

**РАҚАМЛИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ВА СУНЪИЙ ИНТЕЛЛЕКТНИ
РИВОЖЛАНТИРИШ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.13/30.12.2021.Т.142.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**РАҚАМЛИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ВА СУНЪИЙ ИНТЕЛЛЕКТНИ
РИВОЖЛАНТИРИШ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ**

ЭГАМБЕРДИЕВ НОДИР АБДУНАЗАРОВИЧ

**СУСТ ШАКЛЛАНГАН ЖАРАЁНЛАРНИ ГИБРИД ИНТЕЛЛЕКТУАЛ
ЁНДАШУВ АСОСИДА СИНФЛАШТИРИШ АЛГОРИТМЛАРИ**

05.01.03 – Информатиканинг назарий асослари

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

Тошкент – 2022

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

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

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

Эгамбердиев Нодир Абдуназарович

Суст шаклланган жараёнларни гибрид интеллектуал ёндашув асосида
синфлаштириш алгоритмлари3

Эгамбердиев Нодир Абдуназарович

Алгоритмы классификации слабоформализуемых процессов на основе
гибридного интеллектуального подхода18

Egamberdiev Nodir Abdunazarovich

Algorithms for classification weakly formalized processes based on a hybrid
intelligent approach33

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....37

**РАҚАМЛИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ВА СУНЪИЙ ИНТЕЛЛЕКТНИ
РИВОЖЛАНТИРИШ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.13/30.12.2021.Т.142.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**РАҚАМЛИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ВА СУНЪИЙ ИНТЕЛЛЕКТНИ
РИВОЖЛАНТИРИШ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ**

ЭГАМБЕРДИЕВ НОДИР АБДУНАЗАРОВИЧ

**СУСТ ШАКЛЛАНГАН ЖАРАЁНЛАРНИ ГИБРИД ИНТЕЛЛЕКТУАЛ
ЁНДАШУВ АСОСИДА СИНФЛАШТИРИШ АЛГОРИТМЛАРИ**

05.01.03 – Информатиканинг назарий асослари

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

Тошкент – 2022

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2022.1.PhD/T1420 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Рақамли технологиялар ва сунъий интеллектни ривожлантириш илмий-тадқиқот институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.airi.uz) ва «Ziyonet» Ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар: Мухамедиева Дилноз Тулкуновна
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: Бабомурадов Озод Жўраевич
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

Дадаханов Мусохон Хошимхонович
техника фанлари бўйича фалсафа доктори

Етакчи ташкилот: Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети

Диссертация химояси Рақамли технологиялар ва сунъий интеллектни ривожлантириш илмий-тадқиқот институти ҳузуридаги DSc.13/30.12.2021.T.142.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил «25» март соат 16⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100125, Тошкент шаҳар, Мирзо Улуғбек тумани, Бўз-2 даҳаси, 17А-уй. Тел.: (99871) 263-41-98, e-mail:info@airi.uz)

Диссертация билан Рақамли технологиялар ва сунъий интеллектни ривожлантириш илмий-тадқиқот институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (2 рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100125, Тошкент шаҳар, Мирзо Улуғбек тумани, Бўз-2 даҳаси, 17А-уй. Тел.: (99871) 263-41-98).

Диссертация автореферати 2022 йил «12» март куни таркатилди.
(2022 йил «07» март даги 1 рақамли реестр баённомаси.)



Сар

Н.С. Маматов

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, техника фанлари доктори, к.и.х.

Ф.М. Нуралиев

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, техника фанлари доктори, доцент

Н.Мирзаев

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, техника фанлари доктори, к.и.х.

Сар

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Бугунги кунда дунёда ахборотнинг кенгайиб бориши маълумотларга ишлов бериш жараёнининг мураккаблашишига олиб келмоқда, жумладан сушт шаклланган жараёнлар ҳолатини ифодаловчи маълумотлар катта ҳажмга эга бўлган шароитда маълумотлар ўртасидаги яширин боғлиқликни, жараёнлар боришини башоратлашнинг ўзига хос қонуниятларини аниқлаш, синфлаштириш муҳим масалалар ҳисобланади. Бундан ташқари дунёнинг ривожланган мамлакатлари, масалан, Хитой, Россия, АҚШ, Англия, Германия, Ҳиндистон ва бошқа давлатларда объект маълумотларининг норавшанлик ҳамда тўлиқмаслик билан тавсифланганида мураккаб жараёнлар учун интеллектуал таҳлил қилиш йўналишларининг назарий ва амалий масалаларини ечишга катта эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда гибрид интеллектуал ёндашув асосида, яъни, норавшан мантиқ, нейрон тармоқлари ва эволюцион алгоритмларни биргаликда қўллаб моделлаштириш алгоритмларини такомиллаштириш, ишлаб чиқиш ҳамда ҳисоблаш алгоритмларини яратишга йўналтирилган илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан, маълумотларни интеллектуал таҳлил қилиш масалаларининг норавшан қоида хулосалари, нейрон тармоқлар ва эволюцион алгоритмлар асосида норавшан моделларини қуриш, сушт шаклланган жараёнларни синфлаштириш алгоритмлари ва дастурларини ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан ҳисобланади.

Республикамизда барча иқтисодий ва ижтимоий соҳаларига ахборот-коммуникация технологияларини жорий қилишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... иқтисодиёт, ижтимоий соҳа, бошқарув тизимига ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш»¹ вазифалари белгиланган. Мазкур вазифаларни амалга оширишда тиббиётда ташхисий жиҳатдан муҳим маълумотларни ажратиб олиш услубиятини яратиш, қайта ишлаш ва таҳлил қилиш усуллари, алгоритмлари ҳамда ахборот технологияларини ишлаб чиқиш ва тадқиқ қилиш, улар асосида тиббий белгиларни миқдорий баҳолаш асосида юрак қон томирлари касалликларини эрта ташхислаш билан таъминловчи компьютер тизимларини қуриш долзарб вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги, 2018 йил 19 февралдаги ПФ-5349-сон «Ахборот технологиялари ва коммуникациялар соҳасини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармонлари, 2017 йил 29 августдаги ПҚ-3245-сон «Ахборот-коммуникация технологиялари

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

соҳасида лойиҳа бошқаруви тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа 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 технологиялари ривожлантириш» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Норавшан моделлаштириш ва норавшан мантиқий хулосалар назариялари, нейрон тармоқлар ва эволюцион ҳисоблашларнинг қўлланилиши, интеллектуал гибрид тизимлар яратиш масалалари бир қатор олимларнинг: Л.Заде, Е.Мамдани, М.Сугено, Т.Такахи, М.Джамшиди, Р.А.Алиев, А.П.Карпенко ва бошқаларнинг ишларида кўриб чиқилган.

Республикамиз олимлари М.М. Камилов, Т.Ф.Бекмуратов, Ш.Х.Фозилов, Р.Х.Хамдамов, А.Х.Нишонов, Р.Н.Усманов, Д.Т.Мухамедиева, О.Б.Бабомурадов, Н.С.Маматовлар маълумотларнинг интеллектуал таҳлили, тимсолларни таниб олиш, синфлаштириш, регрессион таҳлил, башорат қилиш, норавшан тўпламлар назарияси, норавшан-стохастик математик моделлаштиришнинг қўлланилиши билан боғлиқ тадқиқотлар ҳамда илмий изланишлар олиб боришмоқда.

Ҳозирги кунда сушт шаклланган жараёнларни синфлаштириш моделини норавшан регрессия, нейтрософт тўплам назарияси, норавшан мантиқий алгоритмлар билан куриш ривожланаётган йўналиш ҳисобланади. Бирок, бундай ёндашув асосида сушт шаклланган жараёнларни синфлаштиришда вужудга келадиган муаммолар ҳозирги кунгача етарли даражада ҳал этилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги Ахборот-коммуникация технологиялари илмий-инновацион марказининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг БВ-В-Ф4-011 «Ноаниқлик шароитларида маълумотларни интеллектуал таҳлилининг норавшан-нокоррект масалаларини ечиш усул ва алгоритмлари» (2017-2020) мавзусидаги илмий лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади сушт шаклланган жараёнларни гибрид интеллектуал ёндашув асосида синфлаштириш модел ва алгоритмлари ҳамда дастурий мажмуасини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

сушт шаклланган жараёнларни синфлаштириш масалаларини ечишни аналитик таҳлил қилиш, тузилмасини ишлаб чиқиш, ўқув танланмаларни шакллантириш;

суст шаклланган жараёнларни синфлаштириш моделини норавшан регрессия ва оптималлаштириш алгоритми асосида ишлаб чиқиш;

суст шаклланган жараёнларни нейтрософт тўплам назарияси асосида синфлаштириш моделини куриш алгоритмини такомиллаштириш;

суст шаклланган жараёнларни синфлаштиришнинг норавшан мантиқий модел параметрларини созлаш жараёнида оптималлаштириш масаласини ақлли сув томчилари алгоритми асосида ечиш гибрид алгоритмини ишлаб чиқиш;

гибрид алгоритм асосида дастурий мажмуа ишлаб чиқиш ва ҳисоблаш тажрибаларини ўтказиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида суст шаклланган жараёнларни синфлаштириш олинган.

Тадқиқотнинг предмети суст шаклланган жараёнларни синфлаштириш моделлари ва алгоритмларидан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Ишнинг назарий тадқиқотлари математик анализ, дискрет математика, тимсолларни аниқлаш, норавшан тўпламлар назарияси, нейрон тармоқлар, эволюцион усул ва алгоритмларга асосланган, жараёнларни синфлаштиришнинг компьютерли моделидан тажрибалар асоси сифатида фойдаланилган ҳамда тадқиқ қилинган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

суст шаклланган жараёнларни синфлаштириш модели норавшан регрессия ва оптималлаштириш алгоритми асосида ишлаб чиқилган;

суст шаклланган жараёнларни нейтрософт тўплам назарияси асосида синфлаштириш моделини куриш алгоритми такомиллаштирилган;

суст шаклланган жараёнларни синфлаштиришнинг норавшан мантиқий модел параметрларини созлаш жараёнида оптималлаштириш масаласини ақлли сув томчилари алгоритми асосида ечиш гибрид алгоритми ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

синфлаштириш аниқлиги юқори бўлган интеллектуал гибрид модел ва алгоритмлар ишлаб чиқилган;

юрак хуружи эҳтимоли бор ёки йўқлигини ташхислаш дастури ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги суст шаклланган жараёнларни синфлаштириш учун модел ва алгоритмларни ишлаб чиқишда математик аппаратнинг тўғри қўлланилиши ҳамда тажрибавий тадқиқотларнинг ижобий натижалари билан тасдиқланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқотда олинган натижаларнинг илмий аҳамияти норавшан регрессия гибрид моделини куриш, нейрон тармоқ ёрдамида синфлаштириш моделини куриш, суст шаклланган жараёнларни синфлаштиришда норавшан мантиқий Мамдани моделини куриш ва параметрларини замонавий эволюцион алгоритмлар ёрдамида созлаш, нейтрософт тўплам назарияси асосида синфлаштириш моделини куриш алгоритмларини такомиллаштириш билан

асосланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти сушт шаклланган жараёнларни гибрид интеллектуал ёндашув асосида синфлаштириш модел ва алгоритмларини тиббиётда ташхислаш масаласини ечишга қўллаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Сушт шаклланган жараёнларни синфлаштириш масаласини ечиш билан боғлиқ бўлган мавжуд ҳамда таклиф этилган модел ва алгоритмлар асосида ишлаб чиқилган дастурий мажмуа асосида:

кўп қатламли нейрон тармоқлари модели ҳамда норавшан регрессия ва оптималлаштириш алгоритми «Orange Group» масъулияти чекланган жамиятида корхона даромадларини башорат қилиш ва ўз вақтида тўғри қарорлар қабул қилишга кўмаклашиш жараёнида қўлланилган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2022 йил 11 февральдаги 33-8/787-сон маълумотномаси). Натижада корхона даромадларини башорат қилиш орқали маълумотларни таҳлил қилиш учун кетадиган вақтни 10%гача қисқартиради ва башоратлаш самарадорлигини 5%гача оширади;

сушт шаклланган жараёнларни нейтрософт тўплам назариясидан фойдаланиб синфлаштириш моделини қуриш алгоритми асосида ишлаб чиқилган дастурий мажмуа Андижон вилояти кўп тармоқли тиббиёт марказига жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2022 йил 11 февральдаги 33-8/787-сон маълумотномаси). Натижалар ташхис қўйиш ва муайян тиббий чораларни ўз вақтида амалга оширишга имкон беради ҳамда маълумотларни таҳлил қилиш учун кетадиган вақтни 15%гача қисқартиради, ташхислаш самарадорлигини 10%гача оширади;

сушт шаклланган жараёнларни синфлаштиришнинг норавшан мантиқий гибрид алгоритми асосида ишлаб чиқилган дастур Андижон шаҳар тиббиёт бирлашмаси ва Республика шошилич тиббий ёрдам илмий маркази Андижон филиалида ташхис қўйиш ҳамда шифокорга қарор қабул қилишда кўмаклашиш учун жорий этилган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2022 йил 11 февральдаги 33-8/787-сон маълумотномаси). Натижалар ташхис қўйиш ва маълумотларни таҳлил қилиш учун кетадиган вақтни 15%гача қисқартиради, ташхислаш самарадорлигини 10%гача оширади.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқотнинг назарий ва амалий натижалари 10 та халқаро ва 8 та республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 30 та илмий иш эълон қилинган. Жумладан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 9 та мақола, жумладан, 6 таси республика ва 3 таси хорижий журналларда нашр

этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация тузилиши кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 115 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

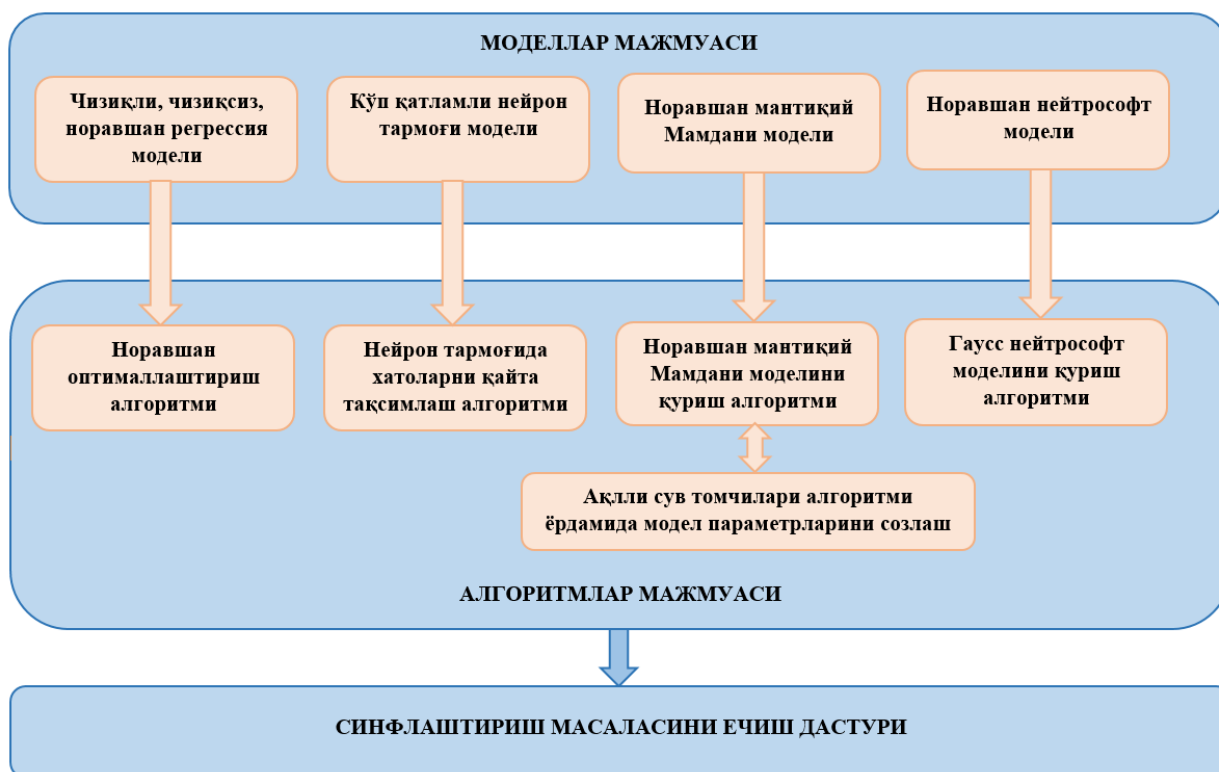
Кириш қисмида диссертация ишининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари ҳамда объект ва предметлари тавсифланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқот илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини жорий қилиш ҳолати, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Гибрид интеллектуал ёндашувга асосланган сустрасланган жараёнларни синфлаштириш модел ва алгоритмлари»** деб номланган биринчи боби сустрасланган жараёнларни синфлаштириш ва регрессия масалаларининг норавшан мантикий моделларини куриш жараёнида вужудга келадиган муаммолар, камчиликлар таҳлил қилинди. Табиий шароитдаги кўплаб объект ва жараёнларни анъанавий математик аппарат ёрдамида моделлаштириш имконияти мавжуд бўлмай қолиши мумкин. Бундай объектларни моделлаштиришда норавшан тўпламлар назарияси, норавшан муносабатларнинг қўлланилиши объект ҳақидаги лингвистик кўринишдаги маълумотларни ҳам қайта ишлаш имконини беради. Норавшан тўпламлар назарияси элементларини эволюцион алгоритмлар билан бирлаштирилиши гибрид алгоритмларнинг ҳосил бўлишига олиб келади. Бу борада бир қатор олимларнинг норавшан тўпламлар, нейрон тармоқлар, норавшан мантикий хулосалар ва эволюцион алгоритмларга оид илмий тадқиқотлари таҳлил қилинди.

Таҳлил натижасида тадқиқот предмети тўғрисидаги жорий маълумотни моделлаштириш пайтида қай даражада тўғри ишлатилганлигини, яъни модел адекватлиги қай даражада эканлигини аниқлаш катта аҳамиятга эга. Бундан келиб чиққан ҳолда сустрасланган жараёнларни синфлаштириш моделларини ишлаб чиқишнинг асосий муаммолари шакллантирилади.

Биринчи боб параграфларида келтирилган таҳлиллардан келиб чиқиб, олиб бориладиган тадқиқот ишининг тузилмаси ишлаб чиқилди (1-расм).

Диссертациянинг **«Гибрид интеллектуал ёндашув асосида сустрасланган жараёнларни синфлаштириш моделларини ишлаб чиқиш»** деб номланган иккинчи бобида предмет соҳасининг баёни келтирилган. Бундан ташқари, айрим модел ва алгоритмларнинг такомиллаштирилган кўринишлари таклиф этилган.



1-расм. Олиб борилган тадқиқотнинг тузилмаси

Регрессия моделини қуришда уни ташкил этувчи параметрларини баҳолаш зарурати туғилади. Келтирилган мулоҳазалар статистик моделларни рекурсив тизимлар кўринишида ишлаб чиқиш мақсадга мувофиқ эканлигини қайд этади. Норован регрессия модели параметрларини турли хил тегишлилик функцияларидан фойдаланиб аниқлаш амалга оширилган. Бунда чизиқли дастурлаш масаласига келтирилади ва уни ечиш орқали норован соннинг маркази ҳамда интервали аниқланади.

Башоратлаш ва синфлаштириш масаласини кўп қатламли нейрон тармоғи модели ёрдамида ҳам ечиш мумкин. Синфлаштириш масаласини кўп қатламли нейрон тармоғи модели ёрдамида ечиш моделини қуришда хатоларни қайта тақсимлаш алгоритмидан фойдаланилган. Нейрон тармоқнинг математик аппаратини ташкил этувчи формулалар қуйида келтирилган.

$$\delta_j^{(n)} = \sum_k \delta_j^{(n+1)} \cdot w_{jk}^{(n+1)}, \quad (1)$$

$$\delta_j^{(N)} = (y_j^{(N)} - d_j), \quad (2)$$

$$\Delta w_{ij}^{(n)} = -\eta \cdot \delta_j^{(n)} \cdot x_i^n. \quad (3)$$

Нейрон тармоқ модели параметрларини аниқлаш алгоритми қуйидагича:

1-қадам: нейрон тармоғининг кириш қисмига x_{ij} вектори ўқитилади ва тармоқ нейронларининг чиқиш қийматлари аниқланади;

2-қадам: 2-формула бўйича нейрон тармоғининг чиқиш қатлами ҳисобланади ва 3-формулага мувофиқ n чиқувчи қатлам нейронларининг вазнлари ўзгариши ҳисобланади;

3-қадам: нейрон тармоғининг яширин қатламлари учун мос равишда биринчи ҳамда учинчи формулалар бўйича ҳисоблашлар амалга оширилади;

4-қадам: барча нейронлар вазнлари $w_{ij}^{(n)}(t) = w_{ij}^{(n)}(t-1) + \Delta w_{ij}^{(n)}(t)$ формула ёрдамида аниқланади;

5-қадам: хатолик бир фоиздан катта бўлса, унда 1-қадамга ўтилади. Ўқув танлангани тўлиқ ўқитишлар сони ҳар минг мартада мос равишда хатолик бир фоизга ошириб борилади.

Синфлаштириш масаласини ечишда норавшан мантиқий Мамдани моделдан фойдаланилди. Моделни қуриш ва параметрларини ақлли сув томчилари алгоритми ёрдамида солаш амалга оширилди. Бунда ақлли сув томчилари алгоритми қуйидагича:

1-қадам: x_0 - аргументнинг бошланғич қиймати берилади;

2-қадам: a_s, b_s, c_s, v_0 - параметрлар қийматлари ўрнатилади;

3-қадам: $\rho_0 + \rho_n = 1$ шарт асосида ρ_0 ва ρ_n га қиймат берилади;

4-қадам: $time(v_t) = \frac{1}{v_t}$ ва $\Delta x = \frac{a_s}{b_s + c_s * time(v_t)}$ ҳамда $\Delta v = \frac{a_s}{b_s + c_s}$

ҳисобланади;

5-қадам: аргументнинг кейинги қиймати $x_{t+1} = \rho_0 x_t + \rho_n \Delta x$ ва $v_{t+1} = v_t + \Delta v$ формулалар асосида топилади;

6-қадам: берилган итерация сони бўйича ҳисоблашлар амалга оширилади (4-қадамдан).

