

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**DSc.28.12.2017.T.07.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ШЕРБОБОВА ГУЛРУХ БАХТИЁРОВА**

**МУЛЬТИСЕРВИС ТАРМОҚЛАРИДА БОШҚАРИШ  
ЖАРАЁНЛАРИНИНГ САМАРАДОРЛИГИНИ ТАДҚИҚ  
ҚИЛИШНИНГ НЕЙРО-НОРАВШАН МОДЕЛЛАРИ ВА  
АЛГОРИТМЛАРИ**

05.04.01 - Телекоммуникация ва компьютер тизимлари, телекоммуникация тармоқлари ва  
қурилмалари. Ахборотларни тақсимлаш

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент - 2019**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по  
техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of the doctor of philosophy (PhD)  
on technical sciences**

**Шербобоева Гулрух Бахтиёровна**

Мультисервис тармоқларида бошқариш жараёнларининг  
самарадорлигини тадқиқ қилишнинг нейро-норавшан моделлари ва  
алгоритмлари. . . . . 3

**Шербобоева Гулрух Бахтиёровна**

Нейро-нечеткие модели и алгоритмы исследования эффективности  
процессов управления в мультисервисных сетях. . . . . 21

**Sherboboyeva Gulrukh Baxtiyorovna**

Neuro-fuzzy models and algorithms for studying the effectiveness of control  
processes in multiservice networks. . . . . 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works. . . . . 43

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**DSc.28.12.2017.T.07.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ШЕРБОБОВА ГУЛРУХ БАХТИЁРОВА**

**МУЛЬТИСЕРВИС ТАРМОҚЛАРИДА БОШҚАРИШ  
ЖАРАЁНЛАРИНИНГ САМАРАДОРЛИГИНИ ТАДҚИҚ  
ҚИЛИШНИНГ НЕЙРО-НОРАВШАН МОДЕЛЛАРИ ВА  
АЛГОРИТМЛАРИ**

05.04.01 - Телекоммуникация ва компьютер тизимлари, телекоммуникация тармоқлари ва  
қурилмалари. Ахборотларни тақсимлаш

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент - 2019

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.4.PhD/T81 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Тошкент ахборот технологиялари университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.tuit.uz](http://www.tuit.uz)) ва “Ziyonet” Ахборот таълим порталида ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Марахимов Авазжон Рахимович**  
техника фанлар доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Юсупбеков Азизбек Нодирбекович**  
техника фанлар доктори, профессор

**Исаев Рихси Исаходжаевич**  
техника фанлар номзоди, профессор

**Етакчи ташкилот:**

**Тошкент темир йўл муҳандислари институти**

Диссертация ҳимояси Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги DSc. 28.12.2017.Т.07.02 рақамли Илмий кенгашнинг 2019 йил “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_соат \_\_\_\_\_ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100202, Тошкент шаҳри, Амир Темур кўчаси, 108-уй. Тел: (99871) 238-64-43, факс: (99871) 238-65-52, e-mail: [tuit@tuit.uz](mailto:tuit@tuit.uz)).

Диссертация билан Тошкент ахборот технологиялари университети Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин. (\_\_\_\_ рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100202, Тошкент шаҳри, Амир Темур кўчаси, 108-уй. Тел: (99871) 238-64-44).

Диссертация автореферати 2019 йил “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_да тарқатилди.  
(2019 йил “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_даги \_\_\_\_\_ рақамли реестр баённомаси)

**И.Х. Сиддиков**

Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

**Ж.Х. Джуманов**

Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш илмий котиби, т.ф.д., доцент

**Н.Б. Усманова**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш  
қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., доцент

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертациясининг аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда сўнги йилларда бошқа тармоқлардан фарқли ўлароқ кенг хизмат турларини такдим этиш имкониятига эга бўлган мультисервис тармоқлари тобора кенг қўлланилмоқда. Ривожланган мамлакатларда, жумладан, АҚШ, Буюк Британия, Нидерландия, Германия, Швеция, Франция, Жанубий Корея, Ҳиндистон, Россия ва бошқа мамлакатларда мультисервис тармоқлари фаолияти самарадорлигини оширишга алоҳида эътибор қаратилади. Янги хизматларни жорий қилиш учун тегишли тармоқ манбалари керак бўлади. Шу нуқтаи назардан, мультисервис тармоғини бошқариш тизимининг самарадорлик кўрсаткичлари моделлари ва алгоритмларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Ушбу йўналишдаги энг муҳим масалалардан бири мультисервис тармоқларини жорий этиш, уларни ривожлантириш йўлларини такомиллаштириш, мультисервис тармоқларининг самарадорлик кўрсаткичларини ҳисоблашнинг математик моделини ишлаб чиқиш, нейроноравшан технологиялар назариясига асосланган ҳолда каналларнинг ўтказиш қобилияти, пакетларни кечикиши ва бошқа кўрсаткичларни ҳисоблаш усулларини ишлаб чиқиш ҳисобланади.

Жаҳонда ахборот ва коммуникация технологияларни ривожлантиришга, мультисервис тармоқларининг самарадорлик кўрсаткичларини ҳисоблаш усуллари ва реал вақт режимида иловаларни юқори даражада сифатли узатиш учун элементларнинг ўтказиш қобилиятини ошириш, маълумотларни юқори сифат билан узатишнинг илмий асослари яратилмоқда. Бу йўналишда мультисервис тармоқлари ва транспорт тармоқларини жорий этиш, уларни ривожлантириш йўлларини такомиллаштириш, норавшан тўпламлар назарияси асосида мультисервис тармоқларини бошқариш моделлари ва алгоритмларини ишлаб чиқиш ҳамда мультисервис тармоқлари самарадорлик кўрсаткичларини баҳолаш ва ҳисоблаш алгоритмларини ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Ушбу муаммоларни ҳар томонлама ҳал этиш мураккаб илмий муаммо бўлиб, телекоммуникация бозорига киришда реал бошқариш тизимларида бошқариш жараёнларининг самарадорлигини таҳлил қилиш билан боғлиқ тадқиқотларни ўтказиш зарурлигини белгилайди.

Республикамизда ахборотлаштиришни ривожлантиришга, чекка туманлар аҳолисининг ҳам кенг полосали интернетдан фойдаланишига алоҳида эътибор қаратилиб, жумладан маълумотлар узатиш тезлигига мувофиқ хизматлар кўрсатиш сифатини, фойдаланувчиларга мультисервиси хизмат турларини таъминлаш, шу хизмат турларидан сифатли фойдаланишга оид чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «...Интернет тармоғи орқали эркин кириладиган базани яратиш, ...Республика аҳолисининг юқори тезликдаги Интернетга уланиши, ...телекоммуникация тизимини кенг қўламда модернизация қилиш...»<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони.

вазифалари белгилаб берилган. Мазкур вазифаларни амалга оширишда, жумладан норавшан тўпламлар назарияси асосида мультисервис тармоқларини бошқариш самарадорлигини тадқиқ қилишнинг модели ва алгоритминини ишлаб чиқиш, сўровларни ўз вақтида бажариш эҳтимоллигини тармоқнинг тайёргарлик коэффициенти ва юкланганлигига боғлиқлик даражасини таҳлиллашнинг аналитик моделини ишлаб чиқиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2018 йил 19 февралдаги ПФ-5349-сон «Ахборот технологиялари ва коммуникациялари соҳасини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармони, 2017 йил 29 августдаги ПҚ-3245-сон «Ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида лойиҳа бошқаруви тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори, Вазирлар Маҳкамасининг 2018 йил 7 мартдаги 185-сон «Алоқа, ахборотлаштириш ва телекоммуникация хизматлари сифатини янада яхшилашга доир чора-тадбирлар тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV. «Ахборотлаштириш ва ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантириш» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

**Муаммони ўрганилганлик даражаси.** Сўнгги йилларда мультисервис тармоқларининг самарадорлигини баҳолаш алгоритмлари ва ҳисоблаш усуллари ишлаб чиқиш бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилган ва маълум назарий ва амалий натижалар олинган. Жумладан, хорижий олимлардан: J.G.Andrews, F.Baskett, D.M.Chiu, M.Dohler, E.Gelenbe, V.V.Iversen, R.R.Uager, M.Naenggi, F.Kelly, P.J.Kuhn Россиялик олимлар: Г.П.Башарин, Ю.В.Гайдамака, Е.Д.Бычков, Л.Р.Гилязов, П.П.Бочаров, В.М.Вишневский, Б.В.Гнеденко, А.Н.Дудин, А.И.Зейфман, Б.С.Гольдштейн, В.Ю.Королёв, А.Е.Кучерявый, И.А.Соколов, В.И.Лохтин ва бошқаларнинг ишларида кўриб чиқилган.

Ўзбекистонда мураккаб структурага эга бўлган алоқа тармоқларини бошқариш самарадорлигини таҳлил қилишнинг турли жиҳатлари, самарадорлик кўрсаткичлари тавсифлари, тизим, тармоқларни бошқариш самарадорлигини таҳлил қилиш ва баҳолашнинг турли усуллари бўйича илмий тадқиқот ишлари қуйидаги олимлар томонидан кўриб чиқилган, жумладан, Д.А.Абдуллаев, Т.Ф.Бекмуратов, М.М.Камилов, С.К.Ғаниев, А.Р.Марахимов, Т.Н.Нишонбоев, Р.И.Исаев, Н.Б.Усманова, И.Х.Сиддиқов, А.Э.Аллаев, Д.Т.Мухаммадиева ва бошқалар.

Бироқ, ҳозирги кунда мультисервис тармоқларининг бошқариш тизимларини самарадорлигини ошириш, уларни баҳолашнинг математик

моделни ва бошқариш алгоритмларини яратишнинг илмий асосланган усуллари ҳамда шуларга бағишланган илмий изланишлар етарли даражада ўрганилмаган.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.**

Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат техника университети илмий тадқиқот ишлари режасининг №ИТД 5-36-сон “Нефтекимёвий қурилма ва мажмуаларнинг технологик хавфсизлигини мониторингини ахборот аналитик интеллектуал системасини ишлаб чиқиш” (2012-2014), №А5-42-сон “Априор ноаниқлик шароитида технологик объектларни бошқариш ва интеллектуаллашган автоматлаштирилган мониторингини дастурий инструментал воситалари” (2015-2017) мавзусидаги лойиҳалар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** мультисервис тармоқларида бошқариш жараёнлари самарадорлигини баҳолашнинг нейро-норавшан моделлари ва алгоритмларини яратишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

телекоммуникация тармоқлари ва хизматларини бошқариш жараёнларининг самарадорлигини баҳолашнинг тизимли таҳлили;

мультисервис тармоқлари ресурсларини бошқариш жараёнини нейро-норавшан моделларини ишлаб чиқиш;

нейро-норавшан технологиялар асосида мультисервис тармоқларини бошқариш жараёнларини самарадорлигини баҳолашнинг алгоритмларини яратиш;

телекоммуникация тармоқларининг бошқариш тизимидаги носозликларни башоратлаш алгоритмларини ишлаб чиқиш;

мультисервис тармоқларининг бошқариш тизими фаолияти самарадорлигини баҳолашнинг имитацион моделини яратиш;

мультисервис тармоқларини бошқариш жараёнларини тавсифларини ҳисоблаш ва тадқиқ қилишнинг дастурий мажмуасини яратишдан иборат.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида мультисервис тармоқларининг ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда бошқариш жараёнлари олинган.

**Тадқиқотнинг предмети**ни мультисервис тармоқларини бошқариш самарадорлигини баҳолашнинг нейро-норавшан моделлари ва алгоритмлари ҳамда алгоритмик дастурий воситаси ташкил этади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида математик моделлаштириш, телетрафика назарияси, эҳтимоллар назарияси ва математик статистика усуллари, графлар назарияси, норавшан тўплам ва мантиқ назарияси, интеллектуал бошқариш назарияси ва тизимли таҳлил усулларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

дастлабки маълумотлар ноаниқлиги шароитида фаолият кўрсатувчи мультисервис тармоқларини бошқариш тизими самарадорлигини баҳолашнинг норавшан тўплам кўринишидаги модели яратилган;

мультисервис тармоғи ва унинг воситалари тавсифларини аниқлашнинг

нейро-норавшан моделлари ишлаб чиқилган;

мультисервис тармоғи учун вақт тавсифлари (каналларнинг ўтказиш қобилияти, ахборотларни ушланиб қолиши ва йўқотилиши)ни ҳисоблашнинг нейро-норавшан моделлар асосидаги ҳисоблаш алгоритмлари ишлаб чиқилган;

мультисервис тармоғини бошқариш самарадорлигини баҳолашнинг ва унинг оптимал қийматларини топиш масаласи учун имитацион модели яратилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:**

Дастурий таъминот шаклида мультисервис тармоғи бошқарув тизимининг иш самарадорлигини тадқиқ қилиш ва сифат кўрсаткичларини баҳолаш учун дастурий мажмуа ишлаб чиқилган.

