

**TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY
TADQIQOT UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR
BERUVCHI DSc.03/26.05.2022.T.10.05 RAQAMLI ILMIY KENGASH
ASOSIDAGI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH**

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI”
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI**

SAFAROVA LOLA ULMASOVNA

**INTERVAL NEYTROSOQ TO‘PLAMLAR NAZARIYASI ASOSIDA
MANTIQIY MODELNI QURISH USULLARI VA ALGORITMLARI**

05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSc) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Texnika fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

Оглавление автореферата диссертации доктора (DSc) по техническим наукам

Contents of Dissertation Abstract of the Doctor (DSc) on technical sciences

Safarova Lola Ulmasovna

Interval neytrosof to‘plamlar nazariyasi asosida mantiqiy modelni qurish usullari
va algoritmlari3

Сафарова Лола Улмасовна

Методы и алгоритмы построения логической модели на основе теории
интервальных нейтрософских множеств27

Safarova Lola Ulmasovna

Methods and algorithms for developing a logic model based on interval
neutrosophic set theory53

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ

List of published works56

**TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY
TADQIQOT UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR
BERUVCHI DSc.03/26.05.2022.T.10.05 RAQAMLI ILMIY KENGASH
ASOSIDAGI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH**

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI”
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI**

SAFAROVA LOLA ULMASOVNA

**INTERVAL NEYTROSOQ TO‘PLAMLAR NAZARIYASI ASOSIDA
MANTIQIY MODELNI QURISH USULLARI VA ALGORITMLARI**

05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSc) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Texnika fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.1.DSc/T893 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (ruzyume)) ilmiy kengashning veb-sahifasida (www.tiame.uz) va "Ziyonet" (www.ziyonet.uz) Axborot-ta'lim portalida joylashtirilgan.

Ilmiy maslahatchi:

Muxamediyeva Dilnoz Tulkunovna
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Mirzayev Nomaz
texnika fanlari doktori, professor

Babomuradov Ozod Jo'rayevich
texnika fanlari doktori, professor

Dubrovskiy Aleksey Viktorovich
texnika fanlari doktori, dotsent

Yetakchi tashkilot:

Nukus davlat texnika universiteti

Dissertatsiya himoyasi "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.03/26.05.2022.T.10.05 raqamli ilmiy kengashning 2025-yil "26" dekabr soat 14⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100000, Toshkent shahri, Qori Niyoziy ko'chasi, 39-uy. Tel: (99871) 237-19-36; faks: (99871) 237-54-79; e-mail: admin@tiame.uz).

Dissertatsiya bilan "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (394 raqam bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100000, Toshkent shahri, Qori Niyoziy ko'chasi, 39-uy. Tel: (99871) 237-19-45).

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil "13" 12 kuni tarqatildi.

(2025-yil "12" 12 dagi 3 raqamli reestr bayonnomasi.)



N.S. Mamatov
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi,
texnika fanlari doktori, professor

D.Q. Bekmuratov
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash ilmiy kotibi,
texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

S.S. Radjabov
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash
qoshidagi ilmiy seminar raisi,
texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim

KIRISH (fan doktori (DSc) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda murakkab tizimlar va ko'p mezonli masalalarda noaniqlik sharoitlarida qaror qabul qilish, noravshan ma'lumotlarni qayta ishlash, prognozlash masalalarini yechishga katta e'tibor qaratilmoqda. Mazkur yo'nalishdagi so'nggi yutuqlar neytrosof to'plamlar usullari, modellari va algoritmlarini ishlab chiqish imkonini yaratdi. Ko'plab tadqiqotlar olib borilganiga qaramay, ular asosan noravshan ma'lumotlar va neytrosof to'plamlarni tahlil qilish bilan cheklanib qolgan. Biroq, interval neytrosof to'plamlar nazariyasi asosida mantiqiy modellarni ishlab chiqish yondoshuvlari, usullari va algoritmlari tahlil qilinmagan va deyarli ko'rib chiqilmagan. Ushbu tadqiqot yo'nalishida, jumladan tashxizlash, qarorlar qabul qilish, noaniq parametrlar tizimlarni optimallashtirish, qarama-qarshilik sharoitida ma'lumotlarga ishlov berish, noaniq ma'lumotlarga duch keladigan noaniqlik va qarama-qarshiliklarni qayta ishlash masalalarini yechish uchun interval neytrosof to'plamlar asosida samarali usullar, yondashuvlar, modellar va algoritmlarni ishlab chiqish hamda apparat-dasturiy vositalarni yaratish nihoyatda muhim masalalardan biri bo'lib qolmoqda. Hozirgi vaqtda neytrosof to'plamlar nazariyasiga asoslangan dasturiy ta'minotlar ishlab chiqilgan. Xorijiy mamlakatlarda, shu jumladan AQSH, Xitoy, Eron, Ruminiya, Hindiston, Turkiya, Misrda prognozlash, tashxizlash, boshqarish va shu kabi amallar uchun neytrosof to'plamlarni o'z ichiga olgan intellektual tizimlarning nazariy va amaliy masalalarini yechishga katta e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda neytrosof mantiqni analitik tizimlarda, mashinali o'qitishda qo'llashga yo'naltirilgan keng ko'lamli ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda, ekspert tizimlari, axborot xavfsizligi tizimlari ishlab chiqilmoqda, tibbiy tashxizlash va xatarlarni boshqarish amaliyoti amalga oshirilmoqda, neytrosof to'plamlar asosida qarorlar qabul qilishni qo'llab-quvvatlovchi tizimlar ishlab chiqilmoqda. Shu munosabat bilan, interval neytrosof to'plamlar nazariyasi elementlari asosida mantiqiy modellarni qurish, tasniflash va qarorlar qabul qilish hamda usullar, algoritmlar ishlab chiqish va ularni takomillashtirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

Respublikamizda mazkur yo'nalishda tashxizlash, tibbiy ma'lumotlarni intellektual tahlil qilish va qayta ishlashning avtomatlashtirilgan tizimlarini ishlab chiqish va joriy etishga alohida e'tibor qaratilmoqda. "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasida, xususan, "...tibbiyot sohasida zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan keng foydalanish va elektron xizmatlarni taqdim etishni hisobga olgan holda milliy integratsiyalashgan axborot tizimini joriy etish,.. sun'iy intellekt orqali elektron qaror qabul qilish (tashxis qo'yish) tizimini yaratish,.. agrosanoat majmuida sun'iy intellekt texnologiyalari elementlarini o'z ichiga olgan yagona integratsion platformani tashkil qilish bo'yicha "Raqamli qishloq xo'jaligi" axborot tizimini yaratish,.. Veterinariya-sanitariya jihatidan xavfsizligi kafolatlangan so'yilgan hayvon go'shtlarining yagona elektron ma'lumotlar bazasini shakllantirish,.. axborot texnologiyalari sohasidagi ustuvor yo'nalishlar bo'yicha fundamental va amaliy tadqiqotlarni olib

borish” vazifalari belgilangan¹. Bunday vazifalarni amalga oshirishda, xususan, sust shakllangan jarayonlarni tashxislash va ularga oid kasalliklarni tahlil qilishning avtomatlashtirilgan tizimlarini ishlab chiqish uchun sun’iy intellekt texnologiyalarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi. Shu nuqtayi nazardan, qoramollar kasalliklarini tashxislash usullari, mantiqiy modellari, yondashuvlari va algoritmlarini ishlab chiqish, shuningdek, ularni raqamlashtirish, tashxislash va tahlil qilish tizimlarida qo’llash bugungi kunning dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi.

O’zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 11-apreldagi “Tibbiyotda xususiy sektor faoliyatiga qo’shimcha qulayliklar yaratish va soha xodimlarini qo’llab-quvvatlash chora-tadbirlari to’g’risida”gi PF-102-son Farmoni, shuningdek, 2023-yil 3-avgustdagi “Qishloq xo’jaligi sohasiga ilg’or raqamli texnologiyalarni joriy qilishning qo’shimcha chora-tadbirlari to’g’risida”gi PQ-330-son, 2020-yil 7-dekabrda Agrosanoat majmui va qishloq xo’jaligida raqamlashtirish tizimini rivojlantirish chora-tadbirlari to’g’risida”gi PQ-794-son, 2021-yil 17-fevraldagi “Sun’iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to’g’risida”gi PQ-4996-son, 2020-yil 29-yanvardagi “Chorvachilik tarmog’ini davlat tomonidan qo’llab-quvvatlashning qo’shimcha chora-tadbirlari to’g’risida”gi PQ-4576-son, 2022-yil 8-fevraldagi “Chorvachilik sohasi va uning tarmoqlarini rivojlantirish bo’yicha 2022-2026-yillarga mo’ljallangan dasturni tasdiqlash to’g’risida”gi PQ-120-son qarorlarida hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me’yoriy-huquqiy hujjatlarda nazarda tutilgan vazifalarni amalga oshirishga xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo’nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot ishi O’zbekiston Respublikasining fan va texnologiyalarni rivojlantirishning IV. “Axborotlashtirish va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirish” ustuvor yo’nalishiga muvofiq bajarilgan.

Dissertatsiya mavzusi bo’yicha xorijiy ilmiy tadqiqotlar sharhi². “Neytrosof to’plamlar” nazariyasini amaliyotga tatbiq etish hamda algoritmlar, usullarni ishlab chiqish bo’yicha ilmiy izlanishlar University of New Mexico (AQSH) (bu universitetda neytrrosofiya asoschisi Florentin Smarandake faoliyat yuritadi), Texas A&M University (AQSH), Ain Shams University (Qohira, Misr), Cairo University (Misr), Anna University (Hindiston), Amity University (Hindiston), Gazi University (Turkiya), Istanbul University (Turkiya), Singhua University (Pekin), Shanghai Jiao Tong University (Xitoy) va boshqa universitetlarda olib borilmoqda.

Neytrrosofiya nazariyasi va uning turli sohalarda qo’llanilishi, neytrrosof tizimlar nazariyasi va neytrrosof mantiqni tadqiq qilish va ishlab chiqish bo’yicha

¹O’zbekiston Respublikasi Prezidentining 05.10.2020 yildagi “Raqamli O’zbekiston – 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to’g’risida”gi PF-6079-son Farmoni

²Dissertatsiya mavzusi bo’yicha xorijiy ilmiy tadqiqotlar sharhi. <https://urss.ru/cgi-bin/>, <https://www.sciencedirect.com/search?qs=interval+neutrosophic>, <https://fs.unm.edu/NSS/>

olib borilgan tadqiqotlarda quyidagi ilmiy yangiliklar olingan: ma'lumotlarning noaniqligi va ziddiyatliliigi sharoitida ko'p mezonli qarorlarni qabul qilishda qo'llaniladigan algoritmlar, optimallashtirish masalalarini yechish usullari, qarorlar qabul qilishni qo'llab-quvvatlash tizimlari, ma'lumotlardagi noaniqlik va qarama-qarshi axborotni qayta ishlash uchun neytrosof kontrollerlar va algoritmlarni ishlab chiqish, qarorlar qabul qilish, sun'iy intellekt va ma'lumotlarni qayta ishlash bilan bog'liq masalalarni yechishda, ma'lumotlarni tasniflash, optimallashtirish va tahlil qilish masalalarini yechishda neytrosof mantiqdan foydalanish.

Jahonda neytrosofiya nazariyasiga oid ilmiy tadqiqotlar quyidagi yo'nalishlarda olib borilmoqda: neytrosof to'plamlar nazariyasi va neytrosof mantiq, neytrosoflik sharoitida qarorlar qabul qilish va ko'p mezonli qarorlar qabul qilish, sun'iy intellekt va mashinali o'qitish, axborot texnologiyalari va boshqaruv tizimlari, shuningdek, neytrosof to'plamlarga asoslangan usullar va algoritmlarni ishlab chiqish, shuningdek, yangi ustuvor yo'nalishlarni yaratish bo'yicha qator tadqiqotlar olib borilmoqda: bir nechta muqobillar orasidan tanlash sharoitida noaniqlik va qarama-qarshiliklarni hisobga oladigan algoritmlarni ishlab chiqish; noaniq va neytrosof ma'lumotlarni tahlil qilishga qodir qarorlarni qabul qilishni qo'llab-quvvatlash tizimlarini yaratish, noaniq va qarama-qarshi ma'lumotlarni hisobga oladigan tashxizlash masalalarini yechish usullarini ishlab chiqish, noaniq va neytrosof ma'lumotlarni qayta ishlaydigan ma'lumotlar modellari va algoritmlarini ishlab chiqish.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Neytrosofiya nazariyasini o'rganish va uning amaliyotga tatbiq etilishida Florentin Smarandache, M. Abdel-Basset, S. Mahmud, Debashis Dey, Atifa Ahmed, I. Duryanti, A. Salim, E. Turkyan, S. El-Daify, Hamid Tabassum va boshqalar salmoqli hissa qo'shganlar.

Respublikamizda noravshan to'plamlarga asoslangan yondashuvlarni qo'llagan holda turli sohalarda ma'lumotlarni boshqarish va tahlil qilish tizimlarini, axborotlarni intellektual tahlil qilish va qayta ishlash tizimlarini hamda qaror qabul qilish tizimlarini yaratish va tadqiq qilishning nazariy asoslarini rivojlantirishga M.M.Kamilov, Sh.X.Fozilov, R.X.Xamdamov, N.S.Mamatov, N.Mirzayev, D.T.Muxamediyeva, N.A.Ignatyev, S.S.Rajabov va boshqalar katta hissa qo'shib kelmoqdalar.

Bugungi kunda prognozlash, tashxizlash tizimlari va boshqalar uchun neytrosof to'plamlar nazariyalarini o'z ichiga olgan intellektual tizimlar jadal sur'atlar bilan takomillashtirilmoqda. Ushbu yo'nalishda olib borilgan tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatdiki, neytrosof to'plamlar va interval neytrosof to'plamlar texnologiyasi eng samarali va istiqbolli texnologiyalardan biri hisoblanadi. Shuningdek, tashxizlash va prognozlash masalalari uchun interval neytrosof to'plamlar asosida mantiqiy modellarni yaratishning ishonchli va tezkor bo'lgan usullari, yondashuvlari va algoritmlarini ishlab chiqish muammosi yetarli darajada o'rganilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq, AL-

782351462 “Hayvonlar kasalliklarini sun’iy intellekt asosida tashxislashning elektron tizimini ishlab chiqish (qoramollar misolida)” mavzusidagi amaliy loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi interval neytrosof to‘plamlar nazariyasi asosida mantiqiy modelni qurish yondoshuvlari, usullari, algoritmlari va dasturiy majmuasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

neytrosof to‘plamlar, interval neytrosof to‘plamlar va noravshan to‘plamlar nazariyasi tadqiqotlarining zamonaviy holatini tahlil qilish;

belgilar majmui xossa va xususiyatlarini inobatga olgan holda ularni interval neytrosof to‘plamga o‘tkazish yondoshuvi ishlab chiqish;

intervalli neytrosof to‘plamlar nazariyasi asosida mantiqiy model qurish usuli ishlab chiqish;

ko‘p qiymatli intervalli neytrosof to‘plam nazariyasi asosida obyektlarni tasniflash usulini takomillashtirish;

vaznli proeksiyalash usuli asosida qaror qabul qilish mezonlarini ishlab chiqish;

singulyarlik holatlarini inobatga olgan holda ma’lumotlarni intellektual tahlil qilish usuli ishlab chiqish;

qoramollar kasalliklarining o‘ziga xos xususiyatlarini inobatga olgan holda tashxislash modeli ishlab chiqish;

mavjud va taklif etilgan usullar va algoritmlar asosida qoramollar kasalliklarini tashxislashning dasturiy majmuasini ishlab chiqish, sinovdan o‘tkazish va joriy etish.

Tadqiqotning obykti sifatida sust shakllangan jarayonlar olingan.

Tadqiqotning predmeti interval neytrosof to‘plamlar nazariyasi, mantiqiy modellar yaratish va dasturiy majmua ishlab chiqish yondoshuvlari, usullari va algoritmlari tashkil etadi.

Tadqiqotning usullari. Ishning nazariy tadqiqotlari ma’lumotlarni intellektual tahlil qilish, noravshan to‘plamlar nazariyasi, neytrosof to‘plamlar nazariyasi va interval neytrosof to‘plamlar nazariyasi, matematik statistika va ekspert baholash usullari, shuningdek, mashinali va chuqur o‘qitish kabi usullarga asoslangan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

belgilar majmui xossa va xususiyatlarini inobatga olgan holda ularni interval neytrosof to‘plamga o‘tkazish yondoshuvi ishlab chiqilgan;

intervalli neytrosof to‘plamlar nazariyasi asosida mantiqiy model qurish usuli ishlab chiqilgan;

ko‘p qiymatli intervalli neytrosof to‘plam nazariyasi asosida obyektlarni tasniflash usuli takomillashtirilgan;

vaznli proeksiyalash usuli asosida qaror qabul qilish mezonlari ishlab chiqilgan;

singulyarlik holatlarini inobatga olgan holda ma’lumotlarni intellektual tahlil qilish usuli ishlab chiqilgan;

qoramollar kasalliklarining o‘ziga xos xususiyatlarini inobatga olgan holda

tashxislash modeli ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

ko'p qiymatli interval neytrosof to'plam nazariyasi va singulyarlik sharoitida ma'lumotlarni neytrosof intellektual tahlil qilish asosida tasniflash masalalarini yechish algoritmlari ishlab chiqilgan;

ishlab chiqilgan yondashuvlar, usullar va algoritmlar asosida qoramollar kasalliklarini tashxislashning dasturiy majmuasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi yondoshuvlar, usullar va algoritmlarni ishlab chiqishda neytrosof to'plamlar nazariyasi, interval neytrosof to'plamlar nazariyasidan to'g'ri foydalanilganligi hamda eksperimental tadqiqotlarning ijobiy natijalari bilan asoslanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot ishi natijalarining ilmiy ahamiyati ishlab chiqilgan yondoshuvlar, usullar va algoritmlar neytrosof to'plamlar, interval neytrosof to'plamlar texnologiyasining nazariy asoslarini kelajakda rivojlantirishga hissa qo'shishi bilan izohlanadi. U tashxislash va prognozlash aniqligini yaxshilash maqsadida taklif etilgan interval neytrosof to'plamlar algoritmlari va qoidalari asosida avtomatlashtirilgan tizimlarni ishlab chiqish bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati ishlab chiqilgan algoritmlar va dasturiy majmuadan qoramollar kasalliklari asosida avtomatlashtirilgan tashxislash tizimlarini yaratishda foydalanilishi mumkinligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Interval neytrosof to'plamlar nazariyasining hozirda mavjud bo'lgan va taklif etilayotgan yondashuvlari, usullari va algoritmlari asosida yaratilgan dasturiy majmua asosida:

belgilar majmui xossa va xususiyatlarini inobatga olgan holda ularni interval neytrosof to'plamga o'tkazish yondoshuvi, vaznli proeksiyalash usuli asosida qaror qabul qilish mezonlari asosida ishlab chiqilgan dasturiy majmua Navoiy viloyati Veterinariya va chorvachilikni rivojlantirish boshqarmasi (O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligi vazirligining 2025-yil 2-iyun 05/06-02-558-sonli ma'lumotnomasi) hamda Belarus Respublikasi Vitebsk davlat veterinariya meditsinasi akademiyasi amaliyotiga joriy qilingan. Natijada qoramollar kasalliklarini tashxislash aniqligini o'rtacha 10-15% ga oshirish imkonini bergan;

intervalli neytrosof to'plamlar nazariyasi asosida mantiqiy model shakllantirish, singulyarlik holatlarini inobatga olgan holda ma'lumotlarni intellektual tahlil qilish usullari asosida ishlab chiqilgan dasturiy majmua Samarqand viloyati Veterinariya va chorvachilikni rivojlantirish boshqarmasining amaliyotiga joriy qilingan (O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligi vazirligining 2025-yil 2-iyun 05/06-02-558-sonli ma'lumotnomasi). Natijada qoramollar kasalliklarini bashoratlash samaradorligini o'rtacha 10%ga yaxshilanish imkonini bergan;

ko'p qiymatli intervalli neytrosof to'plam nazariyasi asosida obyektlarni tasniflash takomillashtirilgan usuli, qoramollar kasalliklarining o'ziga xos xususiyatlarini inobatga olgan holda tashxislash modeli asosida ishlab chiqilgan dasturiy majmua Qashqadaryo viloyati Veterinariya va chorvachilikni rivojlantirish boshqarmasining amaliyotiga joriy qilingan (O'zbekiston Respublikasi qishloq

xo'jaligi vazirligining 2025-yil 2-iyun 05/06-02-558-sonli ma'lumotnomasi). Natijada qoramollar kasalligini tashxislash vaqtini o'rtacha 8-10% qisqartirish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatyasi. Olib borilgan dissertatsiya tadqiqotining nazariy va amaliy natijalari 5 ta xalqaro va 6 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida ma'ruza qilingan va muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 54 ta ilmiy ish e'lon qilingan, shu jumladan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 1 ta monografiya, 36 ta maqola, shulardan, 9 tasi respublika va 27 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan, 6 ta EHM uchun yaratilgan dasturlarni davlat ro'yxatidan o'tkazilganligi to'g'risida guvohnoma olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya ishi kirish, beshta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 189 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, obykti va predmeti tavsiflangan, tadqiqotning O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi, amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ishonchligi asoslangan, tadqiqot natijalarining nazariy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilinishi, natijalarning e'lon qilinganligi va dissertatsiyaning tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Interval neytrosof to'plamlar tahlili”** deb nomlangan birinchi bobi neytrosof to'plamlar nazariyasiga zamonaviy yondashuvlar, usullar va algoritmlar, interval neytrosof to'plamlar, Sugeno noravshan-mantiqiy modeli va interval neytrosof to'plamlar nazariyasiga asoslanib mantiqiy modelni qurish muammolari tahliliga bag'ishlangan.

Neytrosof to'plamlar nazariyasi, interval neytrosof to'plamlar va Sugeno noravshan-mantiqiy modeli yuzasidan olib borilgan tadqiqotlarning holati o'rganilganda va tahlil qilinganda, interval neytrosof to'plamlar nazariyasi asosida mantiqiy modelni qurish usullari va algoritmlari tahlil qilinmagan va deyarli ko'rib chiqilmagan degan xulosaga kelish mumkin. Shuning uchun interval neytrosof to'plamlar nazariyasi asosida mantiqiy modelni qurish usullari va algoritmlarini ishlab chiqish hamda ishlab chiqilgan yondashuvlar, usullar, algoritmlar, dasturiy vositalarni haqiqiy qarorlar qabul qilish tizimlariga joriy etish, hisoblash tajribasini o'tkazish, qiyosiy tahlilni amalga oshirish va ishlanmalarning samaradorligini aniqlash dolzarb hisoblanadi.

Shunday qilib, interval neytrosof to'plamlar nazariyalari asosida mantiqiy modelni qurish usullari, yondashuvlari, algoritmlarini ishlab chiqish va takomillashtirish zaruriyati mavjud.