Диссертация ишининг «Гибрид интеллектуал ёндашув асосида суш шаклланган жараёнларни синфлаштириш алгоритмларини ишлаб чиқиш» деб номланган учинчи бобида суш шаклланган жараёнлар билан ишлашда регрессия масаласи ечилди, бунда модел параметрлари турли хилдаги тегишлилик функциялари ёрдамида соланди. Норавшан регрессия алгоритминини қўллаш орқали натижалар яхшиланди.

Норавшан ва интуитив норавшан тўпламларнинг биргаликда қўлланилиши натижаси бўлган нейтрософт тўпламлар назариясидан фойдаланилди. Норавшан сонлар билан ишлашда Гаусс тегишлилик функциясидан фойдаланиш таклиф қилинди ва синфлаштириш масаласини ечишда нейтрософт моделни қуриш алгоритми ишлаб чиқилди.

PS матрицаси қуйидагича берилган:

$$PS = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & \cdots & m_{1s} \\ m_{21} & m_{22} & \cdots & m_{2s} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ m_{p1} & m_{p2} & \cdots & m_{ps} \end{pmatrix}.$$

Бу ерда $m_{ij} = \langle m_{t_{ij}}, m_{i_{ij}}, m_{f_{ij}} \rangle$ да s_j симптоми билан боғлиқ бемор p_i нинг нейтрософт қийматини билдиради.

$s_i (i = 1, 2, \dots, s)$ симптомлари ҳар бир $d_k (k = 1, 2, \dots, k)$ касаллиги учун Гаусс нейтрософт сонлари билан баҳоланади ва касаллик SD матрицаси қуйидагича берилган:

$$SD = \begin{pmatrix} n_{11} & n_{12} & \cdots & n_{1d} \\ n_{21} & n_{22} & \cdots & n_{2d} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ n_{s1} & n_{s2} & \cdots & n_{sd} \end{pmatrix}.$$

Бу ерда $n_{jk} = GNS \langle (n_{t_{jk}}, \sigma_t), (n_{i_{jk}}, \sigma_i), (n_{f_{jk}}, \sigma_f) \rangle$ s_j билан боғлиқ Гаусс нейтрософт қийматини билдиради.

$$PD = \begin{pmatrix} q_{11} & q_{12} & \cdots & q_{1d} \\ q_{21} & q_{22} & \cdots & q_{2d} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ q_{p1} & q_{p2} & \cdots & q_{pd} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & \cdots & m_{1s} \\ m_{21} & m_{22} & \cdots & m_{2s} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ m_{p1} & m_{p2} & \cdots & m_{ps} \end{pmatrix} \circ \begin{pmatrix} n_{11} & n_{12} & \cdots & n_{1d} \\ n_{21} & n_{22} & \cdots & n_{2d} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ n_{s1} & n_{s2} & \cdots & n_{sd} \end{pmatrix}.$$

Олинган Гаусс нейтрософт сонларнинг параметрли шакллари учун баҳолаш функцияси қуйидагича белгиланади:

$$S_{q_{ik}} = \frac{4 + (\underline{a} - \underline{b} - \underline{c}) + (\bar{a} - \bar{b} - \bar{c})}{6}.$$

Агар $1 \leq t \leq k$ учун максимал $S_{q_{ik}} = S_{q_{it}}$ бўлса, демак, p_i беморда d_t касаллиги мавжуд бўлади, агар $S_{q_{ik}}$ максимал қиймат $1 \leq t \leq k$ шарт бўйича бир нечта қийматга тўғри келса, симптомлар қайта баҳоланади.

Норавшан нейтрософт сонлари ёрдамида тиббий ташхислаш масаласини ечиш қуйидаги алгоритм орқали амалга оширилади.

Бу ерда кириш маълумотлари: PS ва SD матрицаси (бемор-симптом) эксперт хулосасига кўра олинади.

1-қадам: маълумотлар тўплами фақат бутун ва ҳақиқий сонлардан иборат бўлса, улар нейтрософт сонларига ўтказилади, акс ҳолда алгоритм 5-қадамдан бошланади. Кирувчи X_i , $i = \overline{1, m}$, танланма – тажрибавий маълумотларни ҳосил қилиш, бунда $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ - u – сатрдаги кирувчи вектор.

2-қадам: кирувчи танланма векторлар $[0, l]$ оралиқда қуйидаги формула орқали нормаллаштирилади:

$$u_{ij} = l \frac{x_{ij} - x_{j\max}}{x_{j\max} - x_{j\min}}.$$

Бунда x_{\min}, x_{\max} - X кирувчи маълумотлар матрицасининг максимум ва минимум элементлари.

3-қadam: Нормаллаштирилган u_{ij} маълумотлар асосида тегишлилик функцияси ёрдамида фаззификация жараёни амалга оширилади.

$$\mu^k(u_{ij}) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{u_{ij} - c_k}{\sigma_k}\right)^2\right), \quad k = 0, 1, 2, \dots, l.$$

4-қadam: фазификациялаш натижалари бўйича мос равишда максималлаштириш амали бажарилади.

$$\mu^*(u_{ij}) = \max_k \mu^k(u_{ij}).$$

5-қadam: 1-жадвал ёрдамида мутахассисларнинг фикрига кўра PS матрицаси тузилади ёки юқоридаги 4-қadamдан олинган натижалардан фойдаланилади;

6-қadam: Гаусс нейтрософт сонлари ёрдамида SD матрицаси тузилади;

7-қadam: PD қарор матрицаси ҳисоблашлар натижасида ҳосил қилинади;

8-қadam: PD қарор матрицаси элементларининг баҳолаш қийматлари ҳисобланади;

9-қadam: Қарор матрицаси S_{qik} ҳар бир қатори бўйича максимум элементлар топилади. Бу элемент ($1 \leq t \leq k$) учун t аниқланади.

Диссертациянинг «**Гибрид интеллектуал ёндашув асосида сушт шаклланган жараёнларни синфлаштириш дастурий мажмуасини ишлаб чиқиш ва натижалар таҳлили**» деб номланган тўртинчи боби таклиф этилган алгоритмлар асосида сушт шаклланган жараёнларни синфлаштириш дастури ҳамда тиббий ташхислаш дастурий мажмуаси ишлаб чиқилган ва олинган натижа таҳлили келтирилган.

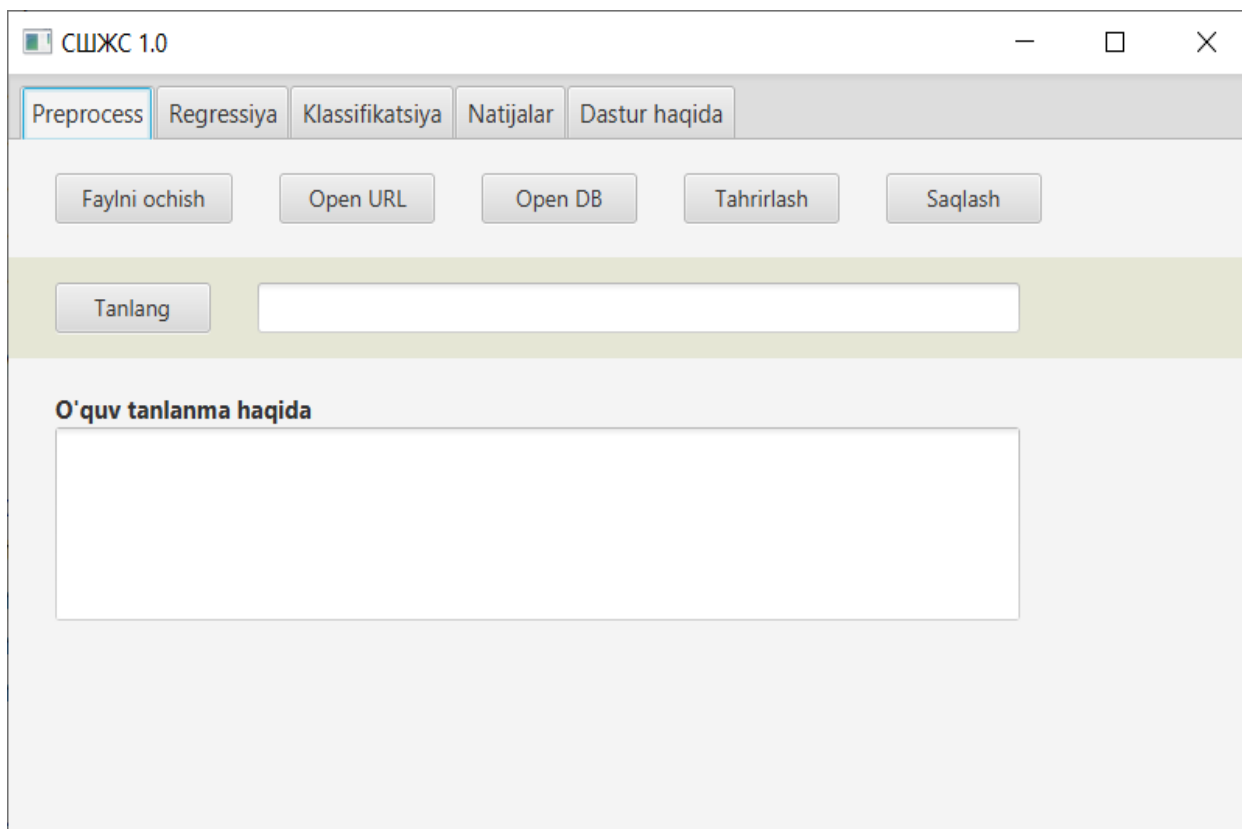
Сушт шаклланган жараёнларни синфлаштириш алгоритмлари асосида яратилган амалий дастурий мажмуа тузилмаси ҳамда ушбу тузилмага мос компоненталар тавсифи қуйидаги режа бўйича баён қилинган:

- дастурий мажмуа мақсади ва унга қуйилган талаблар;
- дастурий мажмуанинг асосий қисмлари ва интерфейси;
- дастурий мажмуанинг ишлаши ва компоненталари орасидаги боғлиқлик.

Яратилган “Сушт шаклланган жараёнларни синфлаштириш” (СШЖС) дастурий мажмуаси (2-расм) қуйидаги имкониятларга эга.

1. Амалий масалаларни математик алгоритмлар билан ечиш дастурлар мажмуасининг самарадорлигини таъминлайди ва иш кўламини бажариш вақтини ҳамда ортиқча сарф-харажатни тежайди.

2. Маълумотларни таҳрир қилиш, олинган натижаларни график ва диаграмма кўринишида кўргазмали тасвирлаш фойдаланувчи учун қулайлик туғдиради.



2-расм. СШЖС дастурий мажмуасининг умумий кўриниши

3. Дастурий мажмуадан фойдаланишнинг соддалиги шундан иборатки, фойдаланувчидан унинг тузилиши ва ЭХМнинг операцион тизими ҳақида чуқур билимга эга бўлишни талаб қилмайди.

