

**“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**

NAVOIY DAVLAT UNIVERSITETI

YORKULOV BEHZOD ABDUGABBAROVICH

**NORAVSHAN KOGNITIV MODELLASHTIRISH ASOSIDA TA’LIM
AXBOROT TIZIMLARI SIFATINI BAHOLASH VA BOSHQARISH
ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQISH**

05.01.02 – “Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash”

texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
avtoreferati mundarijasi**

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

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

Yorkulov Behzod Abdugabbarovich

Noravshan kognitiv modellashtirish asosida ta'lim axborot tizimlari sifatini baholash va boshqarish algoritmlarini ishlab chiqish 3

Ёркулов Бехзод Абдугаббарович

Разработка алгоритмов оценки и управления качеством образовательных информационных систем на основе нечеткого когнитивного моделирования 21

Yorkulov Bekhzod Abdugabbarovich

Development of algorithms for evaluation and management of the quality of educational information systems based on fuzzy cognitive modeling 41

E'lon qilingan ishlar ro'yxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 45

**“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**

NAVOIY DAVLAT UNIVERSITETI

YORKULOV BEHZOD ABDUGABBAROVICH

**NORAVSHAN KOGNITIV MODELLASHTIRISH ASOSIDA TA'LIM
AXBOROT TIZIMLARI SIFATINI BAHOLASH VA BOSHQARISH
ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQISH**

05.01.02 – “Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash”

texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI

Navoiy – 2024

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B.2024.3.PhD/T3629 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Navoiy davlat universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezume)) ilmiy kengashning veb-sahifasida (www.tiame.uz) va "ZiyoNet" axborot-ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Sulyukova Larisa Faritovna

texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim

Rasmiy opponenlar:

Muxamediyeva Dildora Kabilovna

texnika fanlari doktori, dotsent

Kabildjanov Aleksandr Sabitovich

texnika fanlari nomzodi, dotsent

Yetakchi tashkilot:

Namangan davlat universiteti

Dissertatsiya himoyasi "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti huzuridagi DSc.03/26.05.2022.T.10.05 raqamli Ilmiy kengashning 2024 yil "_____" soat _____ dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 100095, Toshkent shahri, Qori Niyoziy ko'chasi, 39. Tel.: (99871) 237-46-68, faks: +(99871) 237-19-36, e-mail: admin@tiame.uz).

Dissertatsiya bilan "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (_____- raqam bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100000, Toshkent shahri., Qori Niyoziy ko'chasi, 39 uy. Tel.: (99871) 237-46-68).

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil "_____" da tarqatildi.

(2024 yil "_____" dagi № _____ 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

M.A. Ismoilov

Ilmiy darajalar beruvchi

Ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi,

texnika fanlari doktori, professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasining annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda ta'limning raqamli transformatsiyasi sohasidagi tadqiqotlarga bo'lgan ehtiyoj tobora ortib bormoqda. Bu jarayon masofaviy va aralash ta'lim modellariga global o'tishni nazarda tutadi va uning asosini ta'lim axborot tizimlari (TAT) tashkil etadi. Miqdoriy ko'rsatkichlarga tayanadigan axborot tizimlari sifatini baholashning an'anaviy usullari dinamik rivojlanayotgan texnologiyalar, o'qitish metodologiyalari va usullari bilan tavsiflanadigan ta'lim axborot tizimlari talablarini qamrab olmaydi. Axborot tizimlari sifatini baholash jarayonida noaniqlik, subyektivlik va o'zaro bog'liqlikni hisobga olish hamda qaror qabul qilish jarayonlarini sezilarli darajada yaxshilashga imkon beradigan noravshan kognitiv modellashtirish (NKM) asosida axborot tizimlarining sifatini boshqarish bo'yicha tadqiqotlarga AQSH, Kanada, Yaponiya, Buyuk Britaniya, Germaniya, Fransiya va Rossiya Federatsiyasida alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda ta'lim axborot tizimlarining yetarli darajada tuzilmaganligi va vazifalarning murakkab ifodalanishidan iborat o'ziga xos xususiyatlari ustida ushbu tizimlarning sifatini baholashga qaratilgan tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu tadqiqotlar NKM kabi ilg'or metodologiyalardan foydalangan holda ushbu tizimlarni baholash va takomillashtirishga qaratilgan bo'lib, ular ta'lim sifatini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi. Bunda funksional elementlarning holati to'g'risidagi dastlabki ma'lumotlarning noaniqligi va to'liq emasligini, tizimlarning ishlashiga ta'sir qiluvchi omillar to'g'risidagi ma'lumotlarning mavjud emasligini hisobga olish muhimdir. Bularidan biri tizimning samarali ishlashi uchun muhim bo'lgan ko'rsatkichlarning ko'pligidir. Shu sababli, ta'lim axborot tizimining hayot siklining har bir bosqichida sifat ko'rsatkichlarining optimal darajasini ta'minlash zarurati paydo bo'ladi, bunda baholash va boshqarish algoritmlarini ishlab chiqish asosiy nuqta hisoblanadi.

Respublikamizda turli sohalarda, jumladan, axborot tizimlarini rivojlantirish, ta'lim jarayonlarini boshqarish uchun yagona axborot muhitini shakllantirish bo'yicha raqamli transformatsiya ishlari amalga oshirilmoqda. "Raqamli O'zbekiston-2030" strategiyasini amalga oshirish doirasida raqamli infratuzilma va raqamli ta'lim sohasini faol rivojlantirish bo'yicha ilg'or choralar qatorida "...IT-infratuzilmasini yaratishni, kompyuter uskunalari bilan jihozlashni nazarda tutgan holda ..., shuningdek, axborot tizimlarini joriy etish va mas'ul xodimlarni o'qitish¹..." kabi vazifalar belgilangan. Raqamli platformalar va onlayn ta'lim muhitlari yordamida ta'limni modernizatsiya qilish majburiyati ushbu tizimlarning sifatini tadqiq etishga bo'lgan talabni oshiradi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktyabrdagi PF-6079 sonli "Raqamli O'zbekiston - 2030 strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Farmoni, 2020-yil 6-oktabrdagi №PQ-4851-sonli "Axborot texnologiyalari sohasida ta'lim tizimini yanada takomillashtirish, ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish va ularni IT-industriya bilan integratsiya qilish

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktyabr PF-6079-sonli "Raqamli O'zbekiston — 2030" strategiyasini samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Farmoni.

chora-tadbirlari to'g'risida"gi va 2022-yil 22-avgustdagi №PQ-357-sonli "2022-2023-yillarda axborot-kommunikatsiya texnologiyalari sohasini yangi bosqichga olib chiqish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining IV. "Axborotlashtirish va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirish" ustuvor yo'nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Axborot tizimlarining sifati baholash va bashorat qilishning turli jihatlariga oid nazariy va amaliy tadqiqotlar xorijiy olimlarining ishlarida aks etgan. Sifatni baholashning asosiy tamoyillari va usullari, shuningdek, ixtisoslashtirilgan tizimlar uchun xos bo'lgan sifatni boshqarish yondashuvlari B.Boehm, A.N.Shennikov, V.V.Stupkin, L.V.Gluxova, A.A.Xaritonov, M.V.Belov, M.S.Logachyov, V.I.Lobeyko, V.V.Baxtizin, A.K.Grishko, G.N.Isayev, A.A.Rikov, R.Prieto-Diaz, Carlo Batini kabi olimlarning ishlarida o'z aksini topgan. Sifatni aniqlaydigan individual parametrlarni tavsiflash bilan bog'liq tadqiqotlar A.V.Baranov, V.K.Dedkov, T.Teyyer, Gurpreet Dhillon, Gurvirender Tejay, I.M.Ajmuramedov, V.Y.Anisimov, Reijo Savola, R.M.Yusupov, A.A.Belix, Ye.O.Dmitriyeva va boshqa olimlarning ishlarida yoritilgan. Noravshan to'plamlar nazariyasiga xorijiy olimlardan: L.Zade, D.Dyubua, D.Prada, E.Mamdani, M.Sugeno, T.Takaxi, M.Jamshidi, S.A.Orlovskiy, E.Mushnika, O.I.Laricheva, D.A.Pospelova va boshqa olimlarning ko'plab tadqiqotlarida e'tibor qaratilgan.

O'zbekistonda noravshan to'plamlar va noravshan xulosa chiqarish asosidagi modellar va algoritmlar ishlab chiqishga N.R.Yusupbekov, F.B.Abutaliyev, T.F.Bekmuratov, R.X.Xamdamiyev, D.T.Muxamediyeva, M.A.Ismailov, A.S.Kabiljanov, N.S.Mamatov, S.S.Radjabov va boshqa olimlar katta hissa qo'shgan.

Biroq, mavjud usullar axborot tizimlari sifatini baholash muammosining o'ziga xos jihatlarini, eng avvalo, ekspert ma'lumotlaridan keng foydalanish zarurati bilan bog'liq subyektiv noaniqlikning mavjudligini yetarli darajada chuqur tahlil qilmaydi. Shuningdek, mualliflar tomonidan taklif etilgan yondashuvlar har doim ham xalqaro me'yoriy-huquqiy hujjatlarga muvofiq tavsiya etilgan ko'rsatkichlar ro'yxatini qamrab olmaydi.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqotlari BV-V-F4-011 "Noaniqlik sharoitida ma'lumotlarni intellektual tahlil qilish noravshan masalalarini yechish usullari va algoritmlari" (2017-2020 yy.) loyihasi doirasidagi ilmiy tadqiqot ishlari rejasi asosida olib borilgan.

Tadqiqotning maqsadi ma'lumotlar noaniqligi sharoitida xalqaro standartlarga mos darajani ta'minlash maqsadida ta'lim axborot tizimlarining sifatini baholash va boshqarish algoritmlarini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

axborot tizimlari sifatini baholashning mavjud modellari va algoritmlarini tahlil

qilish asosida ta'lim axborot tizimlarini baholashning xususiyatlarini aniqlash;
ta'lim axborot tizimlari sifatini baholashda kompleks yondashuvning zaruratini asoslash;

bir necha asosiy ko'rsatkichlarni yagona integratsiyalashgan ko'rsatkichga birlashtirish imkonini beruvchi, ta'lim axborot tizimlarining sifatini baholash uchun umumiy mezonni ishlab chiqish;

tanlangan ko'rsatkichlar o'rtasidagi ta'sir, dinamika, shuningdek, sabab-oqibat munosabatlari va ularning umumiy sifat darajasiga ta'sirini baholash modelini ishlab chiqish;

ma'lumotlarning noaniqligi va nomuvofiqligi sharoitida ta'lim axborot tizimi sifatini kompleks baholash va boshqarish algoritmlarini ishlab chiqish;

xalqaro standartlarga javob beradigan sifat darajasini ta'minlash maqsadida qarorlar qabul qilish jarayonini takomillashtirish bo'yicha dasturiy ta'minot majmuasini ishlab chiqish.

Tadqiqotning obyekti sifatida ta'lim axborot tizimining sifati olingan.

Tadqiqotning predmeti bo'lib ta'lim axborot tizimlari sifatini baholash va boshqarish usullari, modellari va algoritmlari hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqotlarni olib borish jarayonida statistik tahlil usullari, kognitiv modellashtirish usullari, noravshan to'plamlar nazariyasi usullari, ekspert baholash usullari va empirik usullardan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

ta'lim axborot tizimi sifatini baholashning ma'lumotlardagi noaniqliklar va o'zgarishlarni inobatga oladigan, qaror qabul qilish jarayonida xolislik va shaffoflikni ta'minlagan holda tizim sifatini yakuniy baholash aniqligini oshirish imkonini beradigan kompleks mezon shakllantirilgan hamda axborot tizimi sifatini yaxshilash bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan;

ekspertlarning sust shakllantirilgan lingvistik baholashlarini inobatga oluvchi va sifatli ko'rsatkichlarni miqdoriy ko'rsatkichlarga talqin qilish imkonini beruvchi ta'lim axborot tizimini baholashning optimallashtirilgan noravshan kognitiv modeli ishlab chiqilgan;

axborot xavfsizligi darajasini baholash uchun qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash algoritmini o'z ichiga olgan ta'lim axborot tizimining sifatini boshqarish algoritmi ishlab chiqilgan;

ta'lim axborot tizimining turli hayot sikli bosqichlarida muammoli sohalarni aniqlash va tizimning sifatini oshirish uchun boshqaruv qarorlarini shakllantirish imkonini beruvchi kompleks baholash metodikasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari taklif etilayotgan metodika asosida ta'lim axborot tizimining boshlang'ich sifat darajasini hamda ta'lim axborot tizimiga hujumlar sodir etilgan hollardagi uning ehtimoliy sifat darajasini baholash imkonini beruvchini dasturiy majmuani ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Ilmiy qoidalar va xulosalarning ishonchlilik darajasi tadqiqot usullarini to'g'ri qo'llash bilan belgilanadi, hisoblash tajribalari modellarning adekvatligi tekshiruvlari, ularning mavjud ilmiy natijalarga muvofiqligi va ish natijalarining muvaffaqiyatli joriy etilganligi bilan tasdiqlanadi, bu esa tegishli dalolatnomalarda aks ettirilgan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati axborot tizimlariga bo'lgan tez o'zgaruvchan talablar va ekspluatatsiya shartlari sharoitida aniqroq va moslashuvchan baholashni ta'minlovchi hamda ko'plab omillar va ularning o'zaro ta'sirini haqiqiy vaqt rejimida hisobga olish imkonini beruvchi noravshan kognitiv modellashtirish usullari asosida ta'lim axborot tizimlarining sifatini baholash samaradorligini oshirishdan iboratdir.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati ta'lim axborot tizimi sifatini hayot siklining turli bosqichlarida kompleks baholash uchun uslubiyat va dasturiy majmuaning ishlab chiqilganligidan iborat.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Ta'lim axborot tizimlari sifatini baholash va boshqarishning mavjud hamda taklif etilgan algoritmlari asosida yaratilgan dasturiy majmua asosida:

ta'lim axborot tizimlari sifatini baholash bo'yicha dasturiy majmua ta'lim axborot tizimini baholashda Navoiy davlat konchilik institutida tajribaviy sinovdan o'tkazilgan va joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Maktabgacha va maktab ta'limi Vazirligi huzuridagi Respublika ta'lim markazining 2023-yil 14-iyundagi №01/11-01/10-51-sonli ma'lumotnomasi). Natijada ta'lim axborot tizimini sifatini baholash vaqti 1,37 martaga qisqartirish va ta'lim axborot tizimini sifatini baholash xarajatlarini 3,54 martaga kamaytirish imkonini bergan;

ta'lim axborot tizimlari sifati darajasini baholash modellari, metodika va algoritmlari asosida yaratilgan dasturiy majmua, shuningdek, ta'lim kontentni belgilash bo'yicha qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash tizimi ko'rinishidagi veb-ilo va Navoiy shahridagi 1-sonli ixtisoslashgan umumiy o'rta ta'lim maktabida foydalanishga joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Maktabgacha va maktab ta'limi Vazirligi huzuridagi Respublika ta'lim markazining 2023-yil 14-iyundagi №01/11-01/10-51-sonli ma'lumotnomasi). Natijada ta'lim axborot tizimi sifatini baholash vaqtni 1,4 martaga qisqartirish va ta'lim axborot tizimi sifatini baholash xarajatlarini 2,3 martaga kamaytirish imkonini bergan;

ta'lim axborot tizimlari sifatini baholash bo'yicha dasturiy majmua ta'lim axborot tizimini baholashda Navoiy viloyat xalq ta'limi xodimlarini malakasini oshirish va qayta tayyorlash hududiy markazida tajribaviy sinovdan o'tkazilgan va joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Maktabgacha va maktab ta'limi Vazirligi huzuridagi Respublika ta'lim markazining 2023-yil 14-iyundagi №01/11-01/10-51-sonli ma'lumotnomasi). Natijada ta'lim axborot tizimini sifatini baholash vaqti 2,2 martaga qisqartirish va ta'lim axborot tizimini sifatini baholash xarajatlarini 1,7 martaga kamaytirish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining approbatsiyasi. Ushbu tadqiqot natijalari 5 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha 19 ta ilmiy ish nashr etilgan, shundan 1 tasi Scopus nashrlarida, 7 tasi O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan doktorlik dissertatsiyalarining asosiy ilmiy natijalarini chop etish bo'yicha ilmiy jurnallarda chop etilgan, 2 ta EHM uchun yaratilgan dasturiy vositalarni qayd qilish guvohnomalari olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, to'rtta bob, xulosa,

foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 117 bet.