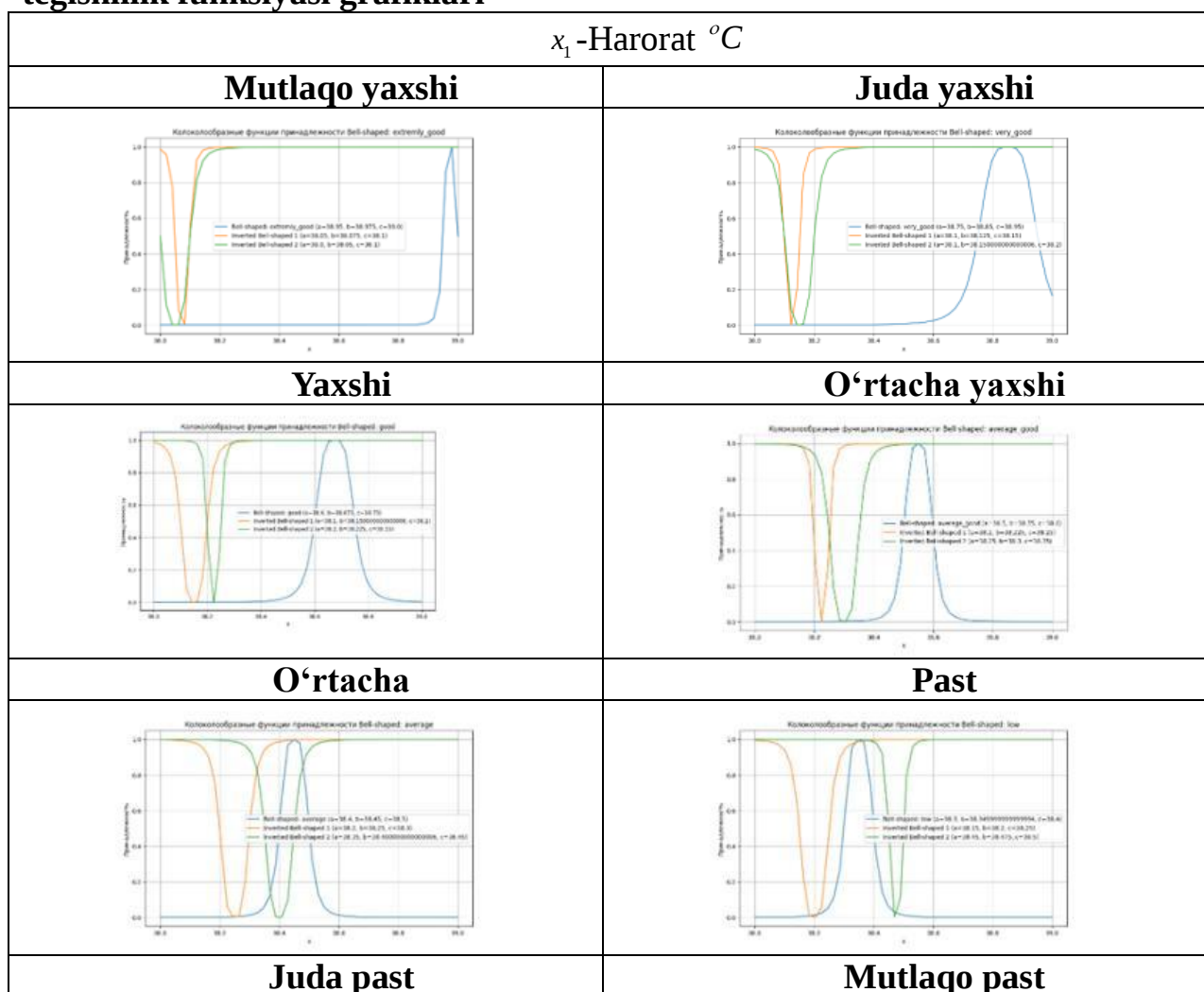
Dissertatsiyaning “**Belgilar majmuini interval neytrosuf to’plamga o’tkazish yondoshuvi**” deb nomlangan ikkinchi bobi belgilar majmui xossa va xususiyatlarini inobatga olgan holda ularni interval neytrosuf to’plamga o’tkazish yondoshuvini ishlab chiqishga bag’ishlangan bo’lib, unda deneytrosuf qiymatga keltirishga oid yondashuvlar va ko’p qiymatli interval neytrosuf to’plamlar muammosi ko’rib chiqilgan.

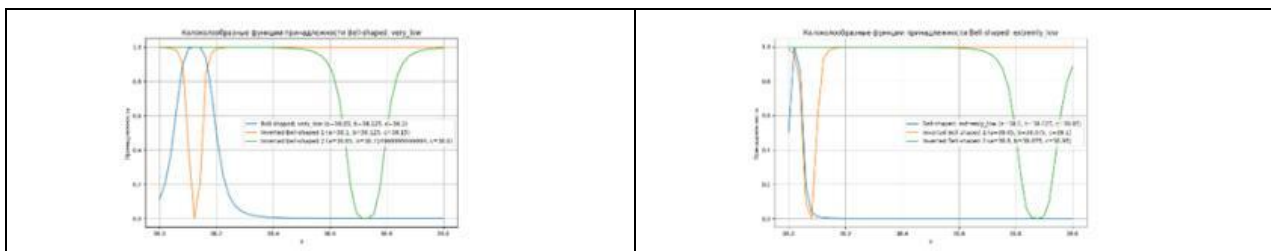
Neytrosuf to’plamlar nazariyasi asosida Gauss tegishlilik funksiyalari, qo’ng’iroqsimon va uchburchak interval neytrosuf to’plamlarning haqqoniylik ($T_{\tilde{A}_{inf}}; T_{\tilde{A}_{sup}}$), noaniqlik ($I_{\tilde{A}_{inf}}; I_{\tilde{A}_{sup}}$) va noto’g’rilikka tegishlilik ($F_{\tilde{A}_{inf}}; F_{\tilde{A}_{sup}}$) funksiyalari ishlab chiqilgan.

Ishlab chiqilgan interval neytrosuf to’plamlarning tegishlilik funksiyasiga asoslanib, interval neytrosuf to’plamlarning qo’ng’iroqsimon, uchburchak va gauss tegishlilik funksiyalari grafiklari qurib chiqildi.

1-jadval.

Qo’ng’iroqsimon interval neytrosuf to’plamlarning termlar bilan tegishlilik funksiyasi grafiklari





Ishlab chiqilgan interval neytr sof to‘plamlarning tegishlilik funksiyalari bizga arifmetik amallarni bajarishga ko‘maklashadi, prognozlash, tashxislash, optimallashtirish, qarorlar qabul qilish va shunga o‘xshash masalalarni yechish imkonini yaratadi.

Interval neytr sof to‘plamlarda arifmetik amallarni (qo‘shish, ayirish, ko‘paytirish, bo‘lish va o‘zgarmas songa ko‘paytirish) ishlab chiqish amalga oshirildi.

Haqqoniylik, noaniqlik va noto‘g‘rilik miqdori o‘zaro bog‘liq bo‘lmaydi. L-R tipidagi interval neytr sof son quyidagicha aniqlanadi:

$$\tilde{A}_N = (p_{1inf}, p_{2inf}, p_{3inf}; p_{1sup}, p_{2sup}, p_{3sup}; q_{1inf}, q_{2inf}, q_{3inf}; q_{1sup}, q_{2sup}, q_{3sup}; r_{1inf}, r_{2inf}, r_{3inf}; r_{1sup}, r_{2sup}, r_{3sup}).$$

Agar $\tilde{A}_N$ va $\tilde{B}_N$ haqiqatga tegishliliigi bo‘lgan tarkibiy qismlarga ega L-R tipidagi ikkita neytr sof sonni ifodalasa, tegishli ravishda haqqoniylik birhadi $(T_{\tilde{A}Ninf}; T_{\tilde{A}Nsup}) \& (T_{\tilde{B}Ninf}; T_{\tilde{B}Nsup})$, noaniqlik birhadi $(I_{\tilde{A}Ninf}; I_{\tilde{A}Nsup}) \& (I_{\tilde{B}Ninf}; I_{\tilde{B}Nsup})$, va noto‘g‘rilik birhadi $(F_{\tilde{A}Ninf}; F_{\tilde{A}Nsup}) \& (F_{\tilde{B}Ninf}; F_{\tilde{B}Nsup})$ ga mos keladi.

Ikkita interval neytr sof son berilgan

$$\begin{aligned} \tilde{A}_{Neu} = & \langle \alpha_{1inf}, \alpha_{2inf}, \alpha_{3inf}; \alpha_{1sup}, \alpha_{2sup}, \alpha_{3sup}; b_{1inf}, b_{2inf}, b_{3inf}; b_{1sup}, b_{2sup}, b_{3sup}; \\ & c_{1inf}, c_{2inf}, c_{3inf}; c_{1sup}, c_{2sup}, c_{3sup} \rangle \\ \tilde{A}_{Neu} = & \langle \alpha_{4inf}, \alpha_{5inf}, \alpha_{6inf}; \alpha_{4sup}, \alpha_{5sup}, \alpha_{6sup}; b_{4inf}, b_{5inf}, b_{6inf}; b_{4sup}, b_{5sup}, b_{6sup}; \\ & c_{4inf}, c_{5inf}, c_{6inf}; c_{4sup}, c_{5sup}, c_{6sup} \rangle \end{aligned}$$

L-R tipidagi interval neytr sof sonlar o‘rtasidagi arifmetik amallar ularning turli xil masalalarda qo‘llanilishi uchun katta ahamiyatga ega.

Interval neytr sof to‘plamlardagi arifmetik amallar (qo‘shish, ayirish, ko‘paytirish, bo‘lish) turli xil noaniq kattaliklarni kombinatsiyalash imkonini beradi.

Belgilar majmui xossa va xususiyatlarini inobatga olgan holda interval neytr sof to‘plamlarga o‘tkazish yondashuvi ishlab chiqilgan bo‘lib, u quyidagi qadamlardan foydalangan holda tavsiflanadi.

1-algoritm. Belgilar majmuini interval neytr sof to‘plamga o‘tkazish algoritmi.

1-qadam. Tajriba ma’lumotlarini kiritish, $(X_r, y_r), r = \overline{1, M}$, bu yerda r – juftligida $X_r = (x_{r,1}, x_{r,2}, \dots, x_{r,n})$ – kirish vektori bo‘lib, y_r – tegishli chiqish.

2-qadam. Normallashtirish va masshtablash $U_{i,j}$, $U_{i,j} = l \frac{x_{i,j} - \min_j(x_{i,j})}{\max_j(x_{i,j}) - \min_j(x_{i,j})}$

bu yerda l – bu termlar soni.

3-qadam. Fazifikatsiyani amalga oshirish

$$k = \overline{1, l+1}, P_{i,j} = \left\{ \max = \mu^k (U_{i,j}) \text{ ko'fsentlari} \right\},$$

$$\mu^* (U_{i,j}) = \max \mu^k (U_{i,j}) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x_{i,j} - P_{i,j}}{\sigma_k} \right)^2},$$

$$T_{\tilde{A}_{N \inf}} = \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{U_{i,j} - p_{1 \inf}}{p_{2 \inf} - p_{1 \inf}} \right)^2}, & p_{1 \inf} \leq U_{i,j} \leq p_{2 \inf} \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{p_{3 \inf} - U_{i,j}}{p_{3 \inf} - p_{2 \inf}} \right)^2}, & p_{2 \inf} < U_{i,j} \leq p_{3 \inf} \end{cases}, \quad T_{\tilde{A}_{N \sup}} = \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{U_{i,j} - p_{1 \sup}}{p_{2 \sup} - p_{1 \sup}} \right)^2}, & p_{1 \sup} \leq U_{i,j} \leq p_{2 \sup} \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{p_{3 \sup} - U_{i,j}}{p_{3 \sup} - p_{2 \sup}} \right)^2}, & p_{2 \sup} < U_{i,j} \leq p_{3 \sup} \end{cases}$$

$$I_{\tilde{A}_{N \inf}} = \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{q_{2 \inf} - U_{i,j}}{q_{2 \inf} - q_{1 \inf}} \right)^2}, & q_{1 \inf} \leq U_{i,j} \leq q_{2 \inf} \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{U_{i,j} - q_{2 \inf}}{q_{3 \inf} - q_{2 \inf}} \right)^2}, & q_{2 \inf} < U_{i,j} \leq q_{3 \inf} \end{cases}, \quad I_{\tilde{A}_{N \sup}} = \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{q_{2 \sup} - U_{i,j}}{q_{2 \sup} - q_{1 \sup}} \right)^2}, & q_{1 \sup} \leq U_{i,j} \leq q_{2 \sup} \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{U_{i,j} - q_{2 \sup}}{q_{3 \sup} - q_{2 \sup}} \right)^2}, & q_{2 \sup} < U_{i,j} \leq q_{3 \sup} \end{cases}$$

$$F_{\tilde{A}_{N \inf}} = \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{r_{2 \inf} - U_{i,j}}{r_{2 \inf} - r_{1 \inf}} \right)^2}, & r_{1 \inf} \leq U_{i,j} \leq r_{2 \inf} \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{U_{i,j} - r_{2 \inf}}{r_{3 \inf} - r_{2 \inf}} \right)^2}, & r_{2 \inf} < U_{i,j} \leq r_{3 \inf} \end{cases}, \quad F_{\tilde{A}_{N \sup}} = \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{r_{2 \sup} - U_{i,j}}{r_{2 \sup} - r_{1 \sup}} \right)^2}, & r_{1 \sup} \leq U_{i,j} \leq r_{2 \sup} \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{U_{i,j} - r_{2 \sup}}{r_{3 \sup} - r_{2 \sup}} \right)^2}, & r_{2 \sup} < U_{i,j} \leq r_{3 \sup} \end{cases}$$

Bu yerda M – qatorlar soni, n – ustunlar soni, $i = \overline{1, M}$, $j = \overline{1, n}$.

4-qadam. Belgilar majmui xossa va xususiyatlarini inobatga olgan holda ularni interval neytrosof to'plamga o'tkazish.

Dissertatsiyaning **“Interval neytrosof mantiqini qurish usullari”** deb nomlangan uchinchi bobi interval neytrosof to'plamlar nazariyasi asosida mantiqiy modelni qurish usulini ishlab chiqish va ko'p qiymatli interval neytrosof to'plamlar nazariyasi asosida obyektlarni tasniflash usulini takomillashtirishga oid

tadqiqotlarga bag'ishlangan.

Sugeno modeli dissertasiya ishi uchun uning ixchamligi, hisoblash samaradorligi, raqamli natija berishi, mashinaviy o'qitish va optimallashtirish usullari bilan mosligi, shuningdek, moslashuvchan gibrid tizimlarni qo'llab-quvvatlash qobiliyati tufayli tanlandi. Bu xususiyatlar yuqori aniqlik va tezkorlikni ta'minlaydi, bu esa modelni real vaqtda bashorat qilish va tashxis qo'yish vazifalari uchun optimal qiladi, bunda aniq miqdoriy natijalar va o'zgaruvchan sharoitlarga moslashish talab qilinadi. Sugeno interval neytr sof modelini qurish strukturasini 1-rasmda taqdim etiladi.



1-rasm. Interval neytr sof to'plamlar nazariyasi asosida Sugeno mantiqiy modelini qurish strukturasini.

Interval neytr sof to'plamlar nazariyasi asosida mantiqiy modelni qurish usuli ishlab chiqilgan bo'lib, u quyidagi qadamlar yordamida tavsiflanadi.

Dastlabki 4 ta qadam xuddi 1-algoritmdagi qadamlarga aynan o'xshash.

2-algoritm. Mantiqiy modelni qurish algoritmi.

5-qadam. t -normani hisoblash, bunda M – qatorlar soni, n – ustunlar soni, $i = \overline{1, M}$, $j = \overline{1, n}$

$$\begin{aligned} \min s &= (T_{AN \inf}) = \left\{ \min \left(T_{AN \inf} (U_{i,j}) \right) \right\}; \min s = (T_{AN \sup}) = \left\{ \min \left(T_{AN \sup} (U_{i,j}) \right) \right\} \max = (I_{AN \inf}) = \left\{ \max \left(I_{AN \inf} (U_{i,j}) \right) \right\}; \\ \max &= (I_{AN \sup}) = \left\{ \max \left(I_{AN \inf} (U_{i,j}) \right) \right\}; \max = (F_{AN \inf}) = \left\{ \max \left(F_{AN \inf} (U_{i,j}) \right) \right\}; \max = (F_{AN \sup}) = \left\{ \min \left(F_{AN \sup} (U_{i,j}) \right) \right\}. \end{aligned}$$

6-qadam. t -konormani hisoblash, bunda M – qatorlar soni, m – kasalliklar soni, $r = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, M}$

$$\begin{aligned} \mu d_j^{T_{AN \inf}} &= \left\{ \max \left(T_{AN \inf} \right) \right\}; \mu d_j^{T_{AN \sup}} = \left\{ \max \left(T_{AN \sup} \right) \right\} \mu d_j^{I_{AN \inf}} = \left\{ \min \left(I_{AN \inf} \right) \right\}; \\ \mu d_j^{I_{AN \sup}} &= \left\{ \min \left(I_{AN \sup} \right) \right\} \mu d_j^{F_{AN \inf}} = \left\{ \min \left(F_{AN \inf} \right) \right\}; \mu d_j^{F_{AN \sup}} = \left\{ \min \left(F_{AN \sup} \right) \right\}. \end{aligned}$$

7-qadam. Neytrosof tipdagi reduksiya. Har bir intervalni bitta songa aylantirish uchun neytrosof reduksiyanı bajaramız. Buni amalga oshirishning bir necha usulları mavjud bo‘lib, ushbu holatda ulardan birini keltiramız:

$$T'_{\tilde{A}}(y) = (\inf T_{\tilde{A}}(y) + \sup T_{\tilde{A}}(y)) / 2, \quad I'_{\tilde{A}}(y) = (\inf I_{\tilde{A}}(y) + \sup I_{\tilde{A}}(y)) / 2, \\ F'_{\tilde{A}}(y) = (\inf F_{\tilde{A}}(y) + \sup F_{\tilde{A}}(y)) / 2, \quad \text{rde } y \in Y.$$

Neytrosof reduksiya amalga oshirilganidan keyin odatdagi neytrosof to‘plamlarnı olamız. Shundan so‘ng, aniq natijaga erishish uchun deneytrosofiya jarayoni talab etiladi.

8-qadam. Deneytrosofiya – bu neytrosof to‘plamlarnı $\tilde{B}$ noravshan to‘plamlarga B aylantirish jarayoni. Uni quyidagi funksiya yordamida ifodalash mumkin:

$$f(T'_{\tilde{A}}(y), I'_{\tilde{A}}(y), F'_{\tilde{A}}(y)) : [0,1] \times [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1] \\ T_{\tilde{A}}(y) = a * T'_{\tilde{A}}(y) + b * (1 - F'_{\tilde{A}}(y)) + c * I'_{\tilde{A}}(y) / 2 + d * (1 - I'_{\tilde{A}}(y) / 2), \\ \text{rde } 0 \leq a, b, c, d \leq 1, a + b + c + d = 1.$$

Qoidalarining xulosa koefitsiyentlarining shunday qiymatlarini topish kerak: $B = (b_{1,0} + b_{2,0} \dots b_{m,0} + b_{1,1} + b_{2,1} \dots b_{m,1} \dots b_{1,n} + b_{2,n} \dots b_{m,n})^T$, ular kvadrat nomuvofiqlikning minimumini ta‘minlaydi: $\sum_{r=1, M} (y_r - y_r^f)^2 \rightarrow \min$,

bu yerda $y_r^f - b$ -parametrli noravshan bilimlar bazasida (X_r) tanlanmaning r-satrıda kirish ma‘lumotlarining chiqishi. $X_r = (x_{r,1}, x_{r,2}, \dots, x_{r,n})$ kirish vektoriga

noravshan xulosaning ana shunday natijasi to‘g‘ri keladi: $y_r^f = \frac{\sum_{j=1, m} \mu d_j(X_r) d_j}{\sum_{j=1, m} \mu d_j(X_r)}$.

9-qadam. Quyidagi matritsani hisoblash: $\beta_{j,r}, \quad \beta_{j,r} = \frac{\mu d_j(X_r)}{\sum_{k=1, m} \mu d_k(X_r)}$.

10-qadam. Noravshan xulosani hisoblash:

$$y_r^f = \sum_{j=1, m} \beta_{r,j} \cdot d_j = \sum_{j=1, m} \beta_{r,j} \cdot b_{j,0} + \beta_{r,j} \cdot b_{j,1} \cdot x_{r,1} + \beta_{r,j} \cdot b_{j,2} \cdot x_{r,2} + \dots + \beta_{r,j} \cdot b_{j,n} \cdot x_{r,n}.$$

11-qadam. A matritsani qurish: $y_r^f = (y_1^f \cdot y_2^f \dots y_M^f)^T, Y = (y_1 \cdot y_2 \dots y_M)^T$,

$$A = \begin{bmatrix} \beta_{1,1}, \dots, \beta_{1,m}; X_{1,1} \beta_{1,1}, \dots, X_{1,1} \beta_{1,m}, \dots, X_{1,n} \beta_{1,1}, \dots, X_{1,n} \beta_{1,m} \\ \beta_{M,1}, \dots, \beta_{M,m}; X_{M,1} \beta_{1,1}, \dots, X_{M,1} \beta_{1,m}, \dots, X_{M,n} \beta_{M,1}, \dots, X_{M,n} \beta_{M,m} \end{bmatrix}.$$

12-qadam. B vektorni topish, ya‘ni: $y_r^f = (y_1^f \cdot y_2^f \dots y_M^f)^T, Y = (y_1 \cdot y_2 \dots y_M)^T$,

$E = (Y - Y^f)^T (Y - Y^f) \rightarrow \min$, bu yerda $Y^f = AB$. E kvadratik bog‘liqsizlikning minimal qiymatiga $Y = AB$ tenglamaning yechimiga mos keladigan $Y^f = Y$ da erishiladi. Haqiqiy masalalar uchun sozlanadigan parametrlar soni $m(n+1) < M$

ma'lumotlar tanlanmasi hajmidan kichik, shuning uchun $Y = AB$ tenglama $B = (A^T A)^{-1} A^T Y$ yechimga ega.

13-qadam. A matritsani transponirlash.

14-qadam. $A^T A$ ni hisoblash.

15-qadam. Teskari matritsani hisoblash $(A^T A)^{-1}$.

16-qadam. B vektorni hisoblash. $B = (A^T \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot Y$.

17-qadam. Sugeno interval neytrosof modelini qurish.

18-qadam. Modelning adekvat ekanligini (to'g'riligini) tekshirish. $Y = A \cdot B$. Agar model adekvat bo'lsa, 19-bosqichga o'ting. Agar model adekvat bo'lmasa, 2-bosqichga o'ting.

19-qadam. Algoritmning tugashi.

Ko'p qiymatli interval neytrosof to'plamlar nazariyasi asosida obyektlarni tasniflash usuli takomillashtirilgan.

Deylik, agar $A \subset E$ bo'lsa, U universal to'plam E parametrlar to'plami. (L, A) juftlik interval qiymatli neytrosof yumshoq to'plamlar deb ataladi, $P(U)$, bunda $L: A \rightarrow P(U)$. formula bilan berilgan akslantirish hisoblanadi. $P(U)$ esa A qiymatli parametrlarga ega U larning barcha to'plamlarini anglatadi va $L(\varepsilon)$ funksiya $L: A \rightarrow P(U)$ formula bilan aniqlanadigan interval qiymatli neytrosof to'plamlarning akslanishi hisoblanadi, ya'ni $L(\varepsilon)(y) = \emptyset$ если $y \notin U$.

Ko'p qiymatli interval neytrosof to'plamlar nazariyasi asosida tasniflash masalalarini yechishning takomillashtirilgan algoritmini taqdim etamiz, u quyidagi qadamlardan foydalangan holda tavsiflanadi.

3-algoritm. Ko'p qiymatli interval neytrosof to'plamlar nazariyasi asosida tasniflash masalalarini yechish algoritmi.