Тизимли таҳлил асосида мультисервис тармоғи бошқарув тизимининг самарадорлигини ошириш учун зарур бўлган бошқарув тизимининг вақт-эҳтимоллик тавсифларини тадқиқ қилиш алгоритми ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончилиги.** Тадқиқот натижаларининг ишончилиги норавшан тўпламлар ва мантиқ, нейрон тармоқлар, замонавий бошқариш назариясининг тасдиқланган усулларидадан фойдаланган ҳолда эҳтимоллар назариясига асосланган телекоммуникацион тармоқларни бошқариш концепцияси асосида олинган назарий ва амалий тадқиқотлар натижалари ва уларнинг ўзаро мос келиши билан асосланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти маълумотлар ноаниқлиги шароитида мультисервис тармоқлари бошқарув тизимининг самарадорлигини тадқиқ қилишнинг автоматлаштирилган моделлари ва алгоритмларини ишлаб чиқишдан иборат. Шу билан бирга, диссертацияда нейро-норавшан моделларнинг гибрид ҳолда қўлланилиши мультисервис тармоқларининг сифат кўрсаткичларини ягона математик асосда баҳолашга имкон беради.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти бошқариш тизимининг вақт-эҳтимоллик тавсифларини башоратлаш ва баҳолашга имкон берувчи дастурий мажмуа кўринишидаги мультисервис тармоқларини самарадорлигини тадқиқ қилиш ва баҳолаш воситасини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Мультисервис тармоқларида бошқариш жараёнларининг самарадорлигини тадқиқ қилишнинг нейро-норавшан моделлари ва алгоритмлари бўйича олинган натижалар асосида:

ноаниқлик шароитида фаолият кўрсатувчи мультисервис тармоқларини бошқариш тизими самарадорлигини баҳолашнинг норавшан тўплам кўринишидаги модели Қашқадарё Радио телевидения узатиш марказида жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Ахборот технологиялари ва коммуникацияларни ривожлантириш вазирлигининг 2019 йил 26 августдаги 33-8/5936-сон маълумотномаси). Натижада мультисервис тармоғидаги



ахборотлар оқимининг тезлигини 20% га, каналларнинг ўтказиш қобилиятини 15% га орттиришга эришилган;

мультисервис тармоғи ва унинг воситалари тавсифларини аниқлашнинг нейро-норавшан моделлари, мультисервис тармоғи учун вақт тавсифларини ҳисоблашнинг нейро-норавшан моделлар асосидаги ҳисоблаш алгоритмлари “UMS” МЧЖ Қашқадарё вилояти Қарши шаҳар хизмат кўрсатиш марказида жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Ахборот технологиялари ва коммуникацияларни ривожлантириш вазирлигининг 2019 йил 26 августдаги 33-8/5936-сон маълумотномаси). Натижада мультисервис тармоғи самарадорлигининг асосий кўрсаткичлари, яъни ахборот оқими интенсивлигини 5–7% га ошириш ҳамда ахборотларни йўқотилиш даражасини 5,2% дан 11,3% гача камайтириш имконини берган;

мультисервис тармоғини бошқариш самарадорлигини баҳолашнинг ва унинг оптимал қийматларини топиш масаласи учун имитацион моделлаш тизими Ўзбек-Индонезия қўшма корхонасининг “ЎЗИ-Қарши” филиалида жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Ахборот технологиялари ва коммуникацияларни ривожлантириш вазирлигининг 2019 йил 26 августдаги 33-8/5936-сон маълумотномаси). Натижада мультисервис тармоқларида турли хилдаги ноаниқликлар шароитида маълумотлар оқимини бошқариш жараёнларини самарадорлигини баҳолаш имконини бериб, ахборотларнинг йўқотилиши 7% га камайиши ҳамда ахборотларни узатилиш аниқлиги мавжуд тизимларга нисбатан 5% га юқори бўлишини кўрсатган;

мультисервис тармоғи учун вақт тавсифларини ҳисоблашнинг нейро-норавшан моделлар асосидаги ҳисоблаш алгоритмлари “Ўзбектелеком” АК Фарғона филиалида жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Ахборот технологиялари ва коммуникацияларни ривожлантириш вазирлигининг 2019 йил 26 августдаги 33-8/5936-сон маълумотномаси). Натижада мультисервис тармоқларининг бошқариш жараёнларининг самарадорлигини баҳолаш кўрсаткичларини, ахборотларнинг йўқотилишини камайтириш ҳамда хизмат кўрсатишнинг сифатини 5–7% га оширишга эришилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари 11 та халқаро, 15 республика илмий-амалий конференциялар ҳамда илмий семинарларда муҳокама қилинган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича 36 та илмий иш, шу жумладан, хорижий журналларда 3 та мақола, республика миқёсидаги илмий журналларда 5 та мақола чоп этилган, 2 та ЭҲМ учун яратилган дастурий маҳсулотлар гувоҳномаси олинган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати, нашр этилган ишлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 115 саҳифани ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурлиги асосланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, ишнинг мақсад ва вазифалари белгилаб олинган ҳамда тадқиқот объекти ва предмети аниқланган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асослаб берилган, уларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалда жорий қилиш ҳолати, нашр этилган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Мультисервис тармоқларини бошқариш муаммоларининг замонавий ҳолати”** деб номланган биринчи бобида мультисервис тармоқларини бошқариш жараёнининг самарадорлик кўрсаткичларини тадқиқ этиш бўйича илмий ишланмалар, таклиф этилган усуллар ва моделлар тизимли кўриб чиқилган ва таҳлил натижалари тақдим этилган. Бобда мультисервис тармоқларини бошқариш жараёнининг самарадорлик кўрсаткичларини техник-иктисодий концепцияга асосланиб тадқиқ этиш ва оптималлаштириш мақсадга мувофиқлиги асослаб берилган.

Маълумки, мультисервис тармоқлари (МСТ) бу турли хил хусусиятлар билан ажралиб турадиган мураккаб кўп компонентли объект бўлиб, у пакетли коммутация технологиясидан фойдаланган ҳолда нутқ, тасвир ва маълумотларни узатиш учун мўлжалланган универсал кўп мақсадли муҳитдир. МСТнинг асосий вазифаси турли хил ахборот ва телекоммуникация тизимлари ва иловаларини ягона транспорт муҳитида ишлашини таъминлашдир.

Тақсимланган структурага эга бўлган замонавий МСТнинг функционал модели кириш, транспорт, тармоқни бошқариш ва хизматларни бошқариш поғоналаридан иборат. МСТ бошқарув тизимларининг ўзига хос хусусияти уларнинг кўп босқичли ва иерархик тузилишга эга эканлигидир. МСТда бошқариш жараёнларини тадқиқ қилишнинг асосий ва долзарб вазифаси тақдим этилаётган хизматларнинг кафолатланган сифатини таъминлайдиган тармоқни бошқариш тизимининг ишлаш самарадорлигини баҳолаш ҳисобланади.

МСТнинг самарадорлик кўрсаткичлари  $F_{сам}$  тизимнинг қатор муҳим параметрларига боғлиқ. Улар орасида абонент ва тармоқ терминалларининг тезлик параметрлари, тизимни ишлатиш шартлари ва усуллари билан белгиланадиган МСТнинг вақт-эҳтимоллик тавсифлари асосий рол ўйнайди ва қуйидаги функционал боғлиқлик орқали тавсифланади:

$$F_{эфф} = \left\{ F \left[ \max_i (k_{i.мн}, \varepsilon_i), \min_i (t_{i.сп.з}, l_a) \right], i = \overline{1, n} \right\}$$

бу ерда  $k_{i.мн.ўм}$  –  $i$ -чи пакетлар оқимини узатишда каналнинг ўтказиш қобилияти;  $t_{i.ўр.к.в}$  –  $i$ -чи пакетларнинг кечикиш вақти;  $\varepsilon_i$  – тармоқ ресурсларининг самарадорлик коэффициенти.

Алоқа каналларининг ўтказиш қобилияти қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$k_{i.m.\dot{y}m.k}(\varepsilon_i N_{i.m.kyp}) = \sum_{i=1}^n [V_{imr} N_{i.m.kyp}], \quad i = \overline{1, n}$$

бу ерда -  $N_{i.m.kyp}$  қурилмалар сони. Бундай ҳолда ўртача кечикиш вақтининг минимал қиймати қуйидаги тенгсизлик орқали аниқланади:

$$t_{i.\dot{y}p.k.e} = \text{Argmin}[t_{i+1}(\lambda_{чик}) - t_i(\lambda_{куп})] K_{i.чик}^{-1} \leq t_{i.\dot{y}p.z.k\ddot{u}u}, \quad 1 \leq i \leq n$$

бу ерда  $t_i(\lambda_{куп})$  ва  $t_{i+1}(\lambda_{чик})$  -  $i$ -нчи маълумотлар оқимининг пайдо бўлиш вақти;  $\lambda_{куп}$  ва  $\lambda_{чик}$  - коммутаторнинг кириш ва чиқишида маълумотларнинг пайдо бўлиш тезлиги;  $K_{i.чик}$  -  $i$ -нчи маълумотлар оқимини сиқиш коэффиценти.

Таъкидлаш керакки, кўплаб ҳолларда МСТнинг самарадорлигини баҳолаш учун юқорида санаб ўтилган мезонлардан ташқари, миқдоран қийин баҳоланадиган бир неча ўзига хос мезонлар ҳам қўлланади. Бу мезонларга масштабланувчанлик, бошқарилувчанлик, ҳар хил трафик турларини қўллаш, юкламанинг ўзгаришларига барқарорлик, ҳалақитбардошлик, монтаж қилиш ва ишлатишнинг оддийлиги ва бошқалар киради.

Диссертациянинг **“Нейро-норавшан технологиялар асосида мультисервис тармоқларининг бошқариш тизимини шакллантириш”** деб номланган иккинчи бобида МСТни бошқариш жараёнининг расмий тавсифи берилган ва МСТни бошқариш тизимининг функционал элементларининг нейро-норавшан моделлари ишлаб чиқилган, бунинг асосида МСТни бошқариш тизимининг мантиқий-вазиятли модели яратилган.

МСТни синтези учун тизим моделини яратишга асос тизимли ёндашув бўлиб, унга мувофиқ МСТни моделлаштириш ва лойиҳалашда муаммоларни тизимли равишда ажратиш амалга оширилади.

МСТни тартибластирилган компонентлар тўплами сифатида кўриб чиқамиз:

$$M_{net} = \langle \Omega, F, C, K, \Theta \rangle$$

бу ерда  $\Omega$  - тизимнинг мақсади;  $F$  - тизимнинг функцияси;  $C$  - функцияларни ишлатилиши тузилмаси;  $K$  - тизим элементлари;  $\Theta$  - тизимнинг ишлашини ташкил қилиш.

Шунинг учун мультисервис тармоқларини ахборот объектлари тўплами сифатида қараш мумкин:

$$S = \{S_j\}$$

Ҳар бир  $S_i \in S$  объектга унинг  $x_{S_i}$  ҳолат тавсифини  $x_{S_i} = \langle A_{S_i}, D_{S_i} \rangle$  кўринишидаги кортежга мослиги қўйилади, бу ерда  $A_{S_i} = \{a_{S_i}^1, a_{S_i}^2, \dots, a_{S_i}^n\}$  -  $i$ -чи ахборот объекти хоссалари номлари тўплами;  $D_{S_i} = \{d_{S_i}^1, d_{S_i}^2, \dots, d_{S_i}^n\}$  -  $i$ -чи ахборот объекти хоссаларига мос келадиган доменлар тўплами.

Ахборот объектлари бирикмаси маълумотлар ҳолатлари тўплами орқали тавсифланади:

$$X_S = \{x_{S_i}\}.$$

$X_S$  тўплагга функционал муносабатлар тўпламини ўрнатиш мумкин:

$$R = \{r_i\}$$

бу ерда  $R \subseteq X_S \times X_S$  -  $x_{S_i}$  ҳолатларни алмашиш функциялари орқали аниқланадиган функционал муносабатлар тўплами, маълумотларга ишлов бериш функциялари тўплами;  $r_1$ -маълумотларни олиш,  $r_2$ -маълумотларни узатиш,  $r_3$  - маълумотларга ишлов бериш,  $r_4$ -маълумотларни сақлаш,  $r_5$  - маълумотларни акс эттириш.

Ҳар бир маълумотларга ишлов бериш функцияларини унинг ҳолати тавсифини  $x_{R_i} = \langle A_{R_i}, D_{R_i} \rangle$  кўринишдаги кортежга мос келишига қўйилади, бу ерда  $X_{S\Omega}$  -  $i$ -чи ишлов бериш функцияси хоссаларининг номлари тўплами,  $D_{R_i} = \{d_{R_i}^1, d_{R_i}^2, \dots, d_{R_i}^n\}$  -  $i$ -чи ишлов бериш функциясига мос келадиган доменлар тўплами.

Маълумки, МСТни бошқариш тизимининг тузилиши кўп босқичли иерархик жиҳатдан ташкиллаштирилган тузилишга эга. Шунинг учун МСТни бошқариш жараёнининг самарадорлигини баҳолашда бошқариш тизимининг тузилишини тавсифлаш керак. МСТ бошқарув тизимидаги реал вазиятда ноаниқ характердаги турли хил ташқи омиллар таъсир этади, шунингдек тармоқ ҳолатидаги ўзгаришлар ноаниқ тарзда содир бўлади.

Шу муносабат билан бошқарув моделида унинг таркибий қисмлари норавшан тўплаглар назарияси асосида шакллантирилиши мумкин. Муайян вазият учун бошқариш моделларининг турли хил кўринишлари қўлланилиши мумкин:

$$M_{\text{бош}} = \langle T, X, Y, U, \tilde{Q}, Z, L, F, \varphi, G, C, A, B \rangle$$

бу ерда  $\tilde{Q} = \{q / \mu(q)\}$  – ҳолатнинг норавшан тўплами;  $\mu(q)$   $\mu(q)$  – норавшан таълуқлилик функцияси,  $\mu(q) \in [0,1]$ ;  $G\{g(q)\}$  – норавшан ўлчов тўплами,  $g(q) \in [0,1]$ .

$$M_{\text{бош}} = \langle T, X, \tilde{Y}, \tilde{U}, \tilde{Q}, \tilde{Z}, L, F, \varphi, G, C, A, B \rangle$$

бу ерда  $\tilde{U} = \{u / \mu(u)\}$  – бошқарувнинг норавшан тўплами (каналлар);  $\tilde{Z} = \{z / \mu(z)\}$  – норавшан мақсадлар тўплами.

$$M_{\text{бош}} = \langle T, X, Y, \tilde{U}, \tilde{Q}, \tilde{Z}, L, F, \varphi, G, \tilde{C}, A, B \rangle$$

бу ерда  $\tilde{C} = \{c / \mu(c)\}$  – норавшан харажатлар тўплами.

Диссертация ишида мультисервис тармоқларининг сифат кўрсаткичларини тавсифловчи қуйидаги параметрлар аниқланади:

1.Тармоқ унумдорлигининг интеграл вақт характеристикаси (тармоқ тезкорлиги):  $\tau_{p\gamma} = \tau_{ct\gamma} + \tau_{cy\gamma} + \tau_{c\text{ш}\gamma} + \tau_{ж\text{с}\gamma} + \tau_{u\text{б}\gamma}$ ,

2.Каналларнинг ўтказиш қобилияти:  $\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n d_{ij}^{\nu_\gamma \nu_\eta} \lambda_{ij} l_\gamma^h \leq p_{\gamma\eta}, \gamma \neq \eta$

3.Тармоқ ресурсларнинг тайёргарлик даражаси:  $K_{май.коэф} = \frac{t_p}{t_p + t_{вс}}$ ,  $Y = \frac{V_{bit}}{t}$

4.Трафикда содир бўладиган пульсациялар:  $\eta(k_{i.m.ym.k} \leq \lambda_{i.чук}) = \sum_{i=1}^n \frac{k_{i.m.ym.k}}{\lambda_{i.чук} \cdot \rho_i} < 1$ .