DISSERTASINING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurligi asoslab berilgan, tadqiqotning O'zbekiston Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatib berilgan, maqsad va vazifalari belgilab olingan hamda tadqiqot obyekti va predmeti aniqlangan, olingan natijalarning ishonchliligi asoslab berilgan, ularning nazariy va amaliy ahamiyati, tadqiqot natijalarini amalda joriy qilish holati, nashr etilgan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Ta’limda axborot tizimlarining sifatini ta’minlashga bo’lgan yondashuvlarni tahlil qilish”** deb nomlangan birinchi bobida o'tkazilgan tahlil asosida tarmoqlararo, davlat va xalqaro standartlar ko'rib chiqilgan, “axborot tizimining sifati” atamasi aniqlangan va uning asosiy jihatlari bayon qilingan.

Xalqaro standartlarga ko'ra, TAT sifatini baholashning asosiy parametrlaridan biri — uning axborot xavfsizligi (AX) xizmatlari bilan ta'minlanganligidir. AX baholash metodikasini ishlab chiqish, ta'lim tashkiloti axborot resurslariga hujum sodir bo'lgan holatlarda amalga oshirish mumkin bo'lib, bu nafaqat hozirgi vaqtdagi axborot xavfsizligi xizmatlarining holatini, balki turli vaziyatlardagi holatni ham baholash imkonini beradi. Sifatni boshqarish tizimi funksionaliga nafaqat ehtimoliy ta'sirlarga bardosh berish, balki TATga sodir bo'lgan hujumlar oqibatlarini bartaraf etish ham kiradi. Shunga asosan xulosa qilish mumkinki, TAT sifatini boshqarish — bu integratsiyalashgan boshqaruv sxemasi bo'lib, u nafaqat tizimning hozirgi holatini, balki unga salbiy ta'sirlar natijasida yuzaga keladigan ehtimoliy kelgusi holatini ham baholashni o'z ichiga olishi lozim. Ilmiy adabiyotlar va normativ-huquqiy hujjatlarni tahlil qilish natijasida “TAT sifati” mezoni shakllantirilib, quyidagi parametrlar bilan tavsiflandi: ergonomik parametrlar, iqtisodiy samaradorlik, tizimlilik, ishonchlilik, xavfsizlik, funksionallik, bilim sifati, infratuzilma va o'quv dasturlari sifati. Har bir parametr o'z navbatida qo'shimcha ko'rsatkichlar bilan tavsiflanishi mumkin. Bu “TAT sifati” atamasini integratsiyalangan mezoni sifatida aniqlash imkonini beradi.

Axborot tizimlari sifatini baholash va boshqarish jarayonining ahamiyati, murakkabligi va ko'p qirraliligini, shuningdek, boshlang'ich ma'lumotlarning noaniqligi sharoitida tahlil qilish zarurligini inobatga olgan holda, AT sifatini baholash va boshqarish jarayonida NKM metodologiyasini qo'llash maqsadga muvofiq deb topildi. Bu usulning afzalligi shundaki, u miqdoriy baholash qiyin bo'lgan jihatlarni formallashtirishga va noravshan, to'liq bo'lmagan yoki ziddiyatli ma'lumotlardan foydalanishga imkon beradi.

Axborot tizimlarining sifatini baholash uchun mavjud usullar batafsil tahlil qilindi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, mavjud yondashuvlar tizimda turli vaqt davrlarida sodir bo'ladigan o'zgarishlarni hisobga olmaydi va uning joriy holatini baholashga haddan tashqari e'tibor qaratib, ta'lim axborot tizimlarining noyob xususiyatlarini e'tiborsiz qoldiradi. Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida modellar, metodikalar va algoritmlar ishlab chiqilishi zarurligi haqida xulosalar

chiqarildi.

Dissertatsiyaning “**Ta’lim axborot tizimining sifatini tahdidlar sharoitida baholashni noravshan kognitiv modellashtirish**” deb nomlangan ikkinchi bobi to‘rt paragrafdan iborat bo‘lib, ta’lim axborot tizimining sifatini boshqarish vazifasini yechishda asosiy matematik vosita sifatida NKMDan foydalanishga bag‘ishlangan.

TAT sifatining alohida tarkibiy qismlarini baholashni formallashtirish uchun “Parametr kattaligi” lingvistik o‘zgaruvchisini kiritish va unga *VP* deb nomlangan term-to‘plamni qarshi qo‘yish taklif etildi. Ushbu term-to‘plam baholarning manfiy bo‘lmagan sohasiga tegishli 5 darajani o‘z ichiga oladi:

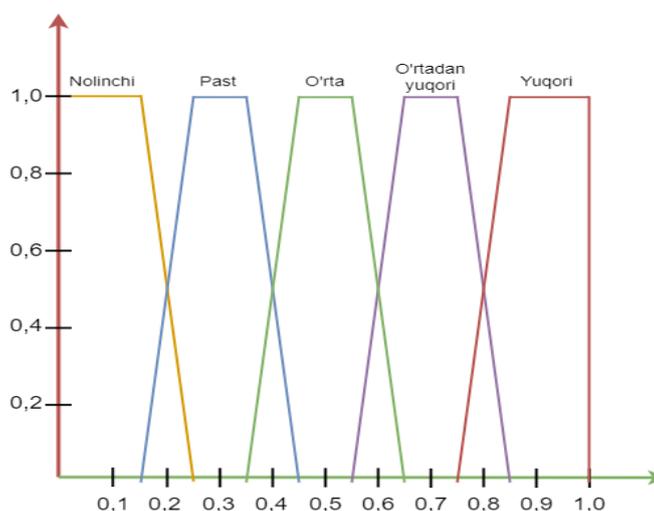
$$VP = \{ \llcorner 0 \gg; Past (D); O'rta (C); O'rtadan yuqori (B); Yuqori (A) \}$$

VP ning grafik formatda vizualizatsiyasi uchun besh darajaga asoslangan tasniflash tizimi ishlab chiqildi. Ushbu tizimning mohiyati shundaki, $[0,1] \in \mathbb{R}$, kesmadagi noravshan sonlarning tegishlilik funksiyalari trapetsiyaga ekvivalent bo‘ladi:

$$\{ \llcorner Nol \gg (0; 0; 0,15; 0,25); D(0,15; 0,25; 0,35; 0,45); C(0,35; 0,45; 0,55; 0,65); B(0,55; 0,65; 0,75; 0,85); A(0,75; 0,85; 1; 1) \}$$

Klassifikatorning grafik ko‘rinishi 1-rasmda keltirilgan bo‘lib, ruxsat etilgan qiymatlar $N(z_1, z_2, z_3, z_4)$ ko‘rinishidagi noravshan sonlardir. Ushbu yozuvda z_1 va z_4 trapetsiyaning pastki asosining absissalariga, z_2 va z_3 esa yuqori asosining absissalariga mos keladi.

Bunday noravshan klassifikatorning afzalligi shundaki, uni interval qiymatidan tashqari parametrlari haqida hech qanday qiymat ma’lum bo‘lmaganda ham qo‘llash mumkin. Dissertatsiya tadqiqoti doirasida 5 ta darajadagi noravshan klassifikator o‘rinli bo‘lib, uning manfiy baholaridan faqat TATning sifat darajasi baholarining zarur darajadan og‘ishini topish uchun foydalanish taklif etiladi.



1 – rasm. Noravshan klassifikatorning grafik ko‘rinishi

P parametrning oshish inversiyasini topish uchun quyidagi formulani ishlatish maqsadga muvofiqdir:

$$Inv(P) = 1 - \mu(P)$$

Sifat va ma’lumotlarning obyektivligini yo‘qotmaslik uchun ularni bir vaqtning o‘zida ishlatishda maxsus metodikani qo‘llash zarur, bu metodika P_i miqdoriy parametrining aniq qiymatiga asoslanadi. Ushbu maqsad uchun parametr

normallashtiriladi, bu esa quyidagi formula bo'yicha normallashtirilgan qiymat \bar{P}_i ni olish imkonini beradi:

$$\bar{P}_i = \frac{P_i - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}}$$

bu yerda P_{\max} va P_{\min} — P_i ning eng katta va eng kichik qiymatlari.

Kattaliklarni normallashtirish parametrni bitta $[0,1]$ sonli interval ko'rinishda ifodalash imkonini beradi. Shundan so'ng ularning qiymatlari noravshan son $X(a_1, a_2, a_3, a_4)$ ko'rinishiga keltiriladi, bunda $a_1 = a_2 = a_3 = a_4 = \bar{P}_i$. Shuningdek, hisoblashlar δ xatoga ega bo'lishi mumkinligini inobatga olish zarur, bunday hollarda $a_1 = a_2 - \delta$; $a_2 = a_3 = \bar{P}_i$; $a_4 = a_3 - \delta$. Keyinchalik sifatii va miqdoriy ko'rsatkichlar ustida operatsiyalarni birgalikda bajarish tamoyili amalga oshiriladi.

Noravshan sonlar ustida bajarilgan operatsiyalar natijasida olingan qiymatlarni tanib olish uchun o'xshashlik o'lchovini quyidagicha hisoblaymiz:

$$\Omega = \frac{1 + \tilde{\rho}}{2}$$

$$\tilde{\rho} = \frac{\rho_{in} - \rho_{out}}{\rho_{in} + \rho_{out}}$$

bu yerda $\rho_{in} = \int_{a_1}^{a_4} \min[\mu_A(x); \mu_B(x)] dx$; $\rho_{out} = \left| \int_{b_1}^{b_4} [\mu_B(x)] dx - \rho_{in} \right|$.

ρ_{out} o'zgaruvchi $A(a_1, a_2, a_3, a_4)$ noravshan sonidan tashqarida joylashgan $B(b_1, b_2, b_3, b_4)$ noravshan sonning qismini bildiradi; ρ_{in} esa noravshan son ichida joylashgan qismini anglatadi.

Shu tarzda hisoblangan o'xshashlik o'lchovi $[0,1]$ oralig'ida joylashgan bo'lib, bu ma'lum bir o'ramaning noravshan son (etalon term-to'plam) ga yaqinligini anglatadi. Bu jarayonda quyidagi moslik kuzatiladi: yuqori o'xshashlik o'lchovi VP term-to'plamining elementiga yuqori moslikni bildiradi.

TAT sifatini zarur darajasi haqidagi ma'lumotlarni birlashtirish va uning sifatini baholash vazifasini yechish, xalqaro ISO9000 seriyasidagi standartlar va qaror qabul qiluvchi shaxs (QQSh) tomonidan belgilangan turli sifat ko'rsatkichlari asosida shakllangan sifatni baholashning umumiy mezonini quyidagi ko'rinishda ifodalaymiz:

$$Quality = (\alpha_1 \cdot Safety + \alpha_2 \cdot Eco + \alpha_3 \cdot Sist + \alpha_4 \cdot Sec + \alpha_5 \cdot Rel + \alpha_6 \cdot Func + \alpha_7 \cdot Know + \alpha_8 \cdot Inf + \alpha_9 \cdot Prog) * Law$$

bu yerda $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha_7, \alpha_8, \alpha_9 \in [0;1]$ — mos ravishda ergonomiklik (*Safety*), iqtisodiy samaradorlik (*Eco*), tizimlilik (*Sist*), ishonchlilik (*Rel*), xavfsizlik (*Sec*), funkcionallik (*Func*), bilimlar sifati (*Know*), infratuzilma (*Inf*), ta'lim dasturlarining sifati (*Prog*) va TAT kontentining yoshga nisbatan belgilash to'g'risidagi qonunga muvofiqligi (*Law*) parametrlarining ta'lim axborot tizimining sifat darajasiga

(*Quality*) ta'siri koeffitsiyentlaridir.

TATning kerakli sifat darajasi haqidagi ma'lumotlarni birlashtirish uchun quyidagi sxema ishlab chiqilgan:

1. "Ta'mirga yaroqli" va «muammosiz ishlash» ko'rsatkichlarini kerakli darajasini, shuningdek, xizmat muddatini belgilash va TAT ishonchlilik ko'rsatkichini hisoblash.

Masalan, TAT ishonchlilik darajasini hisoblash uchun quyidagi formula taklif etiladi:

$$Rel = \alpha_1 \cdot Prig + \alpha_2 \cdot Rep + \alpha_3 \cdot SS ,$$

bu yerda $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \in [0;1]$ — mos ravishda tizimning umumiy ishonchlilik ko'rsatkichiga ta'sir etuvchi koeffitsiyentlar: buzilishlarsiz ishlash (*Rep*), xizmat muddati (*SS*) va ta'mirga yaroqlilik (*Prig*);

2. Zarur xizmat darajasini belgilash va axborot xavfsizligi (*AX*) ko'rsatkichini hisoblash;

3. TAT dan foydalanish tejamkorligi uchun zarur darajani belgilash;

4. TAT ergonomikligi uchun zarur darajani belgilash;

5. TAT tizimliliigi uchun zarur darajani belgilash;

6. TAT funkcionalligi uchun zarur darajani belgilash;

7. TAT bilimlar sifati uchun zarur darajani belgilash;

8. TAT infratuzilmasi uchun zarur darajani belgilash;

9. TAT ta'lim dasturlarining sifati uchun zarur darajani belgilash;

10. TAT ning zarur sifat darajasini hisoblash.

TAT ning hayotiy siklini aniqlangan bosqichlarini inobatga olgan holda uning sifatini boshqarish algoritmi ishlab chiqilgan, uning blok-sxemasi 2-rasmda keltirilgan.