1-qadam. Ko'p qiymatli interval neytrosof to'plamlarni hisoblash. (L, A) $\tau_{L(\varepsilon)}(y), \delta_{L(\varepsilon)}(y)$ va $\lambda_{L(\varepsilon)}(y)$ $[0,1]$ to'plamlar ko'rinishida tavsiflanadi va quyidagi ravishda aniqlanishi mumkin: $(L, A) = \{ \langle \tau_{L(\varepsilon)}^1(y), \delta_{L(\varepsilon)}^m(y), \lambda_{L(\varepsilon)}^n(y) \rangle / y; \forall \varepsilon \in A, y \in U \}$

bu yerda, $\tau_{L(\varepsilon)}^1(y) = [\inf \tau_{L(\varepsilon)}^1(y), \sup \tau_{L(\varepsilon)}^1(y)], [\inf \tau_{L(\varepsilon)}^2(y), \sup \tau_{L(\varepsilon)}^2(y)], \dots,$

$[\inf \tau_{L(\varepsilon)}^q(y), \sup \tau_{L(\varepsilon)}^q(y)],$

$\delta_{L(\varepsilon)}^m(y) = [\inf \delta_{L(\varepsilon)}^1(y), \sup \delta_{L(\varepsilon)}^1(y)], [\inf \delta_{L(\varepsilon)}^2(y), \sup \delta_{L(\varepsilon)}^2(y)],$

$\dots, [\inf \delta_{L(\varepsilon)}^r(y), \sup \delta_{L(\varepsilon)}^r(y)]$ va

$\lambda_{L(\varepsilon)}^n(y) = [\inf \lambda_{L(\varepsilon)}^1(y), \sup \lambda_{L(\varepsilon)}^1(y)], [\inf \lambda_{L(\varepsilon)}^2(y), \sup \lambda_{L(\varepsilon)}^2(y)], \dots, [\inf \lambda_{L(\varepsilon)}^s(y), \sup \lambda_{L(\varepsilon)}^s(y)].$

mos ravishda y obyekt ε parametrda o'z ichiga olgan haqiqiylik-tegishlilik interval ketma-ketligi, noaniqlik-tegishlilik interval ketma-ketligi va noto'g'ri-tegishlilik interval ketma-ketligini ifodalaydi.

2-qadam. Ko'p qiymatli interval neytrosof to'plamlarning to'ldiruvchilarini hisoblash.

Ko'p qiymatli interval neytrosof to'plamning to'ldiruvchilari $(L, A)^c$

tarzida ifodalanadi va $(L, A)^C = (L^C, A)$ orqali aniqlanadi, bu yerda $L^C : A \rightarrow MVINSS(U)$ akslanish bo'lib, quyidagicha beriladi $L^C(\varepsilon) = c(L(\varepsilon))$, shu tariqa $(L, A)^C = \{ \langle \lambda_{L(\varepsilon)}(y), 1 - \delta_{L(\varepsilon)}(y), \delta(y) \rangle / y; \forall \varepsilon \in A; y \in U \}$.

3-qadam. Ikkita ko'p qiymatli interval neytrosuf to'plamlarni birlashtirish amalini hisoblash.

Deylik (L, A) va (M, B) – bu umumiy to'plam bo'lgan U . ustidan ikkita ko'p qiymatli interval neytrosuf to'plamlar bo'lsin. Unda (L, A) va (M, B) birlashtirish $(L, A) \cup (M, B)$ tarzida ifodalanadi va $(L, A) \cup (M, B) = (N, C)$ orqali aniqlanadi, bu yerda

$$C = A \cup B \text{ va } (N, C) = \left\{ \langle \tau_{N(\varepsilon)}^l(y), \delta_{N(\varepsilon)}^m(y), \lambda_{N(\varepsilon)}^n(y) \rangle / y; y \in U \right\},$$

$$\text{ya'ni } (N, C)(\varepsilon) = \begin{cases} L(\varepsilon) & \text{если } \varepsilon \in A - B; \\ M(\varepsilon) & \text{если } \varepsilon \in B - A; \\ \max\left(\tau_L(y), \tau_{M(\varepsilon)}\right), \frac{\delta_{L(\varepsilon)}(y) + \delta_{M(\varepsilon)}(y)}{2}, \min\left(\lambda_{L(\varepsilon)}(y), \lambda_{M(\varepsilon)}\right) & \text{если } \varepsilon \in A \cap B. \end{cases}$$

4-qadam. Ikkita ko'p qiymatli interval neytrosuf to'plamlarning kesishmalarini hisoblash.

Deylik, (L, A) va (M, B) – bu umumiy universum U ustidan ikkita ko'p qiymatli interval neytrosuf to'plamlar bo'lsin. Unda (L, A) va (M, B) kesishmalari $(L, A) \cap (M, B)$ tarzida ifodalanadi va $(L, A) \cap (M, B) = (N, C)$ orqali aniqlanadi, bu yerda $C = A \cap B$ va $(N, C) = \left\{ \langle \tau_{N(\varepsilon)}^l(y), \delta_{N(\varepsilon)}^m(y), \lambda_{N(\varepsilon)}^n(y) \rangle / y; y \in U \right\}$, ya'ni har bir $\varepsilon \in C$

$$\tau_{\tilde{N}(\varepsilon)}^l(y) = \left[\sup \tau_{L(\varepsilon)}^1(y) \wedge \sup \tau_{M(\varepsilon)}^1(y), \inf \tau_{L(\varepsilon)}^1(y) \wedge \inf \tau_{M(\varepsilon)}^1(y) \right], \dots$$

$$\dots, \left[\sup \tau_{L(\varepsilon)}^q(y) \wedge \sup \tau_{M(\varepsilon)}^q(y), \inf \tau_{L(\varepsilon)}^q(y) \wedge \inf \tau_{M(\varepsilon)}^q(y) \right];$$

$$\delta_{\tilde{N}(\varepsilon)}^m(y) = \frac{\left[\sup \delta_{L(\varepsilon)}^1(y) + \sup \delta_{M(\varepsilon)}^1(y), \inf \delta_{L(\varepsilon)}^1(y) + \inf \delta_{M(\varepsilon)}^1(y) \right]}{2}, \dots$$

$$\dots, \frac{\left[\sup \delta_{L(\varepsilon)}^r(y) + \sup \delta_{M(\varepsilon)}^r(y), \inf \delta_{L(\varepsilon)}^r(y) + \inf \delta_{M(\varepsilon)}^r(y) \right]}{2};$$

$$\lambda_{\tilde{N}(\varepsilon)}^n(y) = \left[\sup \lambda_{L(\varepsilon)}^1(y) \vee \sup \lambda_{M(\varepsilon)}^1(y), \inf \lambda_{L(\varepsilon)}^1(y) \vee \inf \lambda_{M(\varepsilon)}^1(y) \right], \dots$$

$$\dots, \left[\sup \lambda_{L(\varepsilon)}^s(y) \vee \sup \lambda_{M(\varepsilon)}^s(y), \inf \lambda_{L(\varepsilon)}^s(y) \vee \inf \lambda_{M(\varepsilon)}^s(y) \right].$$

5-qadam. Ikkita ko'p qiymatli interval neytrosuf to'plamlar orasidagi 'OR' ni hisoblash.

Deylik, (L, A) va (M, B) – bu umumiy to'plam U . ustidan ikkita ko'p qiymatli interval neytrosuf to'plamlar bo'lsin. Unda ular orasidagi (L, A) va (M, B) 'OR' operatsiya $(L, A) \vee (M, B)$ tarzida ifodalanadi va $(L, A) \vee (M, B) = (N, A \times B)$ orqali aniqlanadi, bunda $(N, A \times B) = \left\{ \langle \tau_{N(\alpha, \beta)}^l(y), \delta_{N(\alpha, \beta)}^m(y), \lambda_{N(\alpha, \beta)}^n(y) \rangle / y; y \in U \right\}$, ya'ni

har bir $\alpha \in A, \beta \in B, y \in Y$,

$$\begin{aligned}\tau_{N(\alpha,\beta)}^l(y) &= \left[\sup \tau_{L(\alpha)}^l(y) \vee \sup \tau_{M(\beta)}^l(y), \inf \tau_{L(\alpha)}^l(y) \vee \inf \tau_{M(\beta)}^l(y) \right], \dots \\ &\dots, \left[\sup \tau_{L(\alpha)}^q(y) \vee \sup \tau_{M(\beta)}^q(y), \inf \tau_{L(\alpha)}^q(y) \vee \inf \tau_{M(\beta)}^q(y) \right]; \\ \delta_{N(\alpha,\beta)}^m(y) &= \left[\frac{\inf \delta_{L(\alpha)}^l(y) + \inf \delta_{M(\beta)}^l(y)}{2}, \frac{\sup \delta_{L(\alpha)}^l(y) + \sup \delta_{M(\beta)}^l(y)}{2} \right], \dots \\ &\dots, \left[\frac{\inf \delta_{L(\alpha)}^r(y) + \inf \delta_{M(\beta)}^r(y)}{2}, \frac{\sup \delta_{L(\alpha)}^r(y) + \sup \delta_{M(\beta)}^r(y)}{2} \right] \\ \lambda_{N(\alpha,\beta)}^n(y) &= \left[\inf \lambda_{L(\alpha)}^l(y) \wedge \inf \lambda_{M(\beta)}^l(y), \sup \lambda_{L(\alpha)}^l(y) \wedge \sup \lambda_{M(\beta)}^l(y) \right], \dots \\ &\dots, \left[\inf \lambda_{L(\alpha)}^s(y) \wedge \inf \lambda_{M(\beta)}^s(y), \sup \lambda_{L(\alpha)}^s(y) \vee \sup \lambda_{M(\beta)}^s(y) \right].\end{aligned}$$

6-qadam. Ko‘p qiymatli interval neytrosot to‘plamlar bilan tasniflash masalasini yechish.

Ko‘p qiymatli interval neytrosot to‘plamlar va noravshan to‘plamlarning integratsiyasi asosida, noaniq hamda qarama-qarshi ma’lumotlarni hisobga olishga qodirligi e’tirof etilgan ushbu ko‘p qiymatli interval neytrosot to‘plamlar ko‘p qiymatli interval neytrosot yumshoq elementlar asosida qaror qabul qilish jarayonining samaradorligini oshirish maqsadida taklif etilgan.

Dissertatsiyaning **“Qarorlar qabul qilishning interval-qiymatli neytrosot usuli”** deb nomlangan to‘rtinchi bobi vaznli proyeksiyalash usuli asosida qaror qabul qilish mezonlarini, singulyarlik holatlarini inobatga olgan holda ma’lumotlarni intellektual tahlil qilish usuli va yirik shohli qoramollar kasalliklarining o‘ziga xos xususiyatlarini hisobga olgan holda tashxislash modelini ishlab chiqishga bag‘ishlangan.

Vaznli proyeksiyalash usuli asosida ishlab chiqilgan qaror qabul qilish mezonlarini keltirib o‘tamiz.

Aytaylik, $H = \{h_1, h_2 \dots h_m\}, (m \geq 2)$ – bu sust shakllangan jarayonlarning belgilarining diskret to‘plamlari bo‘lsin. $K = \{k_1, k_2 \dots k_n\}, (n \geq 2)$ bir nechta atributlar bo‘yicha qaror qabul qilish masalalarida ko‘rib chiqiladigan sust shakllangan jarayonlarning to‘plamlari. Sust shakllangan jarayonlarning belgilari bo‘lgan $h_i, i=1, 2 \dots m$ sust shakllangan jarayonlarning oldindan belgilangan qiymatiga nisbatan $k_j, j=1, 2 \dots n$ lingvistik o‘zgaruvchilar bilan ifodalanadi. Lingvistik o‘zgaruvchilar interval-qiymatli neytrosot to‘plamlar yordamida ifodalanishi mumkin. Faraz qilaylik, $w = \{w_1, w_2 \dots w_n\}$, belgilarning noma’lum vaznli vektori bo‘lsin, bu yerda $0 \leq w_j \leq 1, \sum_{j=1}^n w_j = 1$. Masalani yechish uchun vaznli proyeksiyalashning usuli interval-qiymatli neytrosot ma’lumotlarga ega bo‘lgan bir nechta atributlar bo‘yicha qaror qabul qilish.

Vaznli proyeksiyalash usuli asosida ishlab chiqilgan qarorlar qabul qilish mezonlari quyidagi algoritm qadamlar yordamida tavsiflanadi.

4-algoritm. Vaznli proeksiyalash usuli asosida qaror qabul qilish mezonlari algoritmi.

1-qadam. Interval-qiymatli neytrosof to‘plamlardan foydalangan holda qarorlar qabul qilish matritsasini shakllantirish (IVNN)

$k_j, j=1,2,...,n$ belgi bo‘yicha sust shakllangan jarayonlarning $h_i, i=1,2,...,m$ baholangan qiymati interval-qiymatli neytrosof to‘plamlar yordamida ifodalanishi mumkin bo‘lgan lingvistik o‘zgaruvchilar ishtirokidagi atamalar bilan ekspert tomonidan taqdim etiladi.

Shu tariqa, neytrosof yechimlarning interval-qiymatli matritsasi D_N quyida keltiriladi.

$$D_{\tilde{N}} = \langle r_{\tilde{N}_{ij}} \rangle_{m \times n} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

qayerda

$$r_{ij} = \langle [\inf T_{ij}, \sup T_{ij}], [\inf I_{ij}, \sup I_{ij}], [\inf F_{ij}, \sup F_{ij}] \rangle;$$

$$\inf T_{ij}, \sup T_{ij}, \inf I_{ij}, \sup I_{ij}, \inf F_{ij}, \sup F_{ij} \in [0,1] \quad \text{va}$$

$$0 \leq \sup T_{ij} + I_{ij} + \sup F_{ij} \leq 3, \quad i=1,2,...,m, \quad j=1,2,...,n.$$

Bu yerda h_i sust shakllangan jarayonlarning k_j belgini qondiradigan $[\inf T_{ij}, \sup T_{ij}]$ daraja taqdim etiladi. $[\inf I_{ij}, \sup I_{ij}]$ orqali h_i sust shakllangan jarayonlarning belgi bo‘yicha noma’lum bo‘lgan daraja ko‘rsatiladi, $k_j \cdot [\inf F_{ij}, \sup F_{ij}]$ orqali esa h_i sust shakllangan jarayonlarni k_j belgini qondirmaydigan daraja ko‘rsatiladi.

2-qadam. Yechimlar matritsasini standartlashtirish

Umuman olganda, qaror qabul qilishning amaliy masalalarida har xil turdagi belgilar uchraydi. Standartlashtirilgan qarorlar matritsasi $S = [S_{ij}]_{m \times n}$ quyidagicha shakllantiriladi:

$$D_{\tilde{S}} = \langle t_{\tilde{S}_{ij}} \rangle_{m \times n} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ t_{m1} & t_{m2} & \dots & t_{mn} \end{bmatrix},$$

agar $t_{ij} = ([\inf T_{ij}, \sup T_{ij}], [\inf I_{ij}, \sup I_{ij}], [\inf F_{ij}, \sup F_{ij}])$, $(i=1,2,...,m; j=1,2,...,n)$.

Bu yerda $t_{ij} = r_{ij}$ va $t_{ij} = \tilde{r}_{ij}$, agar j – sust shakllangan jarayonlar, agar $\tilde{r}_{ij}$, to‘ldiruvchi (qo‘shimcha) t_{ij} sanaladi.

3-qadam. Noma’lum belgilar vaznini hisoblash.

Qarorlar qabul qilish muhitida biz belgilarning vaznlari ekspertga noma'lum va odatga ko'ra bir xil emas deb taxmin qilamiz. Noma'lum belgilar vaznini aniqlash uchun Van og'ishini maksimallashtirish usulidan foydalanamiz. Og'ishni maksimallashtirish usulining konsepsiyasi quyidagicha ifodalanadi. Agar belgi sust shakllangan jarayonlarga kam ta'sir ko'rsatsa, u holda belgining ahamiyatiga kamroq vazn berish, ko'proq og'ish hosil qiladigan belgiga esa ko'proq vazn berish kerak. Biroq, agar belgi sust shakllangan jarayonlar juda kam ta'sir ko'rsatsa yoki hech qanday ta'sir ko'rsatmasa, unda bunday belgining vazni nolga teng deb qabul qilinishi mumkin.

Sust shakllangan jarayonlarni belgi bo'yicha k_j og'ishishlarining qiymatini h_i quyidagicha ifodalash mumkin.

$$\Psi_{ij}(w_j) = \sum \mathfrak{R}(t_{ij}, t_{sj}) w_j, \text{ unda } \Psi_j(w_j) = \sum_{i=1}^m \mathfrak{R}_{ij}(w_j) = \sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^m \mathfrak{R}(t_{ij}, t_{sj}) w_j.$$

k_j belgi uchun barcha sust shakllangan jarayonlarning umumiy farqini ifodalaydi. $\Psi(w_j) = \sum_{j=1}^n \mathfrak{R}_j(w_j) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^m \mathfrak{R}(t_{ij}, t_{sj}) w_j$ barcha sust shakllangan jarayonlar uchun barcha belgilarning boshqa sust shakllangan jarayonlardan farqlanishini bildiradi. Endi quyida ko'rsatilgandek, optimallashtirish modelini quramiz.

$$\Psi(w_j) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^m \mathfrak{R}(t_{ij}, t_{sj}) w_j \text{ ni maksimallashtirish.}$$

$$\text{Shunday shart bilan: } \sum_{j=1}^n (w_j) = \sum_{j=1}^n w_j^2 = 1, w_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n.$$

Yuqorida keltirilgan modelni yechar ekanmiz, quyidagi tarzda belgi vaznini

$$\text{olamiz: } w_j = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^m \mathfrak{R}^2(t_{ij}, t_{sj})}{\sqrt{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^m \mathfrak{R}^2(t_{ij}, t_{sj})}}, j = 1, 2, \dots, n.$$

Shundan so'ng belgining normallashtirilgan vazni quyidagicha bo'ladi

$$w_j = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^m \mathfrak{R}(t_{ij}, t_{sj})}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^m \mathfrak{R}(t_{ij}, t_{sj})}, j = 1, 2, \dots, n.$$

4-qadam. Interval-qiymatli neytrosof ideal yechimni hisoblash.

Interval-qiymatli neytrosof ideal yechimni aniqlaymiz $Z^* = (z_1^*, z_2^*, \dots, z_n^*)$, buni quyida keltirilgan yo'sinda bajaramiz. $z_j^* = ([1, 1], [0, 0], [0, 0])$, $j = 1, 2, \dots, n$.

Virtual intervalli $Z^* = (\mu_1^*, \mu_2^*, \dots, \mu_n^*)$ neytrosof ideal yechim quyida ko'rsatilganidek, barcha sust shakllangan jarayonlar har bir belgi uchun eng yaxshi qiymatlarni aniqlash yo'li bilan ham olinishi mumkin. $\mu_j^* = (\gamma_j^*, \delta_j^*, \lambda_j^*)$

bunda $\gamma_j^* = [\gamma_j^{L*}, \gamma_j^{U*}] = [\text{Max inf } T_{ij}, \text{Max sup } T_{ij}]; \delta_j^* = [\delta_j^{L*}, \delta_j^{U*}] = [\text{Min inf } I_{ij}, \text{Min sup } I_{ij}];$
 $\lambda_j^* = [\lambda_j^{L*}, \lambda_j^{U*}] = [\text{Min inf } F_{ij}, \text{Min sup } F_{ij}].$

5-qadam. Vaznli proyeksiyani hisoblash.

Sust shakllangan jarayonlarning maqbul yechim Z^* ga nisbatan vaznli proyeksiyasi $h_i (i=1,2,...,m)$ quyidagi tarzda aniqlanadi:

$$\text{Proj}_w(g_i)_{Z^*} = \frac{1}{Z_w^*} \sum_{j=1}^n w_j^2 \left(\inf T_{ij} \gamma_j^{L*} + \sup T_{ij} \gamma_j^{U*} + \inf I_{ij} \delta_j^{L*} + \sup I_{ij} \delta_j^{U*} + \inf F_{ij} \lambda_j^{L*} + \sup F_{ij} \lambda_j^{U*} \right)$$

$$= \frac{\sum_{j=1}^n w_j^2 \left(\inf T_{ij} \gamma_j^{L*} + \sup T_{ij} \gamma_j^{U*} + \inf I_{ij} \delta_j^{L*} + \sup I_{ij} \delta_j^{U*} + \inf F_{ij} \lambda_j^{L*} + \sup F_{ij} \lambda_j^{U*} \right)}{\sqrt{\sum_{j=1}^n w_j^2 \left((\gamma_j^{L*})^2 + (\gamma_j^{U*})^2 + (\delta_j^{L*})^2 + (\delta_j^{U*})^2 + (\lambda_j^{L*})^2 + (\lambda_j^{U*})^2 \right)}}$$

6-qadam. Darajalash.

Sust shakllangan jarayonlarni $h_i (i=1,2,...,m)$ vaznli proyeksiyaga muvofiq $\text{Proj}_w(h_i)_{Z^*}$ tartiblashtiring, va kattaroq qiymat $\text{Proj}_w(h_i)_{Z^*}$ sust shakllangan jarayonlar asosiysini aks ettiradi.

Quyidagi qadamlardan foydalangan holda singulyarlik shartlarini hisobga olgan holda ma'lumotlarni intellektual tahlil qilishning ishlab chiqilgan usuli taqdim etiladi.

5-algoritm. Singulyarlik holatlarini inobatga olgan holda ma'lumotlarni intellektual tahlil qilish algoritmi.

Dastlabki ikkita qadam 1-algoritm bilan bir xil.

3-qadam. Fazifikatsiyani o'tkazish. $\mu^*(U_{i,j}) = \max \mu^k(U_{i,j}) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x_{i,j} - P_{i,j}}{\sigma_k} \right)^2},$

$$T_{\tilde{A}_{Neu}} \mu(x) = \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{x - p_1}{p_2 - p_1} \right)^2}, p_1 \leq x \leq p_2 \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{p_3 - x}{p_3 - p_2} \right)^2}, p_2 < x \leq p_3 \end{cases}, I_{\tilde{A}_{Neu}} \mu(x) = \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{q_2 - x}{q_2 - q_1} \right)^2}, q_1 \leq x \leq q_2 \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{x - q_2}{q_3 - q_2} \right)^2}, q_2 < x \leq q_3 \end{cases},$$

$$F_{\tilde{A}_{Nue}}(x) = \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{r_2 - x}{r_2 - r_1} \right)^2}, r_1 \leq x \leq r_2 \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{x - r_2}{r_3 - r_2} \right)^2}, r_2 < x \leq r_3 \end{cases},$$

bu yerda M – satrlar soni, n – ustunlar soni.

4-7-qadamlar 2-algoritmdagi qadamlar bilan bir xil.

8-qadam. Kalman filtridan foydalangan holda quyidagi iteratsion algoritmi bo'yicha B vektorni topish mumkin: boshlang'ich shartlarni hisobga olgan holda:

$$B^{<0>} = 0 \text{ va } W^{<0>} = w \cdot I, \quad W^{<k+1>} = W^{<k>} - \frac{W^{<k>} \cdot A^{<k+1>} (A^{<k+1>})^T W^{<k>}}{1 + (A^{<k+1>})^T \cdot W^{<k>} \cdot A^{<k+1>}},$$

$$B^{<k+1>} = B^{<k>} + W^{<k+1>} \cdot A^{<k+1>} (y_{k+1} - (A^{<k+1>})^T \cdot B^{<k>}), k = \overline{0, M-1}.$$

bu yerda w – katta musbat son, I – birlik matritsa; $<...>$ - iteratsion raqam burchakli qavslardagi son bilan ko'rsatiladi.

9-qadam. Sugeno neytrososof mantiqiy modelini qurish. Agar modelni qurishda singularlik holati mavjud bo'lsa, 10-qadamga o'ting, aks holda 11-qadamga o'ting.

10-qadam. Singulyar yoyish (SVD) algoritmi bo'yicha neytrososof modelni qurish: $B = (A^T A)^{(-1)} A^T Y = X^{(-1)} A^T Y$, $X = A^T A = USV^T$,

$$X^{(-1)} = VS^{(-1)}U^T, \quad B = VS^{(-1)}U^T R^T Q.$$

11-qadam. Modelning adekvatligini (to'g'riligini) tekshirish. $Y = A \cdot B$, Agar model adekvat bo'lsa, biz 12-qadamga o'tamiz, aks holda biz 2-qadamga o'tamiz.

12-qadam. Algoritming tugashi.