5.Ахборот пакетларининг йўқотилиш эҳтимоллиги:  $P_{йўк} = \frac{N_{йўк}}{N_{узат}}$

6.Умумий ушланиб қолиниш вақти:  $t_{\gamma\eta}^{\Sigma} = \sum_{i=1}^{n_k} v_i^* u_i^{v_{\gamma}v_{\eta}}$

7.Коммутацион қурилмаларга тушаётган маълумотларни ушлаб қолинишининг ўртача қиймати:

$$t_{\gamma\eta}^* = \frac{1}{\frac{P_{\gamma\eta}^{\Sigma}}{l^*} - \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n d_{ij}^{v_i v_j} \lambda_{ij}}$$

8.Ҳар бир каналдаги пакетлар узатилишининг ушланиб қолиш вақти:

$$t_{\gamma\eta}^{\Sigma} = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n d_{ij}^{v_{\gamma}v_{\eta}} t_{ij}^* + t_{\gamma\eta}^{\Sigma}$$

9.Коммутацион қурилмаларнинг унумдорлиги:  $\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \lambda_{ij} u_p^{v_i v_j} \leq v_p^{forw}$

10.Коммутацион қурилмаларнинг портлар сони:

$$\sum_{i=1}^{n_k} y_{i\gamma} + |A_{\gamma}| \leq m_{\gamma}^h, \quad \gamma = 1, 2, \dots, n_k$$

11.Маълумотлар узатиш тезлиги:  $b_{ij}(q_p) = \begin{cases} 1, & \text{агар } Q_{ij}^r(\mu) = q_p \text{ бўлса,} \\ 0, & \text{агар } Q_{ij}^r(\mu) \neq q_p \text{ бўлса.} \end{cases}$

$$\sum x_{ip} b_{ip}(q_i) + \sum_{i=1}^n y_{ip} b_{ip}(q_j) \leq m_p^h, \quad j = 1, \dots, n_k$$

12.Коммутацион қурилмаларнинг адреслар жадвалининг ўлчами:

$$\sum_{i=1}^{n_k} u_i^h m_i^h \leq M_p^h.$$

13.Буларни ҳисобга олган ҳолда алоқа канали ва коммутацион қурилмаларнинг самарадорлиги:

$$E = \sum_{i=1}^{n_a} \sum_{j=1}^{n_k} x_{ij} c_{ij}^{ak}(\lambda_{ij}, Q_i^a(\mu), d_{ij}^{ak}) + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n y_{ij} c_{ij}^{kk}(\lambda_{ij}, Q_{ij}^r(\mu), d_{ij}^{kk}) + \sum_{i=1}^{n_k} c_i^h$$

Бошқарув тизимининг самарадорлиги мультисервис тармоқларига киритилган ускуналарнинг ҳолати билан тавсифланади. Бундай ҳолларда, тизимнинг ишлаш жараёнини мантиқий-вазиятли моделлар шаклида тасвирлаш қулай ҳисобланади.

МСТ ҳолатларини таҳлил қилиш мантиқий-вазиятли модели ҳолатларнинг ривожланиши кетма-кетлигини характерладиган мантиқий ифодалашлар ва фикрлар тўплами ҳисобланади. У мантиқий-вазиятли моделга мувофиқ шакллантирилади ва МСТнинг барча асосий ҳолатлари учун қўлланади. МСТ бошқарув тизимининг ишлаш жараёнининг мантиқий-вазиятли модели қуйидагича шакллантирилган.

Турли хил вазиятлар мавжуд бўлиб, уларнинг пайдо бўлиши ички ёки ташқи сабабларга кўра бўлиши мумкин ( $P_0$ ):

$$\exists j : (P_1 \vee P_2 \vee \dots \vee P_0 \dots \vee P_0) \rightarrow S_j, \quad j \in M, 0 \in O.$$

Айрим вазиятлар бевосита омилларга олиб келиши мумкин:

$$\exists j : S_j \rightarrow F_i, \quad i \in N, \quad j \in M.$$

Айрим вазиятлар омилларга ҳамда бошқа вазиятларга олиб келиши мумкин:

$$\exists j' : S_{j'} \rightarrow (F_i \vee S_j), \quad i \in N, \quad j \in M, \quad j' \in M.$$

Айрим омилларни ( $F_i$ ) бир ёки бир неча вазиятлар келтириб чиқариши мумкин:

$$\exists j : (S_1 \vee \dots \vee S_j \vee \dots \vee S_{j'}) \rightarrow F_i, \quad i \in N, \quad (i = 2), \quad j' \in M, \quad j \in M.$$

$$\exists i : [(S_1 \wedge S_j) \vee \dots \vee (S_{j'} \wedge S_M)] \rightarrow F_i, \quad i \in N, \quad j' \in M, \quad j \in M.$$

$k$ -чи турдаги ҳолат ҳолатларнинг кейинги ривожланиши учун вазиятлар омилларидан бирини келтириб чиқариши мумкин, у тўғридан-тўғри ҳолатга олиб келмайди, балки унинг кейинги ривожланишига олиб келади:

$$\exists n : k : (F_n \rightarrow R^k) \rightarrow (F_l \rightarrow F_l) \rightarrow (F_l \rightarrow R^k), \quad i \in N, \quad l \in N, \quad k \in K.$$

Ривожланишнинг  $i'$ -даражасида биринчи даражали вазиятдан камида битта  $j$ -чи турдаги вазиятнинг пайдо бўлиши:

$$(R_{j_i'}^1 \vee R_{j_i'}^2 \vee \dots \vee R_{j_i'}^k) \rightarrow R_{j_i'}, \quad k = \overline{1, K}, \quad j \in M, \quad i' \in I',$$

бу ерда  $I'$  – ҳолатлар ривожланиш даражаларининг умумий сони.

$i'$ -чи ривожланиш даражасида барча  $j$ -чи аниқ бир вазият турларидан вазиятнинг вужудга келиши:

$$(R_{j_i'}^1 \wedge R_{j_i'}^2 \wedge \dots \wedge R_{j_i'}^k) \rightarrow R_{j_i'}, \quad k = \overline{1, K}, \quad j \in M, \quad i' \in I',$$

МСТнинг ишлаши натижасида камида битта турдаги вазиятнинг вужудга келиши:

$$(R^1 \vee R^2 \vee \dots \vee R^k) \rightarrow R, \quad k \in K.$$

Ҳолатларни таҳлил қилишнинг кўриб чиқилган мантиқий моделига мувофиқ вазиятни баҳолашнинг мантиқий эҳтимоллик модели шакллантирилади.

Сабаблардан биридан аниқ бир вазиятнинг вужудга келиши эҳтимоллиги ( $P_j$ ) қуйидаги муносабат бўйича аниқланади:

$$\exists j : P_j = 1 - \prod_{o=1}^0 (1 - P_{oj}), \quad j \in M,$$

бу ерда  $P_{oj}$  –  $o$ -чи сабабдан  $j$ -чи аниқ бир вазиятнинг вужудга келиши эҳтимоллиги.

МСТ бошқарув тизимининг ишлаши учун таклиф қилинган мантиқий-вазиятли модел тизимнинг келажакдаги ҳолатини башорат қилиш учун бошқариш жараёнининг самарадорлигини таҳлил қилиш ва баҳолаш имконини беради.

Диссертациянинг “Мультисервиси алоқа тармоқларини бошқариш тизимларини тадқиқ қилиш алгоритмлари” деб номланган учинчи боби МСТни бошқарув тизимининг самарадорлик кўрсаткичларини норавшан мантиқ ва нейрон тармоқларининг афзалликларини бирлаштирган гибрид нейро-норавшан технологиядан фойдаланишга асосланган шакллантириш масалаларига бағишланган.

МСТда бошқариш тизимларини нейро-норавшан модел асосида шакллантириш алгоритми 1-расмда келтирилган.

Ишлаб чиқилган нейро-норавшан модел реал вақтда оқимларни МСТ каналида узатиш тўғрисида қарор қабул қилиш учун фойдаланилади.

Бунинг учун МСТда сегментлараро интервалнинг асосий параметрлари танлаб олинди. Кириш параметрлари сифатида қуйидагилар танланди:

$\theta^{prev}$  – олдинги тактда олинган тасдиқларни кутишнинг ҳаракатланувчи ўртача давомийлиги;  $\theta^{cur}$  – жорий тактда олинган тасдиқларни кутишнинг ўртача ҳаракат давомийлиги;  $\delta^{prev}$  – олдинги тактда олинган сегментлараро интервалнинг қиймати. Ишлаб чиқиладиган нейро-норавшан моделнинг чиқиш катталиги жорий тактда ўрнатилиши керак бўладиган  $\theta^{cur}$  сегментлараро интервал ҳисобланади.

Сегментлараро интервални танлашда нейрон тармоқлар архитектураси бешта нейронлар қатлаидан ташкил топган.

Биринчи нейронлар қатламида фаззификациялаш амали бажарилади. Бунда ҳар бир кириш катталиги учун таълуқлилиқ функцияларининг қийматлари ҳисобланади.

Иккинчи нейронлар қатламида агрегациялаш амали бажарилади, бу ҳар бир норавшан қоиданинг ҳақиқийлик даражаси аниқлашга мўлжалланган.

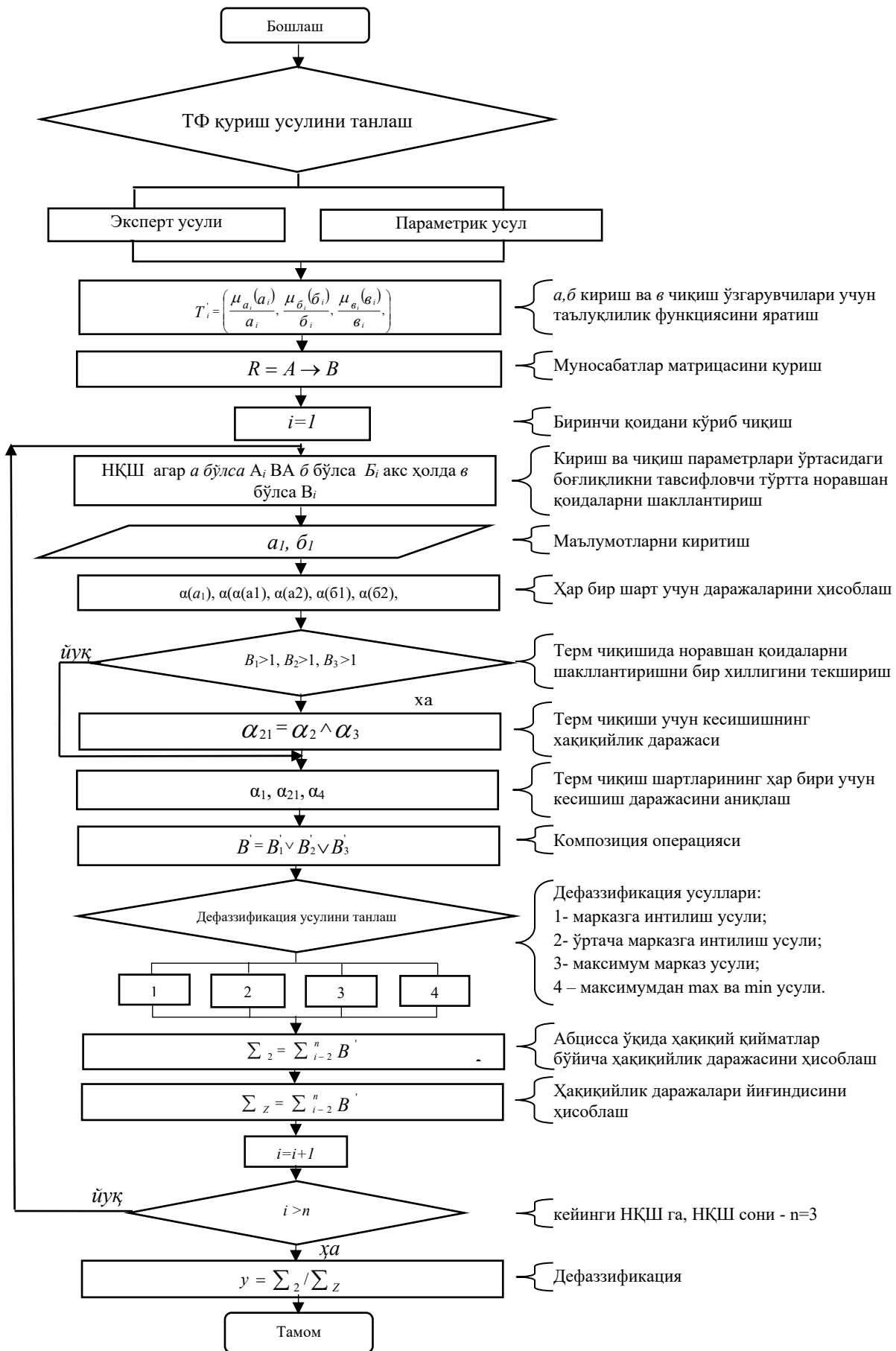
Учинчи нейронлар қатлами орқали агрегациялаш натижаларини меъёрлаштириш бажарилади:

$$\bar{J}_r = \frac{J_r}{\sum_{r=1}^8 J_r}.$$

Тўртинчи нейронлар қатлами активлаштириш норавшан қоидалар индивидуал чиқишларининг қийматларини ҳисоблашга мўлжалланган:

$$H_1 = p_1\theta^{prev} + s_1\theta^{cur} + q_1\delta^{prev} + j_1, \quad H_2 = p_2\theta^{prev} + s_2\theta^{cur} + q_2\delta^{prev} + j_2, \\ \dots \\ H_8 = p_8\theta^{prev} + s_8\theta^{cur} + q_8\delta^{prev} + j_8,$$

бу ерда  $p_1, p_2, \dots, p_8, s_1, s_2, \dots, s_8, q_1, q_2, \dots, q_8, j_1, j_2, \dots, j_8$  - қийматлари нейро-норавшан тизимни ўрганиш натижасида аниқланадиган коэффициентлар.