4. Дастурий мажмуани функционал дастурларининг қисмлари стандарт элементлардан ташкил топганлиги унинг бир хиллигини ва ўхшашлигини таъминлайди.

5. Дастурдан фойдаланаётганда ҳамма босқичларидаги масалани ечим натижаларини ишончлилигини ва тўғрилигини таъминлайди.

1-жадвал. Таклиф этилаётган норавшан регрессиянинг турли хил тегишлилик функциялари ҳолатида солиштирма натижалари

Усуллар	Учбурчак	Гаусс	Кўнғирок
Ўқув танланма номи			
IRIS	96 %	96 %	96 %
HEART	86 %	86 %	86 %
DIABETES	82,5 %	82,5 %	82,5 %

Нейрон тармоқ ёрдамида синфлаштириш моделини куриш алгоритми ишлаб чиқилди ва тажриба учун иккита турдаги ҳақиқий маълумотлар тўпламлари танланди (2-жадвал).

2-жадвал. IRIS ва DIABETES маълумотлар тўпламлари

Data set name	Attributs	Objects	Class
IRIS	4	150	3
DIABETES	8	768	2

Ирис маълумотлар тўпламидан фойдаланиб синфлаштириш масаласини нейрон тармоқлар асосида ечиш амалга оширилди. Бунинг учун Ирис маълумотлар тўпламини юқоридаги алгоритм асосида ўқитишда учта қатлам танланди. Кириш нейронлари 4 та (атрибутлар сонига мос), яширин қатламда 5 та нейрон, чиқишда 3 та нейрон (класслар сонига мос).

3-жадвалда тавсия этилган алгоритм ҳамда weka дастурий мажмуасида олинган натижалар келтирилган.

3-жадвал. Натижалар таҳлили

Algorithm name	IRIS		DIABETES	
	Correctly	%	Correctly	%
Logistic	144	96	593	77
KStar	142	95	531	69
Decision tree (J48)	144	96	567	74
Decision table	139	93	547	71
Neural network	144	96	637	83

Синфлаштириш масаласини ечишда нейтрософт моделни қуришнинг алгоритми ишлаб чиқилди. Берилган ўқув танланма Weka, Ktime дастурларидаги синфлаштириш алгоритмлари орқали олинган натижалар билан солиштирилди (4-жадвал).

4-жадвал. Синфлаштириш алгоритмлари асосида олинган натижалар

	Native Bayes	Fuzzy Rule	PNN	Decision Tree	SVM	Gauss neytrosifik sonlar
Wekada	76,67 %	83,7 %	75,18 %	84,81 %	78,88 %	96,27 %
	J48	Logistic	K-star	Decision Table	Random Tree	Gauss neytrosifik sonlar
Knimeда	84,07 %	75,18 %	65,92 %	77,4 %	83,33 %	96,27 %

Нейтрософт сонлар, ГНСларнинг α -кесимлари, ГНСларнинг параметрик шакллари аниқланди. Шунингдек, ГНСнинг параметрик шакллари ва матрицалар таркиби ўртасидаги амалларга асосланиб, тиббий диагностикада қўлланиладиган қарор қабул қилиш усули таклиф қилинди. Ишлаб чиқилган алгоритм асосида тиббий ташхисий ечим қабул қилиш жараёнларида кўп учрайдиган юрак касалликларини аниқлаш тадқиқ этилган. Тиббий тимсолларни аниқлашнинг синфлаштириш масаласи Гаусс нейтрософт сонларга асосланган масалалар кетма-кетлигида ифодаланиб, олинган назарий натижалардан фойдаланган ҳолда Java объектга йўналтирилган дастурлаш тилида дастурий мажмуа ишлаб чиқилган.

Ишлаб чиқилган норавашиан мантикий моделни амалий тиббиётдаги (Юрак хуружини эрта аниқлаш) масалани ечишда қўлланилганида самарали натижаларга эришилганлиги, минимум хатоликка эришилганлигини кузатиш мумкин.

Маълумотлар тўпламида юрак этишмовчилиги бўлган 160 беморнинг кузатув даврида тўпланган тиббий ёзувлари мавжуд бўлиб, уларда ҳар бир

бемор профилида 13 та клиник хусусият мавжуд. Бунда 13-устун беморда юрак касаллиги мавжудлигини билдиради.

Юрак хуружини эрта аниқлаш дастурий мажмуаси ишлаб чиқилган. “Тиббий ташхис” деб номланувчи дастурий мажмуа тизимида тўрт турдаги фойдаланувчилар мавжуд: ходимларни рўйхатга олиш, лаборатория ходимлари, шифокорлар ва маъмурлар. Тизим клиника ёки касалхона серверига жойлаштирилади. Фойдаланувчилар дастурий мажмуадан веб-браузерлар орқали фойдаланишлари мумкин.

Дастурий мажмуада “Бемор ташхиси” бўлими мавжуд. Ушбу бўлимда компьютер ташхиси кўрсатилган. “Tashxisni tasdiqlash”нинг киритиш элементида компьютер ташхиси автоматик ёзилади. Агар шифокор компьютер ташхисини тўғри деб ҳисобласа, тиббий тавсия (рецепт)ни ёзади. Акс ҳолда, “Tashxisni tasdiqlash” майдонини ўзгартиради ва “Saqlash” тугмаси орқали жараёни якунлайди (3-расм).

localhost:8080/doctor/patient

Tahlil natijalari	
Ko'krak qafasidagi og'riq turi:	4.0
Qon bosimi (dam olish vaqtdagi):	150.0
Qondagi xolesterin miqdori (mg/dl):	407.0
Qondagi qand miqdori (och qorin vaqtdagi, > 120 mg/dl):	0.0
Elektrokardiografik natijalar (dam olish vaqtdagi):	2.0
Maksimal yurak urish tezligi:	154.0
Jismoniy mashqlar bilan bog'liq angina:	0.0
Dam olishga nisbatan jismoniy mashqlar natijasida kelib chiqqan ST depressiyasi:	4.0
Mashqlar vaqtidagi ST segmentining qiyaligi:	2.0
Flourosopy tomonidan ranglangan asosiy tomirlar soni:	3.0
THAL:	7.0

Bemor tashxisi

Kompyuter tashxisi: **"Presence of Heart Disease."** Bu tashxisni to'g'ri deb hisoblasangiz, uni tasdiqlang. Aks holda, tashxisni o'zgartiring.

Kompyuter tashxisi: Presence of Heart Disease

Tashxisni tasdiqlash:

Prescription:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Saqlash

3-расм. Бемор ҳақида маълумот

ХУЛОСА

Диссертацияда ишида суст шаклланган жараёнларни гибрид интеллектуал ёндашув асосида синфлаштириш модел ва алгоритмлари ишлаб чиқилди. Тадқиқотни амалга оширишдан олинган асосий натижалар сифатида қуйидагиларни қайд этиш мумкин:

1. Суст шаклланган жараёнларни синфлаштириш билан боғлиқ бўлган тизимларни яратишда анъанавий ҳамда гибрид интеллектуал алгоритмларни ишлаб чиқишнинг назарий ва амалий жиҳатларининг замонавий ҳолатини ёритувчи илмий-техник адабиётлар таҳлили амалга оширилди. Бу маълумотларни интеллектуал таҳлил қилишда синфлаштиришнинг гибрид интеллектуал алгоритмларини ишлаб чиқиш имконини беради.

2. Суст шаклланган жараёнларни синфлаштириш моделини норавшан регрессия ва оптималлаштириш алгоритми асосида ишлаб чиқиш самарадорлигини ошириш учун қўллаш таклиф этилган.

3. Синфлаштириш масаласини кўп қатламли нейрон тармоқлари модели ёрдамида ечиш амалга оширилди. Моделни қуришда хатоларни қайта тақсимлаш алгоритмидан фойданилди.

4. Суст шаклланган жараёнларни нейтрософт тўплам назарияси асосида синфлаштириш моделини қуриш алгоритми такомиллаштирилди. Бунда рост, ноаниқлик, ёлғон нейтрософт сонларини қўллашда Гаусс тегишлилик функциясидан фойдаланилди.

5. Суст шаклланган жараёнларни синфлаштиришнинг норавшан мантиқий модел параметрларини созлаш жараёнида оптималлаштириш масаласини ақлли сув томчилари алгоритми асосида ечиш гибрид алгоритми ишлаб чиқилди.

6. Тиббий ташхислаш масаласини ечишда ўқув танланмани шакллантириш учун мутахассислар томонидан берилган маълумотларни фазификация амали ёрдамида нейтрософт сонларига ўтказиш орқали самарадорликни ошириш муаллиф томонидан таклиф этилган ёндашуви асосида ишлаб чиқилиши мақсадга мувофиқлиги асосланган.

7. Ишлаб чиқилган алгоритмлар Республика шошилинич тиббий ёрдам илмий маркази Андижон филиалида, Андижон вилояти кўп тармоқли тиббиёт марказида ҳамда Андижон тиббиёт бирлашмасида тадбиқ этилган. Илмий тадқиқот натижасида юрак хуружини эрта аниқлашда маълумотларни таҳлил қилиш учун кетадиган вақтни 15%гача қисқартиради ва ташхислаш самарадорлигини 10%гача оширади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.13/30.12.2021.Т.142.01
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ
ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

ЭГАМБЕРДИЕВ НОДИР АБДУНАЗАРОВИЧ

**АЛГОРИТМЫ КЛАССИФИКАЦИИ СЛАБОФОРМАЛИЗУЕМЫХ
ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО
ПОДХОДА**

05.01.03 – Теоретические основы информатики

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

Ташкент – 2022

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2022.1.PhD/T1420.

Диссертация выполнена в Научно-исследовательском институте развития цифровых технологий и искусственного интеллекта.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета (www.airi.uz) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

- Научный руководитель:** Мухамедиева Дилноз Тулкуновна
доктор технических наук, профессор
- Официальные оппоненты:** Бабомурадов Озод Жураевич
доктор технических наук, старший научный сотрудник
- Дадаханов Мусохон Хошимхонович
доктор философии по техническим наукам
- Ведущая организация:** Ташкентский государственный технический университет
имени Ислама Каримова

Защита диссертации состоится «25» марта 2022 г. в 16⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.13/30.12.2021.T.142.01 при Научно-исследовательском институте развития цифровых технологий и искусственного интеллекта. (Адрес: 100125, г. Ташкент, р. М.Улугбекский, Буз-2, дом 17А. Тел.: (99871) 263-41-98, e-mail: info@airi.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Научно-исследовательском институте развития цифровых технологий и искусственного интеллекта (регистрационный номер № 2). (Адрес: 100125, г. Ташкент, М.Улугбекский р-н, Буз-2, дом 17А. Тел.: (99871) 263-41-98).

Автореферат диссертации разослан «12» марта 2022 года.
(протокол рассылки № 1 от «07» марта 2022 г.).



Handwritten signature

Н.С. Маматов
Председатель научного совета
по присуждению учёных степеней,
доктор технических наук, с.н.с.