Interval neytrososof to'plamlar asosida yirik shohli qoramollar kasalliklarini tashxislashning yaratilgan mantiqiy modelida interval neytrososof qoidalar bazasini ifodalovchi klassifikator. Kirish parametrlarining *lingvistik* qiymatlarini baholash uchun quyidagi daraja kvantifikatorlaridan foydalanildi: Mutlaqo yaxshi (MYa), Juda yaxshi (JYa), Yaxshi (Ya), O'rtacha Yaxshi (O'Ya), O'rtacha (O'), O'rtacha Past (O'P), Past (P), Juda past (JP), Mutlaqo past daraja (MP). Singularlik shartlarini inobatga olgan holda interval neytrososof to'plamlarga asoslangan Sugeno modeli yirik shohli qoramollar kasalliklarini 17 ta asosiy belgilar bo'yicha tashxislash uchun yaratildi.

Yirik shohli qoramollar kasalliklarining o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olgan holda tashxis qo'yish modeli fragmenti.

Agar $(x_1 = \text{MP va } x_2 = \text{JP va } x_3 = \text{JP va } x_4 = \text{MP va } x_5 = \text{MP va } x_6 = \text{MP va } x_7 = \text{MP va } x_8 = \text{JP va } x_9 = \text{MP va } x_{10} = \text{P va } x_{11} = \text{JP va } x_{12} = \text{MYa va } x_{13} = \text{X va } x_{14} = \text{O'Ya va } x_{15} = \text{Ya va } x_{16} = \text{JYa va } x_{17} = \text{P})$ yoki

$(x_1 = \text{JYa va } x_2 = \text{JP va } x_3 = \text{O' va } x_4 = \text{MP va } x_5 = \text{JP va } x_6 = \text{MP va } x_7 = \text{MP va } x_8 = \text{MP va } x_9 = \text{MP va } x_{10} = \text{P va } x_{11} = \text{JP va } x_{12} = \text{O'Ya va } x_{13} = \text{O'Ya va } x_{14} = \text{O' va } x_{15} = \text{O'Ya va } x_{16} = \text{JYa va } x_{17} = \text{P})$ u holda

$$y_1 = 0,051 + 0,0039x_1 - 0,05x_2 + 0,007x_3 + 0,023x_4 + 0,054x_5 - 0,633x_6 - 0,0325x_7 + 0,060x_8 + 0,58x_9 + 0,15x_{10} - 0,021x_{11} + 0,191x_{12} - 5,533x_{13} + 0,196x_{14} + 0,048x_{15} + 0,360x_{16} + 0,154x_{17}$$

Agar ($x_1 = \text{JYa}$ va $x_2 = \text{JP}$ va $x_3 = \text{JP}$ va $x_4 = \text{MP}$ va $x_5 = \text{MP}$ va $x_6 = \text{MP}$ va $x_7 = \text{JP}$ va $x_8 = \text{JP}$ va $x_9 = \text{MP}$ va $x_{10} = \text{P}$ va $x_{11} = \text{JP}$ va $x_{12} = \text{P}$ va $x_{13} = \text{JP}$ va $x_{14} = \text{JP}$ va $x_{15} = \text{JP}$ va $x_{16} = \text{JP}$ va $x_{17} = \text{MP}$) yoki

($x_1 = \text{O'}$ va $x_2 = \text{JP}$ va $x_3 = \text{MP}$ va $x_4 = \text{JP}$ va $x_5 = \text{MP}$ va $x_6 = \text{MP}$ va $x_7 = \text{MP}$ va $x_8 = \text{MP}$ va $x_9 = \text{MP}$ va $x_{10} = \text{P}$ va $x_{11} = \text{JP}$ va $x_{12} = \text{JP}$ va $x_{13} = \text{JP}$ va $x_{14} = \text{JP}$ va $x_{15} = \text{JP}$ va $x_{16} = \text{MP}$ va $x_{17} = \text{JP}$) unda

$$y_2 = 0,0671 - 0,0039x_1 + 0,0531x_2 - 0,0078x_3 - 0,0236x_4 - 0,0546x_5 - 0,366x_6 - 0,0325x_7 - 0,0602x_8 - 0,0589x_9 - 0,0150x_{10} + 0,0210x_{11} - 0,1915x_{12} - 3,856x_{13} - 0,196x_{14} - 0,0485x_{15} + 0,469x_{16} + 0,2013x_{17}$$

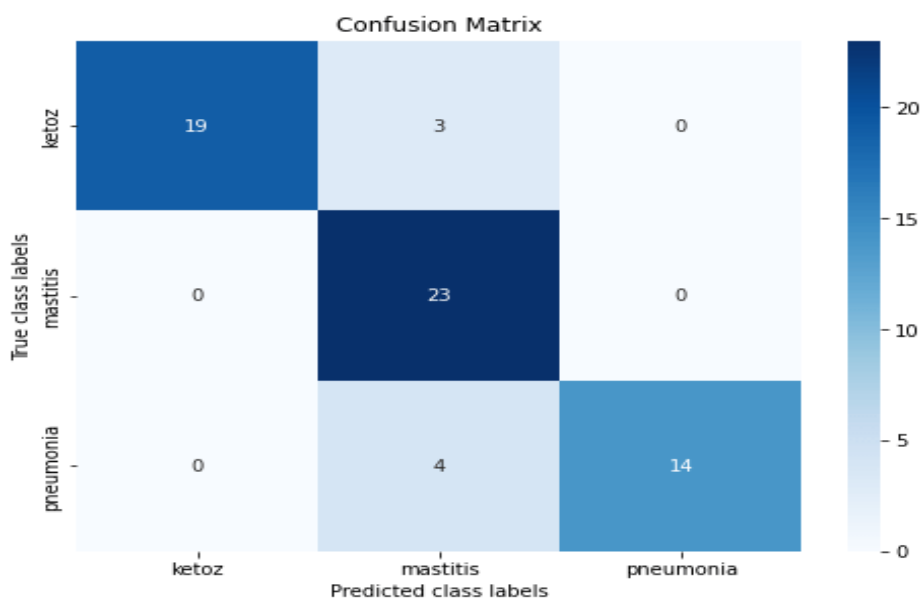
Ishlab chiqilgan algoritmlar yordamida tasniflash va baholash masalalari yechiladi, taklif etilayotgan algoritmlar va ayrim mavjud algoritmlar bo'yicha olingan natijalar qiyosiy tahlil qilinadi.

Dissertatsiyaning **“Hisoblash tajribasi va qiyosiy tahlil”** deb nomlangan beshinchi bobi interval neytrosof to'plamlar nazariyasi asosida yirik shohli qoramollar kasalliklarini tashxislash uchun ishlab chiqilgan dasturiy majmui tavsifi, interval neytrosof to'plamlarning tamoyillari va Sugeno neytrosof xulosasi asosida yirik shohli qoramollar kasalliklarini tashxislash va yirik shohli qoramollar kasalliklarini tashxislashning haqiqiy masalalarini yechishda ishlab chiqilgan usullar va algoritmlarni tadqiq qilish tahliliga bag'ishlangan.

Interval neytrosof to'plamlar nazariyasi asosida ishlab chiqilgan yondashuvlar, usullar, algoritmlar yordamida yirik shohli qoramollar kasalliklarini tashxislash uchun dasturiy majmua ishlab chiqildi va natijalar olindi. Natija har bir sinf uchun aniqlik (precision), to'liqlik (recall), F1-o'lchov va qo'llab-quvvatlash (support) ma'lumotlarini, shuningdek, umumiy aniqlik, makro o'rtacha aniqlik, muvozanatlangan aniqlik va umumiy qo'llab-quvvatlashni o'z ichiga oladi. Chalkashlik matritsasi har bir sinf uchun to'g'ri va xato tasniflangan misollar sonini ko'rsatadi (2-rasm). Classification Accuracy: 0.89

Classification report:

	precision	recall	f1-score	support
ketoz	1.00	0.86	0.93	22
mastitis	0.77	1.00	0.87	23
pneumonia	1.00	0.78	0.88	18
accuracy		0.89	63	
macro avg	0.92	0.88	0.89	63
weighted avg	0.91	0.89	0.89	63



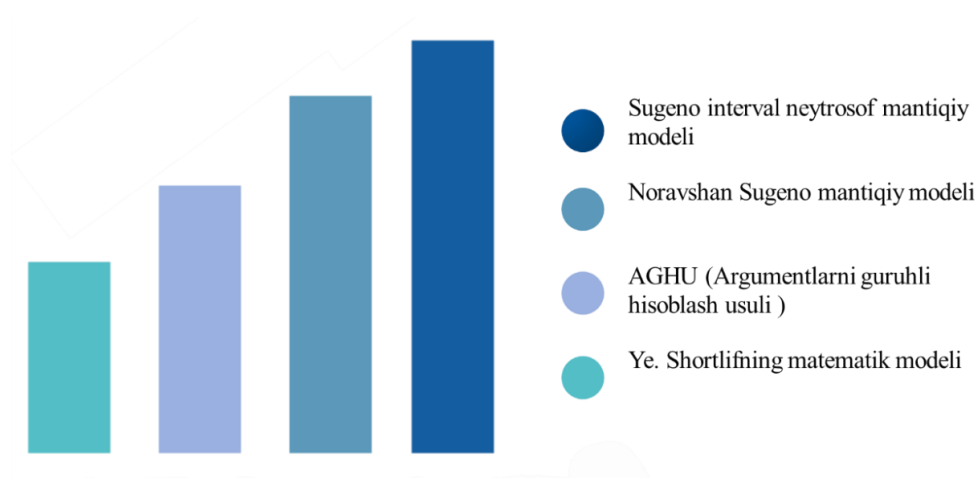
2-rasm. Chalkashliklar matritsasi

Mazkur yaratilgan dasturiy majmua yirik shohli qoramollar kasalliklariga tashxis qo'yishga sarflanadigan vaqtni o'rtacha 10-11 foizga qisqartirishni ta'minlaydi.

Tasniflashni amalga oshirish jarayonida 2 foizdan 14 foizgacha bo'lgan xatoliklar aniqlandi. Biroq Sugeno interval neytrosof mantiqiy modeli qo'llanilganidan so'ng, ilgari aniqlangan xatolar darajasi sezilarli miqdorda kamaydi. 1-diagrammada Sugeno interval neytrosof mantiqiy modelini qo'llash yordamida turli darajalarda olingan natijalar keltirilgan hamda ularni o'zaro solishtirish amali amalga oshirilgan.

Sugeno interval neytrosof mantiqiy modeli ishlab chiqilgan hamda Sugeno noravshan mantiqiy modeli, argumentlarni guruhli hisoblash usuli va Ye. Shortlifning matematik modelidan foydalangan holda olingan natijalar bilan taqqoslandi (5-diagramma).

Qiyosiy natija. 1-diagramma



Qiyosiy tahlilni amalga oshirish uchun quyidagi veb-manzil bo'yicha foydalanish mumkin bo'lgan yaxshi tanilgan modeli masalalar tanlab olindi: [<http://www.ics.uci.edu/~mlearn/databases/>]. Ular orasida ekoli (Ecoli Data Set),

misrlik bemorlarda gepatit C virusi (HCV) (Hepatitis C Virus (HCV) for Egyptian patients) va Koimbreda ko'krak bezi saratoni (Breast Cancer Coimbra) to'g'risidagi ma'lumotlar kabi masalalar kiritilgan. 1-jadvalda ko'rsatilgan masalalar va ushbu tadqiqotda ko'rib chiqilayotgan masalalarning xususiyatlari keltirilgan.

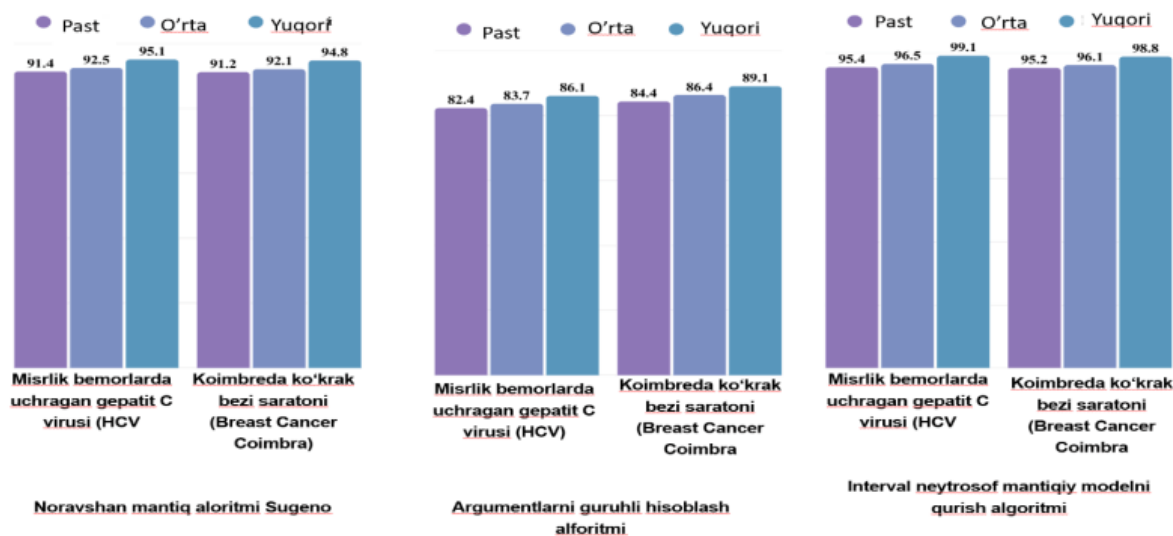
2-jadval

Model masalalari va taklif etilayotgan modelning parametrlari

Masala nomi	Sinflar soni	Belgilar soni	Obyektlar soni
E. coli (Escherichia coli)	7	8	336
Misrlik bemorlar uchun Gepatit C (HCV) virusi (Hepatitis C Virus (HCV) for Egyptian patients)	4	19	1385
Ko'krak bezi saratoni Koimbra (Breast Cancer Coimbra)	2	10	116
Yirik shohli qoramol	4	17	100

2-diagrammada bir nechta model masalalarni qiyosiy tahlil qilish uchun turli xil ma'lum va taklif qilingan algoritmlardan foydalangan holda yechish natijalari keltirilgan. Taklif etilayotgan modelimizning samaradorligini namoyish etish uchun biz E.coli, misrlik bemorlarda uchragan gepatit C virusi (HCV) va Koimbreda ko'krak bezi saratoni masalalariga qo'llanilgan algoritmlar bilan taqqosladik [<http://www.ics.uci.edu/~mlearn/databases/>], natijalar 2 diagrammada keltirilgan.

Taklif etilayotgan tadqiqot natijalarini mavjud algoritmlar bilan solishtirish. 2-diagramma.



Yuqorida ko'rib chiqilgan masalalarda taklif etilayotgan Sugeno interval neytrorof mantiqiy modeli boshqa usullar bilan solishtirilganda sezilarli darajada yuqori samaradorlikka ega ekanligini namoyish etib, yaxshiroq natijalarni ko'rsatdi.

XULOSA

“Interval neytrosof to‘plamlar nazariyasi asosida mantiqiy model qurish usullari va algoritmlari” mavzusida olib borilgan dissertatsiya tadqiqoti natijalari quyidagi asosiy xulosalarga olib keladi.

1. Neytrosof to‘plamlar, interval neytrosof to‘plamlar va noravshan to‘plamlar nazariyalari bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar holati o‘rganildi va tahlil qilindi. Tahlillar dissertatsiyaning asosiy yo‘nalishini aniqlash imkonini beradi. Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, interval neytrosof to‘plamlar asosida mantiqiy model qurish usullari va algoritmlari yetarlicha o‘rganilmagan va haqiqiy tashxizlash masalalarida qo‘llanilmagan. Ushbu tahlil dissertatsiya tadqiqotining asosiy yo‘nalishi aniqlashga imkoniyat beradi.

2. Belgilar majmui xossa va xususiyatlarini inobatga olgan holda ularni interval neytrosof to‘plamga o‘tkazish yondashuvi ishlab chiqildi. Bu bizga Gauss, qo‘ng‘iroqsimon va uchburchak intervalli neytrosof rost ($T_{\hat{A}_{inf}}; T_{\hat{A}_{sup}}$), noaniq ($I_{\hat{A}_{inf}}; I_{\hat{A}_{sup}}$) va yo‘lgon ($F_{\hat{A}_{inf}}; F_{\hat{A}_{sup}}$) tegishlilik funksiyasini ishlab chiqarish imkonini beradi.

3. Interval neytrosof to‘plamlar nazariyasi asosida mantiqiy modelni qurish usuli ishlab chiqildi. Qoramollarga tegishli ma‘lumotlar asosida interval neytrosof mantiq bo‘yicha bilimlar bazasi keltirildi. Interval neytrosof to‘plamlar asosida qurilgan bilimlar bazasi bizga tashxizlash masalasini yechish, ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarish, prognozlash va shu kabi masalalarni hal qilish imkonini beradi.

4. Ko‘p qiymatli interval neytrosof to‘plamlar nazariyasi asosida obyektlarni tasniflash usuli takomillashtirildi. Ushbu usul qoramollar kasalliklarini tashxizlash masalasini yechish algoritmini ishlab chiqish imkonini beradi. Takomillashtirilgan usul qat‘iyatsizlik, noaniqlik va ishonchsizlikni aks ettiruvchi qarorlar qabul qilingan natijalarni yaxshilash uchun kiritildi.

5. Vaznli proeksiyalash usuli asosida qaror qabul qilish mezonlari ishlab chiqilgan. Ishlab chiqilgan mezonlar noaniq ma‘lumotlarni hisobga oladi va yanada aniq hamda asosli qarorlar qabul qilish imkonini beradi. Ushbu algoritm tasxizlash, qaror qabul qilish va shu kabi masalalarni yechishga yordam beradi.

6. Singulyarlik holatlarini inobatga olgan holda ma‘lumotlarni intellektual tahlil qilish usuli ishlab chiqildi. Singulyarlik holatida neytrosof mantiqiy modelni qurish masalasini yechish imkonini beradi.

7. Qoramollar kasalliklarining o‘ziga xos xususiyatlarini inobatga olgan holda tashxizlash modeli ishlab chiqildi. Model, shuningdek, o‘zining universalligini ko‘rsatadi, bu esa tashxizlash masalalariga moslashtirilishi mumkin.

8. Qoramollar kasalliklarini tashxislashning haqiqiy masalasini yechishda ishlab chiqilgan usullar va algoritmlarni tadqiq qilish tahlili o‘tkazildi. Taklif etilgan metodologiyani qo‘llash tashxizlash yechimlarining aniqligi va ishonchliligini oshirishga yordam beradi, bu esa uni veterinariya amaliyotiga joriy etish uchun istiqbolli qiladi.

9. Interval neytrosof to‘plamlar asosida ishlab chiqilgan yondashuvlar, usullar, algoritmlar yordamida qoramollar kasalliklarini tashxislash uchun dasturiy majmua ishlab chiqildi. Ushbu dasturiy majmua qoramollar kasalliklariga tashxis qo‘yish vaqtini o‘rtacha 10-11% ga qisqartirishni ta‘minlaydi va veterinariya sohasida foydali vosita bo‘ladi.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПРИ НАЦИОНАЛЬНОМ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ «ТАШКЕНТСКИЙ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА» НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ DSc.03/26.05.2022.Т.10.05**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ТИИИМСХ»**

САФАРОВА ЛОЛА УЛМАСОВНА

**МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ПОСТРОЕНИЯ ЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ИНТЕРВАЛЬНЫХ НЕЙТРОСОФСКИХ
МНОЖЕСТВ**

05.01.03- Теоретические основы информатики

АВТОРЕФЕРАТ

ДОКТОРСКОЙ (DSc) ДИССЕРТАЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ

Тема докторской (DSc) диссертации по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инновации Республики Узбекистан за номером B2025.1.DSc/T893.

Диссертация выполнена в национальном исследовательском университете «ТИИИМСХ».

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета (www.tiiame.uz) и в Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный консультант:

Мухамедиева Дилноз Тулкуновна
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Мирзаев Номаз
доктор технических наук, профессор

Бабомурадов Озод Жураевич
доктор технических наук, профессор

Дубровский Алексей Викторович
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация:

Нукусский государственный технический университет

Защита диссертации состоится <<ТИИИМСХ>> 26 декабря 2025 года в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.03/26.05.2022.T.10.05 при Национальном исследовательском университете «ТИИИМСХ» (Адрес: 100000, г. Ташкент, ул. Кари Ниязи, 39. Тел: (99871) 237-19-36; факс: (99871) 237-54-79; e-mail: admin@tiiame.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Национального исследовательского университета «ТИИИМСХ» (зарегистрировано № 394). (Адрес: 100000, г. Ташкент, ул. Кари Ниязи, 39. Тел: (99871) 237-19-45).

Автореферат диссертации разослан «13» 12 2025 года.

(реестр протокола рассылки № 3 от «12» 12 2025 года.)



Н.С. Маматов
Председатель Научного совета
по присуждению учёных степеней,
доктор технических наук, профессор

Д.К. Бекмуратов
Ученый секретарь научного совета
по присуждению учёных степеней,
доктор философии по техническим наукам (PhD)

С.С. Раджабов
Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению учёных степеней,
доктор технических наук, старший научный
сотрудник

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и необходимость темы диссертации В мире большое внимание уделяется решению проблем прогнозирования, обработки нечеткой информации, принятию решений в условиях неопределенности в сложных системах и многокритериальных задачах. Последние достижения в этой области позволили создать методы, модели и алгоритмы нейтрософского множества. Несмотря на то, что проведено множество исследований, они в основном были сосредоточены на анализе нечетких данных и нейтрософских множеств. Однако не анализировались и практически не рассматривались подходы, методы и алгоритмы построения логических моделей типа Сугено на основе теории интервальных нейтрософских множеств. В этом направлении одними из важных вопросов остается разработка эффективных подходов, методов, моделей и алгоритмов на основе интервальных нейтрософских множеств для решения задач диагностики, механизмов принятия решений, оптимизация систем с неопределёнными параметрами, обработка данных в условиях противоречивости, обработка неопределённости и противоречивости, которые сталкиваются с неопределённой информацией и необходимостью создания аппаратно-программных средств. В настоящее время разработано множество алгоритмов и их программные обеспечения, основанных на теории нейтрософских множеств. В зарубежных странах, в том числе в США, Китае, Российской Федерации, Иране, Руминии, Индии, Турции, Египте большое внимание уделяется решению теоретических и практических вопросов интеллектуальных систем, которые включают нейтрософские множества для прогнозирования, диагностирования, управления и других сопутствующих задач.

В мире проводятся широкомасштабные научные исследования, направленные на применение нейтрософской логики в аналитических системах, машинном обучении, разработке экспертных систем, систем информационной безопасности, медицинской диагностике и управлении рисками, системах поддержки принятия решений на основе нейтрософских множеств. В связи с этим, одними из важных задач является построение логических моделей, классификация и принятие решений на основе элементов теории интервального нейтрософского множества и разработка методов, алгоритмов и их совершенствование.

В республике в этом направлении особое внимание уделяется разработке и внедрению автоматизированных систем диагностики, интеллектуального анализа и обработки медицинских данных. В стратегии «Цифровой Узбекистан – 2030» определены, в частности, задачи по «... внедрению национальной интегрированной информационной системы с учетом широкого использования современных информационно-коммуникационных технологий в сфере медицины и оказания электронных услуг, ... созданию принятия электронных решений (диагностической) системы посредством искусственного интеллекта, ...создание

информационной системы «Цифровое сельское хозяйство» для организации единой интегрированной платформы в агропромышленном комплексе, включающей элементы технологий искусственного интеллекта, формирование единой электронной базы данных мяса убойных животных с гарантированной ветеринарно-санитарной безопасностью, проведение фундаментальных и прикладных научных исследований по приоритетным направлениям в области информационных технологий»³. Для реализации подобных задач важными являются, в частности, развитие технологий искусственного интеллекта для разработки автоматизированных систем диагностики и анализа данных слабоформализуемых процессов. В связи с этим, разработка методов, логических моделей, подходов и алгоритмов диагностирования болезней крупного рогатого скота, а также их использование в системах цифровизации, диагностики и анализе являются одними из важных задач современности.