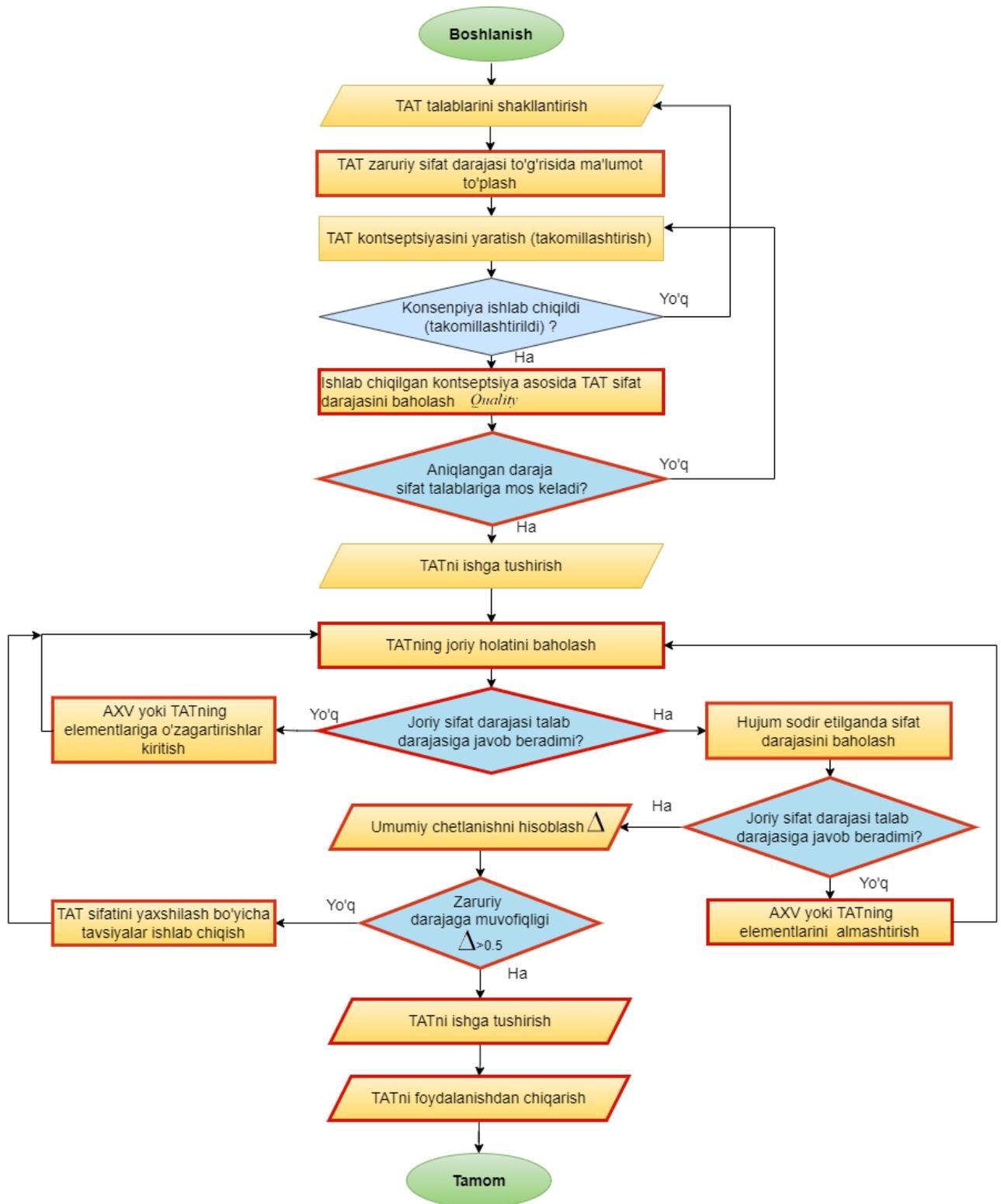
Hujum sodir etilganida TATning sifatini ehtimoliy darajasini baholagandan so'ng, QQSh tizimni sifatini oshirilishini maqsadga muvofiqligi haqida qaror qabul qiladi. Ushbu jarayon TATning sifatini zaruriy darajasini ehtimoliy darajasi bilan solishtirish natijalari asosida amalga oshiriladi. Taqqoslash mutlaq og'ishni Δ topish orqali amalga oshiriladi:

$$\Delta = Quality_p - Quality ,$$

bu yerda *Quality* — hujum amalga oshirilganida TAT ning ehtimoliy sifat darajasi; *Quality_p* — TAT ning kerakli sifat darajasi.

Δ ko'rsatkichi noravshan kattalikni ifodalaydi. Uni Δ miqdoriy ko'rinishga keltirish uchun defazzifikatsiya amalga oshiriladi.

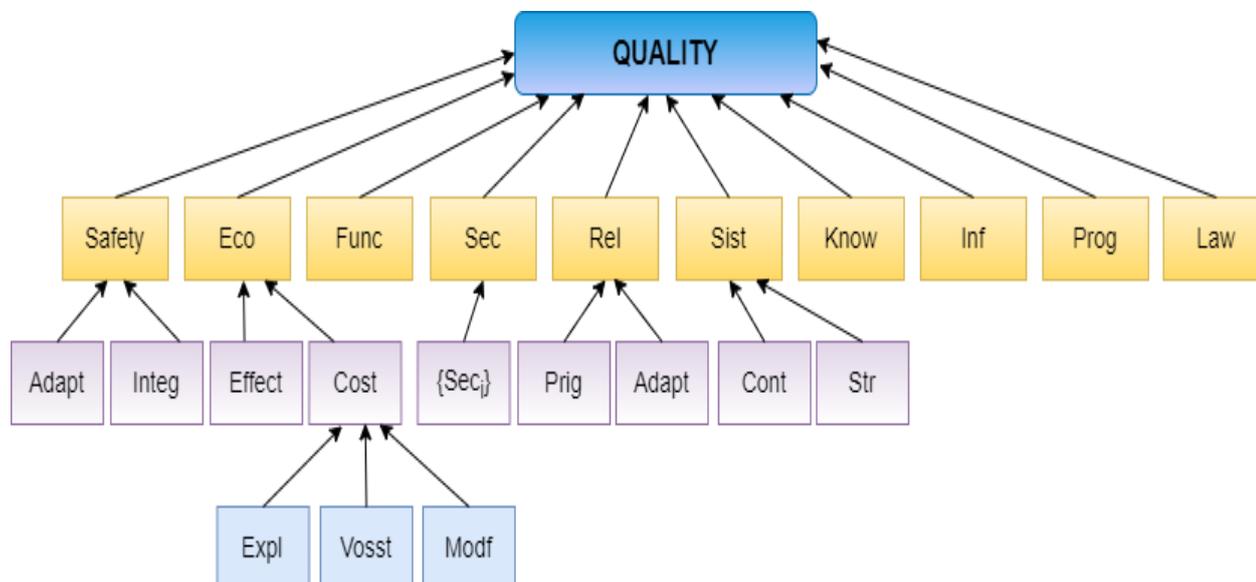
Dissertatsiyaning "Ta'lim axborot tizimining sifatini baholash va boshqarish metodikasini va algoritmlarini ishlab chiqish" deb nomlangan uchinchi bobi uchta paragrafdan iborat bo'lib, u TAT axborot xavfsizligini baholash yondashuvini va TAT axborot xavfsizligi darajasini baholashda qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash algoritmini noravshan xulosa asosida MATLAB dasturiy muhitidan foydalangan holda ishlab chiqishga bag'ishlangan. TAT sifatini mavjud darajasini baholash yodashuvining asosi noravshan kognitiv model hisoblanadi.



2-rasm. TAT sifatini boshqarish algoritmi

3-rasmda keltirilgan graf G noravshan kognitiv modelning asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. G grafda keltirilgan parametrlar tarkibi muassasaning axborot aktivlariga hujum sodir etilganda TAT sifatni ehtimoliy darajasini baholash uchun NKM tarkibiga kiruvchi parametrlarga mos keladi.

Predmet sohasi tahlili jarayonida aniqlanishicha, TATning mavjud axborot xavfsizligi darajasi axborot aktivlari va axborot xavfsizligi vositalarining (AXV) zararlanish intensivligi bilan bevosita bog‘liqdir. Ularning darajasi ko‘pincha qaror qabul qiluvchi shaxs (QQSh) tomonidan o‘zgarishlarni kuzatish orqali aniqlanadi va og‘zaki baholanadi.



3-rasm. TAT sifatini mavjud darajasini baholashdagi noravshan kognitiv model G grafi

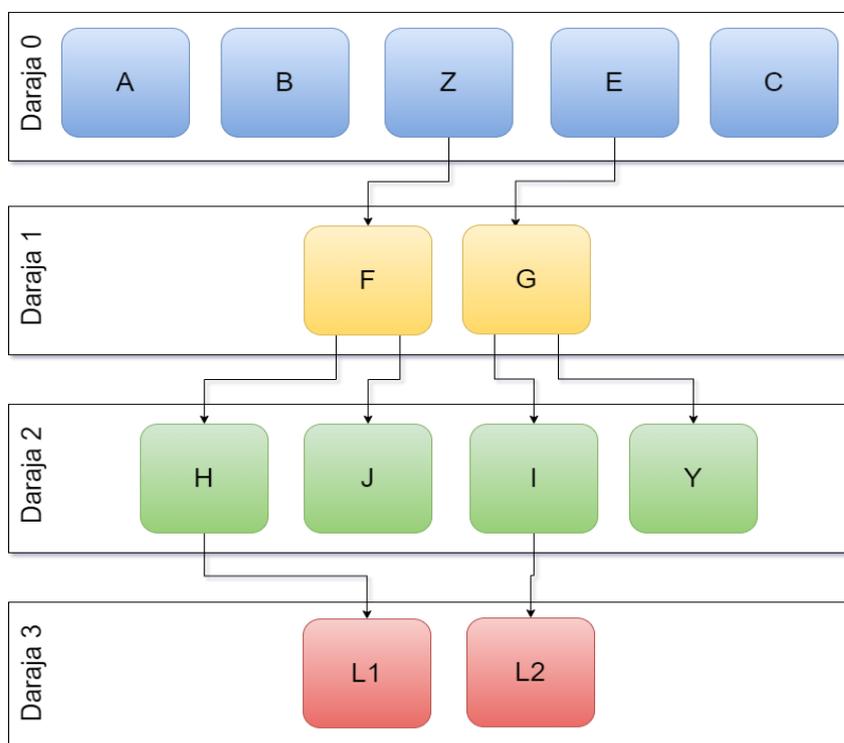
Ekspertlarning axborot aktivlari va axborot xavfsizligi vositalaridagi aniqlangan zararlanishlarning TATdagi barcha axborot xavfsizligi xizmatlariga ta‘sirini rasmiy shaklga keltirish uchun noravshan produktsion qoidalar to‘plamini ko‘rib chiqish maqsadga muvofiqdir. Bu qoidalar bilimlar bazasini (BB) tashkil etadi:

$$IF (\&_{i=1}^N [Pov_i == P_i]) Then (\&_{j=1}^M [(O_j)(K_j == S_j)]),$$

bu yerda: $P_i, S_j \in VP$ — aktivalar va AXV zararlanish darajalari hamda AX xususiyatlarini so‘z bilan tasvirlovchi qiymatlar; «==» operatori ikki kattalikni solishtirish vazifasini bajaradi; " $Pov_i == P_i$ " — i -chi aktiv yoki AXVning zararlanish darajasini belgilaydi; " $K_j == S_j$ " — j -chi xavfsizlik xizmatining holatini belgilaydi; O_j ekspertning natijaga bo‘lgan ishonch darajasini aks ettiradi va Xarrington metrikasi bo‘yicha quyidagi so‘z bilan ifodalangan munosabatlarga ega: 0,00–0,19 — ehtimollik juda past; 0,20–0,36 — ehtimollik past; 0,37–0,63 — ehtimollik o‘rtacha; 0,64–0,79 — ehtimollik yuqori; 0,80–1,0 — ehtimollik juda yuqori.

Bilimlar bazasini shakllantirishda shunday holat yuzaga kelishi mumkin: ayrim zararlarning yuqori darajasida boshqalarning darajasini aniqlash qiyinlashadi, chunki turli darajalarning elementlari o‘zaro bog‘liq bo‘ladi. Ushbu masalani yechish uchun to‘rt darajali zararlar iyerarxiyasi ishlab chiqildi (4-rasm).

Natijada shakllantirilgan qoidalar iyerarxik tuzilmaning bloklarida komponentlarning har bir darajadagi zararlarining AX xizmatlariga ta'sirini ifodalaydi. AX darajasini baholash tartibini takroriy blok-sxema sifatida ko'rsatish mumkin va bu sxema quyidagi bosqichlarni aks ettiradi:



4 - rasm. Aktivlar va AVXning zararlar iyerarxiyasi

1. Bilimlar bazasida mos keluvchi qoidani izlash;
2. Axborot xavfsizligi xizmatlarini ko'rib chiqilayotgan iyerarxik darajada bilimlar bazasidagi qoidalarga muvofiq baholash;
3. Tanqidiy darajadagi muhim zararlarga ega bloklarni o'rnatish va olib tashlash;
4. Xizmatlarning integral bahosini va TATning umumiy axborot xavfsizligi ko'rsatkichini hisoblash.

Shunday qilib, taklif etilgan TATning mavjud axborot xavfsizligi darajasini baholash usuli mavjud muqobillari bilan solishtirganda axborot resurslari va xavfsizlik vositalarining bir-biriga ta'sirini iyerarxik darajalarda, shuningdek, zararlarining holatiga doir sifatli ekspert baholarini hisobga oladi. Tegishli moslashtirilgan holda, taklif etilgan usul turli tizimlar va baholar uchun, masalan, foydalanish paytidagi xavfsizlikni baholash, yong'in xavfsizligini tahlil qilish va boshqa jihatlarni baholashda qo'llanilishi mumkin.

TATni baholashda qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash uchun noravshan xulosa tizimini amalga oshirishda MATLAB dasturiy majmuasi asosida Fuzzy Logic Toolbox maxsus paketidan foydalanilgan bo'lib, bu noravshan modellar va noravshan xulosa tizimlarini ishlab chiqish uchun vositalarni taqdim etadi.