Handwritten signature

Ф.М. Нуралиев
Ученый секретарь научного совета
по присуждению учёных степеней,
доктор технических наук, доцент

Handwritten signature

Н.Мирзаев
Председатель научного семинара при научном совете
по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, с.н.с.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В современном мире информационная перегрузка приводит к усложнению процесса обработки данных, в связи с этим идентификация, классификация, нахождение закономерностей при прогнозировании процессов, скрытую связь между данными в условиях большого объема информации, которая выражает состояние слабоформализуемых процессов, являются важными задачами. Кроме того, в развитых странах мира, например, в Китае, России, США, Англии, Германии, Индии и других странах большое внимание уделяется решению теоретических и практических вопросов интеллектуального анализа данных для сложных процессов, когда данные объекта характеризуются нечеткостью и неполнотой.

В мире на основе гибридного подхода, т.е. алгоритмов моделирования, которые совместно поддерживают нечеткую логику, нейронные сети и эволюционные алгоритмы ведутся научно-исследовательские работы, направленные на совершенствование, разработку и создание вычислительных алгоритмов. В связи с этим, в частности, построение нечетких моделей на основе выводов нечетких правил, нейронных сетей и эволюционных алгоритмов интеллектуального анализа данных, разработка алгоритмов и программ для классификации слабоформализуемых процессов является одной из важных задач.

Особое внимание уделяется внедрению информационно-коммуникационных технологий в экономические и социальные сферы республики. В 2017-2021 годах в стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определены задачи, в частности "внедрения информационно-коммуникационных технологий в экономику, социальную сферу, систему управления". При выполнении этих задач создание методологии извлечения диагностически значимой информации в медицине, разработка и изучение методов, алгоритмов обработки и анализа и информационных технологий, построение компьютерной системы ранней диагностики сердечно-сосудистых заболеваний на основе количественной оценки медицинских симптомов, является одной из актуальных задач.

Данное диссертационное исследование в определенной степени способствует реализации задач, поставленных в Указе Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-5264 от 29 ноября 2017 года «О создании Министерства по инновационному развитию Республики Узбекистан» и Указе Президента Республики Узбекистан № УП-1730 от 21 марта 2012 года «О мерах по дальнейшему применению и развитию современных информационно-коммуникационных технологий», № УП-2158 от 3 апреля 2014 года «О мерах по глубокому применению информационно-коммуникационных технологий в реальный сектор экономики», № УП-4024 от 21 ноября 2018 года ««О мерах по усовершенствованию

системы контроля, защиты внедрения информационных технологий и коммуникаций» а также других нормативных актах, относящихся к данной деятельности.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Это исследование реализовано в рамках части IV приоритетного направления «Информатизация и развитие информационно-коммуникационных технологий».

Степень изученности проблемы. Теории нечёткого моделирования и нечётких логических выводов, применения нейронных сетей и эволюционных вычислений, создания интеллектуальных гибридных систем изучались рядом ученых: Л.Заде, Э.Мамдани, М.Сугено, Т.Такахи, М. Джамшиди, Р.А.Алиев, Рассмотренные в работах А.П. Карпенко и соавт.

Ученые республики М.М. Камиров, Т.Ф. Бекмуратов, Ш.Х.Фозиров, Р.Х.Хамдамов, А.Х.Нишонов, Р.Н.Усманов, Д.Т.Мухамедиева, О.Б.Бабомуратов, Н.С.Маматов проводят исследования и научные исследования по интеллектуальному анализу данных, распознаванию символов, классификации, регрессионному анализу, прогнозированию, теории нечетких множеств, применению нечетко-стохастического математического моделирования.

На сегодняшний день построение модели классификации слабоформализуемых процессов с нечеткой регрессией, теорией нейтрософских множеств, алгоритмами нечеткой логики является развивающимся направлением. Однако проблемы, возникающие при классификации слабоформализуемых процессов на основе такого подхода, до настоящего времени не решены в достаточной мере.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Исследование проводилось в рамках исследовательских проектов по темам БВ-В-Ф4-011 «Методы и алгоритмы решения нечетких задач интеллектуального анализа данных в условиях неопределенности» (2017-2020 гг.), согласно плану научно-исследовательской работы Научно-инновационного центра информационных и коммуникационных технологий при Ташкентском университете информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми.

Целью исследования является разработка моделей и алгоритмов классификации слабоформализуемых процессов на основе гибридного интеллектуального подхода.

Задачи исследования:

аналитический анализ решения задач классификации слабоформализуемых процессов, разработки структуры, формирования обучающей выборки;

разработка модели классификации слабоформализуемых процессов на основе алгоритма нечёткой регрессии и оптимизации;

усовершенствование алгоритма построения модели классификации слабосформированных процессов на основе теории нейтрософтных множеств;
разработка гибридного алгоритма решения задачи оптимизации в процессе настройки параметров нечёткой модели классификации слабоформализуемых процессов на основе алгоритмов интеллектуальных капель воды;

разработка программного обеспечения на основе гибридного алгоритма и проведение вычислительных экспериментов.

Объектом исследования является классификация слабоформализуемых процессов.

Предметом исследования являются модели и алгоритмы классификации слабоформализуемых процессов.

Методы исследования. Теоретические исследования работы основаны на математическом анализе, распознавании образов, теории нечетких множеств, методах нейронных сетей, а также алгоритмах обучения на основе нейронных сетей, методах и алгоритмах сравнения решений; при этом компьютерная модель прогнозирования использовалась и исследовалась в качестве экспериментальной основы.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

Разработана модель классификации слабоформализуемых процессов на основе алгоритма нечеткой регрессии и оптимизации;

улучшен алгоритм построения классификационной модели слабоформализуемых процессов на основе нейтрософтнй теории множеств;

разработан гибридный алгоритм решения задачи оптимизации в процессе настройки параметров нечеткой модели классификации слабоформализуемых процессов на основе алгоритма умной капли воды.

Практические результаты исследования заключается в следующем:

разработаны интеллектуальные гибридные модели и алгоритмы с высокой точностью классификации;

разработана диагностическая программа для определения вероятности сердечного приступа.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования объясняется корректностью задачи оценки и сопоставления разработанных методов и алгоритмов с результатами, полученными в реальных, модельных задачах и экспериментальных испытаниях.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов, полученных в исследовании, основана на построении регрессионной гибридной модели, построении классификационной модели с использованием нейронной сети, построении нечёткой модели Мамдани в классификации нечётких процессов и корректировка параметров с использованием современных эволюционных алгоритмов.

Практическая значимость результатов исследования объясняется применением моделей и алгоритмов классификации слабоформализуемых

процессов на основе гибридного интеллектуального подхода к проблеме диагностики в медицине.

Внедрение результатов исследований. На основе комплекса программ, разработанных на основе существующих и предлагаемых моделей и алгоритмов, связанных с решением задачи классификации слабоформализуемых процессов:

многослойная нейросетевая модель и нечёткий алгоритм регрессии и оптимизации применялись в ООО «Orange Group» в процессе прогнозирования корпоративных доходов и помощи в принятии своевременных решений (справка Министерство по развитию информационных технологий и коммуникаций №33-8/787 от 11 февраля 2022 года). В результате сокращается время, затрачиваемое на анализ данных, на 10 % за счет прогнозирования доходов предприятия и повышается эффективность прогнозирования на 5 %;

на основе алгоритма построения классификационной модели слабоформализуемых процессов с использованием нейросетевой теории множеств разработанный программный комплекс внедрен в Андижанский областной многопрофильный медицинский центр (справка Министерство по развитию информационных технологий и коммуникаций №33-8/787 от 11 февраля 2022 года). Полученные результаты позволяют своевременно поставить диагноз и выполнить определенные лечебные мероприятия, а также сократить время анализа данных на 15 %, повысить эффективность диагностики на 10 %;

программа, разработанная на основе гибридного алгоритма нечёткой логики классификации слабоформализуемых процессов, внедрена в Андижанском филиале Андижанского городского медицинского объединения и Республиканском научном центре скорой медицинской помощи для оказания помощи в постановке диагноза и принятии решения врачом (справка Министерство по развитию информационных технологий и коммуникаций №33-8/787 от 11 февраля 2022 года). Результаты сокращают время, необходимое для диагностики и анализа данных, до 15%, повышая эффективность диагностики до 10%.

Апробация результатов исследования. Основные теоретические и практические результаты диссертации обсуждались на 10 международных и 8 республиканских научных конференциях.

Опубликованность результатов исследования. Основные результаты исследования опубликованы в 30 научных статьях, 9 из которых опубликованы в журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, 6 - в зарубежных журналах и 3 - в отечественных.

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

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИСЕРТАЦИИ

Во **введении** диссертации обоснована актуальность, востребованность исследования, определены цель и задачи, а также объект и предмет исследования, показано соответствие работы приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, приведены сведения о научной новизне, практических результатах, теоретической и практической значимости, внедрении результатов в практику, апробации, опубликованности работ и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Модели и алгоритмы классификации слабоформализуемых процессов основанных на гибридном интеллектуальном подходе»** проанализированы проблемы и недостатки в процессе классификации слабоформализуемых процессов и построения нечетких логических моделей задач регрессии.

Многие объекты и процессы в природных условиях невозможно смоделировать с помощью традиционного математического аппарата. При моделировании таких объектов теория нечетких множеств, применение нечетких отношений позволяет также обрабатывать лингвистическую информацию об объекте. Сочетание элементов теории нечётких множеств с эволюционными алгоритмами приводит к формированию гибридных алгоритмов. В связи с этим проанализированы исследования ряда ученых о нечётких множествах, нейронных сетях, нечётких логических выводах и эволюционных алгоритмах.



Рис. 1. Структура проведенного исследования

В результате анализа важно определить, насколько правильно использовалась текущая информация о предмете исследования при

моделировании, т.е. насколько модель адекватна. Отсюда могут быть сформированы основные проблемы разработки моделей классификации слабоформализуемых процессов.

На основе анализа была разработана структура предстоящей исследовательской работы (рисунок 1).

Во второй главе диссертации, озаглавленной «**Разработка моделей классификации слабоформализуемых процессов на основе гибридного интеллектуального подхода**» приведено изложение предметной области. Кроме того предложены модифицированный вид некоторых моделей и алгоритмов.

В данной работе необходимо оценить параметры, составляющие регрессию модели. Приведенные выше замечания говорят о целесообразности разработки статистических моделей в виде рекурсивных систем. Приводится нахождение параметров нечёткой регрессионной модели с использованием различных корреляционных функций.

Разработан математический аппарат нейронной сети и с его помощью разработан алгоритм построения классификационной модели.

$$\delta_j^{(n)} = \sum_k \delta_j^{(n+1)} \cdot w_{jk}^{(n+1)}, \quad (1)$$

$$\delta_j^{(N)} = (y_j^{(N)} - d_j), \quad (2)$$

$$\Delta w_{ij}^{(n)} = -\eta \cdot \delta_j^{(n)} \cdot x_i^n. \quad (3)$$

Алгоритм обучения нейронной сети выглядит следующим образом:

Шаг 1: К входной части нейронной сети x_{ij} обучается вектор и определяются выходные значения нейронов сети;

Шаг 2: По формуле (2) — выходной слой нейронной сети и по формуле (3) n - изменение веса выступающего слоя;

Шаг 3: Для остальных слоев нейронной сети вычисляются формулы (1), (3) соответственно;

Шаг 4: Корректировка всех весов нейронной сети:
 $w_{ij}^{(n)}(t) = w_{ij}^{(n)}(t-1) + \Delta w_{ij}^{(n)}(t)$

Шаг 5: Если ошибка большая, переходим к шагу 1.