Настоящее диссертационное исследование, в определенной мере способствует реализации задач предусмотренных Указами Президента Республики Узбекистан №УП-102 от 11 апреля 2022 года «О мерах по созданию дополнительных удобств для деятельности частного сектора в медицине и поддержке работников данной сферы», а также постановлениям Президента Республики Узбекистан: №ПП-330 от 3 августа 2023 года «О дополнительных мерах по внедрению передовых цифровых технологий в сферу сельского хозяйства» №ПП 794 «О мерах по развитию системы цифровизации в агропромышленном комплексе и сельском хозяйстве Республики Узбекистан» от 07 декабря 2020 года, №ПП-4996 от 17 февраля 2021 года «О мерах по созданию условий для ускоренного внедрения технологий искусственного интеллекта», №ПП-4576 «О дополнительных мерах государственной поддержки животноводческой отрасли» от 29 января 2020 года; №ПП-120 «Об утверждении программы развития сферы животноводства и её отраслей в Республике Узбекистан на 2022–2026 годы» от 8 февраля 2022 года; №ПП-285 «О дополнительных мерах по совершенствованию системы идентификации в животноводстве и сферы племенного животноводства» от 24 августа 2023 года, и других нормативных правовых актах, связанных с этой деятельностью.

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

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации⁴. Научные исследования по применению теории «нейтрософских множеств», и

¹ Указ Президента Республики Узбекистан №УП-6079 от 5 октября 2020 года «Об утверждении стратегии «Цифровой Узбекистан – 2030» и мер по ее эффективной реализации»

⁴ Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации. <https://urss.ru/cgi-bin/>, <https://www.sciencedirect.com/search?qs=interval+neutrosophic>, <https://fs.unm.edu/NSS/>

разработке алгоритмов, методов проводятся в университетах University of New Mexico(США) (здесь работает Флорентин Смарандаке, основатель нейтрософии), Texas A&M University(США), Ain Shams University (Каир, Египет), Cairo University(Египет), Anna University(Индия), Amity University(Индия), Gazi University(Туркия), Istanbul University(Туркия), Tsinghua University (Пекин), Shanghai Jiao Tong University(Китай) и тд.

В исследованиях по изучению и разработке теории нейтрософии и ее применении в различных областях, теории нейтрософских систем и нейтрософской логике получены следующие научные инновации: алгоритмы для многокритериального принятия решений в условиях неопределённости и противоречивости данных, методы для решения задач оптимизации, системы поддержки принятия решений, нейтрософские контроллеры и алгоритмы для обработки противоречивой информации, которые учитывают неопределённость и неоднозначность в данных. Использование нейтрософской логики для решения задач, связанных с принятием решений, искусственным интеллектом, обработкой данных, классификации, оптимизации и анализа данных.

Научные исследования по нейтрософии в мире ведутся по следующим направлениям: теории нейтрософских множеств и нейтрософская логика, нейтрософское и многокритериальное принятие решений, искусственный интеллект и машинное обучение, информационные технологии и системы управления, а также, разработке методов и алгоритмов на основе нейтрософского множества. Проводится ряд исследований по созданию новых приоритетных направлений: разработка алгоритмов, которые учитывают неопределенность и противоречия в условиях выбора между несколькими альтернативами; создание систем поддержки принятия решений, способных анализировать неопределенную и неоднозначную информацию, разработка методов для решения задач диагностики, учитывающих неопределенные и противоречивые данные, разработка моделей данных и алгоритмов, способных обрабатывать неопределенные и неоднозначные данные.

Степень изученности проблемы. Большой вклад в изучение и применение теории нейтрософии такие зарубежные ученые, как Florentin Smarandache, M. Abdel-Basset, S. Mahmud, Debashis Dey, Atifa Ahmed, I. Duryanti, A. Salim, E. Turkyan, S. El-Daify, Hamid Tabassum и другие.

В нашей республике в развитие теоретических основ построения и исследования систем управления и анализа данных в различных сферах с применением подходов нечетких множеств, систем интеллектуального анализа и обработки информации и систем принятия решений внесли М.М.Камилов, Ш.Х.Фазилов, Р.Х.Хамдамов, Н.С.Маматов, Н.Мирзаев, Д.Т.Мухамедиева, Н.А.Игнатъев, С.С.Раджабов и другие.

В настоящее время быстрыми темпами развиваются интеллектуальные системы, включающие в себе теории нейтрософских множеств для прогнозирования и систем диагностики и т.д. Анализ исследований, проведенных в этом направлении, показал, что технология нейтрософского

множества и интервального нейтрософского множества является одной из лучших и перспективных технологий. Кроме того, недостаточно изучена проблема разработки надежных и быстродействующих методов, подходов и алгоритмов построения логической модели Сугено на основе интервальных нейтрософских множеств для задач диагностики и прогнозирования.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего учебного заведения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии научно-исследовательским планом Самаркандского государственного университета ветеринарной медицины животноводства и биотехнологий, в рамках прикладного проекта на тему: AL-782351462- «Разработка электронной системы диагностики болезней животных на основе искусственного интеллекта (в примере крупного рогатого скота)».

Целью исследования является разработка подходов, методов, алгоритмов и программного комплекса построения логической модели на основе теории интервальных нейтрософских множеств.

Задачи исследования:

анализ современного состояния исследований по теории нечетких множеств, нейтрософских множеств и интервальных нейтрософских множеств;

разработка подхода к преобразованию набора признаков в интервальное нейтрософское множество с учётом их свойств и характеристики;

разработка метода построения логической модели на основе теории интервального нейтрософского множества;

усовершенствование метода классификации объектов на основе теории многозначного интервального нейтрософского множества;

разработка критерий принятия решений на основе метода взвешенной проекции;

разработка метода интеллектуального анализа данных с учетом условий сингулярности;

разработка модели диагностирования с учетом особенностей болезней крупного рогатого скота;

разработка, тестирование и внедрение программного комплекса диагностирования болезней крупного рогатого скота, на основе существующих и предложенных методов и алгоритмов.

Объектом исследования являются слабоформализуемые процессы.

Предметом исследования составляют подходы, методы и алгоритмы теории интервальных нейтрософских множеств, построения логических моделей и программного обеспечения.

Методы исследования. Теоретические исследования в работе базировались на методах интеллектуального анализа данных, теории нечетких множеств, теории нейтрософских множеств и интервального нейтрософского множества, математической статистики и экспертных оценок, а также машинного и глубокого обучения.

Научная новизна исследований заключается в следующем:

разработан подход к преобразованию набора признаков в интервальное нейтрософское множество с учётом их свойств и характеристики;

разработан метод построения логической модели на основе теории интервального нейтрософского множества;

усовершенствован метод классификации объектов на основе теории многозначного интервального нейтрософского множества;

разработаны критерии принятия решений, на основе метода взвешенной проекции;

разработан метод интеллектуального анализа данных с учетом условий сингулярности;

разработана модель диагностирования с учетом особенностей болезней крупного рогатого скота.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны алгоритмы решения задач классификации на основе теории многозначного интервального нейтрософского множества и нейтрософского интеллектуального анализа данных в условиях сингулярности;

разработан программный комплекс диагностирования болезней крупного рогатого скота на основе разработанных подходов, методов и алгоритмов.

Достоверность результатов исследования обосновывается правильным использованием теории нейтрософского множества, интервального нейтрософского множества при разработке подходов, методов и алгоритмов, а также положительными результатами экспериментальных исследований.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается вкладом разработанных подходов, методов и алгоритмов в теоретических основ технологии интервальных нейтрософских множеств. Они служат для разработки автоматизированных систем с алгоритмами и правилами интервальных нейтрософских множеств, предлагаемыми для улучшения точности диагностирования и прогнозирования.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что использование алгоритмов и программного комплекса при создании автоматизированных систем диагностики и прогнозирования болезней крупного рогатого скота, обеспечивает повышение точности и оперативности принимаемых решений.

Внедрение результатов исследований. На базе программного комплекса, созданного на основе существующих и предлагаемых подходов, методов и алгоритмов теории интервальных нейтрософских множеств;

программный комплекс, разработанный на основе разработанного подхода к преобразованию набора признаков в интервального нейтрософского множества с учётом их свойств и характеристики и критерии принятия решений, на основе метода взвешенной проекции внедрен в практическую деятельность в управлении ветеринарии и развития

животноводства Навоийской области и Витебской государственной академии ветеринарной медицины Республики Беларусь (Справка Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан № 05/06-02-558 от 2 июня 2025 года). В результате обеспечено точность предсказания болезней крупного рогатого скота в среднем на 10-15%;

программный комплекс, разработанный на основе метода построения логической модели на основе теории интервального нейтрософского множества и метод интеллектуального анализа данных с учетом условий сингулярности, внедрен в практическую деятельность в управлении ветеринарии и развития животноводства Самаркандской области (Справка Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан № 05/06-02-558 от 2 июня 2025 года). В результате обеспечено предсказания болезней крупного рогатого скота производительностью в среднем улучшается на 10%;

программный комплекс, разработанный на основе усовершенствованного метода классификации объектов на основе теории многозначного интервального нейтрософского множества и модели диагностирования с учетом особенности болезней крупного рогатого скота в практическую деятельность, управление ветеринарией и развитием животноводства Кашкадарьинской области (Справка Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан № 05/06-02-558 от 2 июня 2025 года). В результате обеспечено сокращение времени диагностирования болезней крупного рогатого скота в среднем на 8-10%.

Апробация результатов исследования. Теоретические и практические результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на 5 международных и 6 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 54 научные работы, в том числе 1 монография, 36 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, из них 9 в республиканских и 27 в зарубежных журналах, получены 6 свидетельств об официальной регистрации программы для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 189 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, определены цель и задачи, объект и предмет исследования, приводится соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна, практические результаты исследования, обоснована достоверность

полученных результатов, раскрывается теоретическая и практическая значимость результатов исследования, приведены сведения о внедрении результатов исследования, публикации результатов и структуре диссертации.

Первая глава диссертации **«Анализ интервальных нейтрософских множеств»**, посвящена анализу современных подходов, методов и алгоритмов теории нейтрософских множеств, интервальных нейтрософских множеств, нечетко-логической модели Сугено и проблемы построения логической модели на основе теории интервальных нейтрософских множеств.

При изучении и анализе состояния исследований теории нейтрософских множеств, интервальных нейтрософских множеств и нечетко-логической модели Сугено можно сделать вывод, что не анализировались и практически не рассматривались методы, алгоритмы построения логической модели на основе теории интервальных нейтрософских множеств. Поэтому разработка методов и алгоритмов построения логической модели на основе теории интервальных нейтрософских множеств и внедрение разработанных подходов, методов, алгоритмов, программных средств в реальных системах принятия решений, проведение вычислительного эксперимента, сравнительного анализа и определение эффективности разработок являются актуальными.

Таким образом, необходимо разработать и усовершенствовать подходы, методы, алгоритмы построения логической модели на основе теорий интервальных нейтрософских множеств.

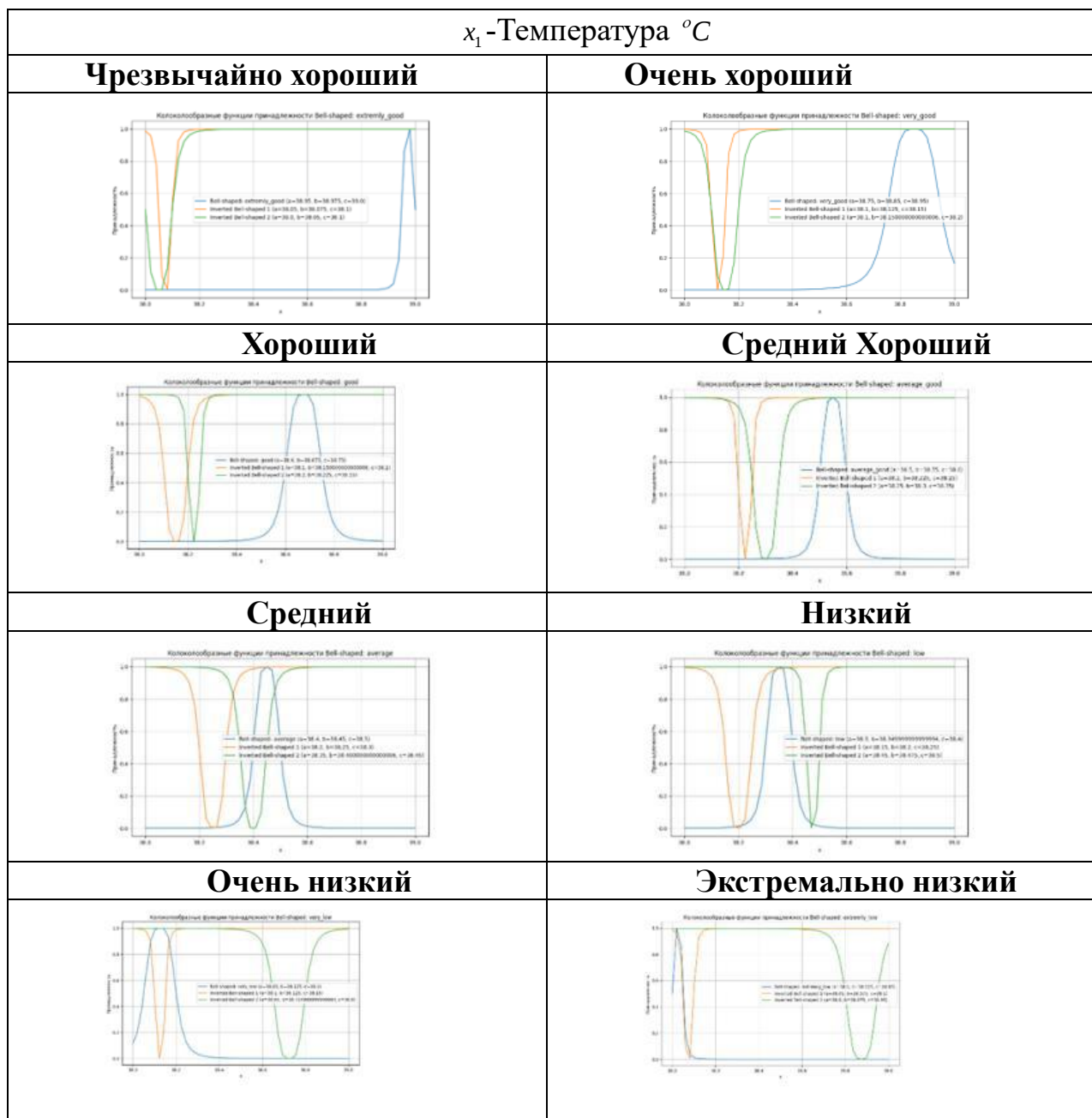
Вторая глава диссертации **«Подходы к преобразованию набора признаков в интервальное нейтрософское множество»** посвящена разработке подхода к преобразованию набора признаков в интервальное нейтрософское множество с учётом их свойств и характеристики, рассмотрены подходы приведения в денейтрософского значения и проблема многозначного интервального нейтрософского множества.

Разработаны функции принадлежности Гаусса, колоколообразного и треугольного интервального нейтрософского множества истинности $(T_{\tilde{A}_{\text{inf}}}; T_{\tilde{A}_{\text{sup}}})$, неопределенности $(I_{\tilde{A}_{\text{inf}}}; I_{\tilde{A}_{\text{sup}}})$ и принадлежность к ложности $(F_{\tilde{A}_{\text{inf}}}; F_{\tilde{A}_{\text{sup}}})$.

На основе разработанной функции принадлежности интервального нейтрософского множества построены графики функции принадлежности колоколообразного, треугольника и гаусса интервального нейтрософского множества.

Таблица-1.

Графики функции принадлежности колоколообразного интервального нейтрософского множества с термами



Разработанные функции принадлежности интервальных нейтрософских множеств нам позволяют выполнять арифметические операции, которые нам помогают решить задачи по прогнозированию, диагностированию, оптимизации и принятию решений и т.д.

Разработаны арифметические операции (сложение, вычитание, умножение, деление и умножение на константу) в интервальных нейтрософских множествах.

Количество истинности, неопределенности и ложности не являются зависимыми. Интервальное нейтрософское число L-R типа определяется как

$$\tilde{A}_N = (p_{1inf}, p_{2inf}, p_{3inf}; p_{1sup}, p_{2sup}, p_{3sup}; q_{1inf}, q_{2inf}, q_{3inf}; q_{1sup}, q_{2sup}, q_{3sup}; r_{1inf}, r_{2inf}, r_{3inf}; r_{1sup}, r_{2sup}, r_{3sup})$$

Если $\tilde{A}_N$ и $\tilde{B}_N$ представляют собой два нейтрософских числа L-R типа с компонентами, имеющими принадлежность к истине $(T_{\tilde{A}Ninf}; T_{\tilde{A}Nsup}) \& (T_{\tilde{B}Ninf}; T_{\tilde{B}Nsup})$ неопределенность членства $(I_{\tilde{A}Ninf}; I_{\tilde{A}Nsup}) \& (I_{\tilde{B}Ninf}; I_{\tilde{B}Nsup})$ и ложность членства $(F_{\tilde{A}Ninf}; F_{\tilde{A}Nsup}) \& (F_{\tilde{B}Ninf}; F_{\tilde{B}Nsup})$ соответственно.

Дано два интервальных нейтрософских числа

$$\begin{aligned}\tilde{A}_{Neu} &= \langle \alpha_{1inf}, \alpha_{2inf}, \alpha_{3inf}; \alpha_{1sup}, \alpha_{2sup}, \alpha_{3sup}; b_{1inf}, b_{2inf}, b_{3inf}; b_{1sup}, b_{2sup}, b_{3sup}; \\ &c_{1inf}, c_{2inf}, c_{3inf}; c_{1sup}, c_{2sup}, c_{3sup} \rangle \\ \tilde{A}_{Neu} &= \langle \alpha_{4inf}, \alpha_{5inf}, \alpha_{6inf}; \alpha_{4sup}, \alpha_{5sup}, \alpha_{6sup}; b_{4inf}, b_{5inf}, b_{6inf}; b_{4sup}, b_{5sup}, b_{6sup}; \\ &c_{4inf}, c_{5inf}, c_{6inf}; c_{4sup}, c_{5sup}, c_{6sup} \rangle\end{aligned}$$

Арифметические операции между интервальными нейтрософскими числами L-R типа являются важными для их применения в различных задачах.

Арифметические операции (сложение, вычитание, умножение, деление) в интервальных нейтрософских множествах позволяют комбинировать разные неопределённые величины.

Разработан подход к преобразованию набора признаков в интервальное нейтрософское множество с учётом их свойств и характеристик, который описывается с использованием следующих шагов.

Алгоритм 1. Алгоритм преобразования набора признаков в интервальное нейтрософское множество.

Шаг 1. Ввод экспериментальных данных, $(X_r, y_r), r = \overline{1, M}$, где $X_r = (x_{r,1}, x_{r,2}, \dots, x_{r,n})$ – входной вектор в r –ой паре y_r – соответствующий выход.

Шаг 2. Нормализация и масштабирование $U_{i,j}$, $U_{i,j} = l \frac{x_{i,j} - \min(x_{i,j})}{\max_j(x_{i,j}) - \min_j(x_{i,j})}$

где l это число термов.

Шаг 3. Проведение фазификации

$$k = \overline{1, l+1}, P_{i,j} = \left\{ \text{коэффициенты от } \max = \mu^k(U_{i,j}) \right\}$$

$$\mu^*(U_{i,j}) = \max \mu^k(U_{i,j}) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x_{i,j} - P_{i,j}}{\sigma_k} \right)^2}$$

где M – количество строк, n – количество столбцов, $i = \overline{1, M}$, $j = \overline{1, n}$.

$$\begin{aligned}
T_{\tilde{A}_{Ninf}} &= \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{U_{i,j} - p_{1inf}}{p_{2inf} - p_{1inf}} \right)^2}, & p_{1inf} \leq U_{i,j} \leq p_{2inf} \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{p_{3inf} - U_{i,j}}{p_{3inf} - p_{2inf}} \right)^2}, & p_{2inf} < U_{i,j} \leq p_{3inf} \end{cases}, & T_{\tilde{A}_{Nsup}} &= \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{U_{i,j} - p_{1sup}}{p_{2sup} - p_{1sup}} \right)^2}, & p_{1sup} \leq U_{i,j} \leq p_{2sup} \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{p_{3sup} - U_{i,j}}{p_{3sup} - p_{2sup}} \right)^2}, & p_{2sup} < U_{i,j} \leq p_{3sup} \end{cases} \\
I_{\tilde{A}_{Ninf}} &= \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{q_{2inf} - U_{i,j}}{q_{2inf} - q_{1inf}} \right)^2}, & q_{1inf} \leq U_{i,j} \leq q_{2inf} \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{U_{i,j} - q_{2inf}}{q_{3inf} - q_{2inf}} \right)^2}, & q_{2inf} < U_{i,j} \leq q_{3inf} \end{cases}, & I_{\tilde{A}_{Nsup}} &= \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{q_{2sup} - U_{i,j}}{q_{2sup} - q_{1sup}} \right)^2}, & q_{1sup} \leq U_{i,j} \leq q_{2sup} \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{U_{i,j} - q_{2sup}}{q_{3sup} - q_{2sup}} \right)^2}, & q_{2sup} < U_{i,j} \leq q_{3sup} \end{cases} \\
F_{\tilde{A}_{Ninf}} &= \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{r_{2inf} - U_{i,j}}{r_{2inf} - r_{1inf}} \right)^2}, & r_{1inf} \leq U_{i,j} \leq r_{2inf} \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{U_{i,j} - r_{2inf}}{r_{3inf} - r_{2inf}} \right)^2}, & r_{2inf} < U_{i,j} \leq r_{3inf} \end{cases}, & F_{\tilde{A}_{Nsup}} &= \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{r_{2sup} - U_{i,j}}{r_{2sup} - r_{1sup}} \right)^2}, & r_{1sup} \leq U_{i,j} \leq r_{2sup} \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{U_{i,j} - r_{2sup}}{r_{3sup} - r_{2sup}} \right)^2}, & r_{2sup} < U_{i,j} \leq r_{3sup} \end{cases}
\end{aligned}$$

Шаг 4. Преобразование набора признаков в интервальное нейтрософское множество.

Третья глава диссертации “**Методы построения интервальной нейтрософской логики**” посвящена разработке метода построения логической модели на основе теории интервального нейтрософского множества и усовершенствованию метода классификации объектов на основе теории многозначного интервального нейтрософского множества.

Модель Сугено была выбрана для диссертационной работы благодаря её компактности, вычислительной эффективности, численному выходу, совместимости с методами машинного обучения и оптимизации, а также способности поддерживать адаптивные гибридные системы. Эти свойства обеспечивают высокую точность и быстродействие, что делает модель оптимальной для задач прогнозирования и диагностирования в реальном

времени, требующих точных количественных результатов и адаптации к изменяющимся условиям. Представляется структура построения логической модели Сугено на основе интервального нейтрософского множества Сугено рисунок 1.