1-расм. МСТда бошқарув тизимларини нейро-норавшан модел асосида шакллантириш алгоритми



Дефаззификациялаш амали нейронларнинг бешинчи қатлами орқали бажарилади, бунда чиқиш катталигининг қидирилаётган қиймати қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\delta^{cur} = \sum_{r=1}^8 g_r.$$

$d_{x1}, d_{x2}, h_{x1}, h_{x2}, d_{y1}, d_{y2}, h_{y1}, h_{y2}, d_{z1}, d_{z2}, h_{z1}$  ва  $h_{z2}$  коэффициентларни олиш учун биринчи қатлам нейронларининг вазнларини сошлаш зарур,  $p_1, p_2, \dots, p_8, s_1, s_2, \dots, s_8, q_1, q_2, \dots, q_8, j_1, j_2, \dots, j_8$  қийматларни олиш учун эса тўртинчи қатлам нейронларининг вазнларини сошлаш талаб қилинади.

Ишлаб чиқилган моделнинг ишлаш самарадорлигини баҳолаш учун MatLab & Simulink дастурий муҳитида МСТ каналлари бўйича ахборот сегментлари ва тасдиқлашларни узатишнинг имитацион модели ишлаб чиқилган, унда сегментлараро интервални нейро-норавшан модел асосида танлаш амалга оширилган.

Диссертациянинг **“Мультисервис тармоқларини бошқариш жараёни самарадорлигини баҳолашда имитацион моделлаштиришнинг дастурий мажмуаси”** деб номланган тўртинчи боби тармоқ самарадорлигининг асосий сифат кўрсаткичларини аниқлаш имконини берадиган МСТни бошқариш жараёнининг самарадорлигини баҳолаш учун имитацион моделлаштиришнинг дастурий таъминотни ишлаб чиқишга бағишланган.

Ишлаб чиқилган самарадорликни баҳолаш моделлари ва алгоритмлари асосида МСТнинг ишлаш жараёнини имитацион моделлаштириш дастурий мажмуаси яратилган. Дастурий мажмуа алоқа каналларининг ўтказиш қобилияти, маълумотлар пакетларининг кечикиш вақти, кутиш вақти, шунингдек МСТнинг самарадорлигини аниқлаш мақсадида МСТнинг бошқариш тизимини ишлаш динамикасини характерлайдиган хизмат кўрсатиш сифати каби кўрсаткичларнинг маълум қийматлари асосида МСТнинг ҳолатини баҳолаш ва самарадорлигини аниқлаш масаласини ечишга имкон беради.

Бу дастурий мажмуа дастлабки маълумотлар ноаниқлиги шароитларида МСТнинг самарадорлик кўрсаткичларини баҳолаш учун мўлжалланган. Дастурий мажмуа асосида сегментлараро интервални танлаш ва пакетларнинг йўқотилишини мультисервис тармоқларининг фаолияти самарадорлигига таъсири учун имитацион тадқиқотлар ўтказилди.

Бунинг натижасида дастлаб МСТда сегментлараро интервални танлаш ва пакетларнинг йўқотилишини МСТнинг фаолияти самарадорлигига таъсири учун мўлжалланган нейро-норавшан моделлар ишлаб чиқилган. Мавжуд моделлардан фарқли равишда бу моделлар норавшан нейрон тармоқ аппаратларидан фойдаланишга асосланади.

Fuzzy Logic Toolbox дастурий воситаси ёрдамида нейро-норавшан моделни сошлаш параметрлари аниқланади. 1а,б-жадвалларда биринчи ва тўртинчи қатлам нейронларини ўқитиш натижалари келтирилган.

## Нейронларни ўқитиш натижалари

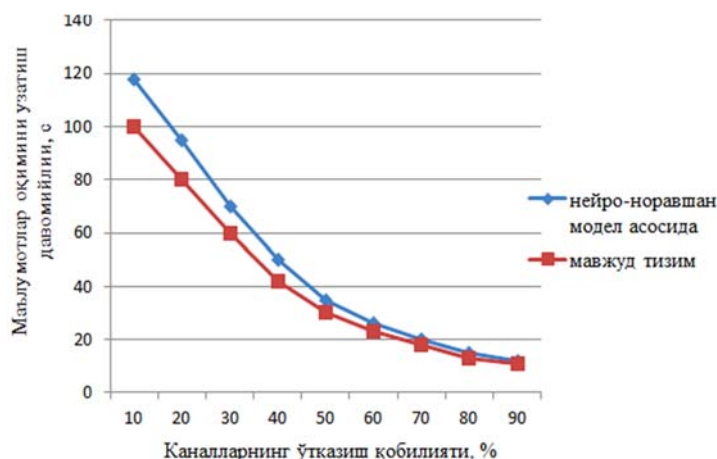
Параметр	$d_{x1}$	$d_{x2}$	$h_{x1}$	$h_{x2}$	$d_{y1}$	$d_{y2}$
Қиймат	3,85	25,4	3,83	27,3	3,75	28,57
Параметр	$h_{y1}$	$h_{y2}$	$d_{z1}$	$d_{z2}$	$h_{z1}$	$h_{z2}$
Қиймат	3,635	26,87	3,584	27,87	3,588	28,9

Параметр	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$
Қиймат	16,2	-86,5	-35,4	407,1	38,8	-312,7	40,1	42,5
Параметр	$s_1$	$s_2$	$s_3$	$s_4$	$s_5$	$s_6$	$s_7$	$s_8$
Қиймат	72,3	41,1	235,7	-582,7	-134,8	425,4	-91,1	12,3
Параметр	$q_1$	$q_2$	$q_3$	$q_4$	$q_5$	$q_6$	$q_7$	$q_8$
Қиймат	-121,9	308,9	-527,2	452,3	105,1	-218,7	115,2	225,7
Параметр	$j_1$	$j_2$	$j_3$	$j_4$	$j_5$	$j_6$	$j_7$	$j_8$
Қиймат	-91,1	147,5	39,9	-9,2	34,8	-11,2	-17,6	11,8

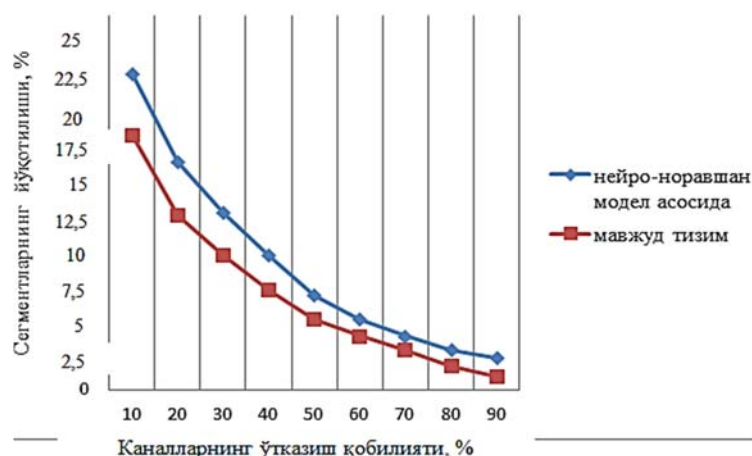
## Имитацион тадқиқотларни ўтказиш учун дастлабки маълумотлар

Параметрнинг номи	Қиймати
Маълумотлар оқимидаги сегментлар сони	300
Сегментнинг битли давомийлиги	15 кбит
Алоқа каналларнинг ўтказиш қобилияти	2 Мбит/с

Олинган натижаларни худди шундай дастлабки маълумотлар билан таққослаш учун норавшан чиқиш тизими қўлланиши асосида сегментлараро интервални танлаш амалга оширилган моделдан фойдаланиш билан имитацион тадқиқот ўтказилди. Тадқиқот натижалари маълумотлар оқимини узатиш давомийлиги ва сегментларнинг йўқотилишини каналнинг ўтказиш қобилиятига боғлиқликларини акс эттирадиган графикларда берилган (2 ва 3- расмлар).



2-расм. Маълумотлар оқимини узатиш давомийлигини каналларнинг ўтказиш қобилиятига боғлиқлиги



**3-расм. Сегментларнинг йўқотилишини каналларнинг ўтказиш қобилиятига боғлиқлиги**

Кўрсатилган графикларда юқоридаги эгри чизиқлар билан сегментлараро интервални нейро-норовшан модел асосида фойдаланишдан олинган маълумотлар оқимини узатиш характеристикалари, пастки эгри чизиқлар билан эса мавжуд тизимнинг қўлланиши асосида сегментлараро интервални танлаш натижалари берилган.

Кўрсатилган боғлиқликларни таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, канал бўйича маълумотларни узатишда сегментлараро интервални танлаш учун нейро-норовшан тизимнинг қўлланиши ахборотларни йўқотилишини 5,2–11,3 % га ва маълумотлар оқимини узатишнинг ўртача вақтини 7,1–12,3% га камайтиришни таъминлайди.

Яратилган дастурий мажмуалар асосида (№DГУ02630, №DГУ05940) имитацион тадқиқотлар натижалари шуни кўрсатдики, таклиф қилинаётган такомиллаштирилган усулнинг қўлланиши Tail Drop усулидан фойдаланишга қараганда пакетларнинг ўртача кечикишини 7–8 % га камайтириш ва RED усулига қараганда пакетларнинг йўқотилишини 10% га камайтириш ҳамда маълумот узатишнинг ўртача вақтини қисқартириш имконини берди.

Хулоса қилиб шуни айтиш керакки, диссертация ишида берилган усулнинг қўлланиши асосида турли синфлардаги пакетларга хизмат кўрсатиш учун ажратиладиган каналларнинг ўтказиш қобилиятини ўзгариши шароитларида телекоммуникацион тармоқ транзит маршрутизаторларида пакетларни ташлаб юбориш самарадорлигини сезиларли ошириши мумкин.

## ХУЛОСА

“Мультисервис тармоқларида бошқариш жараёнларининг самарадорлигини тадқиқ қилишнинг нейро-норовшан моделлари ва алгоритмлари” мавзусидаги диссертация иши бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижалари қуйидаги хулосаларни қилишга имкон беради:

1.Тизимли ёндашув асосида мультисервис тармоқларини бошқариш самарадорлигининг асосий сифат кўрсаткичлари, уларга таъсир этувчи асосий факторлар, уларда содир бўладиган турли жараёнлар таҳлил қилинди. Бу эса мультисервис тармоғи самарадорлик кўрсаткичларининг ўзаро

боғлиқлигини тасвирловчи мультисервис тармоғининг ахборот моделини назарий тўплам шаклида куриш имконини берди.

2.Мультисервис тармоқлари фаолиятида содир бўладиган турли хил ноаниқликлар, уларни бошқариш тизими самарадорлигига таъсирини баҳолашнинг норавшан тўплам моделлари ва алгоритмлари ишлаб чиқилди. Бу эса МСТ функционал блоклари технологик ҳолатларини башоратлаш масаласини ечишни автоматлаштириш имкониятини беради.

3.Мультисервис тармоқлари қурилмалари фаолиятида содир бўладиган вазиятларни таҳлил қилиш ва баҳолашнинг мантиқий-вазиятли модели ишлаб чиқилган. Бу эса мультисервис тармоқлари бошқариш тизими самарадорлигини турли вазиятларда баҳолаш ва тўғри қарор қабул қилиш имконини беради.

4.Мультисервис тармоғини бошқаришнинг асосий функционал блоклари фаолияти, уларни асосий кўрсаткичлари: маълумотларни узатиш интенсивлиги, пакетларнинг кечикиши ва йўқотилишларини акс эттирувчи беш қатламли кўринишга эга нейро-норавшан моделлари ишлаб чиқилди. Яратилган ҳисоблаш моделларини қўллаш ахборотларни йўқотилиш даражасини 5,2–11,3% ва маълумотлар оқимларини узатишнинг ўртача вақтини 7,1–12,3 % га камайтириш имконини берди.

5.МСТ бошқариш жараёнининг алоқа канали узатиш функциясини ҳисобга олган ҳолда тезлик тавсифлари (каналларнинг ўтказиш қобилияти, пакетларнинг тутилиб қолиши)ни аниқлашнинг юқори самарадорликка эга алгоритмлари ишлаб чиқилди.

6. Мультисервис тармоғини бошқариш ва унинг қурилмаларини нейро-норавшан моделларини шакллантириш ҳамда таълуқлилик функциясининг танлаш алгоритми ишлаб чиқилган. Бу алгоритм экспертлар хулосалари асосида жараёнга мос келадиган тааллуқлилик функциясининг тури, шакли ва параметрларини аниқлаш усулини автоматлаштириш имконини беради.

7.Мультисервис тармоқлари конфигурацияси ва ишлаш режимларининг ўзига хос хусусиятлари ҳисобга олиниши асосида яратилган алоқа каналларини бошқаришнинг ишлаш самарадорлигини (ўтказиш қобилияти, пакетларни кечикиши вақтини) баҳолаш алгоритмларининг қўлланилиши ахборотларнинг йўқотилиши 7% га камайиши, ҳамда ахборотларни узатилиш аниқлиги мавжуд тизимларга нисбатан 5% га юқори бўлишини кўрсатди.

8. Мультисервис тармоқларини бошқариш жараёнининг самарадорлигини тадқиқ қилиш ва баҳолашнинг нейро-норавшан моделлари ва алгоритмлари асосида яратилган дастурий мажмуанинг қўлланилиши ахборотларнинг йўқотилишини камайтириш ҳамда хизмат кўрсатишнинг сифатини 5-7% га ва узатиш канали ўтказиш қобилиятини 15%га ошириш имконини берди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.28.12.2017.Т.07.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**ШЕРБОБОВА ГУЛРУХ БАХТИЁРОВА**

**НЕЙРО-НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ В  
МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЯХ**

05.04.01- Телекоммуникационные и компьютерные системы, сети и устройства  
телекоммуникаций. Распределение информации

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)  
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент - 2019

**Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2019.4.PhD/T81.**

Диссертация выполнена в Ташкентском университете информационных технологий.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета ([www.tuit.uz](http://www.tuit.uz)) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Марахимов Авазжон Рахимович</b> доктор технических наук, профессор
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Юсупбеков Азизбек Нодирбекович</b> доктор технических наук, профессор
	<b>Исаев Рихси Исаходжаевич</b> кандидат технических наук, профессор
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта</b>

Защита диссертации состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г. в \_\_\_\_ часов на заседании Научного совета DSc.28.12.2017.T.07.02 при Ташкентском университете информационных технологий (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108.Тел.: (99871) 238-64-43; факс: (99871) 238-65-52; e-mail: [tuit@tuit.uz](mailto:tuit@tuit.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского университета информационных технологий (регистрационный номер №\_\_). Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-65-44.