Была построена нечёткая логическая модель Мамдани, и параметры были скорректированы с помощью алгоритма умной капли воды.

Шаг 1: задается начальное значение аргумента x_0 ;

Шаг 2: устанавливаются значения параметров a_s, b_s, c_s, v_0 ;

Шаг 3: При условии $\rho_0 + \rho_n = 1$ задается значение ρ_0 и ρ_n ;

Шаг 4: Вычисляются $time(v_t) = \frac{1}{v_t}$ и $\Delta x = \frac{a_s}{b_s + c_s * time(v_t)}$;

Шаг 5: следующее значение аргумента вычисляется по формуле $x_{t+1} = \rho_0 x_t + \rho_n \Delta x$;

Шаг 6: Производятся расчеты по заданному количеству итераций, или останавливаются при некотором условии.

Освещено построение модели классификации на основе теории множеств Neutrossoft.

В третьей главе диссертации, озаглавленной «**Разработка алгоритмов классификации слабоформализуемых процессов на основе гибридных интеллектуальных подходов**» решена задача регрессии при работе со слабоформализуемыми процессами, при этом параметры модели настроены различными функциями принадлежности. При этом результаты были улучшены путем применения нечёткого регрессионного алгоритма.

Использовалась теория множеств Neutrossoft, которая является результатом комбинированного использования нечетких и интуитивно нечётких множеств. Было предложено использовать функцию принадлежности Гаусса при работе с нечёткими числами, а также разработан алгоритм построения нейтрософтной модели для решения задачи классификации.

(PS) матрица задаётся следующим образом:

$$PS = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & \cdots & m_{1s} \\ m_{21} & m_{22} & \cdots & m_{2s} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ m_{p1} & m_{p2} & \cdots & m_{ps} \end{pmatrix}.$$

Здесь $m_{ij} = \langle m_{t_{ij}}, m_{i_{ij}}, m_{f_{ij}} \rangle$ означает нейтрософт значение p_i связанное с симптомом s_j .

$s_i (i = 1, 2, \dots, s)$ симптомы оцениваются Гауссовскими нейтрософт числами для болезни $d_k (k = 1, 2, \dots, k)$ и матрица болезни (SD) задаётся следующим образом:

$$SD = \begin{pmatrix} n_{11} & n_{12} & \cdots & n_{1d} \\ n_{21} & n_{22} & \cdots & n_{2d} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ n_{s1} & n_{s2} & \cdots & n_{sd} \end{pmatrix}.$$

Здесь $n_{jk} = GNS \langle (n_{t_{jk}}, \sigma_t), (n_{i_{jk}}, \sigma_i), (n_{f_{jk}}, \sigma_f) \rangle$ указывает значение Гаусса нейтрософта, связанное с s_j .

$$PD = \begin{pmatrix} q_{11} & q_{12} & \cdots & q_{1d} \\ q_{21} & q_{22} & \cdots & q_{2d} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ q_{p1} & q_{p2} & \cdots & q_{pd} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & \cdots & m_{1s} \\ m_{21} & m_{22} & \cdots & m_{2s} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ m_{p1} & m_{p2} & \cdots & m_{ps} \end{pmatrix} \circ \begin{pmatrix} n_{11} & n_{12} & \cdots & n_{1d} \\ n_{21} & n_{22} & \cdots & n_{2d} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ n_{s1} & n_{s2} & \cdots & n_{sd} \end{pmatrix}.$$

Функция оценки параметрических форм полученных нейтрософтных чисел Гаусса определяется следующим образом:

$$S_{q_{ik}} = \frac{4 + (\underline{a} - \underline{b} - \underline{c}) + (\bar{a} - \bar{b} - \bar{c})}{6}.$$

Если для $1 \leq t \leq k$ максимальным является $S_{q_{ik}} = S_{q_{it}}$, p_i больной страдает болезнью d_i , если максимальной $S_{q_{ik}}$ $1 \leq t \leq k$ соответствует несколько значений то симптомы можно переоценить.

Введение: Матрица PS (пациент-симптом) получена экспертным заключением (лицом, принимающим решение).

Выход: Диагностика заболевания.

Если набор данных состоит только из целых и действительных чисел, мы преобразуем данные в нетрософский вид (на первых 4 шагах).

Шаг 1: Входящая выборка X_i , $i = \overline{1, m}$, – создание экспериментальных данных, при этом $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ – u – входящий вектор. При взятии выборки данные в ней могут состоять из целых чисел, чисел с возбужденной запятой, вещественных чисел и значений в лингвистической форме. Все значения полученной выборки нормируются на некоторый суммарный интервал.

Шаг 2: входящие выборочные векторы нормируются в интервале $[0, 1]$.

$$u_{ij} = l \frac{x_{ij} - x_{j \max}}{x_{j \max} - x_{j \min}}.$$

При этом x_{\min}, x_{\max} – X максимальный и минимальный элементы матрицы входящих данных.

Шаг 3: На основе нормализованной выполняется процесс нормализации с использованием функции принадлежности.

$$\mu^k(u_{ij}) = \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{u_{ij} - c_k}{\sigma_k}\right)^2\right), \quad k = 0, 1, 2, \dots, l.$$

Шаг 4: операция максимизации выполняется по результатам классификации:

$$\mu^*(u_{ij}) = \max_k \mu^k(u_{ij}).$$

Шаг 5: Используя Таблицу 1, создать матрицу PS в соответствии с экспертами или выполнить вышеуказанные 4 шага;

Шаг 6: Создание матрицу SD с помощью GNS;

Шаг 7: Рассчитать матрицу решений PD;

Шаг 8: Рассчитать оценочные значения элементов матрицы решений PD;

Шаг 9: Находим t для $1 \leq t \leq k$ и $\max S_{q_{ik}} = S_{q_{it}}$.

В четвертой главе диссертации «Разработка программного комплекса для классификации слабоформализуемых процессов на основе гибридного интеллектуального подхода и анализа результатов» разрабатывается программа классификации слабоформализуемых процессов и

комплекс медицинских диагностических программ на основе предложенных алгоритмов и проводится анализ полученных результатов..

Структура комплекса прикладных программ на основе алгоритмов классификации слабоформализуемых процессов и описание компонентов, соответствующих этой структуре, излагаются по следующему плану:

- назначение программного комплекса и требования к нему;
- основные части и интерфейс программного комплекса;
- взаимосвязь между производительностью и компонентами программного комплекса.

Созданный программный комплекс «Классификация слабоформализуемых процессов» (КСП) (рис.2) имеет следующие возможности.

1. Решение практических задач с помощью математических алгоритмов обеспечивает эффективность программного комплекса и экономит время и деньги.

2. Редактирование данных, визуализация полученных результатов в виде графиков и диаграмм создает удобство для пользователя.

3. Простота использования программного комплекса заключается в том, что он не требует от пользователя глубоких знаний её структуры и операционной системы компьютера.

4. Тот факт, что части функциональных программ программного комплекса состоят из стандартных элементов, обеспечивает его единообразие и подобие.

5. Обеспечивает достоверность и точность результатов решения задач на всех этапах использования программы.

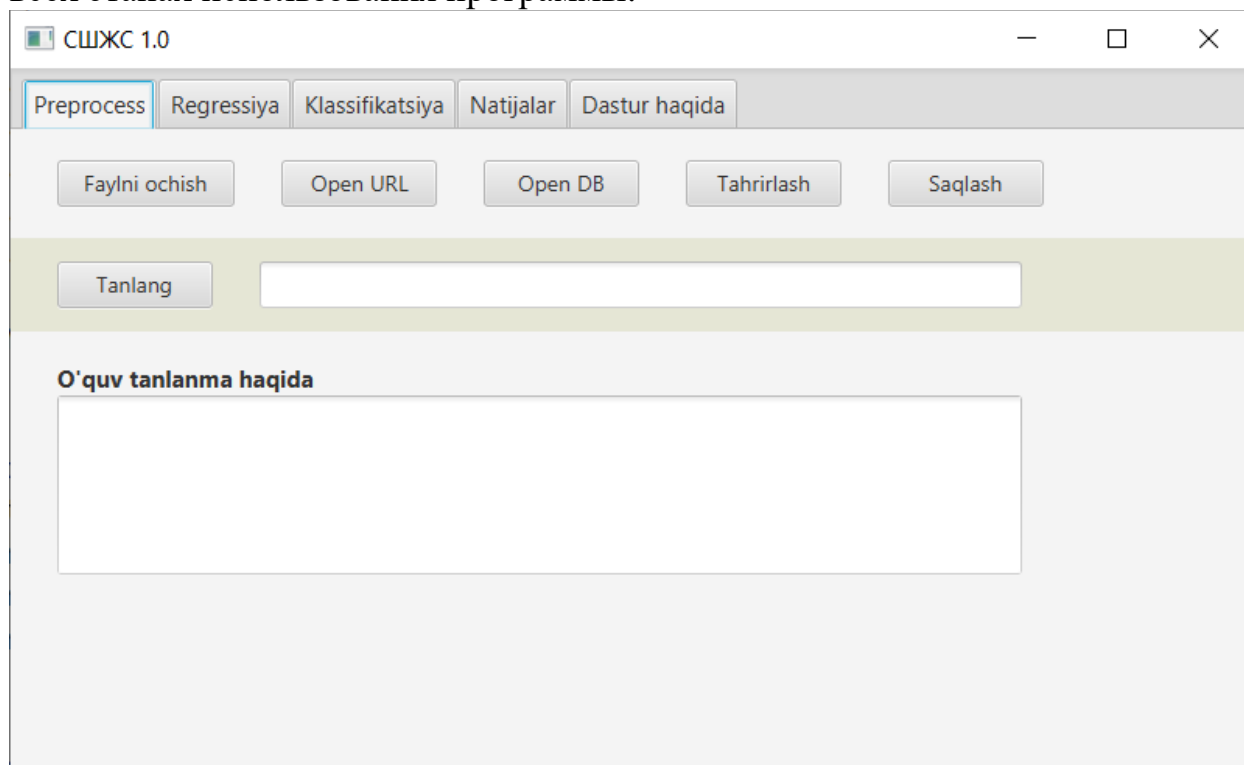


Рис.2. Общий вид программного КСП

Таблица 1. Сравнительные результаты предложенной нелинейной регрессии в случае различных функций принадлежности

Методы	Треугольник	Гаусс	Колокол
Название учебной выборки			
IRIS	100 %	100 %	100 %
HEART	86 %	86 %	86 %
DIABETES	82,5 %	82,5 %	82,5 %

Разработан алгоритм построения модели классификации с помощью нейронной сети, для эксперимента выбраны два типа реальных наборов данных (табл. 2).

Таблица 2. Наборы данных IRIS и DIABETES

Data set name	Attributs	Objects	Class
IRIS	4	150	3
DIABETES	8	768	2

Задача классификации на основе нейронных сетей была решена с использованием множества данных ирис. Для этого при обучении набора данных Iris на основе вышеописанного алгоритма были выбраны три слоя. На входе 4 нейрона (соответствует количеству признаков), 5 нейронов в скрытом слое и 3 нейрона на выходе (соответствует количеству классов).