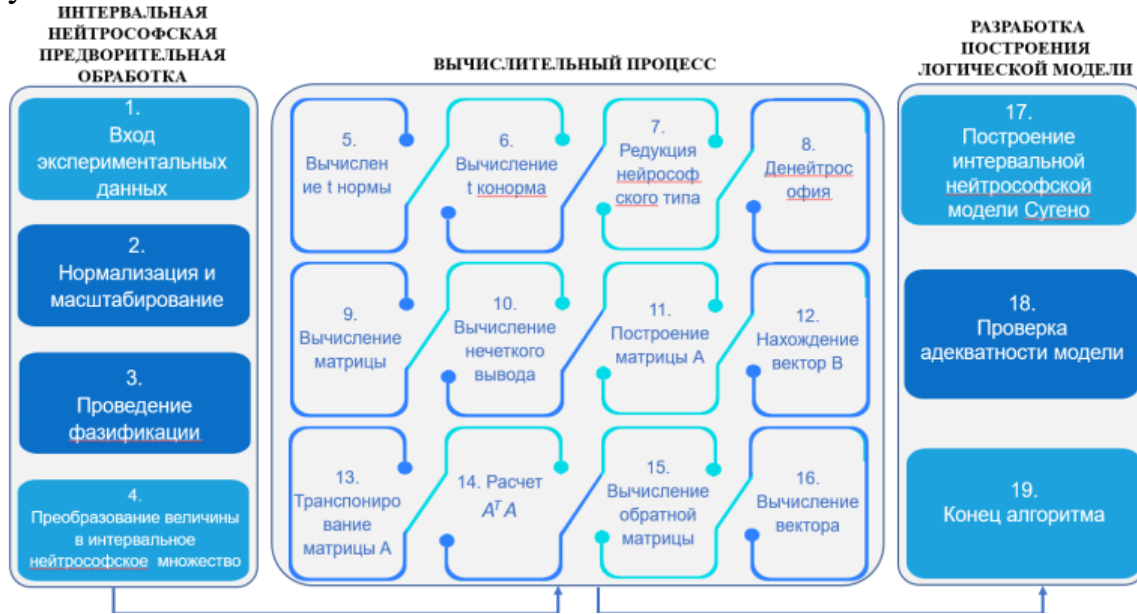


Рисунок. 1. Структура построения логической модели Сугено на основе теории интервального нейтрософского множества.

Разработан метод построения логической модели на основе теории интервального нейтрософского множества, который описывается с использованием следующих шагов.

Первые 4 шага аналогичны Алгоритму 1.

Алгоритм 2. Алгоритм построения логической модели.

Шаг 5. Вычисления t -нормы где M – количество строк, n – количество столбцов, $i = \overline{1, M}$, $j = \overline{1, n}$

$$\begin{aligned} \min s &= (T_{AN \inf}) = \left\{ \min \left(T_{AN \inf} (U_{i,j}) \right) \right\}; \min s = (T_{AN \sup}) = \left\{ \min \left(T_{AN \sup} (U_{i,j}) \right) \right\} \max = (I_{AN \inf}) = \left\{ \max \left(I_{AN \inf} (U_{i,j}) \right) \right\}; \\ \max = (I_{AN \sup}) &= \left\{ \max \left(I_{AN \inf} (U_{i,j}) \right) \right\}; \max = (F_{AN \inf}) = \left\{ \max \left(F_{AN \inf} (U_{i,j}) \right) \right\}; \max = (F_{AN \sup}) = \left\{ \min \left(F_{AN \sup} (U_{i,j}) \right) \right\}. \end{aligned}$$

Шаг 6. Вычисления t -конорма, где M – количество строк, m – количество болезней, $r = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, M}$

$$\begin{aligned} \mu d_j^{T_{AN \inf}} &= \left\{ \max \left(T_{AN \inf} \right) \right\}; \mu d_j^{T_{AN \sup}} = \left\{ \max \left(T_{AN \sup} \right) \right\} \mu d_j^{I_{AN \inf}} = \left\{ \min \left(I_{AN \inf} \right) \right\}; \\ \mu d_j^{I_{AN \sup}} &= \left\{ \min \left(I_{AN \sup} \right) \right\} \mu d_j^{F_{AN \inf}} = \left\{ \min \left(F_{AN \inf} \right) \right\}; \mu d_j^{F_{AN \sup}} = \left\{ \min \left(F_{AN \sup} \right) \right\}. \end{aligned}$$

Шаг 7. Редукция нейтрософского типа. Выполняем нейтрософскую редукцию для преобразования каждого интервала в одно число. Существует несколько методов для осуществления этого, и в данном случае мы представляем один из них:

$$\begin{aligned} T'_A(y) &= (\inf T_A(y) + \sup T_A(y)) / 2, \quad I'_A(y) = (\inf I_A(y) + \sup I_A(y)) / 2, \\ F'_A(y) &= (\inf F_A(y) + \sup F_A(y)) / 2, \quad \text{где } y \in Y. \end{aligned}$$

После проведения нейтрософической редукции получаем обычное нейтрософическое множество $\tilde{A}$. После этого требуется процедура денейтрософии для получения четкого результата.

Шаг 8. Денейтрософия это процесс преобразования обычного нейтрософического множества $\tilde{B}$ в нечеткое множество B . Его можно выразить с помощью следующей функции:

$$f(T_{\tilde{A}}'(y), I_{\tilde{A}}'(y), F_{\tilde{A}}'(y)): [0,1] \times [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$$

$$T_{\tilde{A}}(y) = a * T_{\tilde{A}}'(y) + b * (1 - F_{\tilde{A}}'(y)) + c * I_{\tilde{A}}'(y) / 2 + d * (1 - I_{\tilde{A}}'(y) / 2),$$

где $0 \leq a, b, c, d \leq 1, a + b + c + d = 1$.

Необходимо найти такие значения коэффициентов заключений правил $B = (b_{1,0} + b_{2,0} \dots b_{m,0} + b_{1,1} + b_{2,1} \dots b_{m,1} \dots b_{1,n} + b_{2,n} \dots b_{m,n})^T$, которые обеспечивают минимум квадратичной невязки: $\sum_{r=1, M} (y_r - y_r^f)^2 \rightarrow \min$,

где y_r^f - выход входных данных в r -строке выборки (X_r) в нечеткой базе знаний - b -параметром. Входному вектору $X_r = (x_{r,1}, x_{r,2}, \dots, x_{r,n})$ соответствует

такой результат нечеткого вывода $y_r^f = \frac{\sum_{j=1, m} \mu d_j(X_r) d_j}{\sum_{j=1, m} \mu d_j(X_r)}$.

Шаг 9. Вычисление матрицы $\beta_{j,r}$, $\beta_{j,r} = \frac{\mu d_j(X_r)}{\sum_{k=1, m} \mu d_k(X_r)}$.

Шаг 10. Вычисление нечеткого вывода:

$$y_r^f = \sum_{j=1, m} \beta_{r,j} \cdot d_j = \sum_{j=1, m} \beta_{r,j} \cdot b_{j,0} + \beta_{r,j} \cdot b_{j,1} \cdot x_{r,1} + \beta_{r,j} \cdot b_{j,2} \cdot x_{r,2} + \dots + \beta_{r,j} \cdot b_{j,n} \cdot x_{r,n}.$$

Шаг 11. Построение матрицы A : $y_r^f = (y_1^f \cdot y_2^f \dots y_M^f)^T, Y = (y_1 \cdot y_2 \dots y_M)^T$,

$$A = \begin{bmatrix} \beta_{1,1}, \dots, \beta_{1,m}; X_{1,1} \beta_{1,1}, \dots, X_{1,1} \beta_{1,m}, \dots, X_{1,n} \beta_{1,1}, \dots, X_{1,n} \beta_{1,m} \\ \beta_{M,1}, \dots, \beta_{M,m}; X_{M,1} \beta_{M,1}, \dots, X_{M,1} \beta_{M,m}, \dots, X_{M,n} \beta_{M,1}, \dots, X_{M,n} \beta_{M,m} \end{bmatrix}.$$

Шаг 12. Нахождение вектор B , чтобы: $y_r^f = (y_1^f \cdot y_2^f \dots y_M^f)^T, Y = (y_1 \cdot y_2 \dots y_M)^T$,

$$E = (Y - Y^f)^T (Y - Y^f) \rightarrow \min, \text{ где } Y^f = AB.$$

Минимальное значение квадратичной невязки E достигается при $Y^f = Y$, что соответствует решению уравнения $Y = AB$. Для реальных задач количество настраиваемых параметров меньше объема выборки данных $m(n+1) < M$, поэтому уравнение $Y = AB$ имеет решение $B = (A^T A)^{-1} A^T Y$.

Шаг 13. Транспонирование матрицы A .

Шаг 14. Расчет $A^T A$.

Шаг 15. Вычисление обратной матрицы $(A^T A)^{-1}$.

Шаг 16. Вычисление вектора B . $B = (A^T \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot Y$.

Шаг 17. Построение интервальной нейтрософской модели Сугено.

Шаг 18. Проверка адекватности модели. $Y = A \cdot B$. Если модель адекватная то переход к шагу 19. Если модель не адекватная то переход к шагу 2.

Шаг 19. Конец алгоритма.

Усовершенствован метод классификации объектов на основе теории многозначного интервального нейтрософского множества.

Пусть U универсальное множество E множество параметров если $A \subset E$. Пара (L, A) называется интервально-значные нейтрософские мягкие множества, $P(U)$, где L есть отображение, заданное формулой $L: A \rightarrow P(U)$. $P(U)$ обозначает множество всех из U с параметрами из, A и функция $L(\varepsilon)$ является отображением интервально-значных нейтрософских множеств, определяемым формулой $L: A \rightarrow P(U)$ такой, что $L(\varepsilon)(y) = \phi$ если $y \notin U$.

Представляем усовершенствованный алгоритм решения задач классификации на основе теории многозначного интервального нейтрософского множества, который описывается использованием следующих шагов.

Алгоритм 3. Алгоритм решения задач классификации на основе теории многозначного интервального нейтрософского множества.

Шаг 1. Вычисление многозначного интервального нейтрософского множества. (L, A) , которое характеризуется в виде множества $\tau_{L(\varepsilon)}(y), \delta_{L(\varepsilon)}(y)$ и $\lambda_{L(\varepsilon)}(y) [0,1]$ и может быть определен следующим образом:
 $(L, A) = \{ \langle \tau_{L(\varepsilon)}^l(y), \delta_{L(\varepsilon)}^m(y), \lambda_{L(\varepsilon)}^n(y) \rangle / y; \forall \varepsilon \in A, y \in U \}$

где $\tau_{L(\varepsilon)}^l(y) = [\inf \tau_{L(\varepsilon)}^1(y), \sup \tau_{L(\varepsilon)}^1(y)], [\inf \tau_{L(\varepsilon)}^2(y), \sup \tau_{L(\varepsilon)}^2(y)], \dots,$
 $[\inf \tau_{L(\varepsilon)}^q(y), \sup \tau_{L(\varepsilon)}^q(y)], \delta_{L(\varepsilon)}^m(y) = [\inf \delta_{L(\varepsilon)}^1(y), \sup \delta_{L(\varepsilon)}^1(y)], [\inf \delta_{L(\varepsilon)}^2(y), \sup \delta_{L(\varepsilon)}^2(y)],$
 $\dots, [\inf \delta_{L(\varepsilon)}^r(y), \sup \delta_{L(\varepsilon)}^r(y)]$ и
 $\lambda_{L(\varepsilon)}^n(y) = [\inf \lambda_{L(\varepsilon)}^1(y), \sup \lambda_{L(\varepsilon)}^1(y)], [\inf \lambda_{L(\varepsilon)}^2(y), \sup \lambda_{L(\varepsilon)}^2(y)], \dots, [\inf \lambda_{L(\varepsilon)}^s(y), \sup \lambda_{L(\varepsilon)}^s(y)].$

Они представляют собой интервальную последовательность истинности-принадлежности, интервальную последовательность неопределенности-принадлежности и интервальную последовательность ложно-принадлежности соответственно, которые объект y содержит в параметре ε .

Шаг 2. Вычисление дополнения многозначного интервального нейтрософского множества.

Дополнение многозначного интервального нейтрософского множества (L, A) обозначается $(L, A)^c$ и определяется как $(L, A)^c = (L^c, A)$ где $L^c: A \rightarrow MVINSS(U)$ отображение, заданное $L^c(\varepsilon) = c(L(\varepsilon))$, таким образом, что $(L, A)^c = \{ \langle \lambda_{L(\varepsilon)}(y), 1 - \delta_{L(\varepsilon)}(y), \tau_{L(\varepsilon)}(y) \rangle / y; \forall \varepsilon \in A; y \in U \}$.

Шаг 3. Вычисление объединения двух многозначных интервальных

нейтрософских множеств.

Пусть (L, A) и (M, B) — два многозначных интервальных нейтрософских множеств над общим множеством U . Тогда объединение (L, A) и (M, B) обозначается $(L, A) \cup (M, B)$ и определяется через $(L, A) \cup (M, B) = (N, C)$ где $C = A \cup B$ и

$$(N, C) = \left\{ \langle \tau_{N(\varepsilon)}^l(y), \delta_{N(\varepsilon)}^m(y), \lambda_{N(\varepsilon)}^n(y) \rangle / y; y \in U \right\} \text{ такое,}$$

$$(N, C)(\varepsilon) = \begin{cases} L(\varepsilon) & \text{если } \varepsilon \in A - B; \\ M(\varepsilon) & \text{если } \varepsilon \in B - A; \\ \max\left(\tau_L(y), \tau_{M(\varepsilon)}\right), \frac{\delta_{L(\varepsilon)}(y) + \delta_{M(\varepsilon)}(y)}{2}, \min\left(\lambda_{L(\varepsilon)}(y), \lambda_{M(\varepsilon)}\right) & \text{если } \varepsilon \in A \cap B. \end{cases}$$

Шаг 4. Вычисление пересечения двух многозначных интервальных нейтрософских множеств.

Пусть (L, A) и (M, B) — два многозначных интервальных нейтрософских множества над общим универсумом U . Тогда пересечение (L, A) и (M, B) обозначается $(L, A) \cap (M, B)$ и определяется через $(L, A) \cap (M, B) = (N, C)$ где $C = A \cap B$ и $(N, C) = \left\{ \langle \tau_{N(\varepsilon)}^l(y), \delta_{N(\varepsilon)}^m(y), \lambda_{N(\varepsilon)}^n(y) \rangle / y; y \in U \right\}$ такое, что для каждого $\varepsilon \in C$

$$\tau_{\tilde{N}(\varepsilon)}^l(y) = \left[\sup \tau_{L(\varepsilon)}^1(y) \wedge \sup \tau_{M(\varepsilon)}^1(y), \inf \tau_{L(\varepsilon)}^1(y) \wedge \inf \tau_{M(\varepsilon)}^1(y) \right], \dots$$

$$, \left[\sup \tau_{L(\varepsilon)}^q(y) \wedge \sup \tau_{M(\varepsilon)}^q(y), \inf \tau_{L(\varepsilon)}^q(y) \wedge \inf \tau_{M(\varepsilon)}^q(y) \right];$$

$$\delta_{\tilde{N}(\varepsilon)}^m(y) = \left[\frac{\sup \delta_{L(\varepsilon)}^1(y) + \sup \delta_{M(\varepsilon)}^1(y)}{2}, \frac{\inf \delta_{L(\varepsilon)}^1(y) + \inf \delta_{M(\varepsilon)}^1(y)}{2} \right], \dots$$

$$, \left[\frac{\sup \delta_{L(\varepsilon)}^r(y) + \sup \delta_{M(\varepsilon)}^r(y)}{2}, \frac{\inf \delta_{L(\varepsilon)}^r(y) + \inf \delta_{M(\varepsilon)}^r(y)}{2} \right];$$

$$\lambda_{\tilde{N}(\varepsilon)}^n(y) = \left[\sup \lambda_{L(\varepsilon)}^1(y) \vee \sup \lambda_{M(\varepsilon)}^1(y), \inf \lambda_{L(\varepsilon)}^1(y) \vee \inf \lambda_{M(\varepsilon)}^1(y) \right], \dots$$

$$, \left[\sup \lambda_{L(\varepsilon)}^s(y) \vee \sup \lambda_{M(\varepsilon)}^s(y), \inf \lambda_{L(\varepsilon)}^s(y) \vee \inf \lambda_{M(\varepsilon)}^s(y) \right].$$

Шаг 5. Вычисление 'OR' между двух многозначных интервальных нейтрософских множеств.

Пусть (L, A) и (M, B) — два многозначных интервальных нейтрософских множеств над общим множеством U . Тогда 'OR' операция между ними (L, A) и (M, B) обозначается $(L, A) \vee (M, B)$ и определяется как $(L, A) \vee (M, B) = (N, A \times B)$ где $(N, A \times B) = \left\{ \langle \tau_{N(\alpha, \beta)}^l(y), \delta_{N(\alpha, \beta)}^m(y), \lambda_{N(\alpha, \beta)}^n(y) \rangle / y; y \in U \right\}$ такой, что для каждого $\alpha \in A, \beta \in B, y \in Y$,

$$\begin{aligned}
\tau_{N(\alpha,\beta)}^l(y) &= \left[\sup \tau_{L(\alpha)}^l(y) \vee \sup \tau_{M(\beta)}^l(y), \inf \tau_{L(\alpha)}^l(y) \vee \inf \tau_{M(\beta)}^l(y) \right], \dots \\
&\dots, \left[\sup \tau_{L(\alpha)}^q(y) \vee \sup \tau_{M(\beta)}^q(y), \inf \tau_{L(\alpha)}^q(y) \vee \inf \tau_{M(\beta)}^q(y) \right]; \\
\delta_{N(\alpha,\beta)}^m(y) &= \left[\frac{\inf \delta_{L(\alpha)}^l(y) + \inf \delta_{M(\beta)}^l(y)}{2}, \frac{\sup \delta_{L(\alpha)}^l(y) + \sup \delta_{M(\beta)}^l(y)}{2} \right], \dots \\
&\dots, \left[\frac{\inf \delta_{L(\alpha)}^r(y) + \inf \delta_{M(\beta)}^r(y)}{2}, \frac{\sup \delta_{L(\alpha)}^r(y) + \sup \delta_{M(\beta)}^r(y)}{2} \right] \\
\lambda_{N(\alpha,\beta)}^n(y) &= \left[\inf \lambda_{L(\alpha)}^l(y) \wedge \inf \lambda_{M(\beta)}^l(y), \sup \lambda_{L(\alpha)}^l(y) \wedge \sup \lambda_{M(\beta)}^l(y) \right], \dots \\
&\dots, \left[\inf \lambda_{L(\alpha)}^s(y) \wedge \inf \lambda_{M(\beta)}^s(y), \sup \lambda_{L(\alpha)}^s(y) \vee \sup \lambda_{M(\beta)}^s(y) \right].
\end{aligned}$$

Шаг 6. Решение задачи классификации с многозначными интервальными нейтрософскими множествами.

Концепция многозначного интервального нейтрософского множества, интегрирующая идеи многозначных интервальных нейтрософских и нечетких множеств, была успешно предложена для более эффективного учета неопределённой и противоречивой информации и улучшения результатов в задачах принятия решений с использованием многозначных интервальных нейтрософских мягких элементов.

Четвертая глава диссертации «**Интервально-значный нейтрософский метод принятия решений**» посвящена разработке критерий принятия решений на основе взвешенного метода проекции, разработке метода нейтрософского интеллектуального анализа данных в условиях сингулярности и разработке модели диагностирования с учетом особенности болезней крупного рогатого скота.

Представляем разработанные критерии принятия решений на основе метода взвешенной проекции.

Предположим, что $H = \{h_1, h_2 \dots h_m\}, (m \geq 2)$ это дискретное множество признаков слабоформализуемых процессов. $K = \{k_1, k_2 \dots k_n\}, (n \geq 2)$ множество слабоформализуемых процессов, рассматриваемых в задачах принятия решений по нескольким атрибутам. Признаков слабоформализуемых процессов $h_i, i = 1, 2 \dots m$ по отношению к предопределенному слабоформализуемых процессов $k_j, j = 1, 2 \dots n$ представлен лингвистическими переменными. Лингвистические переменные могут быть выражены с помощью интервально-значных нейтрософских множеств. Предположим $w = \{w_1, w_2 \dots w_n\}$, что неизвестный весовой вектор признаков, где $0 \leq w_j \leq 1, \sum_{j=1}^n w_j = 1$ Метод взвешенной проекций для решения задачи принятия решений по нескольким атрибутам с интервально-значной нейтрософской информацией.

Алгоритм разработки критерий принятия решений на основе метода взвешенной проекции описывается с использованием следующих шагов.

Алгоритм 4. Алгоритм разработки критерия принятия решений на основе метода взвешенной проекции.

Шаг 1. Формулировка матрицы принятия решений с использованием интервально-значных нейтрософских множеств (IVNN).

Оценочное значение слабоформализуемых процессов h_i $i=1,2,...,m$ по признаку k_j $j=1,2,...,n$ представляется экспертом, в терминах лингвистических переменных, которые могут быть выражены с помощью интервально-значных нейтрософских множеств.

Таким образом, интервально-значная матрица нейтрософских решений D_N представлена ниже.

$$D_{\tilde{N}} = \langle r_{\tilde{N}_{ij}} \rangle_{m \times n} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

где

$$r_{ij} = \langle [\inf T_{ij}, \sup T_{ij}], [\inf I_{ij}, \sup I_{ij}], [\inf F_{ij}, \sup F_{ij}] \rangle;$$

$$\inf T_{ij}, \sup T_{ij}, \inf I_{ij}, \sup I_{ij}, \inf F_{ij}, \sup F_{ij} \in [0,1] \quad \text{и}$$

$$0 \leq \sup T_{ij} + I_{ij} + \sup F_{ij} \leq 3, \quad i=1,2,...,m, \quad j=1,2,...,n.$$

Здесь $[\inf T_{ij}, \sup T_{ij}]$ представляется степень, в которой слабоформализуемым процессам h_i удовлетворяют признаки слабоформализуемых процессов k_j $[\inf I_{ij}, \sup I_{ij}]$ обозначается степень, в которой слабоформализуемые процессы h_i являются неопределенными по признаку слабоформализуемых процессов, k_j . $[\inf F_{ij}, \sup F_{ij}]$ указывают степень, в которой слабоформализуемые процессы h_i не удовлетворяют признаку k_j слабоформализуемых процессов.

Шаг 2. Стандартизация матрицы решений.

Как правило, в практических задачах принятия решений встречаются разные типы признаков. Матрица стандартизированных решений $S = [S_{ij}]_{m \times n}$ формулируется следующим образом:

$$D_{\tilde{S}} = \langle t_{\tilde{S}_{ij}} \rangle_{m \times n} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ t_{m1} & t_{m2} & \dots & t_{mn} \end{bmatrix},$$

$$\text{где } t_{ij} = ([\inf T_{ij}, \sup T_{ij}], [\inf I_{ij}, \sup I_{ij}], [\inf F_{ij}, \sup F_{ij}]), \quad (i=1,2,...,m; j=1,2,...,n).$$

Здесь $t_{ij} = r_{ij}$ и $t_{ij} = \tilde{r}_{ij}$, j – слабоформализуемые процессы, где $\tilde{r}_{ij}$, является дополнением t_{ij} .

Шаг 3. Вычисление неизвестных весов признаков.

В среде принятия решений мы предполагаем, что веса признаков неизвестны эксперту и, как правило, не идентичны. Используем метод максимизации отклонения Вана для получения весов неизвестных признаков. Концепция метода максимизации отклонения представлена следующим образом. Если признак оказывает небольшое влияние на слабоформализуемые процессы, то значению признака следует присвоить небольшой вес, а признаку, создающему большее отклонение, следует присвоить больший вес. Однако, если признак оказывает очень малое влияние или не влияет на слабоформализуемые процессы, то вес такого признака может быть принят равным нулю.

Значения отклонений слабоформализуемых процессов h_i от всех остальных по признаку k_j можно сформулировать как

$$\Psi_{ij}(w_j) = \sum \mathfrak{R}(t_{ij}, t_{sj}) w_j,$$

тогда $\Psi_j(w_j) = \sum_{i=1}^m \mathfrak{R}_{ij}(w_j) = \sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^m \mathfrak{R}(t_{ij}, t_{sj}) w_j$ представляет общее отклонение всех слабоформализуемых процессов от других для признака k_j .