Автореферат диссертации разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 года.  
(протокол рассылки № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.).  
(протокол рассылки №1 от 11 декабря 2017 года)

**И.Х. Сиддигов**  
Председатель научного совета по присуждению  
ученых степеней, д.т.н., профессор

**Ж.Х. Джуманов**  
Ученый секретарь научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

**Н.Б. Усманова**  
Председатель научного семинара при научном  
совете по присуждению учёных степеней,  
д.т.н., доцент

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В последнее время в мире все больше применяются мультисервисные сети, в которых отличия заключаются в предоставлении широкого спектра услуг. В развитых странах, таких как, США, Великобритания, Нидерландия, Германия, Швеция, Франция, Южная Корея, Индия, Россия и других государствах, обращают особое внимание на повышение эффективности функционирования МСС. Внедрение новых услуг требует соответствующих сетевых ресурсов. С этой точки зрения, особое внимание уделяется разработке моделей и алгоритмов исследования показателей эффективности системы управления мультисервисной сети. В этом направлении одной из важнейших задач считается внедрение мультисервисных сетей, усовершенствование путей их развития, разработка математической модели расчета показателей эффективности мультисервисной сети, методы расчета показателей пропускной способности, задержка пакетов и др., основанных на теории нейро-нечетких технологий.

В мире создаются научные основы для развития информационных и коммуникационных технологий, разработки методов расчета показателей эффективности мультисервисной сети и повышения пропускной способности элементов для передачи приложений реального времени с высоким качеством. В этом направлении одной из важнейших задач считается внедрение мультисервисных и транспортных сетей, усовершенствование путей их развития, разработка моделей и алгоритмов управления мультисервисной сети, основанного на теории нечетких множеств, алгоритмов расчета и оценки показателей эффективности мультисервисной сети. Комплексное решение перечисленных задач представляет сложную научную проблему и определяет необходимость проведения исследований связанных с анализом эффективности процессов управления в реальных системах управления, поступающих на телекоммуникационный рынок.

В Республике Узбекистан уделяется особое внимание развитию информатизации общества, предоставлению широкополосного доступа в Интернет для жителей отдаленных районов со скоростью передачи данных, достаточной для предоставления услуг с заданным качеством, принятию специальных мер по предоставлению различных видов мультисервисных услуг пользователям. В «Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 годах»<sup>1</sup> определены задачи: «...создать базу для свободного входа в сеть Интернет, ... для подключения жителей Республики к высокоскоростному Интернету, .... провести широкомасштабную модернизацию систем телекоммуникаций ...». Выполнение указанных задач, в частности, разработка модели и алгоритмов, позволяющих исследовать эффективность управления МСС на основе теории нечетких множеств,

---

<sup>1</sup> Мирзиёев Ш.М. Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах, Приложение № 1, к Указу Президента Руз от 07.02.2017 г. N УП-4947

разработка аналитической модели, позволяющей проводить анализ зависимости вероятности своевременного обслуживания запросов от загрузки, являются весьма актуальными и востребованными.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года №УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», в Указе Президента Республики Узбекистан от 19 февраля 2018 года № УП-5349 «О мерах по дальнейшему совершенствованию сферы информационных технологий и коммуникаций», в Постановлении Президента Республики Узбекистан от 29 августа 2017 года № ПП-3245 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления проектами в сфере информационно-коммуникационных технологий», в Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан от 7 марта 2018 года № 185 «О мерах по дальнейшему улучшению качества услуг связи, информатизации и телекоммуникаций», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике Узбекистан.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики Узбекистан IV. «Развитие информатизации и информационно-коммуникационных технологий».

**Степень изученности проблемы.** За последние годы осуществляются научные исследования по разработке методов расчета, алгоритмов оценки эффективности мультисервисных сетей и получены определенные теоретические и практические результаты. В частности, в трудах зарубежных ученых: Andrews J.G., Baskett F., Chiu D.M., Dohler M., Gelenbe E., Iversen V.B., Unger R.R., Naenggi M., Kelly F., Kuhn P.J. Российские ученые: Башарин Г.П., Гайдамака Ю.В., Бычков Е.Д., Гилязов Л.Р., Бочаров П.П., Вишневецкий В.М., Гнеденко Б.В., Дудин А.Н., Зейфман А.И., Королёв В.Ю., Гольдштейн Б.С., Кучерявый А.Е., Соколов И.А., Лохтин В.И. и др. рассмотрены эти вопросы.

В таком направлении огромный вклад внесли следующие ученые Узбекистана: Абдуллаев Д.А., Бекмуратов Т.Ф., Камиллов М.М., Ганиев С.К., Марахимов А.Р., Нишонбоев Т.Н., Исаев Р.И., Усманова Н.Б., Сиддиқов И.Х., Аллаев А.Э., Мухаммадиева Д.Т. и др.

Вместе с тем, необходимы дальнейшие углубленные исследования процессов управления в создаваемых системах управления сетями следующего поколения, направленные на повышения эффективности процессов управления с учетом специфики мультисервисных сетей.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета имени И. Каримова, № ИТД-5-36 «Разработка информационно-аналитической интеллектуальной системы мониторинга



технологической безопасности нефтехимических установок и комплексов» (2012-2014) и №А-5-42 «Программно-инструментальные средства интеллектуализации автоматизированного мониторинга и управления технологическими объектами в условиях априорной неопределенности» (2015-2017).

**Целью диссертации** является разработка нейро-нечетких моделей и алгоритмов оценки эффективности процессов управления в мультисервисных сетях.

**Задачи исследования:**

системный анализ оценки эффективности процессов управления телекоммуникационных сетях и сервисов;

разработка нейро-нечеткой модели процессов управления ресурсами мультисервисных сетей;

разработка алгоритмов оценки эффективности процессов управления мультисервисных сетей на основе нейро-нечеткой технологии;

разработка алгоритмов формализации нейро-нечетких моделей элементов и системы управления мультисервисных сетей в целом;

разработка имитационной модели оценки эффективности процесса управления мультисервисных сетей;

разработка комплекса программ исследования и расчета характеристик процессов управления мультисервисных сетей.

**Объектом исследования** являются процессы управления мультисервисных сетей (МСС), с учетом их специфических особенностей.

**Предметом исследования** являются модели и алгоритмы оценки эффективности управления мультисервисной сети и алгоритмически-программные средства.

**Методы исследований.** В процессе исследования применены методы математического моделирования, теории телетрафика, теории вероятностей и математической статистики, теории графов, теории нечетких множеств и логики, теории интеллектуального управления, теории иерархических систем, системного анализа.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

разработана нечетко множественная модель оценки эффективности системы управления мультисервисных сетей, функционирующих в условиях неопределенности исходной информации;

созданы нейро-нечеткие модели определения характеристик мультисервисной сети и её технических средств;

разработаны алгоритмы расчета временных характеристик (пропускной способности каналов, задержка и потери информации и др.) на основе нейро-нечетких моделей;

разработана система имитационная модель для решения задачи оценки эффективности и оптимальных значений процесса управления мультисервисной сети.

**Практические результаты исследований** заключаются в следующем:

разработано инструментальное средство анализа эффективности функционирования системы управления и оценка качественных показателей процесса управления МСС;

с позиций системного анализа разработан алгоритм исследования вероятностно-временных характеристик системы управления позволяющий оценить эффективности процесса управления МСС.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования обосновывается применением теоретически обоснованных концепций управления телекоммуникационными сетями на основе теории нечетких множеств и логики, нейронных сетей, теории вероятностей использованием апробированных методов современной теории управления; полученными результатами теоретических и прикладных исследований и их взаимной согласованностью.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования заключается в разработке моделей и алгоритмов автоматизированного исследования эффективности системы управления МСС, функционирующими в условиях неопределенности информации. При этом гибридный характер применяемых в работе нейро-нечетких моделей позволяет на единой математической основе формализовать качественные показатели МСС.

Практическая значимость результатов работы заключается в разработке инструментального средства исследования и оценки эффективности МСС в виде программных комплексов, позволяющих прогнозировать и оценить вероятностно-временные характеристики системы управления.

**Внедрение результатов исследований.** На основании результатов, полученных на нейро-нечетких моделях и алгоритмах исследования эффективности процессов управления в мультисервисных сетях:

модель оценки эффективности процесса управления мультисервисной сети, работающей в неопределенной форме, была внедрена в Кашкадарьинский центр радиовещания (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций Республики Узбекистан № 33-8 / 5936 от 26 августа 2019 года). В результате скорость передачи данных в мультисервисной сети была увеличена на 20%, а пропускная способность каналов на 15%;

нейронечеткие модели для определения мультисервисной сети и ее инструментов, вычислительные алгоритмы на основе нейронных моделей для вычисления временных характеристик для мультисервисной сети «UMS» Общество с ограниченной ответственностью город Карши (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций Республики Узбекистан № 33-8 / 5936 от 26 августа 2019 года). Внедрение позволило повысить эффективность мультисервисной сети на 5-7%, а также снизить потери информации с 5,2% до 11,3%.

система имитационного моделирования была внедрена в Узбекско-Индонезийское совместное предприятие «УЗИ-Карши» для оценки эффективности управления мультисервисной сети и поиска оптимальных

значений (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций Республики Узбекистан № 33-8 / 5936 от 26 августа 2019 года). В результате позволяют оценить эффективность процессов управления потоками данных в контексте различных неопределенностей в мультисервисных сетях, снижая потери данных на 7% и точность передачи данных на 5%.

вычислительные алгоритмы для расчета временных характеристик мультисервисной сети на основе нейро-нечетких моделей внедрены в Ферганский филиал АК «Узбектелеком» (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций Республики Узбекистан № 33-8/5936 от 26 августа 2019 года). В результате получена оценка эффективности процессов управления мультисервисными сетями, т.е. времени хранения информации, снижения потерь информации и улучшения качества обслуживания на 5-7%.

**Апробация результатов исследования.** Результаты настоящего исследования апробированы и обсуждены на 11 международных, 15 Республиканских научно-практических конференциях и научных семинарах.

**Публикация результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы 36 научных работ, в том числе 3 статьи в иностранных журналах и 5 в республиканских журналах, получено 2 свидетельства о регистрации программы для электронно-вычислительных машин.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 115 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, показано соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, сформулированы цель и задачи, объект и предмет исследования, изложена научная новизна, практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта их теоретическая и практическая значимость, приведены акты внедрения в практику результатов исследований, сведения об опубликованных работах и структура диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние проблемы управления мультисервисных сетей**» проведен обзор работ, посвященных исследованию эффективности процессов управления мультисервисной сети, приведены результаты систематизированного обзора и анализа основных существующих методов и моделей исследования надежности показателей сетей телекоммуникации, обоснована целесообразность проведения исследований надежности мультисервисных сетей на основе концепции технико-экономической оптимизации информационных систем.

Известно, что МСС является весьма сложным многокомпонентным

объектом, который характеризуется разнообразными свойствами, представляющей собой универсальную многоцелевую среду, предназначенную для передачи речи, изображения и данных с использованием технологии коммутации пакетов. Основная задача мультисервисных сетей заключается в обеспечении работы разнородных информационных и телекоммуникационных систем и приложений в единой транспортной среде.

Основу сети составляет универсальная транспортная сеть, реализующая функции транспортного уровня, уровня управления коммутацией и передачей. Особенностью систем управления МСС является многоуровневость и иерархичность структуры.

Основной и актуальной задачей исследования процессов управления мультисервисных сетей связи является оценка качества функционирования системы управления сетями, обеспечивающих гарантированное качество оказываемых услуг.

На качественные показатели МСС  $F_{эфф}$  существенно влияют, такие параметры как скоростные параметры оборудования, вероятностно-временные характеристики телекоммуникационных сетей связи, обуславливаемые условиями и способами, применяемыми в системе. При этом показатель эффективности МСС описывается функциональной зависимостью:

$$F_{эфф} = \left\{ F \left[ \max_i(k_{i,mn}, \varepsilon_i), \min_i(t_{i,спз}, l_a) \right], i = \overline{1, n} \right\}$$

где  $k_{i,mn}$  – пропускная способность канала передачи  $i$ -го потока пакета;  $t_{i,спз}$  – время задержки  $i$ -го пакета;  $\varepsilon_i$  – коэффициент эффективности сетевых ресурсов.

Пропускная способность каналов связи определяется следующим образом:

$$k_{i,mn}(\varepsilon_i, N_{i,T.дон}) = \sum_{i=1}^n [V_{имр} N_{i,T.дон}], i = \overline{1, n}$$

где  $N_{i,T.дон}$  - количество оборудования. При этом минимальное значение времени задержки вычисляется неравенством:

$$t_{i,спз} = \text{Argmin}[t_{i+1}(\lambda_{вых}) - t_i(\lambda_{вх})] K_{i,сж}^{-1} \leq t_{i,спз,дон}, 1 \leq i \leq n$$

где  $t_i(\lambda_{вх})$  и  $t_{i+1}(\lambda_{вых})$  - время появления  $i$ -го потока информации,  $\lambda_{вх}$  и  $\lambda_{вых}$  - скорость появления информации на входе и выходе коммутатора;  $K_{i,сж}$  - коэффициент сжатия  $i$ -го потока данных.

Следует отметить, что в большинстве случаев для оценки эффективности МСС, кроме выше перечисленных критериев, применяются также несколько специфических критериев, трудно поддающихся количественной оценке. К этим критериям относятся масштабируемость, управляемость, совместимость, поддержка различных видов трафика, устойчивость к изменениям нагрузки, помехоустойчивость, простота монтажа и эксплуатации и т.д.