В таблице 3 представлен предложенный алгоритм и результаты, полученные в программном комплексе weka.

Эксперименты проводились на основе 10 перекрестных проверок для каждого набора данных.

Таблица 3. Анализ результатов

Algorithm name	IRIS		DIABETES	
	Correctly	%	Correctly	%
Logistic	144	96	593	77
KStar	142	95	531	69
Decision tree (J48)	144	96	567	74
Decision table	139	93	547	71
Neural network	144	96	637	83

Таблица 4. Результаты, полученные на основе алгоритмов классификации

	Native Bayes	Fuzzy Rule	PNN	Decision Tree	SVM	Gauss neytrosifik sonlar
In Weka	76,67 %	83,7 %	75,18 %	84,81 %	78,88 %	96,27 %
	J48	Logistic	K-star	Decision Table	Random Tree	Gauss neytrosifik sonlar
In Knime	84,07 %	75,18 %	65,92 %	77,4 %	83,33 %	96,27 %

Разработан алгоритм построения нейрософтовой модели для решения задачи классификации. На основе этого алгоритма была создана программа на языке программирования Java и получен результат методом кросс-оценки. Данную обучающую выборку сравнивали с результатами, полученными с помощью алгоритмов классификации в программах Weka, Knime (табл. 4).

localhost:8080/doctor/patient

Tahlil natijalari	
Ko'krak qafasidagi og'riq turi:	4.0
Qon bosimi (dam olish vaqtdagi):	150.0
Qondagi xolesterin miqdori (mg/dl):	407.0
Qondagi qand miqdori (och qorin vaqtdagi, > 120 mg/dl):	0.0
Elektrokardiografik natijalar (dam olish vaqtdagi):	2.0
Maksimal yurak urish tezligi:	154.0
Jismoniy mashqlar bilan bog'liq angina:	0.0
Dam olishga nisbatan jismoniy mashqlar natijasida kelib chiqqan ST depressiyasi:	4.0
Mashqlar vaqtidagi ST segmentining qiyaligi:	2.0
Flourosopy tomonidan ranglangan asosiy tomirlar soni:	3.0
THAL:	7.0

Bemor tashxisi	
Kompyuter tashxisi: "Presence of Heart Disease." Bu tashxisni to'g'ri deb hisoblasangiz, uni tasdiqlang. Aks holda, tashxisni o'zgartiring.	
Kompyuter tashxisi:	Presence of Heart Disease
Tashxisni tasdiqlash:	<input type="text" value="Presence of Heart Disease"/>
Prescription:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3. 4. 5.
<input type="button" value="Saqlash"/>	

Рис. 3. Информация о пациенте

Определены нейтрософские числа, -сечения ГНС, параметрические формы ГНС. Также был предложен метод принятия решений, используемый в медицинской диагностике, основанный на операциях между параметрическими формами ГНС и композицией матриц. На основе разработанного алгоритма изучено выявление распространенных заболеваний сердца в процессах принятия врачебно-диагностических решений. Задача классификации идентификации медицинских символов выражена в серии задач основанных на нейтрософских чисел Гаусса, и с использованием полученных теоретических результатов разработан программный комплекс на объектно-ориентированном языке программирования Java.

Можно заметить, что при применении разработанной модели нечеткой логики в практической медицине (раннее выявление инфаркта) при решении задачи достигаются эффективные результаты, достигается минимальная погрешность.

Набор данных содержит медицинские записи, собранные в течение периода наблюдения за 160 пациентами с сердечной недостаточностью, с 13 клиническими признаками в профиле каждого пациента. В этом случае столбец 13 указывает на наличие у больного порока сердца.

В системе программного обеспечения «Медицинская диагностика» существует четыре типа пользователей: регистрация персонала, сотрудники лаборатории, врачи и администраторы. Система размещается на сервере клиники или больницы. Пользователи могут использовать программный пакет через веб-браузеры.

В программном комплексе есть раздел «Диагностика пациента». В этом разделе показана компьютерная диагностика. Компьютерный диагноз автоматически записывается в элемент ввода «Подтверждение диагноза». Если врач считает компьютерный диагноз верным, он выписывает рецепт. В противном случае изменяет поле «Подтвердить диагноз» и завершает процесс кнопкой «Сохранить». (рис. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе разработаны модель и алгоритмы классификации слабоформализуемых процессов на основе гибридного интеллектуального подхода. В качестве основного результата, полученного в результате реализации исследования, можно отметить следующее:

1. Проведен анализ научно-технической литературы, освещающей современное состояние теоретических и практических аспектов разработки обычных и гибридных алгоритмов при создании систем, связанных с классификацией слабоформализуемых процессов. Это позволяет разрабатывать гибридные интеллектуальные алгоритмы классификации при интеллектуальном анализе данных.

2. Было предложено применить модель классификации слабоформализуемых процессов для повышения эффективности разработки на основе алгоритма нечеткой регрессии и оптимизации.

3. Задача классификации была решена с использованием многоуровневой модели нейронной сети. При построении модели была повторно использована ошибка с использованием алгоритма *taqsimlash*.

4. Усовершенствован алгоритм построения модели классификации слабоформализуемых процессов на основе теории нейтрософных множеств. В этом случае при применении нечеткого нейтрософного числа истина, неопределенность и ложь использовались функции принадлежности, Гаусса.

5. Разработан гибридный алгоритм для решения задачи оптимизации в процессе настройки параметров нечеткой логической модели классификации

слабоформализуемых процессов на основе интеллектуального алгоритма капель воды.

6. В решении задачи медицинской диагностики обучение основано на целесообразности разработки на основе предложенного автором подхода для повышения эффективности путем представления данных в виде нейтрософтного числа с использованием оператора фазификации.

7. Разработанные алгоритмы внедрены в филиале Республиканского научного центра неотложной медицинской помощи в Андижане, в Многопрофильном медицинском центре Андижанской области. В результате научных исследований, при раннем выявлении сердечного приступа сокращается время, необходимое для анализа данных, на 15% и повышается эффективность диагностики на 10%.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.13/30.12.2021.T.142.01 AT RESEARCH INSTITUTE FOR
DEVELOPMENT OF DIGITAL TECHNOLOGIES AND ARTIFICIAL
INTELLIGENCE**

**RESEARCH INSTITUTE FOR DEVELOPMENT OF DIGITAL
TECHNOLOGIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

EGAMBERDIEV NODIR ABDUNAZAROVICH

**ALGORITHMS FOR THE CLASSIFICATION OF WEAKLY
FORMALIZED PROCESSES BASED ON A HYBRID INTELLECTUAL
APPROACH**

05.01.03 – Theoretical Basis of Computer Science

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

Tashkent – 2022

The theme of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2022.1.PhD/T1420.

The dissertation has been prepared at the Research Institute for Development of Digital Technologies and Artificial Intelligence.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website (www.airi.uz) and the website of «ZiyoNet» Information and educational portal www.ziynet.uz.

Scientific adviser: **Muxamedieva Dilnoz Tulkunovna**
Doctor of Technical Sciences, Professor

Official opponents: **Babomuradov Ozod Juraevich**
Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher

Dadaxanov Musoxon Xoshimxonovich
Doctor of Philosophy (PhD) in technical science

Leading organization: **Tashkent State Technical University named after Islam Karimov**

The defense will take place «25» march 2022 at 16⁰⁰ the meeting of Scientific council No. DSc.13/30.12.2021.T.142.01 at Research Institute for Development of Digital Technologies and Artificial Intelligence (Address: 100125, Tashkent city, M.Ulugbek district, Buz-2, 17A. Tel.: (+99871) 263-41-98, e-mail: info@airi.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Research Institute for Development of Digital Technologies and Artificial Intelligence (is registered under № 2). (Address: 100125, Tashkent city, M.Ulugbek district, Buz-2, 17A. Tel.: (+99871) 263-41-98).

Abstract of dissertation sent out on «12» march 2022 y.
(mailing report № 1 on «08» march 2022 y.).



N.S. Mamatov
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher

F.M. Nuraliev
Scientific secretary of scientific council
awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Docent

N. Mirzaev
Chairman of the scientific seminar under
the scientific council awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research is to develop models and algorithms for the classification of weakly formalizable processes based on a hybrid intellectual approach.

Research objectives:

analytical analysis of solving problems of classifying weakly formalizable processes, developing a structure, forming a training sample;

development of a classification model for weakly formalizable processes based on the fuzzy regression and optimization algorithm;

improvement of the algorithm for constructing a classification model for weakly formed processes based on the theory of neutrossoft sets;

development of a hybrid algorithm for solving an optimization problem in the process of setting the parameters of a fuzzy classification model for weakly formalizable processes based on intelligent water drop algorithms;

development of software based on a hybrid algorithm and carrying out computational experiments.

The object of research is the classification of weakly formalizable processes.

The subject of the research are models and algorithms for classifying weakly formalizable processes.

Research methods. The theoretical research of the work is based on mathematical analysis, pattern recognition, fuzzy set theory, neural network methods, as well as learning algorithms based on neural networks, methods and algorithms for comparing solutions; while a computer prediction model was used and investigated as an experimental basis.

The scientific novelty of the research is as follows:

a classification model for weakly formalizable processes based on a fuzzy regression and optimization algorithm has been developed;

the algorithm for constructing a classification model of weakly formalizable processes based on neutrossoft set theory has been improved;

developed a hybrid algorithm for solving the optimization problem in the process of setting the parameters of a fuzzy classification model for weakly formalizable processes based on the smart water drop algorithm.

The practical results of the research are as follows:

developed intelligent hybrid models and algorithms with high classification accuracy;

a diagnostic program has been developed to determine the likelihood of a heart attack.

The reliability of the research results The reliability of the research results is explained by the correctness of the task of evaluating and comparing the developed methods and algorithms with the results obtained in real, model problems and experimental tests.

Scientific and practical significance of the research results. The scientific significance of the results obtained in the study is based on the construction of a regression hybrid model, the construction of a classification model using a neural

network, the construction of the Mamdani fuzzy model in the classification of fuzzy processes and the adjustment of parameters using modern evolutionary algorithms.

The practical significance of the results of the study is explained by the use of models and algorithms for the classification of weakly formalized processes based on a hybrid intelligent approach to the problem of diagnostics in medicine.

Implementation of obtained results. Based on a set of programs developed on the basis of existing and proposed models and algorithms related to solving the problem of classifying weakly formalizable processes:

a multilayer neural network model and a fuzzy regression and optimization algorithm were used at Orange Group LLC in the process of forecasting corporate income and helping to make timely decisions (reference from the Ministry for the Development of Information Technologies and Communications No.33-8/787 dated February 11, 2022). As a result, the time spent on data analysis is reduced by 10% due to the forecasting of enterprise income and the forecasting efficiency is increased by 5%;

based on the algorithm for constructing a classification model of weakly formalizable processes using neutrosophic set theory, the developed software package was introduced into the Andijan Regional Diversified Medical Center (reference from the Ministry for the Development of Information Technologies and Communications No.33-8/787 dated February 11, 2022). The results obtained make it possible to make a diagnosis in a timely manner and perform certain therapeutic measures, as well as reduce the time of data analysis by 15%, increase the efficiency of diagnostics by 10%;

a program developed on the basis of a hybrid algorithm of fuzzy logic for the classification of weakly formalized processes has been implemented in the Andijan branch of the Andijan City Medical Association and the Republican Scientific Center for Emergency Medicine to assist in making a diagnosis and making a decision by a doctor (reference from the Ministry for the Development of Information Technologies and Communications No.33-8/787 dated February 11, 2022). The results reduce the time required for diagnosis and data analysis by up to 15%, increasing diagnostic efficiency by up to 10%.