$\Psi(w_j) = \sum_{j=1}^n \mathfrak{R}_j(w_j) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^m \mathfrak{R}(t_{ij}, t_{sj}) w_j$ обозначает отклонение всех признаков для всех слабоформализуемых процессов. Теперь построим модель оптимизации, как указано ниже.

$$\text{Максимизировать } \Psi(w_j) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^m \mathfrak{R}(t_{ij}, t_{sj}) w_j.$$

$$\text{При условии } \sum_{j=1}^n (w_j) = \sum_{j=1}^n w_j^2 = 1, w_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n.$$

По приведенной выше модели, получаем вес признака следующим

$$\text{образом: } w_j = \frac{\sum_{i=s=1}^m \sum \mathfrak{R}^2(t_{ij}, t_{sj})}{\sqrt{\sum_{j=1}^n \sum_{i=s=1}^m \sum \mathfrak{R}^2(t_{ij}, t_{sj})}}, j = 1, 2, \dots, n.$$

Затем нормированный вес признака получается как

$$w_j = \frac{\sum_{i=s=1}^m \sum \mathfrak{R}(t_{ij}, t_{sj})}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=s=1}^m \sum \mathfrak{R}(t_{ij}, t_{sj})}, j = 1, 2, \dots, n.$$

Шаг 4. Вычисление интервально-значного нейтрософского идеального решения.

Определим интервально-значное нейтрософское идеальное решение $Z^* = (z_1^*, z_2^*, \dots, z_n^*)$ [как указано ниже. $z_j^* = ([1, 1], [0, 0], [0, 0])$, $j = 1, 2, \dots, n$.

Нейтрософское идеальное решение с $Z^* = (\mu_1^*, \mu_2^*, \dots, \mu_n^*)$ виртуальным интервалом также может быть получено путем определения наилучших значений для каждого признака из всех слабоформализуемых процессов, как показано ниже.

$$\mu_j^* = (\gamma_j^*, \delta_j^*, \lambda_j^*)$$

где $\gamma_j^* = [\gamma_j^{L*}, \gamma_j^{U*}] = [\text{Max inf } T_{ij}, \text{Max sup } T_{ij}]; \delta_j^* = [\delta_j^{L*}, \delta_j^{U*}] = [\text{Min inf } I_{ij}, \text{Min sup } I_{ij}];$
 $\lambda_j^* = [\lambda_j^{L*}, \lambda_j^{U*}] = [\text{Min inf } F_{ij}, \text{Min sup } F_{ij}].$

Шаг 5. Вычисление взвешенной проекции.

Взвешенная проекция слабоформализуемых процессов $h_i (i = 1, 2, \dots, m)$ на идеальное решение Z^* определяется следующим образом:

$$\text{Pr oj}_w (g_i)_{Z^*} = \frac{1}{Z_w^*} \sum_{j=1}^n w_j^2 \left(\inf T_{ij} \gamma_j^{L*} + \sup T_{ij} \gamma_j^{U*} + \inf I_{ij} \delta_j^{L*} + \sup I_{ij} \delta_j^{U*} + \inf F_{ij} \lambda_j^{L*} + \sup F_{ij} \lambda_j^{U*} \right)$$

$$= \frac{\sum_{j=1}^n w_j^2 \left(\inf T_{ij} \gamma_j^{L*} + \sup T_{ij} \gamma_j^{U*} + \inf I_{ij} \delta_j^{L*} + \sup I_{ij} \delta_j^{U*} + \inf F_{ij} \lambda_j^{L*} + \sup F_{ij} \lambda_j^{U*} \right)}{\sqrt{\sum_{j=1}^n w_j^2 \left((\gamma_j^{L*})^2 + (\gamma_j^{U*})^2 + (\delta_j^{L*})^2 + (\delta_j^{U*})^2 + (\lambda_j^{L*})^2 + (\lambda_j^{U*})^2 \right)}} \cdot$$

Шаг 6. Ранжирование.

Ранжирование слабоформализуемых процессов $h_i (i = 1, 2, \dots, m)$ в соответствии с взвешенной проекцией $\text{Pr oj}_w (h_i)_{Z^*}$, и большее значение $\text{Pr oj}_w (h_i)_{Z^*}$ отражает наилучший процесс.

Предоставляется разработанный метод интеллектуального анализа данных с учетом условий сингулярности с использованием следующих шагов.

Алгоритм 5. Алгоритм интеллектуального анализа данных с учетом условий сингулярности.

Первые 2 шага аналогичны Алгоритму 1

Шаг 3. Проведение фазификации.

$$\mu^* (U_{i,j}) = \max \mu^k (U_{i,j}) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x_{i,j} - p_{i,j}}{\sigma_k} \right)^2},$$

$$T_{\tilde{A}_{\text{Neu}}} \mu(x) = \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{x - p_1}{p_2 - p_1} \right)^2}, p_1 \leq x \leq p_2 \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{p_3 - x}{p_3 - p_2} \right)^2}, p_2 < x \leq p_3 \end{cases}, I_{\tilde{A}_{\text{Neu}}} \mu(x) = \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{q_2 - x}{q_2 - q_1} \right)^2}, q_1 \leq x \leq q_2 \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{x - q_2}{q_3 - q_2} \right)^2}, q_2 < x \leq q_3 \end{cases},$$

$$F_{\tilde{A}_{Nuc}}(x) = \begin{cases} \frac{1}{1 + \left(\frac{r_2 - x}{r_2 - r_1}\right)^2}, r_1 \leq x \leq r_2 \\ \frac{1}{1 + \left(\frac{x - r_2}{r_3 - r_2}\right)^2}, r_2 < x \leq r_3 \end{cases}$$

где M – количество строк, n – количество столбцов.

4-7 шаги аналогичны Алгоритму 2.

Шаг 8. По следующему итерационному алгоритму с использованием фильтра Калмана можно найти B вектора: с учетом начальных условий:

$$B^{<0>} = 0 \text{ и } W^{<0>} = w \cdot I, \quad W^{<k+1>} = W^{<k>} - \frac{W^{<k>} \cdot A^{<k+1>} (A^{<k+1>})^T W^{<k>}}{1 + (A^{<k+1>})^T \cdot W^{<k>} \cdot A^{<k+1>}},$$

$$B^{<k+1>} = B^{<k>} + W^{<k+1>} \cdot A^{<k+1>} (y_{k+1} - (A^{<k+1>})^T \cdot B^{<k>}), k = \overline{0, M-1}.$$

где w - большое положительное число, I - единичная матрица; $<...>$ - итерационный номер отображается числом в угловых скобках.

Шаг 9. Построение нейтрософской логической модели Сугено и проверка сингулярности. Если при построении модели имеется случай сингулярности переходим к шагу 10 иначе переходим к шагу 11.

Шаг 10. По алгоритму Сингулярного разложения (SVD) построения нейтрософской модели: $B = (A^T A)^{(-1)} A^T Y = X^{(-1)} A^T Y$, $X = A^T A = USV^T$,
 $X^{(-1)} = VS^{(-1)} U^T$, $B = VS^{(-1)} U^T R^T Q$.

Шаг 11. Проверка адекватности модели. $Y = A \cdot B$. Если модель адекватная то переходим к шагу 12, иначе переходим к шагу 2.

Шаг 12. Конец алгоритма.

В построенной логической модели диагностики заболеваний крупного рогатого скота на основе интервального нейтрософского множества, классификатор, представляющий собой базу интервальных нейтрософских правил. Для оценки лингвистических значений входных параметров использовались квантификаторы уровня Чрезвычайно хорошо (ЧХ), Очень хорошо (ОХ), Хорошо (Х), Средне Хорошо (СХ), Средний (С), Средний Низкий (СН) Низкий (Н), Очень низкий (ОН), Экстремально низкий уровень (ЭН). Модель Сугено на основе интервального нейтрософского множества с учетом условия сингулярности была создана для диагностики заболеваний крупного рогатого скота по 17 основными признаками.

Фрагмент модели диагностирования с учетом особенности болезней крупного рогатого скота.

Если $(x_1=\text{ЭН и } x_2=\text{ОН и } x_3=\text{ОН и } x_4=\text{ЭН и } x_5=\text{ЭН и } x_6=\text{ЭН и } x_7=\text{ЭН и } x_8=\text{ОН и } x_9=\text{ЭН и } x_{10}=\text{Н и } x_{11}=\text{ОН и } x_{12}=\text{ЧХ и } x_{13}=\text{Х и } x_{14}=\text{СХ и } x_{15}=\text{Х и } x_{16}=\text{ОХ и } x_{17}=\text{Н})$ или

$(x_1=\text{ОХ и } x_2=\text{ОН и } x_3=\text{С и } x_4=\text{ЭН и } x_5=\text{ОН и } x_6=\text{ЭН и } x_7=\text{ЭН и } x_8=\text{ЭН и } x_9=\text{ЭН и } x_{10}=\text{Н и } x_{11}=\text{ОН и } x_{12}=\text{СХ и } x_{13}=\text{СХ и } x_{14}=\text{С и } x_{15}=\text{СХ и } x_{16}=\text{ОХ и } x_{17}=\text{Н})$ тогда

$$y_1 = 0,051 + 0,0039x_1 - 0,05x_2 + 0,007x_3 + 0,023x_4 + 0,054x_5 - 0,633x_6 - 0,0325x_7 + 0,060x_8 + 0,58x_9 + 0,15x_{10} - 0,021x_{11} + 0,191x_{12} - 5,533x_{13} + 0,196x_{14} + 0,048x_{15} + 0,360x_{16} + 0,154x_{17}$$

Если $(x_1=\text{ОХ и } x_2=\text{ОН и } x_3=\text{ОН и } x_4=\text{ЭН и } x_5=\text{ЭН и } x_6=\text{ЭН и } x_7=\text{ОН и } x_8=\text{ОН и } x_9=\text{ЭН и } x_{10}=\text{Н и } x_{11}=\text{ОН и } x_{12}=\text{Н и } x_{13}=\text{ОН и } x_{14}=\text{ОН и } x_{15}=\text{ОН и } x_{16}=\text{ОН и } x_{17}=\text{ЭН})$ или

$(x_1=\text{С и } x_2=\text{ОН и } x_3=\text{ЭН и } x_4=\text{ОН и } x_5=\text{ЭН и } x_6=\text{ЭН и } x_7=\text{ЭН и } x_8=\text{ЭН и } x_9=\text{ЭН и } x_{10}=\text{Н и } x_{11}=\text{ОН и } x_{12}=\text{ОН и } x_{13}=\text{ОН и } x_{14}=\text{ОН и } x_{15}=\text{ОН и } x_{16}=\text{ЭН и } x_{17}=\text{ОН})$ тогда

$$y_2 = 0,0671 - 0,0039x_1 + 0,0531x_2 - 0,0078x_3 - 0,0236x_4 - 0,0546x_5 - 0,366x_6 - 0,0325x_7 - 0,0602x_8 - 0,0589x_9 - 0,0150x_{10} + 0,0210x_{11} - 0,1915x_{12} - 3,856x_{13} - 0,196x_{14} - 0,0485x_{15} + 0,469x_{16} + 0,2013x_{17}$$

С помощью разработанных алгоритмов решаются задачи классификации и оценки, проводится сравнительный анализ результатов предлагаемых алгоритмов и некоторых существующих алгоритмов.

Пятая глава диссертации **«Вычислительный эксперимент и сравнительный анализ»** посвящена описанию программного комплекса диагностирования болезней крупного рогатого скота на основе теории интервального нейтрософского множества, диагностика болезней крупного рогатого скота на основе принципов интервальных нейтрософских множеств и нейтрософского вывода Сугено и сравнительный анализ исследования разработанных методов и алгоритмов при решении реальной задачи диагностирования болезней крупного рогатого скота.

С помощью разработанных подходов, методов, алгоритмов разработан программный комплекс диагностирования болезней крупного рогатого скота на основе теории интервального нейтрософского множества и получены результаты. Результат включает в себя информацию о точности (precision), полноте (recall), F1-мере и поддержке (support) для каждого класса, а также общую точность, макро-усреднённую точность, взвешенную точность и общую поддержку. Матрица путаницы показывает количество верно и ошибочно классифицированных примеров для каждого класса (рис.2).

Classification Accuracy: 0.89

Classification report:

precision	recall	f1-score	support	
ketoz	1.00	0.86	0.93	22
mastitis	0.77	1.00	0.87	23
pneumonia	1.00	0.78	0.88	18
accuracy		0.89	63	
macro avg	0.92	0.88	0.89	63
weighted avg	0.91	0.89	0.89	63

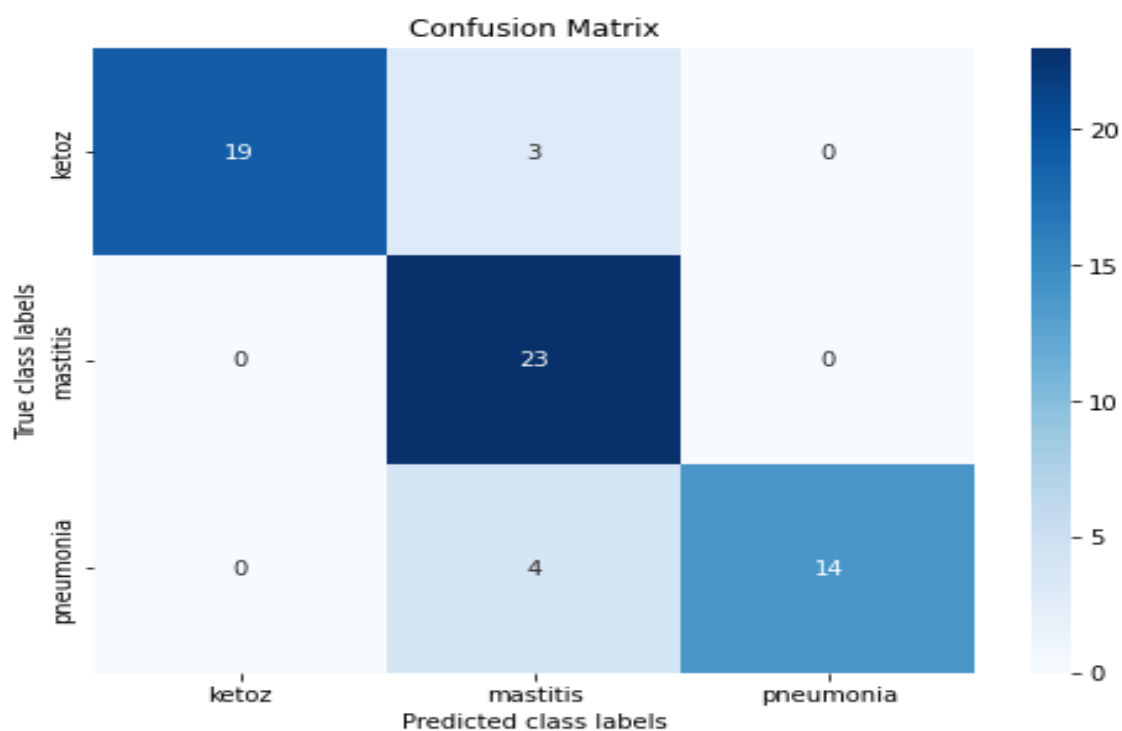


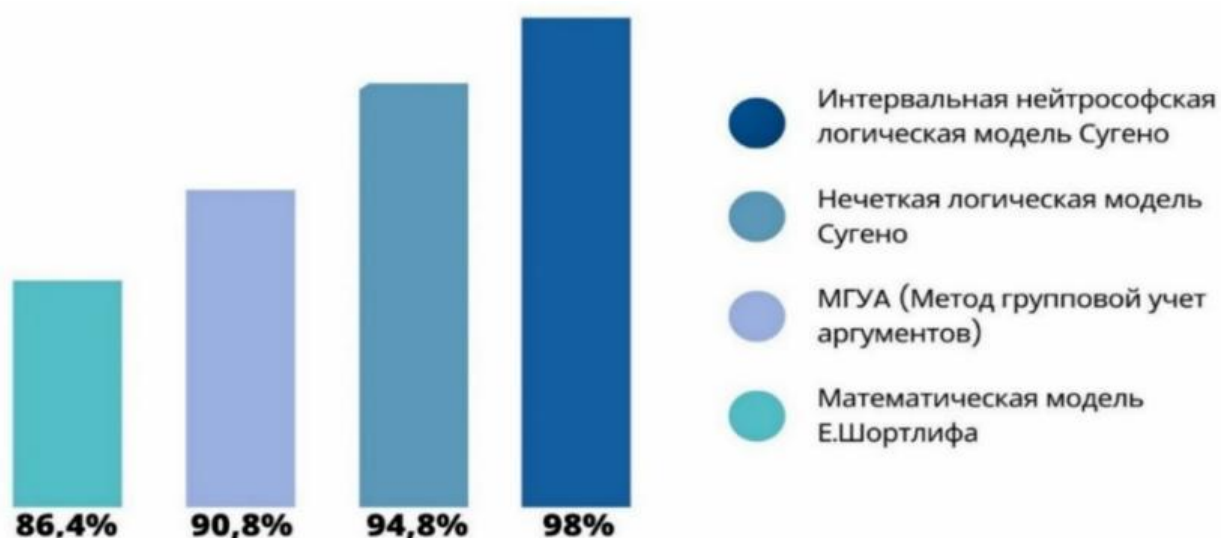
Рисунок 2. Матрица путаницы

Эта программный комплекс обеспечит сокращение времени диагностирования болезней крупного рогатого скота в среднем на 10-11%.

При проведении классификации были выявлены ошибки в диапазоне от 2 до 14%. Однако после применения интервальной нейтрософской логической модели Сугено уровень ошибок значительно уменьшился. В диаграмме 1 представлены результаты, полученные на различных уровнях с использованием предложенной интервальной нейтрософской логической модели Сугено, а также проведено их сравнение.

Интервальная нейтрософская логическая модель Сугено была разработана и сравнена с результатами, полученными при использовании интервальной нейтрософской модели Сугено, метода группового учета аргументов и математической модели Е. Шортлифа диаграмма 1.

Сравнительный результат. Диаграмма 1



Для проведения сравнительного анализа были выбраны широко известные модельные задачи, доступные по следующему веб-адресу: [<http://www.ics.uci.edu/~mlearn/databases/>]. Среди них включены задачи, такие как данные об эколи (Ecoli Data Set), вируса гепатита С (HCV) у египетских пациентов (Hepatitis C Virus (HCV) for Egyptian patients) и рака молочной железы в Коимбре (Breast Cancer Coimbra). В таблице1 приведены характеристики указанных задач и задачи, рассматриваемой в данном исследовании.

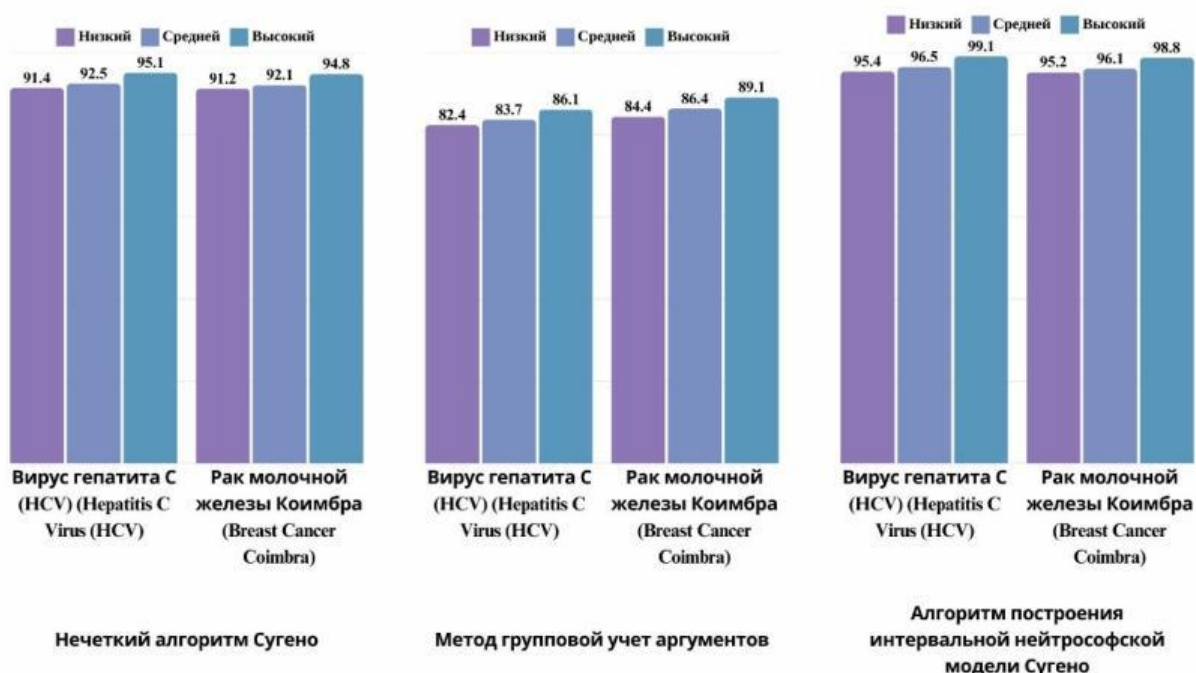
Таблица2

Параметры модельных задач и предлагаемой модели.

Название задачи	Количество классов	Количество признаков	Количество объектов
E. coli (Escherichia coli)	7	8	336
Вирус гепатита С (HCV) для египетских пациентов (Hepatitis C Virus (HCV) for Egyptian patients)	4	19	1385
Рак молочной железы Коимбра (Breast Cancer Coimbra)	2	10	116
Крупно рогатый скот	4	17	100

В диаграмме 2 представлены результаты решения нескольких модельных задач с использованием различных известных и предложенных алгоритмов для сравнительного анализа. Для демонстрации эффективности нашей предложенной модели провели сравнение с алгоритмами, примененными к задачам E.coli, вируса гепатита С (HCV) у египетских пациентов и рака молочной железы в Коимбре [<http://www.ics.uci.edu/~mlearn/databases/>], с результатами представленными диаграммах 2 и 3.

Сравнение результатов работы предлагаемого и существующих алгоритмов. Диаграмма 2.



В рассмотренных задачах предложенная интервальная нейтрософская логическая модель Сугено продемонстрировала более высокую эффективность по сравнению с другими методами, предоставив лучшие результаты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного диссертационного исследования на тему «Методы и алгоритмы построения логической модели на основе теории интервальных нейтрософских множеств» сводятся к следующим основным выводам.

1. Изучены и проанализированы современное состояние по исследованиям теории нечетких множеств, нейтрософских множеств и интервальных нейтрософских множеств. Анализ показывает, что не изучены методы и алгоритмы построения логической модели типа Сугено на основе теории интервальных нейтрософских множеств и не применены в реальных задачах диагностики. Анализ дает возможность определения основного направления диссертации.

2. Разработан подход к преобразованию набора признаков в интервальное нейтрософское множество с учётом их свойств и характеристик. Это позволяет разработать функции принадлежности Гаусса, колоколообразного и треугольного интервального нейтрософского множества истинности $(T_{\hat{A}_{inf}}; T_{\hat{A}_{sup}})$, неопределенности $(I_{\hat{A}_{inf}}; I_{\hat{A}_{sup}})$ и принадлежности к ложности $(F_{\hat{A}_{inf}}; F_{\hat{A}_{sup}})$.

3. Разработан метод построения логической модели на основе теории интервального нейтрософского множества. Предоставлен фрагмент базы знаний интервальной нейтрософской логики крупного рогатого скота.

Построение базы знаний на основе интервального нейтрософского множества позволяет решить задачу диагностики, управления производственными процессами, прогнозирования и других сопутствующих задач.

4. Усовершенствован метод решения задач классификации на основе теории многозначного интервального нейтрософского множества. Это позволяет разработать алгоритм для решения задачи диагностики болезней крупного рогатого скота. Усовершенствованный метод был введен для улучшения результата принятия решений, который подчеркивает нерешительность, неопределенность и неуверенность.

5. Разработаны критерии принятия решений на основе взвешенной проекции. Разработанные критерии учитывают неопределенные информации и позволяют принимать более точные и обоснованные решения. Усовершенствован алгоритм принятия решений на основе операторов INWEA и DINWEA для задач классификации. Этот алгоритм помогает решать задачи диагностики, принятия решений и других сопутствующих задач.

6. Разработан метод интеллектуального анализа данных с учетом условий сингулярности. Это позволяет решать задачи построения нейтрософской логической модели типа Сугено в условиях сингулярности.