Во второй главе диссертации «Формализация системы управления мультисервисных сетей на основе нейро-нечеткой технологии» представлено формализованное описание процесса управления мультисервисных сетей и разработаны нейро-нечеткое модели функциональных элементов системы управления мультисервисных сетей на основе которых созданы логико-ситуационные модели функционирования системы управления мультисервисных сетей.

В основе построения системной модели синтеза МСС используем системный подход, в соответствии с которым, производится системная декомпозиция задач моделирования и проектирования МСС.

Будем рассматривать МСС как упорядоченный набор компонент:

$$M_{net} = \langle \Omega, F, C, K, \Theta \rangle$$

где  $\Omega$  - цель системы;  $F$  - функции системы;  $C$  - структура реализации функций;  $K$  - компоновка элементов;  $\Theta$  - организация функционирования системы.

Поэтому рассмотрим МСС, прежде всего, как совокупность абстрактных информационных объектов:

$$S = \{S_j\}$$

Каждому объекту  $S_i \in S$  поставим в соответствие описание его состояния  $x_{S_i}$  в виде следующего кортежа:  $x_{S_i} = \langle A_{S_i}, D_{S_i} \rangle$ , где  $A_{S_i} = \{a_{S_i}^1, a_{S_i}^2, \dots, a_{S_i}^n\}$  - множество имен свойств  $i$ -го информационного объекта;  $D_{S_i} = \{d_{S_i}^1, d_{S_i}^2, \dots, d_{S_i}^n\}$  - множество доменов соответствующих свойств  $i$ -го информационного объекта.

Тогда совокупность информационных объектов будет описываться множеством состояний информации:

$$X_S = \{x_{S_i}\}$$

На множество  $X_S$  можно установить множество функциональных отношений:

$$R = \{r_i\}$$

где  $R \subseteq X_S \times X_S$  - множество функциональных отношений, определяемых функциями смены состояний  $X_{S_i}$ , то есть множество функций обработки информации;  $r_1$  - получение информации,  $r_2$  - передача информации,  $r_3$  - обработка информации,  $r_4$  - хранение информации,  $r_5$  - отображение информации.

Каждой функции обработки информации поставим в соответствии описание ее состояния в виде следующего кортежа:  $x_{R_i} = \langle A_{R_i}, D_{R_i} \rangle$ , где  $X_{S\Omega}$  - множество имен свойств  $i$ -й функции обработки  $D_{R_i} = \{d_{R_i}^1, d_{R_i}^2, \dots, d_{R_i}^n\}$  - множество доменов соответствующих  $i$ -й функции обработки.

Известно, что структура системы управления МСС имеет многоуровневую иерархически организованную структуру. Поэтому для оценки эффективности процесса управления МСС необходимо описать структуру системы управления.

Известно, что в реальном случае на систему управления МСС действуют различные внешние факторы, имеющие неопределенный характер, а также изменения состояния сети происходят нечетким образом.

В этой связи в модели управления её составляющие могут формулироваться в концепциях теории нечетких множеств. Тогда в зависимости от конкретной ситуации возможны различные варианты моделей управления:

$$M_{VII} = \langle T, X, Y, U, Q, Z, L, F, \varphi, G, C, A, B \rangle$$

где  $\tilde{Q} = \{q / \mu(q)\}$  – нечеткое множество состояний;  $\mu(q)$  – нечеткая функция принадлежности,  $\mu(q) \in [0,1]$ ;  $G\{g(q)\}$  – множество нечетких мер,  $g(q) \in [0,1]$ .

$$M_{VIII} = \langle T, X, Y, \tilde{U}, \tilde{Q}, \tilde{Z}, L, F, \varphi, G, C, A, B \rangle$$

где  $\tilde{U} = \{u / \mu(u)\}$  – нечеткое множество управлений (каналов);  $\tilde{Z} = \{z / \mu(z)\}$  – нечеткое множество целей.

$$M_{IX} = \langle T, X, Y, \tilde{U}, \tilde{Q}, \tilde{Z}, L, F, \varphi, G, \tilde{C}, A, B \rangle$$

где  $\tilde{C} = \{c / \mu(c)\}$  – нечеткое множество затрат.

В диссертационной работе определены следующие параметры, характеризующие качественные показатели мультисервисных сетей:

1. Время реакции сети:  $\tau_{PC} = \tau_{ПЗ} + \tau_{TC1} + \tau_{OBR} + \tau_{TC2} + \tau_{ПО}$

2. Пропускная способность каналов:  $\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n d_{ij}^{v_\gamma v_\eta} \lambda_{ij} l_\gamma^h \leq p_{\gamma\eta}, \gamma \neq \eta$

3. Коэффициент готовности:  $K_r = \frac{t_p}{t_p + t_{ec}}, Y = \frac{V_{bit}}{t}$

4. Пульсации каналов:  $\eta_{um}(C_{i.m.n} \leq \lambda_{i_{вых}}) = \sum_{i=1}^n \frac{C_{i.m.n}}{\lambda_{i_{вых}} \cdot \rho_i} < 1$

5. Вероятность потери пакетов:  $P_n = \frac{N_n}{N_{nep}}$

6. Суммарная задержка времени:  $t_{\gamma\eta}^\Sigma = \sum_{i=1}^{n_k} v_i^* u_i^{v_\gamma v_\eta}$

7. Среднее значение задержки информации в коммутационном оборудовании:

$$t_{\gamma\eta}^* = \frac{1}{\frac{p_{\gamma\eta}^\Sigma}{l^*} - \sum_{j=i+1}^{n-1} d_{ji}^{v_\gamma v_\eta} \lambda_{ij}}$$

8. Время задержки при передаче пакетов по каждому каналу:

$$t_{\gamma\eta}^\Sigma = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n d_{ji}^{v_\gamma v_\eta} t_{ji}^* + t_{\gamma\eta}^\Sigma$$

9. Производительность коммутационного оборудования:

$$\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \lambda_{ij} u_p^{v_\gamma v_\eta} \leq v_p^{forw}$$

10. Количество портов в коммутационном оборудовании:

$$\sum_{i=1}^{n_k} y_{i\gamma} + |A_\gamma| \leq m_\gamma^h, \quad \gamma = 1, 2, \dots, n_k$$

11. Скорость передачи информации:  $b_{ij}(q_p) = \begin{cases} 1, & \text{если } Q_{ij}^r(\mu) = q_p, \\ 0, & \text{если } Q_{ij}^r(\mu) \neq q_p. \end{cases}$

$$\sum x_{ip} b_{ip}(q_j) + \sum_{i=1}^n y_{ip} b_{ip}(q_j) \leq m_p^h, \quad j = 1, \dots, n_k$$

$$u_i^{v_\gamma, v_n} = \begin{cases} 1, & \text{если КУ } v_i \in K \text{ находится в цепи } \pi_{\gamma n} \in \Pi, \\ 0, & \text{если КУ } v_i \in K \text{ находится в цепи } \pi_{\gamma n} \notin \Pi. \end{cases}$$

12. Размер таблицы адресов коммутационного оборудования:  $\sum_{i=1}^{n_k} u_i' m_i^h \leq M_p^h$

13. Эффективность коммутационного оборудования и каналов связи:

$$E = \sum_{i=1}^{n_a} \sum_{j=1}^{n_k} x_{ij} c_{ij}^{ak}(\lambda_{ij}, Q_i^a(\mu), d_{ij}^{ak}) + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n y_{ij} c_{ij}^{kk}(\lambda_{ij}, Q_{ij}^r(\mu), d_{ij}^{kk}) + \sum_{i=1}^{n_k} c_i^h$$

Эффективность функционирования системы управления характеризуется состоянием оборудования входящих в состав мультисервисных сетей. В этом случае удобным является формализация процесса функционирования системы в виде логико-ситуационных моделей.

Логико-ситуационная модель анализа состояния оборудования представляет собой совокупность логических выражений и высказываний, характеризующих последовательность развития состояний и применима для всех типовых состояний МСС.

Логико-ситуационная модель процесса функционирования системы управления МСС формируется следующим образом.

Пусть существуют ситуации, возникновение которых может быть обусловлено одной или несколькими различными причинами внутреннего характера или внешней причиной ( $P_0$ ):

$$\exists j: (P_1 \vee P_2 \vee \dots \vee P_0) \rightarrow S_j, \quad j \in M, 0 \in O.$$

Некоторые ситуации могут приводить непосредственно к факторам:

$$\exists j: S_j \rightarrow F_i, \quad i \in N, \quad j \in M.$$

Некоторые ситуации могут приводить как к факторам, так и к другим ситуациям:

$$\exists j': S_{j'} \rightarrow (F_i \vee S_j), \quad i \in N, \quad j \in M, \quad j' \in M.$$

Некоторые факторы ( $F_i$ ) могут быть вызваны одной или несколькими ситуациями:

$$\exists j: (S_i \vee \dots \vee S_j \vee \dots \vee S_{j'}) \rightarrow F_i, \quad i \in N, \quad (i = 2), \quad j' \in M, \quad j \in M.$$

$$\exists i: [(S_i \wedge S_j) \vee \dots \vee (S_{j'} \wedge S_M)] \rightarrow F_i, \quad i \in N, \quad j' \in M, \quad j \in M.$$

Состояния  $k$ -го вида для дальнейшего развития состояний могут быть вызваны одним из факторов ситуации, которая непосредственно не приводит к состоянию, а приводит к ее дальнейшему развитию:

$$\exists n: k: (F_n \rightarrow R^k) \rightarrow (F_i \rightarrow F_l) \rightarrow (F_l \rightarrow R^k), \quad i \in N, \quad l \in N, \quad k \in K.$$

Возникновение ситуации хотя бы одного вида от  $j$ -й конкретной ситуации на  $i'$ -м уровне развития:

$$(R_{ji'}^1 \vee R_{ji'}^2 \vee \dots \vee R_{ji'}^k) \rightarrow R_{ji'}, k = \overline{1, K}, j \in M, i' \in I'$$

где  $I'$  – общее количество уровней развития состояний.

Возникновение ситуаций всех видов от  $j$ -й конкретной ситуации на  $i'$ -м уровне развития:

$$(R_{ji'}^1 \wedge R_{ji'}^2 \wedge \dots \wedge R_{ji'}^k) \rightarrow R_{ji'}, k = \overline{1, K}, j \in M, i' \in I'$$

Возникновение конкретной ситуации хотя бы одного вида в результате функционирования МСС:

$$(R^1 \vee R^2 \vee \dots \vee R^k) \rightarrow R, k \in K$$

В соответствии с рассмотренной логической моделью анализа состояний формируется логико-вероятностная модель оценки ситуации.

Вероятность возникновения конкретной ситуации ( $P_j$ ) от одной из причин определяется по соотношению:

$$\exists j: P_j = 1 - \prod_{o=1}^0 (1 - P_{oj}), j \in M,$$

где  $P_{oj}$  – вероятность возникновения  $j$ -й конкретной ситуации от  $O$ -й причины.

Предложенная логико-ситуационная модель функционирования системы управления МСС позволяет анализировать и оценивать эффективность процесса управления с целью прогнозирования поведения системы в будущем.

Третья глава диссертации **«Алгоритмы исследования систем управления мультисервисных сетей связи»** посвящена вопросам формализации показателей эффективности системы управления МСС на основе применения гибридной нейро-нечеткой технологии, сочетающей преимущества нечеткой логики и нейронных сетей. Разработанный алгоритм формализации нейро-нечеткой модели элементов и системы управления МСС в целом представлен на рис 1.

Разработанная нечеткая нейронная модель в дальнейшем применена для принятия решения о передаче потоков реального времени по каналу мультисервисной сети.

Для решения этой задачи выбраны параметры межсегментного интервала при передаче информации в мультисервисной сети. В качестве входных параметров выбраны следующие:

$\theta^{prev}$  – полученная в предыдущем такте скользящая средняя длительность ожидания подтверждений;  $\theta^{cur}$  – полученная в текущем такте скользящая средняя длительность ожидания подтверждений;  $\delta^{prev}$  полученное в предыдущем такте значение межсегментного интервала. Выходной переменной нейро-нечеткой модели является межсегментный интервал  $\theta^{cur}$ , который устанавливается в текущем такте.



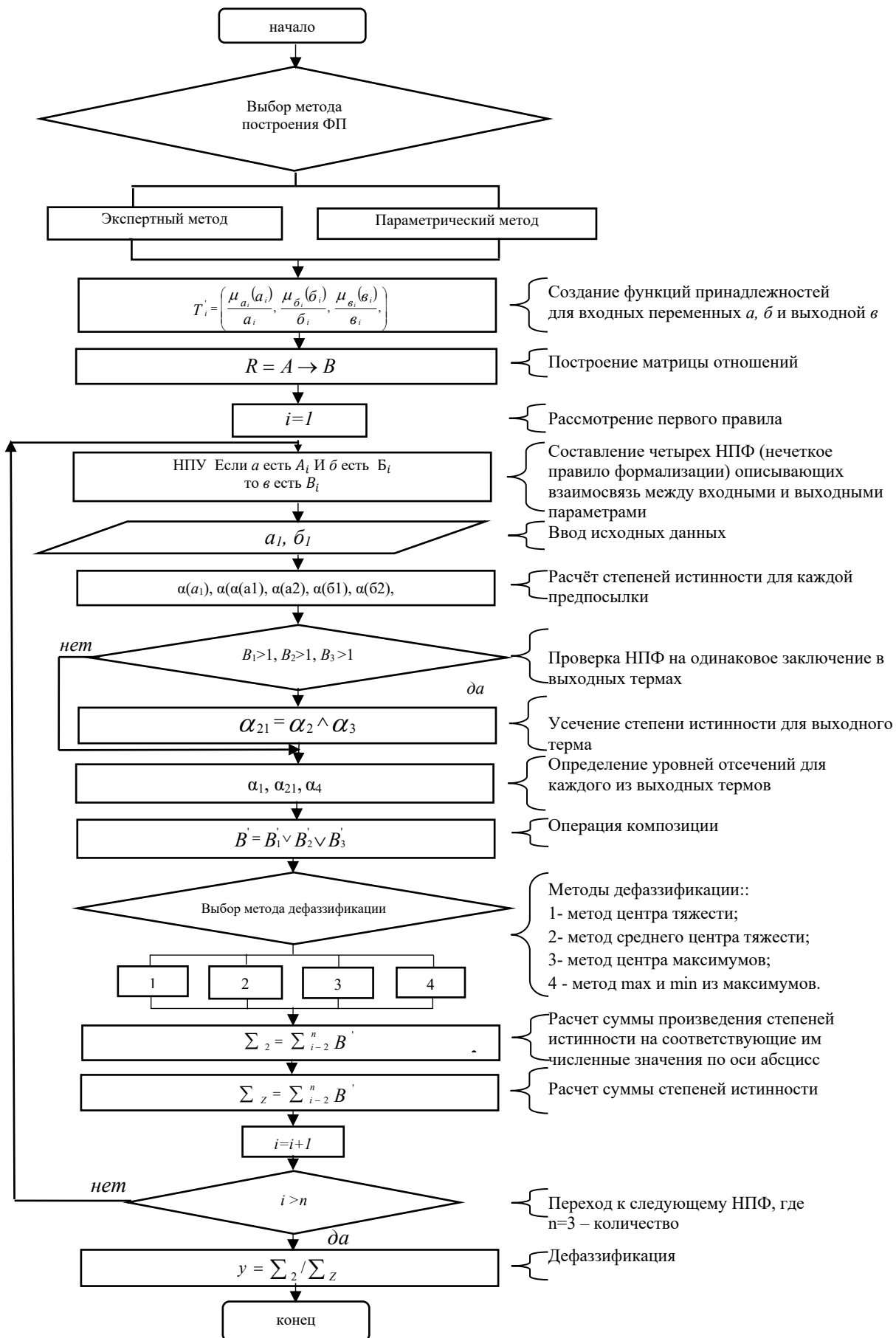


Рис.1. Алгоритм формализации нейро – нечеткой модели системы управления МСС

Архитектура нейронной сети межсегментного интервала состоит из пяти нейронных слоев.