X_1, X_2, X_3 — asosiy jihatlarga mos keluvchi kirish o'zgaruvchilar: Mavjudlik (Availability), Butunlik (Integrity) va Maxfiylik (Confidentiality). Chiqish

o'zgaruvchisi Y sifatida belgilangan bo'lib, TATning axborot xavfsizligi darajasi integral bahosini aks ettiradi.

Har bir kiruvchi va chiquvchi o'zgaruvchi uchun 5 ta tegishlilik funksiyasi belgilanadi, ularning turi - simmetrik **gauss** funksiyasi (gaussmf). Gauss taqsimoti uchun tegishlilik funksiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$\mu(x) = \exp\left(-\frac{(x-c)^2}{2\sigma^2}\right)$$

bu yerda c - tegishlilik funksiyasining markazi, σ - standart chetlanish.

Kiruvchi va chiquvchi o'zgaruvchilarni bog'laydigan qoidalar ishlab chiqiladi. Barcha qoidalar natijalarini birlashtirish uchun Mamdani usuli qo'llaniladi, bu esa natijalarni maksimin-kompozitsiya orqali birlashtiradi.

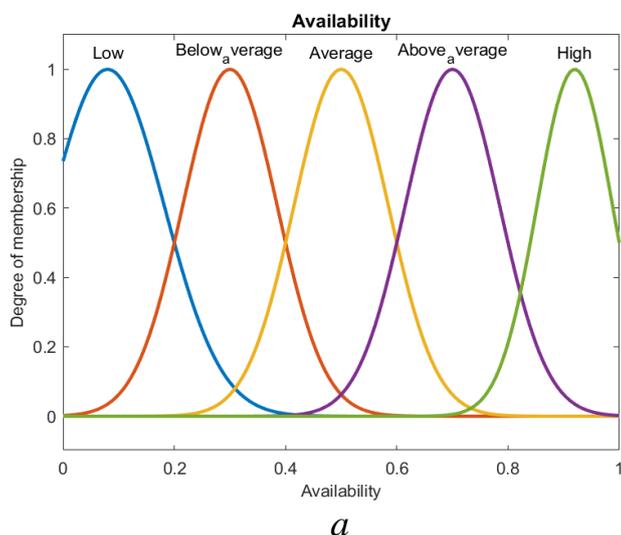
Optimallashtirishning maqsadi — bu etalon ma'lumotlar to'plami asosida bashorat qilingan va haqiqiy sifat o'rtasidagi xatoni minimallashtirishdan iborat.

MATLAB dasturidagi `fmincon` funksiyasi parametrlarni optimallashtirish uchun qo'llaniladi. Bu funksiyaning vazifasi — *gauss* tegishlilik funksiyalarining o'rtacha va standart qiymatlarining chetlanishlarini tahrirlash orqali cheklovlarni hisobga olgan holda maqsadli funksiyani minimallashtirish va eng yaxshi moslikka erishishdan iborat. Tegishlilik funksiyalari grafiklari ba'zi funksiyalarning kengroq yoki torroq bo'lganligini ko'rsatadi, bu model ishonchli bo'lgan qiymatlar diapazoni kattaroq yoki kichikroq bo'lganini anglatishi mumkin. Masalan, agar yuqori sifat (High) uchun tegishlilik funksiyasi toraygan bo'lsa, tizim endi yuqori sifat qanday ekanligini aniqroq belgilayotganini anglatishi mumkin.

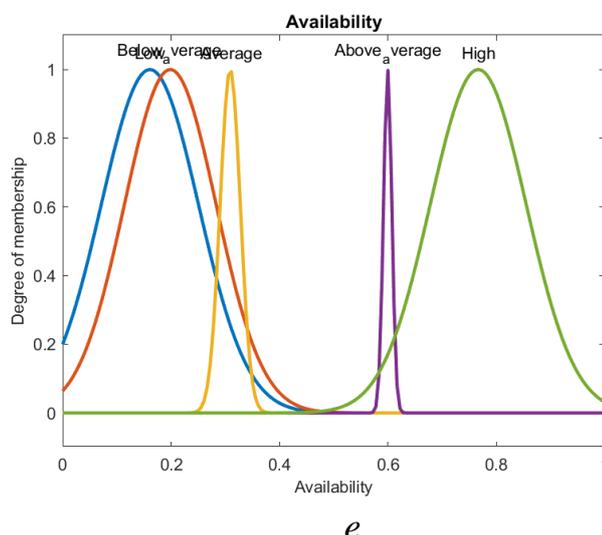
Shunday qilib, fmincon funksiyasidan foydalanish noravshan mantiqiy tizimni optimallashtirish jarayonida samarali vosita bo'lib, bu ko'p sonli parametrlar va cheklovlarga ega bo'lgan haqiqiy tizimlarni modellashtirishda ayniqsa dolzarbdir.

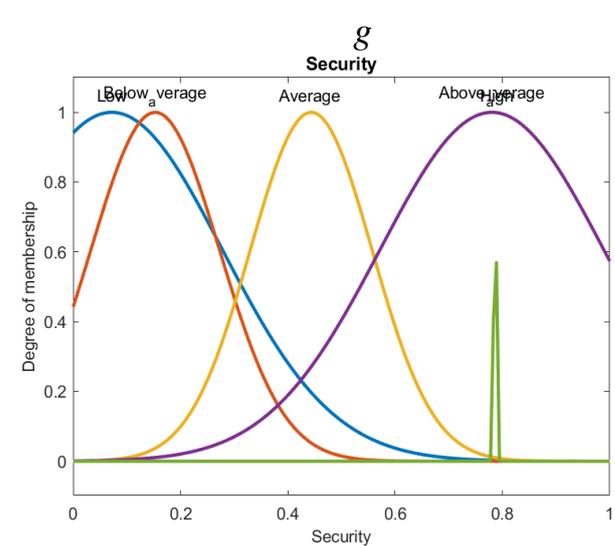
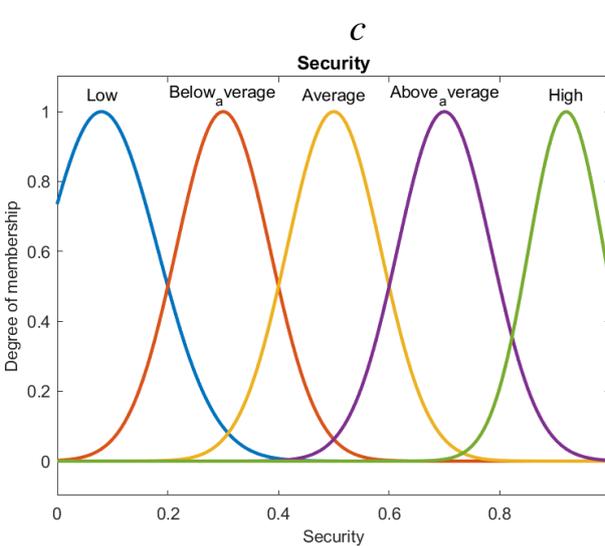
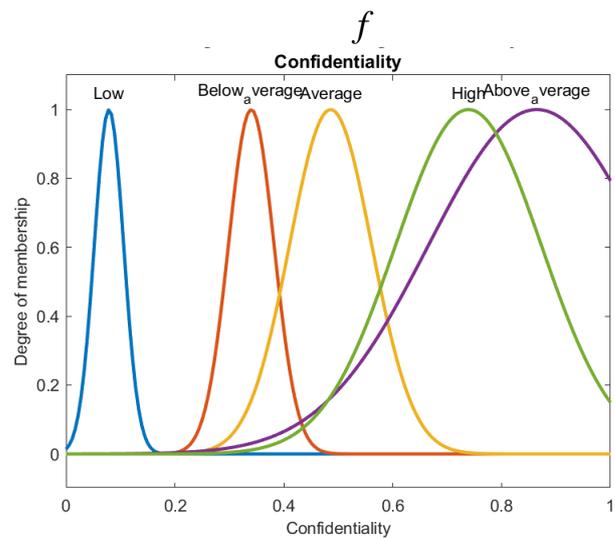
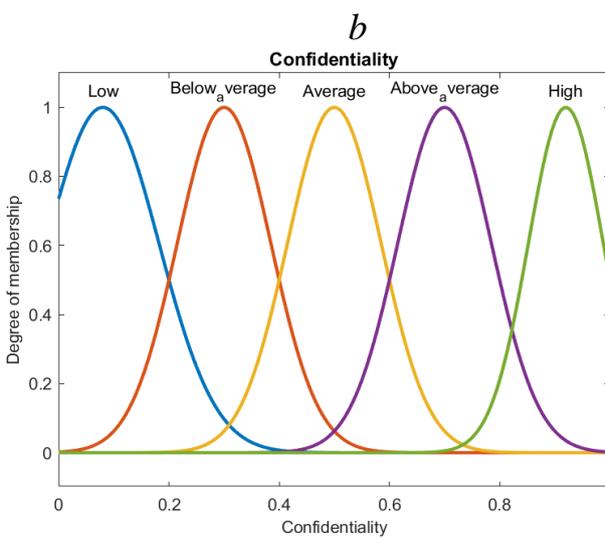
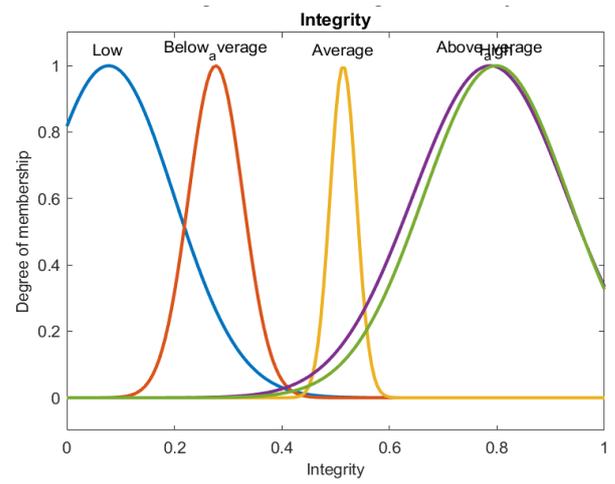
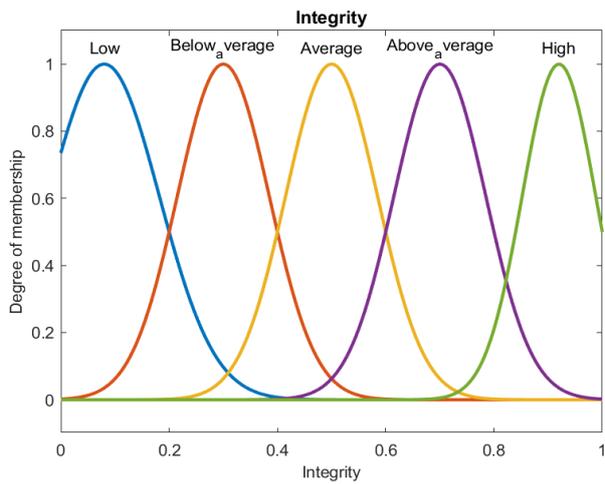
MATLAB muhitida Fuzzy Logic Toolbox maxsus paketi, Mamdani algoritmi va fmincon optimallashtirish funksiyasi yordamida ishlab chiqilgan TAT axborot xavfsizligi darajasini baholashga mo'ljallangan noravshan xulosa chiqarish tizimi, o'rganilayotgan jarayonlar bo'yicha qaror qabul qilishda QQShga aniq va to'g'ri natijalarni taqdim etadi.

Optimallashtirishdan oldin



Optimallashtirishdan keyin





6- rasm. Kirivchi (a , b , c – optimallashtirishdan oldin, e , f , g – optimallashtirishdan keyin) va chiqivchi (d – optimallashtirishdan oldin, h – optimallashtirishdan keyin) noravshan xulosalar tizimining o‘zgaruvchilari grafiklari.

Dissertatsiyaning to‘rtinchi “Ta’lim axborot tizimlarining sifatini baholash uchun dasturiy mahsulotlar majmuasi” bobi ishlab chiqilgan dasturiy mahsulotlar majmuasining tavsifini amalga oshiradigan va quyida taqdim qilingan funksiyalarni

amalga oshiradigan uchta paragrafdan iborat: TAT sifatini boshlang'ich darajasini baholash; Muassasaning axborot resurslarga hujumlar sodir etilganda TATning ehtimoliy sifat darajasini baholash.

Navoi davlat konchilik instituti va Navoiy shahar 1-sonli Davlat ixtisoslashtirilgan umumiy o'rta ta'lim maktabining TATni joriy sifat darajasi va hujum amalga oshirilganda ehtimoliy sifat darajasi baholandi, shuningdek, sifat darajasini oshirish bo'yicha qaror qabul qiluvchilarga tavsiyalar ishlab chiqildi.

Navoi davlat konchilik instituti uchun TATni zaruriy sifat darajasi «Yuqori» ($\Omega=1,0$) deb belgilandi. Zaruriy darajani baholash usuliga ko'ra natija «Yuqori» ($\Omega=0,53$) bo'ldi. TATning mavjud sifat darajasi «O'rtadan yuqori» ($\Omega=1,0$) deb belgilandi. Mavjud sifat darajasi bahosi «O'rtadan yuqori» ($\Omega=0,55$) deb aniqlandi. Mavjud va zaruriy sifat darajalari o'rtasidagi og'ish hisoblab chiqildi: $\Delta_{\theta}= 0,2$. QSh fikriga ko'ra, bu og'ish ko'rsatkichi chegarada maqbul darajada bo'lgani sababli QSh sifat darajasini oshirishga qaror qildi. Shuningdek, sifat darajasini «Yuqori» darajaga ko'tarish sharti bilan institut axborot aktivlariga hujum sodir etilganda, TATning mumkin bo'lgan sifat darajasi ham hisoblandi. Bu ko'rsatkich «O'rta» ($\Omega=0,93$) deb baholandi. Institut axborot aktivlariga hujum amalga oshirilganda mumkin bo'lgan TAT sifat darajasi va zaruriy sifat darajasi o'rtasidagi og'ish: $\Delta_{\theta} = 0,31$. QSh fikriga ko'ra, Δ_{θ} yo'l qo'yib bo'lmaydigan darajada ekanligi sababli, bu ko'rsatkichni oshirish vazifasi qo'yildi. Shu maqsadda, TATdagi hodisalar bo'yicha audit o'tkazish uchun batafsil reglamentlar ishlab chiqish, yangi marshrutizatorlar sotib olish, operatsion tizimlarni yangilash, institut tizimida rollar siyosatida mukammal sozlashlarni amalga oshirish kabi chora-tadbirlarni qabul qilishga qaror qilindi. Taklif etilgan chora-tadbirlarni tadbqiq qilish, TATni axborot xavfsizligi sifatining hujumlar sodir etilganda zaruriy sifat darajasini «O'rtadan yuqori» ko'rastgichiga ko'tarishga muvaffaq bo'ldi.