7. Разработана модель диагностирования с учетом особенности болезней крупного рогатого скота. Модель демонстрирует свою универсальность, благодаря чему может быть адаптирована к задачам диагностики.

8. Проведен анализ исследования разработанных методов и алгоритмов при решении реальной задачи диагностирования болезней крупного рогатого скота. Применение предложенной методологии способствует повышению точности и надежности диагностических решений, что делает её перспективной для внедрения в ветеринарную практику.

9. С помощью разработанных подходов, методов, алгоритмов интервального нейтрософского множества разработан программный комплекс диагностирования болезней крупного рогатого скота. Этот программный комплекс обеспечит сокращение времени диагностирования болезней крупного рогатого скота в среднем на 10-11% и будет полезным инструментом для ветеринарии.

**ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL AT THE NATIONAL RESEARCH
UNIVERSITY “TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND
AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS” BASED ON THE
SCIENTIFIC COUNCIL FOR AWARDED ACADEMIC DEGREES
DSC.03/26.05.2022.T.10.05**

TIIAME NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY

LOLA ULMASOVNA SAFAROVA

**METHODS AND ALGORITHMS FOR
DEVELOPING A LOGIC MODEL BASED ON INTERVAL
NEUTROSOPHIC SET THEORY**

05.01.03 – Theoretical Foundations of Computer Science

**ABSTRACT
OF DOCTORAL (DSc) DISSERTATION IN TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2025

The theme of the doctor od science (DSc) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Communication at the Ministers of Higher education, science and innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2025.1.DSc/T893.

The dissertation is written at the TIAME National Research University. The dissertation abstract in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) is posted on the web page of the Scientific Council (www.tiame.uz) and on the Ziyonet Information and Educational Portal (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisor:

Muxamediyeva Dilnoz Tulkunovna
Doctor of Technical Sciences, professor

Official opponents:

Mirzayev Nomaz
Doctor of Technical Sciences, professor

Babomuradov Ozod Jo'rayevich
Doctor of Technical Sciences, professor

Dubrovskiy Aleksey Viktorovich
Doctor of Technical Sciences, associate professor

Leading organization:

Nukus State Technical University

The defense of the dissertation will be held on 26 december, 2025 at 14⁰⁰ at the meeting of the Scientific Council DSc.03/26.05.2022.T.10.05 under the TIAME National Research University (Address: 39, Kari Niyazi Street, Tashkent, 100000. Tel.: (99 871) 237 19 36; fax: (99 871) 237 54 79; e-mail: admin@tiame.uz).

The dissertation is available at the Information and Resource Center of the TIAME National Research University (Reg. N° 394). (Address: 39, Kari Niyazi Street, Tashkent, 100000. Tel.: (99 871) 237 19 45))

The abstract of dissertation is distributed on "13" 12, 2025 y.

(Mailing protocol register No. 3 on "12" 12, 2025 y.)



Prof. N.S. Mamatov,
the Chairman of the Scientific Council
for Award of Academic Degrees,
Doctor of Technical Sciences, professor

D.K. Bekmuratov,
the Scientific Secretary of the Scientific
Council for Award of Academic Degrees,
Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences

S.S. Radjabov
the Chairman of Scientific Seminar under the
Scientific Council for Award of Academic
Degrees,
Doctor of Technical Sciences, senior researcher

INTRODUCTION (Abstract of the Doctoral (DSc) Dissertation)

The purpose of the research is to develop methods, algorithms and a software package for building a logical model based on interval neutrosophic set theory.

The object of the research is weakly forming processes.

The scientific novelty of the research is as follows:

An approach to transforming a set of features into an interval neutrosophic set, taking into account their properties and characteristics, has been developed.

A method for constructing a logical model based on the theory of interval neutrosophic sets was developed;

A method for classifying objects based on the theory of multi-valued interval neutrosophic sets was improved;

Decision-making criteria were developed based on the weighted projection method;

A data mining method taking into account singularity conditions was developed;

A diagnostic model was developed taking into account the characteristics of cattle diseases.

Implementation of the research results. Based on the software package created on the basis of existing and proposed approaches, models, methods and algorithms of interval neutrosophic set theory; The software package, developed using the developed approach to transforming interval neutrosophic sets, taking into account the characteristics and properties of the complex's parameters and decision-making criteria, and using the weighted projection method, has been implemented in practice at the Veterinary and Livestock Development Department of the Navoi Region and the Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine of the Republic of Belarus (Certificate of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan No. 05/06-02-558 dated June 2, 2025). As a result, the accuracy of predicting cattle diseases has averaged 10-15%.

A software package developed using a logical model construction method based on interval neutrosophic set theory and a data mining method taking into account singularity conditions has been implemented in the practical activities of the Veterinary and Livestock Development Department of the Samarkand Region (Certificate of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan No. 05/06-02-558 dated June 2, 2025). As a result, the prediction of cattle diseases has been ensured, with productivity improving by an average of 10%.

A software package developed using an improved object classification method based on the theory of multi-valued interval neutrosophic sets and a diagnostic model taking into account the characteristics of cattle diseases has been implemented in the practical activities of the veterinary and livestock development department of the Kashkadarya Region (Certificate of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan No. 05/06-02-558 dated June 2, 2025). As a result, the time for diagnosing cattle diseases has been reduced by an average of 8-10%.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of references, and appendices. The volume of the dissertation is 189 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS
I bo'lim (Часть I; Part I)

1. Сафарова Лола Улмасовна. “Нечетко-логические алгоритмы диагностирования болезней крупного рогатого скота” Монография. Ташкент 2023 г. Издательство “Фан Зиё” 113 стр.

2. Lola Safarova, Dilnoz Muhamediyeva, Sokhibjan Muminov, Seyyed Ahmad Edalatpanah. “Application of Interval Neutrosophic Logic Model for Diagnosis of Cattle Disease”, // Neutrosophic Sets and Systems, 2025. - vol. 83, DOI:10.5281/zenodo.15171355. (Q1, №2, Web of Science IF=1.36).

3. Dilmurod Turimov Mustapoevich, Dilnoz Muhamediyeva Tulkunovna, Lola Safarova Ulmasovna, Xolida Primova Anorboyevna and Wooseong Kim. “Improved Cattle Disease Diagnosis Based on Fuzzy Logic Algorithms” // Journal of Sensors, 2023, vol. 23(4), <https://doi.org/10.3390/s23042107> (Q1, №2, Web of Science IF=3.5)

4. Zakaria Mohamed Salem El-Barbary, Lola Safarova, Farruh Atamurotov, Ahmed Mohsin Alsayah and Bharosh Kumar Yadav. “Artificial Intelligence Driven Internet of Things Framework for Wind Energy Monitoring and Performance Enhancement in Smart Cities” // International Journal of Energy Research, 2025 DOI: 10.1155/er/7215655 (Q1, №2, Web of Science IF=4.3)

5. Ali B.M. Ali, Narinderjit Singh Sawaran Singh, Luma Hussain Saleh, G. Padma Priya, Subhashree Ray, Amrita Pal, Renu Sharma, Sardor Sabirov, Lola Safarova, Aseel Smerat, Wissam Aziz Yousif. “Investigating the capacity of Co-doped BN-yne in catalyzing the dissociation of carbon dioxide through density functional theory computations”// Journal of the Indian Chemical Society, 2025. vol. DOI: 10.1016/j.jics.2025.101999 (Q2, №2, Web of Science IF=3.4)

6. Marwa Ben Slimene , Mohamed Arbi Khelifi , Naglaa F. Soliman, Haitham Osman, Abdelfattah Amari, Sardor Sabirov, Alisher Mavlonov, Lola Safarova. “Transient modeling and data-driven optimization of a hybrid geothermal–solar energy system for eco-friendly multigeneration: A case study approach to sustainable urban development” // Process Safety and Environmental Protection, 2025. DOI: 10.1016/j.psep.2025.107717 (Q1, №2, Web of Science IF=7.8)

7. Mohamed Boujelbene, Ali Basem, Hussain Sawwan, Sarminah Samad, Mohamed Bechir Ben Hamida, Abdelfattah Amari, Kodirbek Makharov, Lola Safarova, Ibrahim Mahariq. “Multi-objective optimization of a biogas-fueled multigeneration system with a supercritical CO₂-based power and multi-level cooling cycle: A hybrid ANN-MOPSO approach”// Fuel, 2026 DOI: 10.1016/j.fuel.2025.136687 (Q1, №2, Web of Science IF=6.7)

8. Haitham Osmana, Abdelfattah Amari, Sarminah Samad, Abdellatif M. Sadeq, Ibrahim Mahariq, Farruh Atamurotov, Lola Safarova. “Dynamic performance evaluation and machine learning-assisted optimization of a solar-driven system integrated with PCM-based thermal energy storage: A case study approach”. // Thermal Science and Engineering Progress, 2025 DOI:

10.1016/j.tsep.2025.104071 (Q1, №2, Web of Science IF=5.4)

9. O. Mukhitdinova , D. Jumanazarov, E. Khudoynazarov, L. Safarova, S. Sakhabayeva, A. M. Alsayah. “An Industry 4.0 Framework for the Smart Production Management of Renewable Energy and Water Systems: An Application of AI, IoT, and Digital Twin Technologies”. // International Journal of Industrial Engineering and Management 2025. <https://doi.org/10.24867/IJIEEM-397>. 2025 / ARTICLE-IN-PRESS / 397 (Q2, №2, Web of Science IF=5.4)

10. Osamah Abdulbari Khadhair, Ammar Yasir Ahmed, G. Padma Priya, Subhashree Ray, Amrita Pal, Vimal Arora, Otabek Mukhitdinov, Lola Safarova, Devendra Pratap Rao, Aseel Smerat, Safia Obaidur Rab.. “A computer-based study on the potential glutarimide drug biosensor based on transition metal modified BN nanocage”.// Microchemical Journal 219 (2025) Available online 19 October 2025 <https://doi.org/10.1016/j.microc.2025.115823> (Q1, №2, Web of Science IF=4.8)

11. Safarova L. Mukhamedieva D. Use of variational quantum algorithm for solving problems of diagnostics of cattle diseases. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. 2025 DOI: 10.1117/12.3060958 (№3, Scopus, IF 0,18)

12. Safarova L.U, Muhamediyeva D.T, Vasiyeva D. Quadratic Programming in a Model of Resource Distribution in Agriculture Based on Quantum Approximate Optimization Algorithm. Springer Proceedings in Mathematics and Statistics. DOI: 10.1007/978-3-031-90546-9_2, 2024 7-11 oktabr (№3, Scopus, IF 0,18)

13. Mukhamedieva D.T, Safarova L.U. Automation of Technical and Technological Processes and Modern Digital Technologies for Assessing the Success of Discovering a Field// AIP Conference Proceedings 3243, International Scientific and Practical Conference on Technologies, Materials Science and Engineering, EEA 10 April 2024 (№3, Scopus, IF 0,18)

14. Muhamediyeva D.T., Safarova L.U. Model of interaction between different populations of organisms for the conservation of biodiversity // BIO Web of Conferences 12628 // International Conference on Advance in Energy, Ecology and Agriculture, AEEA 26 June 2024 (№3, Scopus, IF 0,18)

15. Muhamediyeva D.T., Safarova L.U. Yusupova D. Mathematical model for conservation of biological diversity// BIO Web of Conferences International Conference on Advance in Energy, Ecology and Agriculture, AEEA 26 June 2024. (№3, Scopus, IF 0,18)

16. Mukhamedieva D.T, Safarova L.U. Kudratov A.T. Modeling the rational use of natural resources and innovative quantum technologies in agribusiness// E3S Web of Conferences 53917 // International Conference on Agriculture, Earth Remote Sensing and Environment, RSE-III 24 April 2024 (№3, Scopus, IF 0,18)

17. Mukhamedieva D.T., Safarova L.U. Intelligent technologies in the electric power industry // III International Scientific and Practical Symposium “Materials Science and Technology” (MST-III-2023) October 2024, (№3, Scopus, IF 0,18)

18. Muhamediyeva D.T., Safarova L.U. Genetic Algorithm for Complex Optimization of Power System Mode // III International Scientific and Practical Symposium “Materials Science and Technology” (MST-III-2023) October 2024

(№3, Scopus, IF 0,18)

19. Muhamediyeva D.T., Safarova L.U. Mavlyanov M.T. Environmental protection in the farming system. E3S Web of Conferences International Scientific and Practical Conference on Energy, Ecology and Technology in Agriculture, EEA December 2024 (№3, Scopus, IF 0,18)

20. Muhamediyeva D.T., Safarova L.U., Umarov D.I. // Application of a genetic algorithm in solving problems of environmental protection in agroindustrial production. E3S Web of Conferences // International Scientific and Practical Conference on Energy, Ecology and Technology in Agriculture, EEA December 2024. (№3, Scopus, IF 0,18)

21. Mukhamedieva D.T., Safarova L.U. Diagnostics of Animals Diseases Based on the Principles of Neutrosophic Sets and Sugeno Fuzzy Inference // Information Technologies and Intelligent Decision Making Systems Third International Scientific and Practical Conference, ITIDMS December, 12–14, 2024 Revised Selected Papers B.178-185. (№3, Scopus, IF 0,18)

22. Muhamediyeva D.T., Safarova L.U., Nabiyeva S.S.// Solving the problem of classifying forest cover types based on soil characteristics. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering // International Conference on Optics, Computer Applications, and Materials Science, CMSD 13065 2024 (№3, Scopus, IF 0,18)

23. Muhamediyeva D.T., Safarova L.U., Eshankulov S.X. Utilizing ensemble learning methods for the classification of forest cover types // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering // International Conference on Optics, Computer Applications, and Materials Science, CMSD 13065 2024 (№3, Scopus, IF 0,18)

24. Rustamov E., Muhamediyeva D.T., Safarova L.U. Development and management of product knowledge base // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering // International Conference on Optics, Computer Applications, and Materials Science, CMSD 13065 2024. (№3, Scopus, IF 0,18)

25. Muhamediyeva D.T., Safarova L.U. Ruzikulov R.F., Expert systems for diagnostics of infectious diseases in cattle // BIO Web of Conferences November 2023 International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment, CIBTA (№3, Scopus, IF 0,18)

26. Muhamediyeva D.T., Safarova L.U. Tukhtamurodov N.U., Building a fuzzy sugeno model for diagnosing cattle diseases on the basis of developing a knowledge base// AIP Conference Proceedings 281720 June 2023 International Conference on Sustainable Development: Agriculture, Veterinary Medicine, Agriculture, Engineering and Ecology, VMAEE (№3, Scopus, IF 0,18)

27. Muhamediyeva D.T., Safarova L.U. Tukhtamurodov N.U., Early Diagnostics of Animal Diseases on the Basis of Modern Information Technologies. //AIP Conference Proceedings // International Conference on Sustainable Development: Agriculture, Veterinary Medicine, Agriculture, Engineering and Ecology, VMAEE June 2023 (№3, Scopus, IF 0,18)

28. Primova H.A., Mukhamedieva D.T., Safarova L.U. Application of

Algorithm of Fuzzy Rule Conclusions in Determination of Animal's Diseases // Journal of Physics: Conference Series, ISAIC-2021, IOP Publishing, 2224 (2022) 012007. DOI:10.1088/1742-6596/2224/1/012007(№3; Scopus; IF=0.21).

29. Сафарова Л.У., Мухамедиева Д.Т., Тухтамурадов Н.У. Оптимизация нечетко-логического алгоритма сугено в диагностирование незаразных заболеваний крупного рогатого скота// Мухаммад Ал-Хоразмий Авлодлари, 2(28) 2024. (05.00.00, №10)

30. Сафарова Л.У. Усовершенствование нечеткого вывода сугено с помощью интервальной нейтрософии. Международный журнал теоретических и прикладных вопросов цифровых технологий. ISSN 2181-3086, №3 2024 Т, 7(3) 43-48 bet. (05.00.00, ОАК ning 29.08.2023 yildagi 428-son qarori)

31. Сафарова Л.У. Разработка нечеткого алгоритма для определения заболеваний крупного рогатого скота, основанная на экспертной базы. // Фарғона политехника институти илмий-техника журнали. ISSN: 2181-7200. – № 5. – Фарғона, 2024. – Б. 105-112. (05.00.00, №20)

32. Сафарова Л.У. Оптимизация энергосистем с использованием генетического алгоритма: эффективность, устойчивость и управление в динамичной среде // Фан ва Жамият илмий услубий журнал. ISSN: 2010-720X. –№ 4. –Нукус, 2024. –Б. 18-20. (05.00.00, №37)

33. Сафарова Л.У. Определение различных типов лесного покрытия с использованием ансамблевых методов машинного обучения//Фарғона политехника институти илмий-техника журнали. ISSN: 2181-7200. – № 4. – Фарғона, 2024. – Б. 200-207. (05.00.00, №20)

34. Сафарова Л.У. Разработка интеллектуальной системы для диагностики болезней крупного рогатого скота с использованием методов нечёткой логики // Ўзбекистон Миллий ахборот агентлиги-ЎЗА Илм фан бўлими (электрон журнал). - Тошкент, 2024 август №8 (58), С. 66-72. (05.00.00; ОАК ning 28.03.2019 yildagi №263/7.1- son qarori).

35. Сафарова Л.У. Применения вариационного квантового алгоритма (VQE) в агропромышленном комплексе// Мухаммад Ал Хоразмий номидаги ТАТУ Фарғона филиали Ал Фарғоний авлодлари электрон илмий журнал ISSN: 2181-4252. –№3 –Тошкент, 2024. –В. 145-148 . (05.00.00, ОАК ning 30.09.2023 yildagi 343- son qarori).

36. Л.У. Сафарова, Д.Т. Мухамедиева, Н.У. Тухтамурадов. Использование современных моделей для диагностики незаразных заболеваний у крупного рогатого скота на ранних стадиях// Проблемы информатики и энергетики. 4/2023, ISSN 2010-7242, Ташкент, 2023 г. – С. 10–16. (05.00.00, №23)

37. Muhamediyeva D.T., Tukhtamurodov N.U., Safarova L.U. Determination of optimal decision-making conditions for diagnostics of cattle disease// International conference on information science and communications technologies-applications, trends and opportunities 28th-30th September, 2023 Tashkent, Uzbekistan. S 161-164 (05.00.00, ОАК ning 29.08.2023 yildagi 431-son qarori).

II bo'lim (Часть II; Part II)

38. Sherzodjon Yarmatov, Xudaykul Bustanov, Lola Safarova. //Optimization and Improvement of Reliability of Machine Learning Algorithms Based on Regularization Methods// 2025 International Russian Smart Industry Conference (Smart Industry Con). 979-8-3315-1124-1/25/\$31.00 ©2025 IEEE.

39. Mukhamedieva D.T., Safarova L.U. Uncertainty theory and quantification of uncertainty based on neutrosophic numbers. Бухарский государственный университет, современное состояние и перспективы развития цифровых технологий и искусственного интеллекта, Сборник докладов международной научно-технической конференции, Бухара, 27-28 сентября 2024 г, Часть 1 Ташкент – 2024, В 26-39.

40. Х. Б. Юнусов, Л. У. Сафарова. // Интеллектуальные системы диагностики инфекционных заболеваний сельскохозяйственных животных// Международная конференция Интер экспо. May 2024 Interexpo GEO-Siberia 3. DOI 10.33764/2618-981X-2024-3-162-169

41. Сафарова Л.У., Сулаймонов М.А., Синдаров О.М.Разработка Рационального количество правил диагностики заболеваний крупного рогатого скота на основе нечеткого вывода. Перспективные задачи разработка и внедрения инновационных технологий в ветеринарии и животноводства. Международная научно –практическая конференция 14-15 октябрь 2022.

42. Сафарова Л.У. Схема построения нечеткого логического вывода для диагностирования болезней крупного рогатого скота. Молодой специалист, 15 апреля 2022 г, 2022/8/1. eLIBRARY ID: 49403173

43. Сафарова Л.У. Логико-лингвистические модели для диагностики заболеваний крупного рогатого скота. “O‘zbekiston rivojlanish taraqqiyotida xotin-qizlarning o‘rni” birinchi respublika ilmiy konferensiya, 2024 y. В 273-279.

44. Safarova L.U., Primova X.A., Xaniyev N.M. Qoramollar kassaligini aniqlashda sun'iy intellekt dasturi tahlili. Muhammad al-xorazmiy nomidagi toshkent axborot texnologiyalariuniversiteti samarqand filiali, “Zamonaviy axborot, kommunikatsiya texnologiyalari va at-ta'lim tatbiqi muammolari” mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjumani ma'ruzalar to'plami, 2024 yil 1-2 noyabr, В 270-272.

45. Safarova L.U., Primova X.A., Xoshimova N. Qoramollar kassaligini aniqlashda uchun su'niy intellekt algoritmi. “O‘zbekiston rivojlanish taraqqiyotida xotin-qizlarning o‘rni” birinchi respublika ilmiy konferensiya, 2024 y. В 269-272.

46. Primova H.A., Ibrohimova Z.E., Safarova L.U. Semi-structured decisions making on the basis fuzzy measures. Ministry of higher education, science and innovation of the republic of uzbekistan tashkent state university of economics, digital transformation and artificial intelligence: problems, innovations and trends, 1st international scientific - practical conference, conference program, september 11, Tashkent 2024. В 45-49.

47. Юнусов Х.Б., Сафарова Л.У. Роль и потенциал севооборота в создании устойчивых и экологически чистых систем в сельском хозяйстве

на основе цифровизации. Ijtimoiy, iqtisodiy , siyosiy, ilmiy , ommabop jurnal. Xalqaro ilmiy amaliy konferensiya. SDVMCHBU. Samarqand 2024. 611-617 b.

48. Юнусов Х.Б., Сафарова Л.У. Цифровая оптимизация для экологической безопасности в агропромышленном комплексе. Ijtimoiy, iqtisodiy , siyosiy, ilmiy , ommabop jurnal. Xalqaro ilmiy amaliy konferensiya. SamDVMCHBU. Samarqand 2024. 597-601 b.

49. Safarova L.U. Muxamediyeva D.T. L-R turdagi neytrosofik sonlar ustida arifmetik amallarni bajarish dasturi. № DGU 47493, 10.02.2025 yilda berilgan.

50. Safarova L.U. Ma'lum bir parametrlarni hisobga olib vaznli proyeksiyalash usuli asosida qaror qabul qilish usuli dasturi. № DGU 47494, 10.02.2025 yilda berilgan.

51. Safarova L.U. Muxamediyeva D.T. Intervalli neytrosofik Sugeno mantiqiy modelini qurish asosida qoramollarni yuqumsiz kasalliklarini tashxislash. № DGU 48277, 04.03.2025 yilda berilgan.

52. Safarova L.U. Termlarni o'z ichiga olgan neytrosofik noravshan to'plamning qo'ngiroqsimon tegishlilik funksiyasi grafik tasviri uchun dastur. № DGU 46495, 27.12.2024 yilda berilgan.

53. Safarova L.U. Termlarni o'z ichiga olgan neytrosofik noravshan to'plamning uchburchak tegishlilik funksiyasi grafik tasviri uchun dastur № DGU 46494, 27.12.2024 yilda berilgan.

54. Safarova L.U. Termlarni o'z ichiga olgan neytrosofik noravshan to'plamning Gauss turdagi tegishlilik funksiyasi grafik tasviri uchun dasturi № DGU 46493, 27.12.2024 yilda berilgan.

Avtoreferat “IRRIGATSIYA VA MELIORATSIYA” ilmiy jurnali tahririyatida
tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz (rezyume) tillaridagi matnlari mosligi
tekshirildi (12.12.2025 y.)



Bosishga ruhsat etildi: 13.12.2025 y. Qog‘oz o‘lchami: 60x84 – 1/16
Hajmi 4,00 bosma taboq. ____ nusxa. Buyurtma №_____
“TIQXMMI” MTU bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent-100000. Qori-Niyoziy ko‘chasi 39 uy.