В первом слое нейронов выполняется процедура фаззификации. При этом вычисляются значения функций принадлежности для каждой входной величины.

На втором слое нейронов выполняется процедура агрегирования, предназначенная для определения степени истинности каждого нечеткого правила.

На третьем слое осуществляется нормализация результатов агрегирования:

$$\bar{J}_r = \frac{J_r}{\sum_{r=1}^8 J_r}.$$

Четвертый слой нейронов предназначен для активизации вычисления значений выводов нечетких правил следующим образом:

$$H_1 = p_1 \theta^{prev} + s_1 \theta^{cur} + q_1 \delta^{prev} + j_1, \quad H_2 = p_2 \theta^{prev} + s_2 \theta^{cur} + q_2 \delta^{prev} + j_2, \\ \dots \\ H_8 = p_8 \theta^{prev} + s_8 \theta^{cur} + q_8 \delta^{prev} + j_8,$$

где  $p_1, p_2, \dots, p_8, s_1, s_2, \dots, s_8, q_1, q_2, \dots, q_8, j_1, j_2, \dots, j_8$  -коэффициенты, значения которых определяются в результате обучения нейро-нечеткой системы.

Процедура дефаззификации осуществляется на пятом слое, в котором вычисляются искомое значение выходной величины по формуле:

$$\delta^{cur} = \sum_{r=1}^8 g_r.$$

Для определения значений коэффициентов  $d_{x1}, d_{x2}, h_{x1}, h_{x2}, d_{y1}, d_{y2}, h_{y1}, h_{y2}, d_{z1}, d_{z2}, h_{z1}$  и  $h_{z2}$ , осуществляется настройка веса нейронов первого слоя, а для вычисления значений  $p_1, p_2, \dots, p_8, s_1, s_2, \dots, s_8, q_1, q_2, \dots, q_8, j_1, j_2, \dots, j_8$  необходимо настроить вес нейронов четвертого слоя.

Для оценки эффективности функционирования разработанной модели в программной среде MatLab & Simulink разработана имитационная модель передачи информационных сегментов и подтверждений по каналам телекоммуникационной сети, в которой реализован нейро-нечеткий выбор межсегментного интервала.

Четвёртая глава диссертации **«Программный комплекс имитационного моделирования оценки эффективности процесса управления МСС»** посвящена вопросам разработки программного комплекса имитационного моделирования для оценки исследования эффективности функционирования процесса управления МСС, позволяющие определить основные качественные показатели эффективности телекоммуникационных сетей.

На основе разработанных моделей и алгоритмов оценки эффективности процесса управления МСС созданы программные комплексы, позволяющие автоматизировать решения задачи имитации процесса функционирования системы управления МСС. Системы имитационного моделирования процесса управления МСС позволяют определить такие показатели эффективности системы как пропускная способность канала связи, задержка пакетов, время ожидания, а также, другие качественные показатели характеризующие динамику системы управления МСС, оценку и эффективность процесса управления.

Программные комплексы предназначены для оценки качественных показателей процесса управления МСС в условиях неопределенности исходных данных. В качестве примера рассмотрены вопросы оценки межсегментного интервала, и потеря пакетов, влияющие на качества эффективности процесса управления МСС.

Для решения поставленных задач разработаны вычислительные алгоритмы выбора межсегментного интервала, а также влияние потери информации на качественные показатели и производительность процесса управления МСС в условиях неопределенности исходной информации. Эти модели основаны на гибридном применении методов теории нечетких множеств, нейронных сетей и нечеткой логики, учитывающие достоинства каждого из них.

Настроечные параметры нейро-нечеткой модели определяются с применением программного инструмента Fuzzy Logic Toolbox. В табл. 1а,б представлены результаты обучения нейронов первого и четвертого слоя нейронной сети.

Таблица 1а

Результаты обучения нейронов

Параметр	$d_{x1}$	$d_{x2}$	$h_{x1}$	$h_{x2}$	$d_{y1}$	$d_{y2}$
Значение	3,85	25,4	3,83	27,3	3,75	28,57
Параметр	$h_{y1}$	$h_{y2}$	$d_{z1}$	$d_{z2}$	$h_{z1}$	$h_{z2}$
Значение	3,635	26,87	3,584	27,87	3,588	28,9

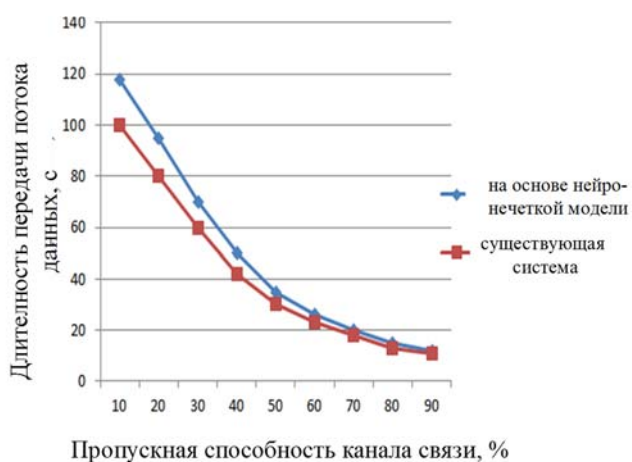
Таблица 1б

Параметр	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$	$p_5$	$p_6$	$p_7$	$p_8$
Значение	16,2	-86,5	-35,4	407,1	38,8	-312,7	40,1	42,5
Параметр	$s_1$	$s_2$	$s_3$	$s_4$	$s_5$	$s_6$	$s_7$	$s_8$
Значение	72,3	41,1	235,7	-582,7	-134,8	425,4	-91,1	12,3
Параметр	$q_1$	$q_2$	$q_3$	$q_4$	$q_5$	$q_6$	$q_7$	$q_8$
Значение	-121,9	308,9	-527,2	452,3	105,1	-218,7	115,2	225,7
Параметр	$j_1$	$j_2$	$j_3$	$j_4$	$j_5$	$j_6$	$j_7$	$j_8$
Значение	-91,1	147,5	39,9	-9,2	34,8	-11,2	-17,6	11,8

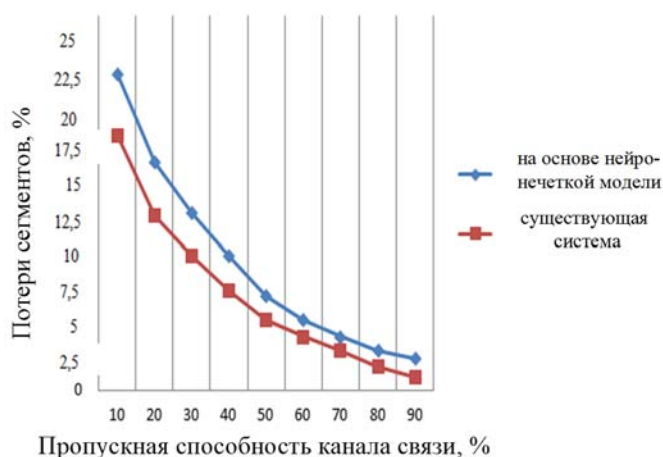
## Исходные информации для создания имитационного моделирования

Название параметра	Значение
Число сегментов в потоке данных	300
Битовая длина сегмента	15 кбит
Пропускная способность канала связи	2 Мбит/с

Для сравнения полученных результатов с такими же исходными данными была проведена имитационные исследование на базе нейро-нечеткие моделей, в которой определены межсегментный интервале и потеря пакетов при передаче информации. Результаты исследование иллюстрировано в виде графиков, которые отражают зависимости длительности передачи потока информации и потеря сегментов от средней возможный пропускной способности телекоммуникационного канала (рис.2 и 3 соответственно).



**Рис.2. График зависимости длительности передачи данных от пропускной способности канала связи**



**Рис.3. График зависимости потерь сегментов от пропускной способности канала связи**

Диаграммы показывают характеристики потока данных, полученные из использования нейро-нечеткого выбора пересечения с вышеуказанными

кривыми, а нижние кривые представляют результаты межсегментного управления на основе применения системы.

Анализ полученных результатов показывает, что при передаче потока информации по каналу связи применение разработанной нейро-нечеткой модели выбора межсегментного интервала позволяет обеспечить снижение потерь информации на 5,2–11,3 % и уменьшение среднего времени передачи потоков данные на 7,1–12,3 %.

Следует отметить, что разработанная нейро-нечеткая модель выбора межсегментного интервала в телекоммуникационной сети, в отличие от известных, базируется на использовании аппарата нечеткой нейронной сети.

Результаты имитационные моделирование приведённых на базе разработанных программных комплексов (№DGU02630, №DGU05940) показывают, что применение предложенного усовершенствованного метода позволяет снизить среднюю задержку пакетов на 7–8 % по сравнению с использованием метода Tail Drop и сократить потери пакетов на 10 % по сравнению с методом RED и уменьшить среднее время передачи потоков данных.

Таким образом, возможно, что телекоммуникационная сеть может значительно увеличить пропускную способность в транзитных маршрутизаторах при изменении пропускной способности пакетов различных классов на основе метода, использованного в диссертации.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Результаты проведенных исследований по теме диссертации «Нейро-нечеткие модели и алгоритмы исследования эффективности процессов управления в мультисервисных сетях» позволят сформулировать следующие выводы:

1.С позиций системного подхода определены основные качественные показатели эффективности управления МСС, анализированы основные факторы, влияющие на эффективность функционирования системы. Это позволяет формализовать информационную модель взаимосвязей показателей эффективности МСС в теоретико-множественной форме.

2.Разработаны нечетко-множественные модели и алгоритмы оценки эффективности функционирования систем управления МСС, функционирующих в условиях неопределенности исходных данных, что позволяет автоматизировать решение задачи мониторинга и прогнозирования технологических состояний функциональных узлов и телекоммуникационной сети в целом.

3.Разработана нечетко-ситуационная модель оценки ситуаций возникающих в процессе функционирования МСС. Это позволяет оценить эффективность системы управления и принять решения в различных ситуациях.

4.Разработаны вычислительные пятислойные нейро-нечеткие модели деятельности функциональных узлов сети, их основные показатели:

интенсивность передачи информации, задержка и потеря пакетов. Применение вычислительных моделей позволяет снизить потери информации на 5,2-11,3% и сокращения передачи данных потоков на 7,1-12,3%.

5. Разработаны высокоэффективные алгоритмы определения скоростных характеристик процесса управления МСС, с учетом передаточной единицы каналов связи, характеризующие пропускные способности, время задержки информации каналов.

6. Разработан алгоритм автоматизированного формирования нейро-нечетких моделей процесса управления МСС и определения форм, типов и параметров функций принадлежности.

7. Применение разработанных алгоритмов оценки эффективности управления, учитывающих конфигурации и режимов работы МСС, позволяет уменьшить потери информации на 7%, а также повысить точность передаваемой информации на 5%, по сравнению с существующими системами.

8. Применение программного комплекса разработанного на основе нейро-нечетких моделей и алгоритмов при исследовании и оценки эффективности процессов управления МСС, позволило увеличить снижение потерь информации и улучшения качества обслуживания на 5-7% и на 15 % пропускную способность каналов передач.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
DSc.28.12.2017.T.07.02 AT TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION  
TECHNOLOGIES**

---

**TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES**

**SHERBOBOYEVA GULRUKH BAXTIYOROVNA**

**NEURO-FUZZY MODELS AND ALGORITHMS FOR RESEARCH THE  
EFFECTIVENESS OF THE MANAGEMENT PROCESSES IN  
MULTISERVICE NETWORKS**

05.04.01 - Telecommunication and Computer Systems, Telecommunication Networks and  
Devices. Distribution of Information

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE DOCTOR OF PHILOSOPHY DEGREE (PhD)  
OF TECHNICAL SCIENCES**

**Tashkent - 2019**

**The theme of dissertation of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2019.4.PhD/T81.**

The dissertation has been prepared at Tashkent University of Information Technologies.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the Scientific Council website ([www.tuit.uz](http://www.tuit.uz)) and on the website of «ZiyoNet» Information and Educational Portal ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

<b>Scientific adviser:</b>	<b>Marakhimov Avazjon Rahimovich</b> Doctor of Technical Sciences, Professor
<b>Official opponents:</b>	<b>Yusupbekov Azizbek Nodirbekovich</b> Doctor of Technical Sciences, Professor
	<b>Isayev Rixsi Isaxodjaevich</b> Candidate of Technical Sciences, Professor
<b>Leading organization:</b>	<b>Tashkent Institute of Railway Engineers.</b>

The defense of dissertation will take place on “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2019 at the meeting of Scientific Council №DSc. 28.12.2017.T.07.02 at Tashkent University of Information Technologies. (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108.Tel: (99871) 238-64-43, fax: (99871) 238-65-52, e-mail: [tuit@tuit.uz](mailto:tuit@tuit.uz)).