1-jadval.

NDKIda TAT sifatini baholash ma'lumotlari

	Ishlab chiqilgan metodika asosidagi baholar va tavsiyalar	Autsorsing kompaniyasining hisobotlariga asoslangan baholar
Mavjud sifat darajasini baholash	O'rtadan yuqori	Yuqori
Mavjud sifat darajasini oshirish bo'yicha tavsiyalar	Ish joylaridagi ish stansiyalarida Windows 10 Pro operatsion tizimini qayta o'rnatish, TATning moslashuvchanligi va tuzilishini oshirish maqsadida, institut ichki tarmog'ini modernizatsiya qilish	Berilmagan
Tahdidlar amalga oshirilganda ehtimoliy sifat darajasini baholash	O'rta	O'tkazilmagan
Tahdidlar amalga oshirilganda ehtimoliy sifat darajasini oshirish bo'yicha tavsiyalar	Insidentlar bo'yicha audit o'tkazish uchun batafsil qoidalarni ishlab chiqish, yangi marshrutizatorlar sotib olish, operatsion tizimni yangilash, institut tizimida rollar siyosatini yanada mukammal sozlash	Berilmagan

Hisob-kitoblar jarayonida ishlab chiqilgan baholash algoritmlari qo'llanilib olingan natijalar Navoiy davlat konchilik institutining TAT sifatini har chorakda baholab boruvchi outsorsing kompaniyasining hisobotlari ma'lumotlari bilan solishtirildi. Qiyosiy tahlil natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

Ikki baholash natijalari bo'yicha qiyosiy tahlil shuni ko'rsatdiki, outsorsing kompaniyasi qo'llayotgan usul TATning axborot xavfsizligini ta'minlashga oid sifat ko'rsatkichlarini inobatga olmaydi, bu esa mavjud TAT sifat darajasini baholash samaradorligini sezilarli darajada pasaytiradi.

Taqdim etilgan yondashuv asosida ishlab chiqilgan takliflarni tajriba tarzida joriy etish, TAT sifatning mavjud darajasini «Yuqori» darajagacha oshirish imkonini berdi; TAT sifatining mumkin bo'lgan darajasi esa axborot aktivlariga hujumlar sodir etilganda «O'rta» darajadan «O'rtadan yuqori» darajagacha ko'tarildi.

Shuningdek, ishlab chiqilgan yondashuv va uning dasturiy ta'minotidan foydalanish quyidagilarga erishish imkonini berganligini ta'kidlash muhim: №1 - DIUM uchun TAT sifatini baholash vaqtni 1,4 martaga qisqartirdi, TAT sifatini baholash xarajatlarini 2,3 martaga kamaytirdi; NDKI uchun TAT sifatini baholash vaqtni 1,37 martaga qisqartirdi, TAT sifatini baholash xarajatlarini 3,54 martaga kamaytirdi. Ta'lim axborot tizimining sifatini baholash bo'yicha dasturiy kompleksdan foydalanish masofaviy ta'lim jarayonida texnik nosozliklar va xatolar paydo bo'lganda o'z vaqtida javob berishga imkon berdi.

XULOSA

Ta'lim axborot tizimining sifatini baholashning ilmiy masalalarini yechishga oid dissertatsiya tadqiqotlari natijasida quyidagi asosiy natijalarga erishildi:

1. Axborot tizimlarining sifatini baholashda qo'llaniladigan mavjud modellar va algoritmlar tahlil qilinib, TATning sifatini baholash integrativ yondashuvga asoslanishi kerakligi aniqlandi, bu o'z navbatida, miqdoriy va sifat metodlarini birlashtirish orqali aniq va keng qamrovli baholashni amalga oshirish imkonini beradi;

2. Noaniqlik sharoitida ta'lim axborot tizimlarining sifatini baholash masalasini yechishda noravshan kognitiv modellashtirishdan oqilona foydalanish natijasida TAT sifatini baholash uchun birlashtirilgan mezon ishlab chiqildi, bu bir nechta muhim ko'rsatkichlarni yagona integratsiyalashgan ko'rsatkichga birlashtirish, subyektiv ekspert baholashining axborotlilikini yaxshilash va TAT hayot siklining turli bosqichlarida sifat boshqaruvi jarayonining samaradorligini oshirish imkonini beradi;

3. Tanlangan parametrlar va ularning umumiy sifat ko'rsatkichiga ta'siri, o'zgarishlari hamda sabab-oqibat aloqalarini tahlil qilish uchun ekspertlarning lingvistik baholarini sust formalashtirilganligini hisobga oladigan va sifat ko'rsatkichlarini miqdoriy ko'rsatkichlarga aylantirish imkonini beradigan noravshan-kognitiv model ishlab chiqildi;

4. Noravshan xulosalar tizimi asosida ishlab chiqilgan TAT sifatini kompleks baholash va boshqarish algoritmi, tizim haqidagi boshlang'ich ma'lumotlarni

yig'ish, tahlil qilish va qo'llash tartibini, hamda TAT mavjud sifat darajasini oshirishga qaratilgan amallar ro'yxatini shakllantirish orqali TAT hayot siklining turli bosqichlarida ko'rsatkichlarni boshqarish imkonini beradi.

5. TATni mavjud va hujum sodir etilganda ehtimoliy sifat darajasini baholash uchun ishlab chiqilgan noravshan-kognitiv modellari shuningdek, ular asosidagi metodika va algoritmlar, ekspertlarning baholarini subyektivligini hisobga olgan holda TAT sifat ko'rsatkichini baholash imkonini beradi;

6. Ishlab chiqilgan metodika va algoritmlar ehtimoliy sifat darajasini baholash va uni talab qilingan daraja bilan solishtirish, QQShga tizimni yaxshilash zaruriyati haqida asoslangan qarorlar qabul qilish imkonini yaratadi. Bu jarayon noravshan to'liq og'ish ko'rsatkichini joriy etishga asoslangan bo'lib, aniqroq baholash va nomutanosibliklarni aniqlashni ta'minlaydi;

7. Ta'lim axborot tizimi sifatini boshqaruvi uchun ishlab chiqilgan algoritm, axborot xavfsizligi darajasini baholashda qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash algoritmini o'z ichiga olgan holda, axborot xavfsizligini tizimli ravishda takomillashtirishni ta'minlab, ehtimoliy tahdidlarga o'z vaqtida javob berish va belgilangan standartlar hamda talablarga muvofiq yuqori darajadagi himoyani qo'llab-quvvatlash imkonini beradi;

8. TAT sifatini baholash natijalarini vizualizatsiya qilish va intuitiv tushunarli interfeys yaratish uchun Mamdani modeli asosida MATLAB muhitida Fuzzy Logic Toolbox paketidan foydalangan holda barcha darajalarda asoslangan boshqaruv qarorlarini qabul qilishga yordam beradigan maxsus noravshan xulosa tizimi ishlab chiqildi. *fmincon* funksiyasidan foydalangan holda noravshan xulosa tizimini optimallashtirish, uning parametrlarini aniq sozlash orqali belgilangan cheklovlarni hisobga olgan holda modelning sifatini sezilarli darajada yaxshilash imkonini berdi;

9. Taqdim etilgan metodika asosida TATning mavjud va hujumlar sodir etilganda ehtimoliy sifat darajasini baholaydigan dasturiy majmua ishlab chiqildi;

10. TATning mavjud sifat darajasini baholash, zaruriy sifat darajasini hisoblash va axborot resurslariga hujum sodir etilganda ehtimoliy sifat darajasini baholash funksiyalarini amalga oshiruvchi dasturiy modullar majmuasi Navoiy davlat konchilik institutida, Navoiy shahridagi 1-ixtisoslashtirilgan davlat umumta'lim maktabida hamda Navoiy viloyat Xalq ta'limi xodimlarining malakasini oshirish va qayta tayyorlash hududiy markazida joriy etildi.

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

НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЁРКУЛОВ БЕХЗОД АБДУГАББАРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ
КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ
СИСТЕМ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОГО КОГНИТИВНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

05.01.02 – «Системный анализ, управление и обработка информации»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам

Навои – 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инновации Республики Узбекистан за номером В.2024.3.PhD/Т3629.

Диссертация выполнена в Навоийском государственном университете.

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

Научный руководитель:	Сулюкова Лариса Фаритовна доктор технических наук, старший научный сотрудник
Официальные оппоненты:	Мухамедиева Дилдора Кабиловна доктор технических наук, доцент Кабилджанов Александр Сабитович кандидат технических наук, доцент
Ведущая организация:	Наманганский государственный университет

Защита диссертации состоится « ____ » _____ 2024 г. в ____ часов на заседании Научного совета DSc.03/26.05.2022.Т.10.05 при Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» (Адрес: 100095, г.Ташкент, ул. Кори Ниязий, 39. Тел.: (99871) 237-46-68, факс: +(99871) 237-19-36, e-mail: admin@tiame.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» (регистрационный номер №244). (Адрес: 100095, г.Ташкент, ул. Кори Ниязий, 39. Тел.: (99871) 237-46-68).

Автореферат диссертации разослан « ____ » _____ 2024 года.
(протокол рассылки № ____ от « ____ » _____ 2024 г.).

Н.С. Маматов
Председатель научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

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

М.А. Исмаилов
Председатель научного семинара
при научном совете
по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире растет потребность к исследованиям в области цифровой трансформации образования, подразумевающей глобальный переход к моделям дистанционного и гибридного обучения, основой которого являются образовательные информационные системы (ОИС). Традиционные методы оценки качества информационных систем, которые полагаются на количественные показатели, не охватывают требования образовательных информационных систем, характеризующихся динамично развивающимися технологиями, методологиями и методами обучения. В США, Канаде, Японии, Великобритании, Германии, Франции, Российской Федерации особое внимание уделяется исследованиям в контексте управления качеством ОИС на основе нечёткого когнитивного моделирования (НКМ), позволяющего включать неопределенность, субъективность и взаимозависимость в процесс оценки качества информационных систем и значительно улучшить процессы принятия решений.

В мире уникальных характеристик образовательных информационных систем, которые заключаются в их недостаточной структурированности и сложной формулировке задач, проводятся исследования, направленные на оценку качества этих систем. Эти исследования сосредоточены на оценке и улучшении этих систем с использованием передовых методологий, таких как НКМ, что даёт возможность значительно повысить качество образования. Важно при этом учитывать неопределенность и неполноту исходной информации о состоянии функциональных элементов, отсутствие данных о влияющих на работоспособность системных факторов. Одним из них является большое количество показателей, которые могут быть критическими для эффективной работы системы. В связи с этим возникает потребность в обеспечении оптимального уровня показателей качества образовательной информационной системы на каждом этапе ее жизненного цикла, ключевым пунктом в котором выступает разработка алгоритмов оценки и управления.

В Республике активно проводится цифровая трансформация в различных секторах, включая развитие информационных систем, а также формирование единой информационной среды для управления образовательными процессами. В рамках реализации Стратегии «Цифровой Узбекистан-2030» в числе прорывных мер по активному развитию в области развития цифровой инфраструктуры и цифрового образования, определены такие задачи, как «...создание ИТ-инфраструктуры, оснащение компьютерной техникой, а также организовать внедрение информационных систем и обучение их ответственных работников²...». Приверженность модернизации образования с помощью цифровых платформ и сред онлайн-обучения создаёт растущий спрос на исследования качества этих систем.

² Указ Президента Республики Узбекистан от 5 октября 2020 года ПП-6079 «Об утверждении стратегии «Цифровой Узбекистан-2030» и мерах по ее эффективной реализации»

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан №УП-6079 «Об утверждении Стратегии «Цифровой Узбекистан-2030» и мерах по её эффективной реализации» от 5 октября 2020 года, Постановлениями Президента Республики Узбекистан № ПП-4851 от 6 октября 2020 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы образования в области информационных технологий, развитию и интеграции научных исследований с IT-индустрией», № ПП-357 от 22 августа 2022 года «О мерах по поднятию на новый уровень сферы информационно-коммуникационных технологий в 2022-2023 годах», а также другими нормативно-правовыми актами, принятыми в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий IV. «Информатизация и развитие информационно-коммуникационных технологий».

Степень изученности проблемы. Теоретические и прикладные исследования различных аспектов оценки и прогнозирования качества информационных систем нашли отражение в трудах зарубежных ученых. Основные принципы и методы оценки, а также методики управления оценкой качества, которые являются характерными для специализированных систем нашли отражение в трудах В.Boehm, А.Н.Щенников, В.В.Ступкин, Л.В.Глухова, А.А.Харитонов, М.В.Белов, М.С.Логачёв, А.К.Гришко, Г.Н.Исаев, А.А.Рыков, R. Prieto-Diaz, Carlo Batini. Исследования, связанные с описанием отдельных параметров, определяющих качество, освещены в работах А.В.Баранова, В.К.Дедков, Т.Тейер, Gurpreet Dhillon, Gurvirender Tejaу, И.М.Ажмухамедов, В.Ю.Анисимов, Reijo Savola, P. M. Юсупов, А.А.Белых, Е.О. Дмитриева и других ученых. Теории нечетких множеств уделено внимание в многочисленных исследованиях таких иностранных ученых, как: Л.Заде, Д.Дюбуа, Д.Прада, Э.Мамдани, М.Сугено, Т.Такахи, М.Джамшиди, С.А.Орловского, О.И.Ларичева, Д.А.Поспелова и других учёных.

В Узбекистане большой вклад в разработку моделей и алгоритмов на основе нечетких множеств и нечеткой вывода внесли Н.Р.Юсупбеков, Ф.Б.Абуталиев, Т.Ф.Бекмуратов, Р.Х.Хамдамов, Д.Т.Мухамедиева, М.А.Исмаилов, А.С.Кабильджанов, Н.С.Маматов, С.С.Раджабов и другие учёные.

Однако, существующие методы недостаточно углубленно анализируют уникальные аспекты задачи оценки качества информационных систем, прежде всего наличие субъективной неопределенности, связанной с необходимостью широкого использования экспертной информации. Также предложенные авторами подходы не всегда включают перечень рекомендуемых показателей в соответствии с международными нормативно-правовыми актами.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование проводилось в

рамках плана научно-исследовательских работ по проекту БВ-В-Ф4-011 «Методы и алгоритмы решения нечетких задач интеллектуального анализа данных в условиях неопределенности» (2017-2020 гг.).

Целью исследования является разработка алгоритмов оценки и управления качеством образовательных информационных систем для обеспечения, соответствующего международным стандартам уровня в условиях неопределённости данных.