Approbation of the research results. The main theoretical and practical results of the dissertation were discussed at 9 international and 8 republican scientific conferences.

Publication of research results. The main results of the study were published in 30 scientific articles, 9 of which were published in journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for the publication of the main scientific results of doctoral dissertations, 6 in foreign journals and 3 in domestic ones.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of references and applications. The volume of the dissertation is 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Muhamediyeva D.T., Egamberdiyev N.A. Dialogue Algorithm and the Program of Construction of the Fuzzy Logical Model //IEEE International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT). –Tashkent, 2019. –P.1-4 (05.00.00; 30.09.2019 №269/8-сон раёсат қарори).
2. Egamberdiev N., Mukhamedieva D., Khasanov U. Presentation of preferences in multi-criterional tasks of decision-making //Journal of Physics: Conference Series – London, 2020. Vol. 1441. –P. 1-8 (№3; Scopus; IF=0,7).
3. Muhamediyeva D.T., Egamberdiyev N.A. An application of Gauss neutrosophic numbers in medical diagnosis // IEEE International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT). – 2021. – P.1-4. (05.00.00; 30.09.2019 №269/8-сон раёсат қарори).
4. Хўжаев О.Қ., Эгамбердиев Н.А., Тиббиёт соҳаси ахборот тизимларида ўхшаш таъхисларни топиш учун баҳоларни ҳисоблаш алгоритмини қўллаш усули //Муҳаммад ал-Хоразмий авлодлари. – Тошкент, 2018. № 4(6). – Б. 15-18. (05.00.00; №10).
5. Хўжаев О.Қ., Эгамбердиев Н.А., Саидрасулов Ш.Н. Синфларга ажратиш масаласини ечишда самарали усулни танлаш алгоритми //Ахборот коммуникациялар: Тармоқлар, Технологиялар, Ечимлар. – Тошкент, 2019. № 1(49). – Б. 39-43. (05.00.00; №2).
6. Нишанов А.Х, Жўраев Ғ.П., Эгамбердиев Н.А. Тиббий тимсолларни аниқлашда синфлаштириш масаласини ечишнинг баҳоларни ҳисоблашга асосланган усул ва алгоритмлари //Муҳаммад ал-Хоразмий авлодлари. – Тошкент, 2019. № 1(7). – Б. 20-27. (05.00.00; №10).
7. Камилов М.М, Ҳамроев А.Ш., Эгамбердиев Н.А. Ўқув танламалар учун к-ўлчовли фиксирланган таянч тўпламлар тизимини аниқлаш алгоритмини ишлаб чиқиш //Муҳаммад ал-Хоразмий авлодлари. – Тошкент, 2019. № 1(7). – Б. 45-48. (05.00.00; №10).
8. Мухамедиева Д.Т., Эгамбердиев Н.А. Турли хил тегишлилик функциялари ҳолатида норавшан регрессия параметрларини баҳолаш //Информатика ва энергетика муаммолари Ўзбекистон журнали. – Тошкент, 2019. № 5. – Б. 10-20. (05.00.00; №5).
9. Мухамедиева Д.Т., Эгамбердиев Н.А. Подходы к решению задач оптимизации на основе алгоритмов природных вычислений //Научно-технический журнал ФерПИ. – Фергана, 2020. Том 24. №2. – С. 75-84. (05.00.00; №20).

II бўлим (II часть; II part)

10. Mukhamedieva D.T., Egamberdiev N.A., Zokirov J.Sh. Mathematical support for solving the classification problem using neural network algorithms //Turkish Journal of Computer and Mathematics Education. –Turkey, 2021. Vol. 12 №10 –P. 1-5.
11. Рўзибоев О.Б., Эгамбердиев Н.А. Классификация масаласини ечишда svm усули паралеллаштириш алгоритмини ишлаб чиқиш //Proceedings of the International Scientific-Practical and Spiritual-Educational Conference Dedicated to the 1235th Anniversary of Muhammad al-Khwarizmi “International Conference on Importance of Information-Communication Technologies in Innovative Development of Sectors of Economy”. April 5–6, 2018, Tashkent, Uzbekistan. –P. 176–179.
12. Сайфиев Ж., Эгамбердиев Н.А. Берилган сонли кийматларга кўра билимларни тўплаш алгоритми ёрдамида норавшан қоидаларни шакллантириш //Материалы международной научно-практической конференции “Инновационные идеи, разработки и современные проблемы их применения в производстве а также в обучении”. 15 апрель, 2019, Андижан, Узбекистан. –С. 49-51.
13. Muhamediyeva D.T., Jurayev Z.Sh., Egamberdiev N.A. Qualitative analysis of mathematical models based on Z-number // Proceedings of the Joint International Conference STEMM: Science–Technology– Education – Mathematics – Medicine. May 16-17, 2019, Tashkent, Uzbekistan. –P. 42–43.
14. Jurayev Z.Sh., Egamberdiev N.A., Khasanov U.U. Approaches to the evaluation of the state of a poorly formalizable process based on a fuzzy integral //Proceedings of the Joint International Conference STEMM: Science–Technology– Education – Mathematics – Medicine. May 16-17, 2019, Tashkent, Uzbekistan. –P. 76–77.
15. Мухамедиева Д.Т., Эгамбердиев Н.А., Каримов А.А. Создание системы нечеткого логического вывода моделирующая зависимость слабоформализуемых процессов //Материалы V Международной научно-практической конференции “Наука и образование в современном мире: вызовы XXI века”. 10-12 декабря, 2019, Нур-Султан, Казахстан. –С. 166-170.
16. Egamberdiev N.A., Мирзарахмедов С.С., Хасанов У. Решение нечеткой задачи оценки и прогноза риска //International scientific journal “Global science and innovations 2020: Central Asia”. Feb-March, 2020, Nur-Sultan, Kazakhstan. –P. 95-99.
17. Egamberdiev N.A. FUZZY REGRESSION ALGORITHM FOR CLASSIFICATION OF WEAKLY FORMED PROCESSES //SCIENCE AND PRACTICE: IMPLEMENTATION TO MODERN SOCIETY. December 26-28, 2020, Manchester, Great Britain. –P. 1678-1684.
18. Muhamediyeva D.T., Egamberdiev N.A., Xushboqov I.U. FORMULATION OF THE PROBLEM PARTICLE SWARM METHOD FOR SOLVING THE GLOBAL OPTIMIZATION //SCIENTIFIC HORIZON IN THE CONTEXT

- OF SOCIAL CRISES. February 26-28, 2021, TOKYO, JAPAN. –P. 1071-1075.
19. Mukhamediyeva D.T., Egamberdiev N.A. ALGORITHM OF CLASSIFICATION OF MEDICAL OBJECTS ON THE BASIS OF NEUTROSOPHIC NUMBERS //Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference SCIENCE, EDUCATION, INNOVATION: TOPICAL ISSUES AND MODERN ASPECTS. October 4-5, 2021, TALLINN, ESTONIA. –P. 374-380.
 20. Эгамбердиев Н.А., Хасанов У.У., Худойбердиев А. Алгоритмы построения нечетких логических моделей слабоформализуемых процессов //Материалы Республиканской научно-технической конференции “Роль информационно-коммуникационных технологий в инновационном развитии отраслей экономики”. 14-15 март, 2019, Ташкент, Узбекистан. –С. 30-32.
 21. Сайфиев Ж., Эгамбердиев Н.А. Уточнение оценок нечетких параметров в нелинейных по параметрам моделях //Материалы Республиканской научно-технической конференции “Роль информационно-коммуникационных технологий в инновационном развитии отраслей экономики”. 14-15 март, 2019, Ташкент, Узбекистан. –С. 32-35.
 22. Эгамбердиев Н.А., Худайбердиев А. Хўжалик субъектларининг фаолиятини таҳлил ва мониторинг қилиш гибрид интеллектуал тизимларининг бошланғич компоненталарини танлаш //“Замонавий тадқиқотлар, инновациялар, техника ва технологияларнинг долзарб муаммолари ва ривожланиш тенденциялари” мавзусидаги илмий-техник анжумани материаллари. 4-5 апрель, 2019, Жиззах. 388-390 Б.
 23. Egamberdiyev N.A., Hasanov U. Neyron to'rlari yordamida boshqaruv //Материалы республиканской научно-технической конференции “Инновационные идеи в области ИКТ и программного обеспечения”. 16-17 апрель, 2019, Самарканд. С. 278-281.
 24. Jo'rayev Z.Sh., Egamberdiyev N.A. Neyron to'rlari yordamida identifikatsiyalash //Материалы республиканской научно-технической конференции “Инновационные идеи в области ИКТ и программного обеспечения”. 16-17 апрель, 2019, Самарканд. С. 278-281.
 25. Сайфиев Ж., Эгамбердиев Н.А. Нечеткое аналитическое решение нелинейной задачи оптимизации //“Фан ва таълим-тарбиянинг долзарб масалалари” мавзусидаги Республика илмий-назарий анжуман материаллари. 2019, Нукус, 75-76 Б.
 26. Эгамбердиев Н.А., Кудайбергенов А. Решения задач оценки риска при нечеткой исходной информации //“Фан ва таълим-тарбиянинг долзарб масалалари” мавзусидаги Республика илмий-назарий анжуман материаллари. 2019, Нукус, 82-85 Б.
 27. Мухамедиева Д.Т., Эгамбердиев Н.А. Маълумотларни интеллектуал таҳлил қилишда норавшан регрессия //“Ахборот-коммуникация технологиялари ва телекоммуникацияларнинг замонавий муаммолари ва

- ечимлари” мавзусидаги республика илмий-техник анжуманининг маърузалар тўплами. 30-31 май, 2019, Фарғона. 78-80 Б.
28. Эгамбердиев Н.А., Рўзибоев О.Б., Юлдашев З.Б., Хўжаев О.Қ. Баҳоларни ҳисоблаш алгоритми асосида юрак касалликларини аниқлаш дастури //Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги. № DGU 05828, 05.12.2018 й.
 29. Egamberdiyev N., Abdurazzaqov F., Karimov A. "Med Clinic" tibbiyot axborot tizimi //Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги. № DGU 06415 08.05.2019 й.
 30. Muhamediyeva D, Egamberdiyev N., Turg'unova M Neyron to'rlarga asoslangan klassifikatsiya masalasini yechish dasturi //Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги. №DGU 06718 07.06.2019 й.

Автореферат «Информатика ва энергетика муаммолари» илмий журнали тахририятида тахрирдан ўтказилди ҳамда ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнларини мослиги текширилди.

“ЎзР Фанлар академияси Асосий кутубхонаси” босмахонасида чоп этилди.
100170, Тошкент, Зиёлилар кўчаси, 13-уй