The dissertation could be reviewed in the Information Resource Centre of the Tashkent University of Information Technologies (is registered under №\_\_\_\_\_) (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108.Tel: (99871) 238-64-43, fax: (99871) 238-65-52).

The abstract of dissertation is distributed on “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2019  
(Protocol at the register № on “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2019)

**I.X.Siddikov**  
Chairman of the Scientific Council awarding  
Scientific Degrees, Doctor of Technical  
Sciences, Professor

**J.X. Djumanov**  
Scientific Secretary of the Scientific Council  
awarding Scientific degrees, Doctor of  
Technical Sciences, Docent

**N.B.Usmanova**  
Chairman of the Academic Seminar under the  
Scientific Council awarding Scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Docent



## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The aim of research work** is the development of neuro-fuzzy models and algorithms for evaluating the effectiveness of the management system of multiservice networks.

**The object of research** is the management processes of multiservice networks (MSN), taking into account their specific features.

**The scientific novelty of research work** is:

fuzzy multiple models have been developed for evaluating the effectiveness of the management system of multiservice networks operating under conditions of uncertainty in the source information;

neuro-fuzzy models for determining the characteristics of a multiservice network and its means have been created;

algorithms have been developed for calculating the temporal characteristics (channel capacity, delay and loss of information, etc.) of multiservice networks based on neuro-fuzzy models;

a simulation system has been developed to solve the problem of evaluating the effectiveness and optimal values of the multiservice network management process.

**Implementation of the research results:** based on the results obtained on neuro-fuzzy models and algorithms for studying the effectiveness of control processes in multiservice networks:

the model for evaluating the effectiveness of the management system of a multiservice network operating in an indefinite form was introduced at the Kashkadarya Broadcasting Center (Certificate №33-8/5936, as August 26, 2019 of Ministry for Development of Information Technologies and Communications of the Republic of Uzbekistan). As a result of applying scientific novelty obtained in the thesis, the data transfer rate in the multiservice network was increased by 20%, and the throughput - by 15%;

neuro-fuzzy models for determining a multiservice network and its tools, computational algorithms based on neural models for calculating time characteristics for the multiservice network “UMS” Karshi city limited liability company (Certificate №33-8/5936, as August 26, 2019 of Ministry for Development of Information Technologies and Communications of the Republic of Uzbekistan). The implementation allowed increasing the efficiency of the multiservice network by 5-7%, as well as reducing data loss from 5.2% to 11.3%;

a simulation system was introduced in the Uzbek-Indonesian joint venture UzI-Karshi to assess the effectiveness of multiservice network management and search for optimal values (Certificate №33-8/5936, as August 26, 2019 of Ministry for Development of Information Technologies and Communications of the Republic of Uzbekistan). The results allow us to evaluate the effectiveness of data flow control processes in the context of various uncertainties in multiservice networks, reducing data loss by 7% and data transfer accuracy by 5%;

computational algorithms for calculating the time characteristics of a multiservice network based on ambiguous models were introduced in the Ferghana

branch of Uzbektelecom Joint Stock Company (Certificate №33-8/5936, as August 26, 2019 of Ministry for Development of Information Technologies and Communications of the Republic of Uzbekistan). As a result of the implementation of the research results, an assessment was made of the effectiveness of multi-service network management processes, i.e. information storage time, reduce information loss and improve the quality of service by 5-7%.

**The structure of the dissertation.** The dissertation consists of an Introduction, four Chapters, Conclusions, References and Appendices.

The volume of the thesis is 115 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (Часть I; Part I)**

1. Marakhimov A.R., Khudaybergenov K.K., Sherboboeva G.B., Ohundadaev U.R. Synthesis of robust fuzzy system of automatic regulation of the temperature regime of the chemical reactor // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, India, Vol.5, Issue 11, 2018. pp.7360-7369. Scientific Journal Impact Factor: IF=5,4 (05.00.00. №8).

2. Марахимов А.Р., Шербобоева Г.Б. Оптимизация процесса функционирования мультисервисных сетей // ТГТУ Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление», №6(84)/2018, ISSN 1815-4840, с.90-94. (05.00.00; №12).

3. Сиддиков И.Х., Шербобоева Г.Б. Алгоритм расчёта структурной надёжности мультисервисных сетей // Академия наук Республики Узбекистан. Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики», №3/2013. (05.00.00.№5).

4. Сиддиков И.Х., Шербобоева Г.Б., Исследование показателей надёжности групповых систем мультисервисной сети с учетом структуры её функционирования // «Вестник ТУИТ» № 3-4/ 2012, с.41-43 ISSN 2010-9857. (05.00.00.№31).

5. Шербобоева Г.Б. Формализация топологии мультисервисных сетей на базе теории графов // ТГТУ Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление», №6/2012, ISSN 1815-4840, с.86-90. (05.00.00; №12).

6. Марахимов А.Р., Сиддиков И.Х., Шербобоева Г.Б., Измайлова Р.Н. Мониторинг технологического состояния инженерной сети нефте-химического предприятия на основе метода наилучшей точности // ТГТУ Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление», №2 /2013, с.63-67, ISSN 1815-4840. (05.00.00.№12).

**II бўлим (Часть II; Part II)**

7. Siddikov I.X., Sherboboyeva G.B. Hybrid model management of information messages in multiservice networks // The advanced science journal, USA, 2014, Vol.2 pp.38-41.

8. Yusupbekov N., Marakhimov A., Sherboboyeva G.B., Marakhimov A. Implementation of Intelligent Technologies for Traffic Control Systems in the context of Megapolises // The 4th International Conference on BIG DATA APPLICATIONS AND SERVICES (BIGDAS2017). ISSN 2466-135X. Vol.4. №.1 Hosted by National University of Uzbekistan Korea Big Data Service Society August 15-18. 2017 Tashkent. pp. 281-289.

9. Zarubin Yu., Sherboboyeva G.B., Marakhimov A.A. Multi-criteria Evaluation Approach in the Automated Information System Design Problems //

The 4th International Conference on BIG DATA APPLICATIONS AND SERVICES (BIGDAS2017). ISSN 2466-135X Vol.4. №.1 Hosted by National University of Uzbekistan Korea Big Data Service Society August 15-18. 2017 Tashkent. pp. 9-16.

10. Сиддиков И.Х., Шербобоева Г.Б. Синтез структуры мультисервисной сети на базе генетических алгоритмов // Международный научный журнал «Молодой учёный» №10(57)/2013, ISSN 2072-0297, с.193-197.

11. Шербобоева Г.Б. Графовое представление структуры мультисервисной сети // Сборник докладов XI Международной научно-технической конференции «Распознавание – 2013», Россия, Курск, 2013. с.292 – 294.

12. Шербобоева Г.Б. Мониторинг технологического состояния мультисервисной сети промышленных предприятий на основе метода наилучшей точности // “Кон-металлургия соҳасининг замонавий техника ва технологиялари ва уларнинг ривожланиш йўллари” номли VI Халқаро илмий техник конференцияси маърузалар тўплами. Навоий, 2013. 501-503б.

13. Sherboboyeva G.B. Probability - time characteristics of the multiservice network with multiple access protocol // WCIS-2014. Tashkent. 2014. pp.317-321.

14. Sherboboyeva G.B. Fuzzy modeling and multicriteria evaluation of the acceptability design solutions in the automated information system design // WCIS-2014. Tashkent. 2014. pp.458-463.

15. Шербобоева Г.Б. Мультисервис тармоқларини ташкил этишнинг технологик жиҳатлари // “Инновация-2014” номли Халқаро илмий амалий конференцияси. Ташкент, 2014. 279-280 б.

16. Шербобоева Г.Б., Азимов А. Оценка эффективности предложенного способа формирования и предоставления виртуального вычислительного ресурса сетевых компьютеров // Сборник докладов XVII Международной научно-технической конференции “Информатика: проблемы, методология, технологии” (IPMT-2017), Воронеж, 2017, с.252-257.

17. Шербобоева Г.Б., Азимов А. Разработка алгоритма формирования и предоставления виртуального вычислительного ресурса на основе сервис-ориентированной Грид технологии // Сборник докладов XVII Международной научно-технической конференции “Информатика: проблемы, методология, технологии” (IPMT-2017), Воронеж 2017, с.258-261.

18. Шербобоева Г.Б. NGN тармоғининг республикамизда ривожланиши // “Фан, таълим ва ишлаб чиқариш интеграциясини ахборот коммуникация технологиялари асосида ривожлантириш муаммолари” мавзусидаги Республика илмий - амалий конференцияси. ТАТУ Қф 2012, 238-240 б.

19. Шербобоева Г.Б. Мультисервис тармоқларини ташкил этиш муаммолари // “Ахборот технологиялари ва телекоммуникация муаммолари” мавзусидаги ёш олимлар, тадқиқодчилар, магистрлар ҳамда иқтидорли талабаларнинг Республика илмий – техникавий конференцияси. 3 жилд. ТАТУ 2013, 129-131 б.

20. Шербобоева Г.Б. Современное состояние создания мультисервисных сетей // Сборник докладов Республиканской научно-методической конференции “Ишлаб чиқариш корхоналарининг долзарб муаммоларини ечишда инновацион технологияларнинг аҳамияти”. Қарши 2013, с.320-321.

21. Шербобоева Г.Б. Организация управления и мониторинга мультисервисных сетей // Сборник докладов Республиканской научно-методической конференции “Ахборот технологиялари ва телекоммуникация муаммолари”. 3 жилд. ТАТУ 2016, с.285-287.

22. Шербобоева Г.Б. Мультисервис тармоқларини ташкил этиш технологиялари // “Ахборот технологиялари ва телекоммуникация муаммолари” мавзусидаги ёш олимлар, тадқиқодчилар, магистрлар ҳамда иқтидорли талабаларнинг Республика илмий – техникавий конференцияси. 3 жилд. ТАТУ 2016, 283-285 б.

23. Шербобоева Г.Б. Метод фильтрации трафика и маршрутизации в мультисервисных сетях // Сборник докладов Республиканской научно-методической конференции “Фан, таълим ва ишлаб чиқариш интеграциясини ахборот коммуникация технологиялари асосида ривожлантириш истиқболлари”. ТАТУ Қф 2016, с. 606-608.

24. Шербобоева Г.Б. Маршрутизация в мультисервисных сетях // Сборник докладов Республиканской научно-методической конференции “Амир Темур обод этган юрт”. Часть 2. Китоб 2016, с.130-131.

25. Шербобоева Г.Б. Основы создания распределенной инфраструктуры на основе Грид технологии // Сборник докладов Республиканской научно-методической конференции “Муқобил энергия манбаларидан фойдаланишда энергия тежамкорлик муаммолари”. Қарши 2017, с.370-372.

26. Шербобоева Г.Б. Базовые технологии мультисервисных сетей // Сборник докладов Республиканской научно-методической конференции “Муқобил энергия манбаларидан фойдаланишда энергия тежамкорлик муаммолари”. Қарши. 2017. с.372-373.

27. Шербобоева Г.Б. Использование грид технологии в обработки больших массивов данных // “Ахборот-коммуникация технологияларининг ривожланиш истиқболлари” Республика илмий-амалий анжумани. ТАТУ Қф 2018, с 245-248.

28. Шербобоева Г.Б. Расчет пропускной способности звена мультисервисной сети // “Ахборот-коммуникация технологияларининг ривожланиш истиқболлари” Республика илмий-амалий анжумани. ТАТУ Қф 2018, с 263-267.

29. Шербобоева Г.Б. Базовой технологии и управления услугами мультисервисных сетей //“Ахборот-коммуникация технологияларининг ривожланиш истиқболлари” Республика илмий-амалий анжумани. ТАТУ Қф 2018, с 292-295.

30. Шербобоева Г.Б. Панжиев А. Основные характеристики эффективности функционирования вычислительных сетей // “Ахборот-коммуникация технологиялари ва телекоммуникацияларнинг замонавий

муаммолари ва ечимлари” Республика илмий-техник анжумани. ТАТУ Фф 2019, с 217-220.

31. Шербобоева Г.Б., Кенжаева С. Математическая модель механизма управления качеством обслуживания мультисервисные сети связи // «Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях» I Международной научно-практической конференции ФЕРПИ 2019, с.340-343.

32. Шербобоева Г.Б. Шербобоева Г.Б. Концептуальная модель функционирования мультисервисных сетей // «Ахборот коммуникация технологияларини ривожлантириш шароитида инновациялар» Республика илмий-амалий анжумани. ТАТУ Қф 2019, 414-416б.

33. Шербобоева Г.Б., Ташпулатова К.В. Основные характеристики эффективности функционирования мультисервисных сети // «Ахборот коммуникация технологияларини ривожлантириш шароитида инновациялар» Республика илмий-амалий анжумани. ТАТУ Қф 2019, 448-450б.

34. Шербобоева Г.Б. Мультисервис тармоқларининг нейро-норавшан моделларини шакллантириш алгоритми // “Инновационные решения инженерно-технологическим проблем современного производства”. Международная научно-практическая конференция. БИТИ 2019, с

35. Сиддиков И.Х., Шербобоева Г.Б., Измайлова Р.Н. Оммавий хизмат кўрсатиш тизими ишончилиги мониторингини ахборот-аналитик тизими // Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги. Гувоҳнома № DGU 02630, 12 ноябрь 2012 йил.

36. Шербобоева Г.Б., Каримов Ш.С., Атажонов М.О. Ахборот телекоммуникация тармоқларида маълумотларни йиғиш ва шакллантиришнинг автоматлаштирилган тизими // Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги. Гувоҳнома № DGU 05940, 8 январь 2019 йил.

Автореферат «Муҳаммад ал-Хоразмий авлодлари» илмий журнали таҳририятида ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнларининг мослиги текширилди (11.11.2019).

Бичими 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.  
Шартли босма табақи: 3. Адади 100. Буюртма № 85.

Гувоҳнома реестр № 10-3719  
"Тошкент кимё технология институти" босмаҳонасида чоп этилган.  
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.