Задачи исследования:

на основе анализа существующих моделей и алгоритмов оценки качества информационных систем, выявить особенности оценки образовательной информационной системы;

обосновать необходимость применения комплексного подхода оценки качества образовательной информационной системы;

разработать совокупный критерий оценки качества образовательной информационной системы, позволяющий объединить несколько ключевых показателей в единый интегрированный показатель;

разработать модель для оценки воздействия, динамики, а также выявления причинно-следственных связей между выбранными показателями и их влияния на общий уровень качества;

разработать алгоритмы комплексной оценки и управления качеством образовательной информационной системы в условиях неопределённости и противоречивости данных;

разработать программный комплекс, для совершенствования процесса принятия решений по обеспечению соответствующего международным стандартам уровня качества.

Объектом исследования является качество образовательной информационной системы.

Предмет исследования составляют методы, модели и алгоритмы оценки и управления качеством образовательных информационных систем.

Методы исследования. В ходе исследования использованы методы статистического анализа, методы когнитивного моделирования, методы теории нечетких множеств, методы экспертных оценок и эмпирические методы.

Научная новизна исследования:

сформулирован комплексный критерий оценки качества образовательной информационной системы, который учитывает неопределенности и изменения в данных, позволяет повысить точность итоговой оценки качества, обеспечивая при этом объективность и прозрачность в процессе принятия решений, а также разработаны рекомендации по улучшению качества информационной системы;

разработана оптимизационная нечеткая когнитивная модель оценки образовательной информационной системы, учитывающая слабоформулируемость лингвистических оценок экспертов и позволяющая интерпретировать качественные показатели в количественные;

разработан алгоритм управления качеством образовательной информационной системы, который включает алгоритм поддержки принятия решений при оценке уровня информационной безопасности;

разработана методика комплексной оценки качества образовательной информационной системы на различных стадиях жизненного цикла, позволяющая идентифицировать проблемные области и формировать управленческие решения для повышения качества системы.

Практические результаты исследования заключаются в разработке, на основе предложенной методики, программного комплекса, реализующего оценку исходного уровня качества образовательной информационной системы, а также оценку возможного уровня качества ОИС в случае реализации атак на неё.

Достоверность результатов исследования. Степень достоверности научных положений и выводов определяется корректным применением методов исследований, подтверждается вычислительными экспериментами, проверкой адекватности моделей, их согласованностью с имеющимися научными результатами, а также успешным внедрением результатов работы, что отражено в соответствующих актах.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в повышении эффективности оценки качества образовательных информационных систем на основе методов нечеткого когнитивного моделирования, позволяющего учитывать множество факторов и их взаимодействие в реальном времени, что обеспечивает более точную и адаптивную оценку в условиях быстро меняющихся требований и условий эксплуатации информационной системы.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработанной методике и программного комплекса комплексной оценки качества ОИС на различных стадиях ее жизненного цикла.

Внедрение результатов исследования. На основе программного комплекса, созданного на основе существующих и предлагаемых алгоритмов оценки качества и управления образовательными информационными системами:

программный комплекс по оценке качества образовательных информационных систем был апробирован и внедрен в Навоийском государственном горном институте (Справка №01/11-01/10-51 от 14 июня 2023 года с республиканского центра образования при Министерстве дошкольного и школьного образования Республики Узбекистан) для оценки образовательной информационной системы. В результате это позволило сократить время оценки качества образовательной информационной системы в 1,37 раза и снизить затраты на оценку качества образовательной информационной системы в 3,54 раза;

программный комплекс, созданный на основе реализации моделей, методики и алгоритмом оценки уровня качества образовательных информационных систем, а также веб-приложение в виде системы поддержки принятия решения по маркировке образовательного контента, принято в эксплуатацию и используется для поддержания деятельности ГСОШ № 1 г. Навои (Справка №01/11-01/10-51 от 14 июня 2023 года с республиканского центра образования при Министерстве

дошкольного и школьного образования Республики Узбекистан). В результате применение разработанной методики и ее программной реализации дало возможность, уменьшить время оценки качества ОИС в 1,4 раз и снизить стоимость затрат на оценку качества ОИС в 2,3 раза;

программный комплекс по оценке качества образовательных информационных систем был внедрен в Навоийском региональном центре повышении квалификации и переподготовки кадров Народного образования (Справка №01/11-01/10-51 от 14 июня 2023 года с республиканского центра образования при Министерстве дошкольного и школьного образования Республики Узбекистан) для оценки образовательной информационной системы. В результате это позволило сократить время оценки качества образовательной информационной системы в 2,2 раза и снизить затраты на оценку качества образовательной информационной системы в 1,7 раз.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования обсуждены на 5 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 19 научных работ, из них 1 в изданиях Scopus, 7 в научных журналах Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, получено 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 117 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, определены цель и задачи, объект и предмет исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, приведены сведения о внедрении в практику результатов исследования, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Анализ подходов к обеспечению качества информационных систем в образовании**» на основе проведённого анализа межотраслевых, государственных и международных стандартов, определен термин «качество информационной системы», а также описаны его ключевые аспекты.

Согласно международным стандартам, одним из основных параметров оценки качества ОИС, является ее обеспеченность сервисами информационной безопасности (ИБ). Разработка методики оценки ИБ, которая возможна в случае атаки на информационные ресурсы образовательной организации даёт возможность оценить состояние сервисов ИБ не только в настоящий момент, но и в различных ситуациях. В функционал

системы управления качеством входит не только препятствовать потенциальным воздействиям, но и ликвидировать последствия уже имевших место атак на ОИС. В связи с этим можно сделать вывод, что управление качеством ОИС — это интегрированная схема управления и она должна включать в себя и оценку имеющегося и возможного будущего состояния системы в результате негативного воздействия на нее.

В результате анализа научной литературы и нормативно-правовых актов, был сформулирован критерий «качество ОИС», который характеризуется следующими параметрами: эргономичность, экономичность, системность, надежность, безопасность, функциональность, качество знаний, инфраструктура, качество учебных программ. В свою очередь, каждый из них может характеризоваться дополнительными параметрами. Это дает возможность определять термин «качество ОИС» как интегрированный критерий.

Учитывая важность, сложность и многоаспектность процесса анализа оценок и управления качеством ИС в условиях неопределенности исходных данных, было принято целесообразно применить методологию НКМ процесса оценки и управления качеством ИС. Его предпочтение обусловлено способностью формализовать аспекты, которые сложно измерить количественно, а также использовать данные, которые являются нечеткими, неполными или противоречивыми.

Подвергнуты детальному анализу доступные методы для оценки качества информационных систем. По итогам исследования было выявлено, что существующие подходы не учитывают изменения, происходящие с системой в различные временные отрезки, а также слишком узко сосредоточены на оценке ее настоящего состояния, пренебрегая уникальными особенностями образовательных информационных систем. Сделаны выводы о необходимости разработки моделей, методик и алгоритмов, устраняющих перечисленные недостатки.

Вторая глава диссертации **«Нечёткое когнитивное моделирование оценки качества образовательной информационной системы в условиях реализации угроз»** состоит из четырех параграфов и посвящена использованию нечеткого когнитивного моделирования как основного математического аппарата при решении задачи управления качеством образовательной информационной системы.

Для того, чтобы формализовать оценки отдельных составляющих качества ОИС предложено ввести лингвистическую переменную «Величина параметра» и противопоставить ей терм-множество значений, обозначенное как VP . Это терм-множество будет включать в себя 5 уровней, принадлежащих неотрицательной области оценок:

$$VP = \{ \text{«0»}; \text{Низкий } (D); \text{Средний } (C); \text{Выше среднего } (B); \text{Высокий } (A) \}$$

Для визуализации VP в графическом формате была разработана классификационная система, основанная на пяти уровнях. Суть этой системы

заключается в том, что функции принадлежности нечетких чисел на отрезке $[0,1] \in \mathbb{R}$, эквивалентны трапеции:

$$\{\langle \text{«Нуль»} \rangle (0; 0; 0,15; 0,25); D(0,15; 0,25; 0,35; 0,45); C(0,35; 0,45; 0,55; 0,65); B(0,55; 0,65; 0,75; 0,85); A(0,75; 0,85; 1; 1)\}$$

Графический вид классификатора приведен на рисунке 1, допустимые значения представляют собой нечеткие числа, которые имеют вид $N(z_1, z_2, z_3, z_4)$. В этой записи z_1 и z_4 соответствуют абсциссам нижнего основания трапеции, а z_2 и z_3 - абсциссам верхнего основания.

Такой нечеткий классификатор имеет преимущество, потому что его можно использовать даже тогда, когда о параметре не известно ничего, кроме интервального значения.

В рамках диссертационного исследования нечеткий классификатор с 5-ью уровнями уместен, при этом его отрицательные оценки предполагается использовать исключительно для нахождения отклонения оценок уровня качества ОИС от необходимых.

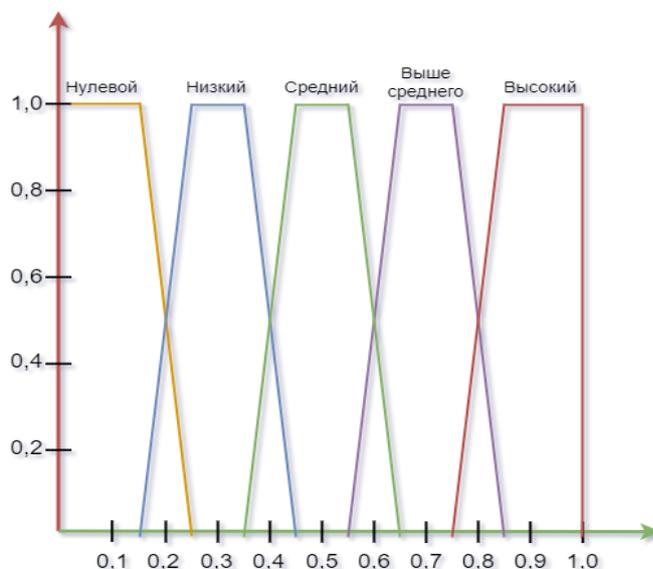


Рисунок 1. – Графический вид нечеткого классификатора

Для нахождения инверсии приращения параметра P целесообразно использовать формулу:

$$Inv(P) = 1 - \mu(P)$$

Для избегания утраты качества и объективности данных в процессе их одновременного использования, необходимо применять специальную методику, основанную на использовании точного значения количественного параметра P_i . Для этой цели данный параметр подвергается нормированию, что позволяет получить нормированное значение \bar{P}_i согласно следующей формуле:

$$\bar{P}_i = \frac{P_i - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}}$$

где P_{\max} и P_{\min} - наибольшее и наименьшее значение P_i .

Нормирование величин позволяет представить параметр в виде одного числового интервала $[0, 1]$. После этого их значения приводят к виду нечеткого числа $X(a_1, a_2, a_3, a_4)$, в котором $a_1 = a_2 = a_3 = a_4 = \bar{P}_i$. Необходимо также

учесть, что вычисления могут иметь погрешность δ , в таком случае $a_1 = a_2 - d$; $a_2 = a_3 = \bar{P}_i$; $a_4 = a_3 - \delta$. Далее, реализуется принцип выполнения операций над качественной и количественной информацией совместно.

Для распознавания полученных в результате операций над нечеткими числами значений вычислим меру схожести, как:

$$\Omega = \frac{1 + \tilde{\rho}}{2}$$

$$\tilde{\rho} = \frac{\rho_{in} - \rho_{out}}{\rho_{in} + \rho_{out}}$$

$$\text{где } \rho_{in} = \int_{a_1}^{a_4} \min[\mu_A(x); \mu_B(x)] dx; \rho_{out} = \left| \int_{b_1}^{b_4} [\mu_B(x)] dx - \rho_{in} \right|.$$

Переменной ρ_{out} обозначена часть нечеткого числа $B(b_1, b_2, b_3, b_4)$, лежащая за пределами нечеткого числа $A(a_1, a_2, a_3, a_4)$; ρ_{in} – часть, находящаяся внутри нечеткого числа.

Вычисленная таким образом мера схожести, значение которой находится в интервале $[0, 1]$, представляет собой близость определенной свёртки к тому или иному нечеткому числу (эталонному терм-множеству). При этом наблюдается следующее соответствие – высокая мера схожести означает высокое соответствие элементу терм-множества VP .

В рамках решения задачи объединения данных о необходимом уровне качества ОИС и оценки её качества совокупный критерий оценки качества, сформулированный на основе международных стандартов серии ISO 9000 и различных групп показателей качества, заданными ЛППР, представим в виде:

$$\begin{aligned} \text{Quality} = & (\alpha_1 \cdot \text{Safety} + \alpha_2 \cdot \text{Eco} + \alpha_3 \cdot \text{Sist} + \alpha_4 \cdot \text{Sec} + \alpha_5 \cdot \text{Rel} + \alpha_6 \cdot \text{Func} + \\ & + \alpha_7 \cdot \text{Know} + \alpha_8 \cdot \text{Inf} + \alpha_9 \cdot \text{Prog}) * \text{Law} \end{aligned}$$

где соответственно $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha_7, \alpha_8, \alpha_9 \in [0; 1]$ коэффициенты влияния параметров эргономичность (*Safety*), экономичность (*Eco*), системность (*Sist*), надежность (*Rel*), безопасность (*Sec*), функциональность (*Func*), качество знаний (*Know*), инфраструктура (*Inf*), качество учебных программ (*Prog*), соответствие требованиям контента ОИС закону о возрастной маркировке (*Law*) на уровень качества образовательной информационной системы (*Quality*).

Для объединения информации о необходимом уровне качества ОИС разработан следующий алгоритм:

1. Задать необходимый уровень показателей «пригодность к ремонту» и «безотказность», срок службы и рассчитать показатель надежности ОИС.

