷаҳои рисола. Барномаи компютерии нав дар забони C++ (CISCO) коркард шудааст, ки он аз ҷониби Маркази миллии патентии Тоҷикистон бо шаходатномаи муаллифӣ ба қайд гирифта шудааст.

Соҳаи истифодабарӣ: Натиҷаҳои бадастовардашуда ҳангоми таҳлили технологияҳои муосири шабакаҳои компютерии маҳаллӣ истифода бурдан мумкин аст.

РЕЗЮМЕ

диссертация Ахмади Гулама Сахи на тему «Некоторые проблемы информационного и математического моделирования компьютерных сетей», на соискание ученой степени доктора философии (PhD) доктор по специальности 6D070500 — Математическое и компьютерное моделирование (6D070501 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, компьютерных комплексов и сетей)

Ключевые слова: компьютерные локальные сети, сетевое оборудование, топология сети, Интернет, протоколы, интерфейс, стохастическое оптимальное управление, вредоносный вирус, принцип максимума Понтрягина.

Объект исследования: информационное и математическое моделирование локальных компьютерных сетей.

Тема исследования: Локальные компьютерные сети, их свойства и оптимальная система управления ими.

Цель исследования: Обработка информационных и математических моделей с целью комплексного анализа организации локальных компьютерных сетей.

Научная новизна исследования: Исследование социального аспекта компьютерных сетей и их оборудования на разных уровнях, исследование программного обеспечения этих сетей, разработка компьютерной программы для системы CISCO, разработка математических моделей стохастической системы управления.

Теоретическая и практическая суть работы состоит в следующем:

- разработка средств автоматизации рабочих мест сотрудников учреждений и организаций;
- разработка методов и способов принятия управленческих решений в целях предоставления полной и оперативной информации;
- организация оптимальной работы электронной почты;
- методы оптимального использования сетевых топологий;
- поиск оптимального решения стохастической системы управления компьютерными сетями;
- анализ распространения вирусных кодов и выбор эпидемиологического метода борьбы с ними.

Степень достоверности результатов диссертации. Разработана новая программа для ЭВМ на языке C++ (CISCO), которая зарегистрирована Национальным патентным центром Таджикистана со свидетельством об авторском праве.

Область применения: Полученные результаты могут быть использованы при анализе современных технологий локальных компьютерных сетей.

SUMMARY

Dissertation of Ahmadi Ghulam Sakhi on the topic "Some problems of information and mathematical modeling of computer networks", for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the specialty 6D070500 - Mathematical and computer modeling (6D070501 - Mathematical and software for computers, computer systems and networks)

Key words: computer local networks, network equipment, network topology, Internet, layers, protocols, interface, stochastic optimal control, malicious virus, Pontryagin's maximum principle.

Research object: informational and mathematical modeling of local computer networks.

Research topic: Local computer networks and their properties and their optimal management system.

The purpose of the research: Processing of informational and mathematical models for the purpose of comprehensive analysis of the organization of local computer networks.

Scientific innovation of the research: Research of the social aspect of computer networks and their equipment at different levels, research of the software support of these networks, development of a computer program for the CISCO system, development of mathematical models of the stochastic control system.

The theoretical and practical essence of the work consists of the following:

- development of automation of workplaces of employees of institutions and organizations;
- development of methods of making management decisions in order to provide full and operational information;
- organization of optimal e-mail work;
- methods of optimal use of network topologies;
- finding the optimal solution of the stochastic system of managing computer networks;
- analysis of the spread of viral codes and the selection of an epidemiological method of combating them.

The degree of reliability of thesis results. A new computer program developed in C++ (CISCO) language, which was registered by the National Patent Center of Tajikistan with a copyright certificate.

Field of application: The obtained results can be used in the analysis of modern technologies of local computer networks.