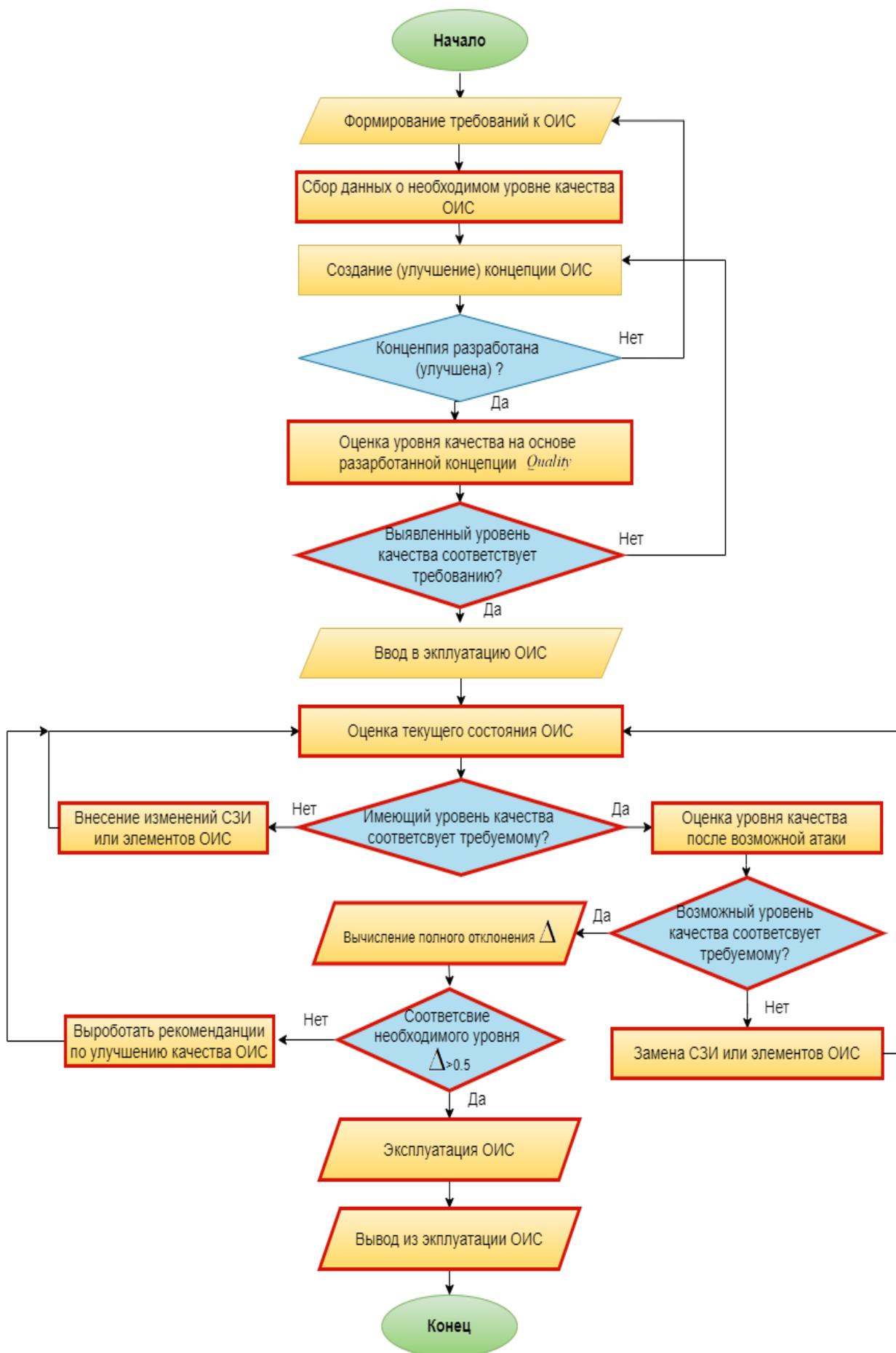


Рисунок 2. Алгоритм управления качеством ОИС.

Например для вычисления уровня надежности ОИС предлагается использовать формулу:

$$Rel = \alpha_1 \cdot Prig + \alpha_2 \cdot Rep + \alpha_3 \cdot SS ,$$

где соответственно $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \in [0;1]$ – коэффициенты влияния безотказности (*Rep*), срока службы (*SS*) и пригодности к ремонту (*Prig*) на совокупный показатель надежности системы.

2. Задать необходимый уровень сервисов и вычислить показатель ИБ.

3. Задать необходимый уровень экономичности использования ОИС.

4. Задать необходимый уровень эргономичности ОИС

5. Задать необходимый уровень системности ОИС

6. Задать необходимый уровень функциональности ОИС

7. Задать необходимый уровень качества знаний ОИС

8. Задать необходимый уровень инфраструктуры ОИС

9. Задать необходимый уровень качества учебных программ ОИС

10. Вычислить необходимый уровень качества ОИС.

С учетом выявленных этапов жизненного цикла ОИС был разработан алгоритм управления её качеством, блок-схема которого приведена на рис. 2.

После оценки возможного уровня качества ОИС в случае реализации атаки ЛПР решает вопрос о целесообразности его повышения. Этот процесс осуществляется на основе результатов сравнения необходимого уровня качества ОИС с возможным. Сравнение осуществляется путем нахождения абсолютного отклонения Δ :

$$\Delta = Quality_p - Quality ,$$

где *Quality* – возможный уровень качества ОИС в случае реализации атаки; *Quality_p* - желаемый уровень качества ОИС.

Показатель Δ представляет собой нечеткую величину. Чтобы привести ее к количественному отображению Δ' , выполняется дефазификация.

Третья глава диссертации «**Разработка методики и алгоритмов оценки и управления качеством образовательной информационной системы**» состоит из трех параграфов и посвящена разработке методики оценки информационной безопасности ОИС и алгоритма поддержки принятия решения при оценке уровня информационной безопасности ОИС на основе нечеткого вывода с использованием программной среды MATLAB.

Основой методики оценки имеющегося уровня качества ОИС является нечеткая когнитивная модель. Рисунок 3 демонстрирует граф G, который является фундаментальной составляющей нечеткой когнитивной модели.

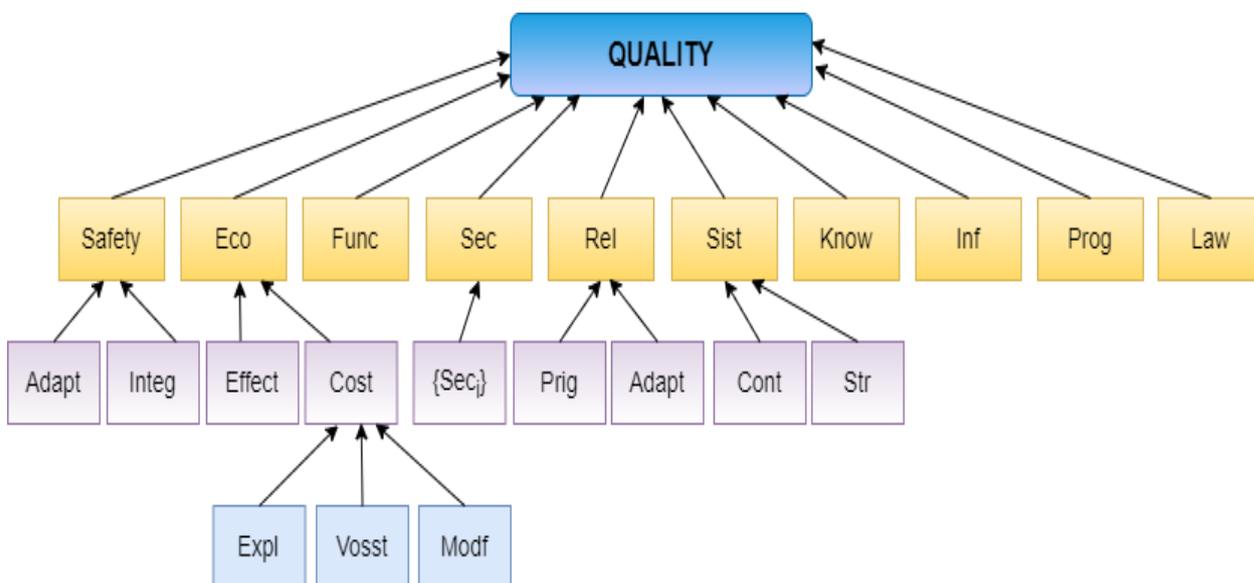


Рисунок 3. – Граф G нечеткой когнитивной модели оценки имеющегося уровня качества ОИС.

Состав параметров, приведенных в графе G , соответствует тому, что входят в состав для НКМ оценки возможного уровня качества ОИС в случае реализации атаки на информационные активы учреждения.

При проведении анализа предметной области было выявлено, что имеющийся уровень информационной безопасности ОИС напрямую связан с интенсивностью повреждений информационных активов и СЗИ. Их уровень чаще всего определяется ЛПР путем отслеживания изменений и оценивается вербально.

Для того, чтобы привести к формальному виду мнения экспертов о влиянии выявленных повреждений информационных активов и средств ЗИ на уровни всех сервисов информационной безопасности в ОИС, целесообразно рассмотреть набор нечетких продукционных правил, которые представляют собой базу знаний (БЗ):

$$IF (\&_{i=1}^N [Pov_i == P_i]) Then (\&_{j=1}^M [(O_j) (K_j == S_j)]),$$

где: $P_i, S_j \in VP$ – описанные словесным образом степени повреждения активов и СЗИ и оценки состояния характеристик ИБ; символ « $==$ » выступает в качестве оператора сравнения двух величин; " $Pov_i == P_i$ " - определяет уровень i -го повреждения актива или СЗИ; " $K_j == S_j$ " - определяет состояние j -го сервиса безопасности; O_j - отражает степень уверенности эксперта в следствии, и согласно метрике Харрингтона имеет следующие вербальные соотношения: 0,00–0,19 – вероятность крайне низкая; 0,20–0,36 – вероятность низкая; 0,37–0,63 – вероятность средняя; 0,64–0,79 – вероятность высокая; 0,80–1,0 – вероятность крайне высокая.

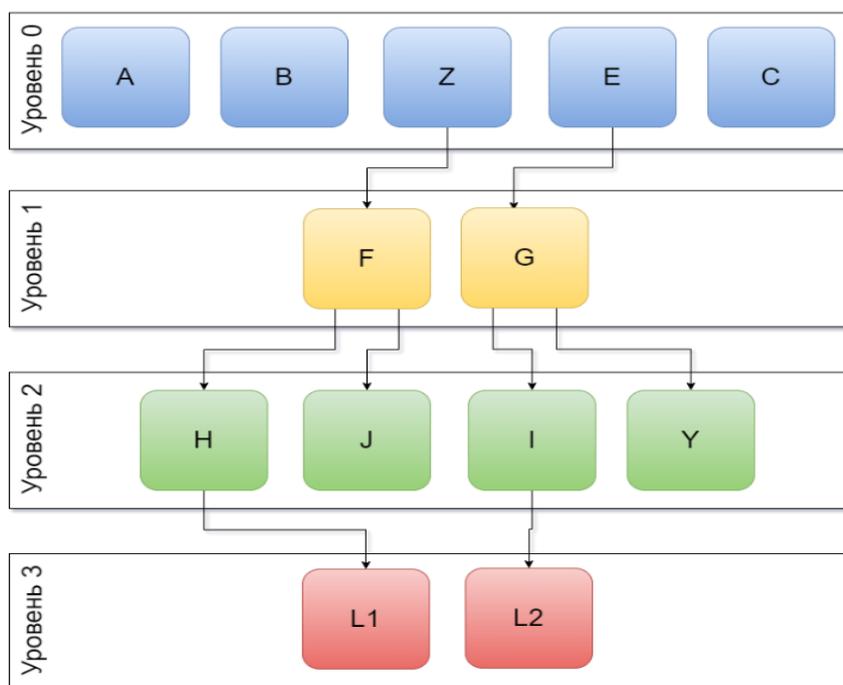


Рисунок 4. – Иерархия повреждений активов и СЗИ

При наполнении базы знаний может возникнуть такая ситуация, когда при высоком уровне одних повреждений становится достаточно проблематично выявить уровень других, что обусловлено взаимосвязью элементов различных уровней. Для решения этой проблемы была разработана четырехуровневая иерархия повреждений (рис.4).

Сформулированные в результате правила выражают собой влияние каждого уровня повреждения компонентов в блоках иерархической структуры на сервисы ИБ.

Порядок оценки уровня ИБ в ОИС можно представить в качестве итерационной блок-схемы, которая отражает в себе этапы:

1. Поиск подходящего правила в БЗ;
2. Оценка сервисов ИБ на рассматриваемом иерархическом уровне согласно правилам из БЗ;
3. Установление и удаление блоков, которые имеют ключевые повреждения критического уровня;
4. Расчёт интегральной оценки сервисов и общего показателя ИБ ОИС.

Таким образом, предложенная методика оценки имеющегося уровня ИБ ОИС в сравнении с имеющимися аналогами учитывает влияние повреждений информационных ресурсов и СЗИ друг на друга в рамках иерархических уровней, а также качественные экспертные оценки состояний повреждений. С учетом должной адаптации, предложенная методика может быть применена для различных систем и оценок, таких как оценка безопасности при эксплуатации, анализ пожарной безопасности и других аспектов.

Для реализации системы нечеткого вывода по поддержке принятия решений оценки ОИС использовался специальный пакет Fuzzy Logic Toolbox, работающий на базе программного комплекса MATLAB, который предоставляет инструменты для разработки нечетких моделей и систем

нечеткого вывода.

Пусть X_1, X_2, X_3 — это входные переменные, соответствующие важнейшим аспектам - Доступность (Availability), Целостность (Integrity) и Конфиденциальность (Confidentiality). Выходная переменная обозначена как Y , которая отражает интегральную оценку уровня информационной безопасности ОИС.

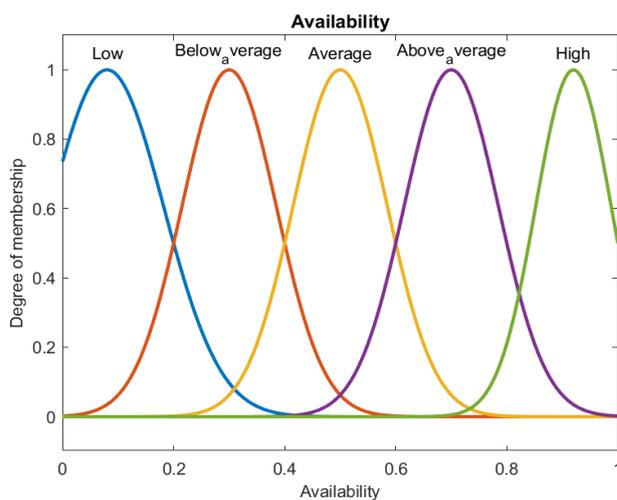
Для каждой входящей и выходной переменной добавляются 5 типов функций принадлежности, тип которых – симметричная гауссовская функция *gaussmf*. Функция принадлежности $\mu(x)$ для гауссового распределения задается как:

$$\mu(x) = \exp\left(-\frac{(x-c)^2}{2\sigma^2}\right)$$

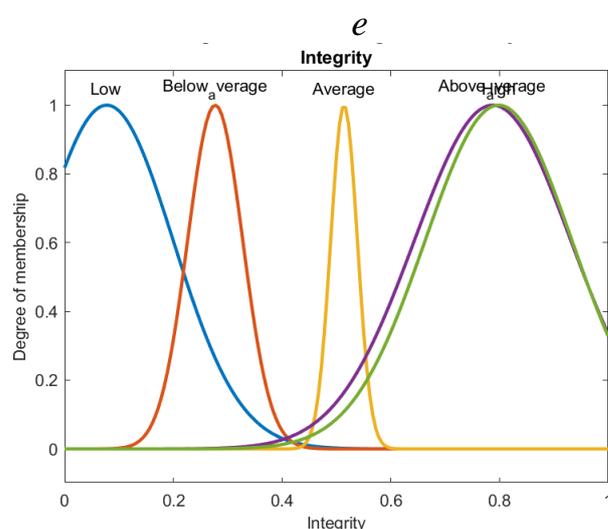
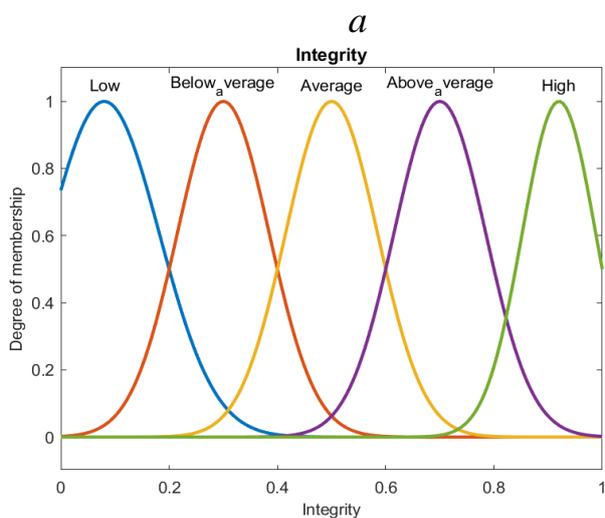
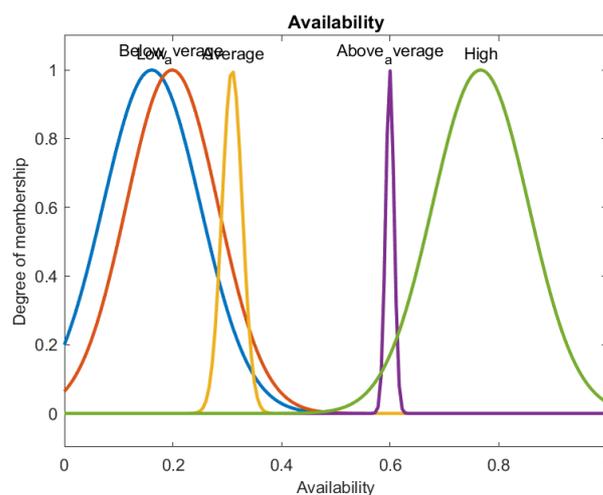
где c — центр функции принадлежности, а σ — стандартное отклонение.

Формулируются правила, связывающие входные и выходные переменные. Для агрегации результатов от всех правил используется метод Мамдани, который комбинирует результаты, используя максимин-композицию.

До оптимизации



После оптимизации



b

f

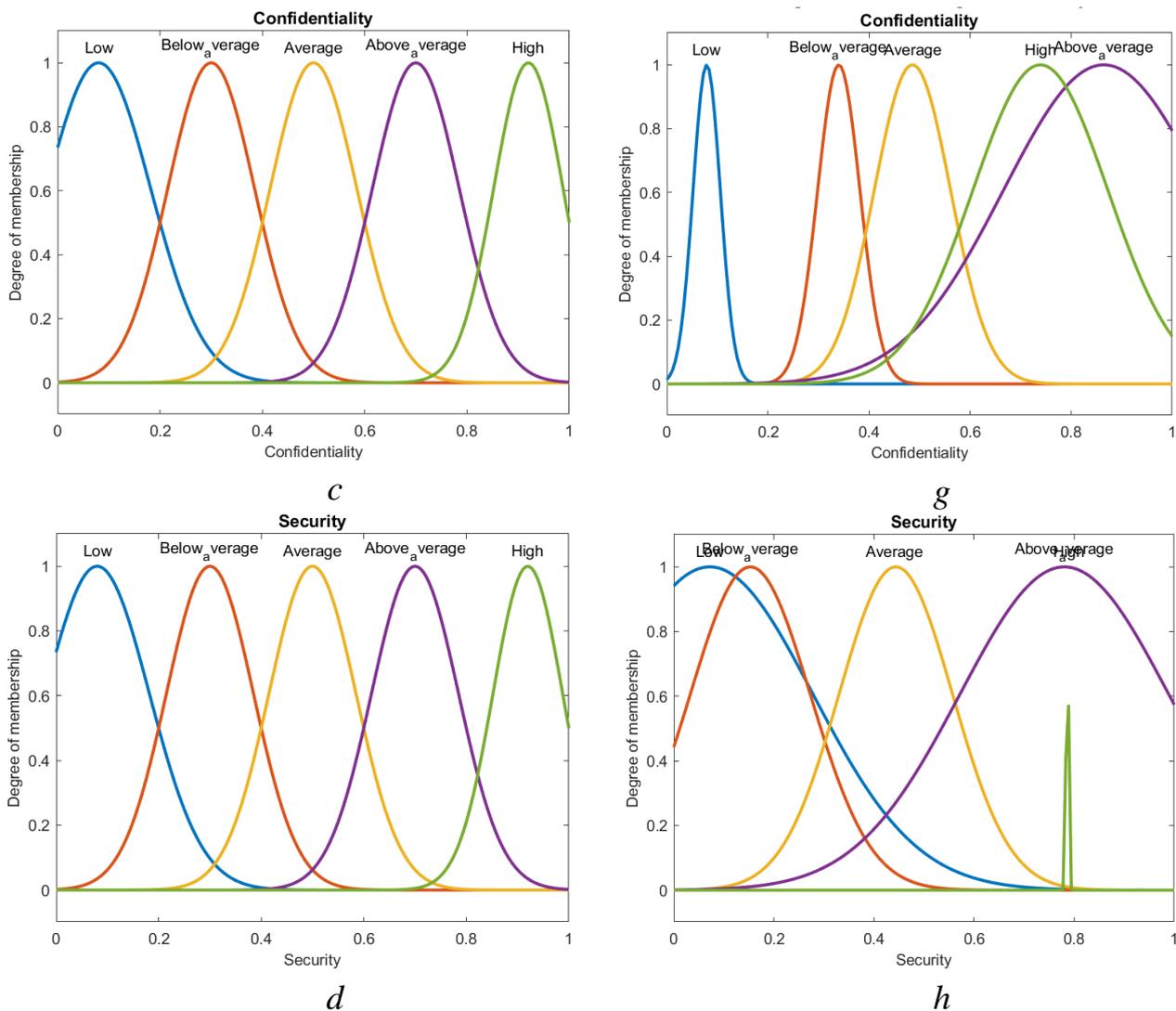


Рисунок 7. Графики входных (a,b,c – до оптимизации, e,f,g – после оптимизации) и выходных (d – до оптимизации, h – после оптимизации) переменных нечеткой системы вывода.

Целью оптимизации является минимизация ошибки между прогнозируемым и фактическим качеством, определенным по набору эталонных данных.

Функция `fmincon` в MATLAB используется для оптимизации параметров. Функция минимизирует целевую функцию с учетом ограничений, корректируя средние и стандартные отклонения гауссовых ФП для достижения наилучшего соответствия.

Графики функций принадлежности показывают, что некоторые функции стали шире или уже, это может свидетельствовать о том, что диапазон значений, в которых модель уверена, стал больше или меньше. Например, если функция принадлежности для высокого качества (High) стала уже, это может значить, что система теперь строже определяет, что является высоким качеством.

Таким образом, использование `fmincon` в контексте оптимизации системы нечёткого вывода является эффективным инструментом для решения сложных

задач, что особенно актуально при моделировании реальных систем с большим количеством параметров и ограничений.

Разработанная нечёткая система вывода по оценке уровня информационной безопасности ОИС в среде MATLAB с применением специального пакета Fuzzy Logic Toolbox на основе алгоритма Мамдани и с использованием оптимизационной функции *fmincon*, более детально отражает и дает точные результаты по поддержке принятия решений ЛПР на рассмотрение вопросов изучаемого процесса.

Четвёртая глава диссертации **«Комплекс программных продуктов для оценки качества образовательных информационных систем»** состоит из трех параграфов и содержит описание разработанного комплекса программных продуктов, реализующий следующие заявленные функции: оценка исходного уровня качества ОИС; оценка возможного уровня качества ОИС в случае реализации атак на информационные ресурсы учреждений.

Произведена оценка текущего и возможного уровня качества в случае реализации угрозы, а также сформулированы рекомендации для ЛПР по его повышению для ОИС ГСОШ №1 г. Навои и Навоийского государственного горного института.

Для ОИС НГГИ сформулирован необходимый уровень качества ОИС – «Высокий» ($\Omega=1,0$). Оценка на основе методики необходимого уровня дала результат как «Высокий» ($\Omega=0,53$). Установлен имеющийся уровень качества ОИС – «Выше среднего» ($\Omega=1,0$). Оценка имеющего уровня качества ОИС составило - «Выше среднего» ($\Omega=0,55$). Вычислено отклонение между имеющимся и необходимым уровнями качества: $\Delta_{\partial}=0,2$. Данный показатель отклонения, по мнению ЛПР, является погранично допустимым, поэтому ЛПР принял решение повысить уровень качества. Также вычислен возможный уровень качества ОИС в случае реализации атаки на информационные активы института при условии повышения качества до уровня «Высокий». Данный показатель имеет оценку – «Среднее» ($\Omega=0,93$). Величина отклонения между возможным уровнем качества ОИС в случае реализации атаки на информационные активы института и необходимым уровнями качества: $\Delta_{\partial}=0,31$. Т.к. Δ_{∂} лежит в недопустимых пределах по мнению ЛПР, была поставлена задача повысить данный показатель. Для этого было принято решение разработать подробные регламенты для проведения аудита за инцидентами в ОИС, приобрести новые маршрутизаторы, обновить операционные системы, провести более тонкую настройку ролевой политики в вузовской системе и т.д. Внедрение предложенных мер повысило возможный уровень ИБ качества ОИС в случае реализации атак на информационные активы до уровня «Выше среднего».

Полученные в ходе расчетов с применением разработанных алгоритмов оценки были соотнесены с данными отчетов аутсорсинговой компании, которая ежеквартально проводит оценку качества ОИС Навоийского государственного горного института. Результаты сравнительного анализа приведены в таблице-1.

Сравнительный анализ результатов обеих оценок показал, что

применяемая аутсорсинговой компанией методика не принимает во внимание показатели качества, связанные с обеспечением информационной безопасности ОИС, что существенно снижает эффективность оценки имеющегося уровня качества ОИС.

Таблица-1.

Данные оценки качества ОИС в НГГИ

	Оценки и рекомендации на основе разработанной методики	Оценки на основе отчетов аутсорсинговой компании
Оценка имеющегося уровня качества	Выше среднего	Высокий
Рекомендации по повышению имеющегося уровня качества	Переустановка ОС на рабочих станциях до Windows 10 Pro, модернизация внутренней сети вуза для повышения уровня адаптированности и структурированности ОИС	Не давались
Оценка возможного уровня качества при реализации угроз	Средний	Не проводилась
Рекомендации по повышению возможного уровня качества при реализации угроз	Разработка подробных регламентов для проведения аудита за инцидентами, покупка новых маршрутизаторов, обновление ОС, провести более тонкую настройку ролевой политики в вузовской системе	Не давались

Введение в опытную эксплуатацию предложений на основе разработанной методики дали возможность повысить имеющийся уровень качества ОИС до значения «Высокий»; возможный уровень качества ОИС в случае реализации атак на информационные активы с уровня «Средний» до уровня «Выше среднего».

Также важно отметить, что применение разработанной методики и ее программной реализации дало возможность: уменьшить время оценки качества ОИС для ГОСШ №1 **в 1,4 раза**; снизить стоимость затрат на оценку качества ОИС **в 2,3 раза**; для ОИС НГГИ уменьшить время оценки качества ОИС **в 1,37 раз**; снизить стоимость затрат на оценку качества ОИС **в 3,54 раза**.

Использование программного продукта по оценке качества образовательной информационной системы позволило своевременно реагировать на возникновение технических неисправностей и ошибок при осуществлении дистанционного образовательного процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате диссертационного исследования по решению научной задачи оценки качества образовательной информационной системы были достигнуты следующие основные результаты:

1. На основе проведённого анализа существующих моделей и алгоритмов, используемых для оценки качества информационных систем, выявлено, что оценка качества ОИС должна основываться на интегративном

подходе, комбинирующем количественные и качественные методы, что позволит достичь более точной и всесторонней оценки;

2. В результате обоснованного использования нечеткого когнитивного моделирования в рамках решения задачи оценки качества образовательных информационных систем, разработан совокупный критерий оценки качества ОИС, позволяющий объединить несколько ключевых показателей в единый интегрированный показатель, улучшить информативность субъективной экспертной оценки и повысить результативность процесса управления качеством на различных этапах жизненного цикла ОИС в условиях неопределенности;

3. Для анализа влияния, изменения, а также причинно-следственных отношений между отобранными параметрами и их воздействием на общий показатель качества разработана нечетко – когнитивная модель, учитывающая слабоформулируемость лингвистических оценок экспертов и позволяющая интерпретировать качественные показатели в количественные;

4. Разработанный, на базе системы нечетких выводов, алгоритм для комплексной оценки и управления качеством ОИС, позволяет управлять показателями на различных этапах жизненного цикла ОИС за счет сформулированного порядка сбора, анализа и применения исходных данных о системе, а также перечня возможных действий с целью повышения имеющегося уровня качества ОИС;

5. Разработанные нечетко – когнитивные модели для оценки имеющегося и возможного уровня качества ОИС в случае реализации атаки, а также базирующиеся на них методики и алгоритмы, позволяют оценивать показатель качества ОИС с учетом субъективности экспертных оценок;

6. Разработанная методика и алгоритмы оценки возможного уровня качества и его сравнения с требуемым позволяют ЛПР принимать обоснованные решения о необходимости улучшения системы, основанные на введении нечеткого показателя полного отклонения, обеспечивающего более точную оценку и выявление несоответствий;

7. Разработанный алгоритм управления качеством образовательной информационной системы, который включает алгоритм поддержки принятия решений при оценке уровня информационной безопасности обеспечивает систематическое совершенствование информационной безопасности, позволяя своевременно реагировать на потенциальные угрозы и поддерживать высокий уровень защиты в соответствии с установленными стандартами и требованиями;

8. Для визуализации и интуитивно понятного интерфейса представления результатов оценки качеств ОИС была разработана специальная система нечеткого вывода в среде MATLAB с использованием пакета Fuzzy Logic Toolbox на основе модели Мамдани, способствующая принятию более обоснованных управленческих решений на всех уровнях. Оптимизация системы нечеткого вывода с использованием функции *fmincon* позволила значительно улучшить качество модели за счет точной настройки ее параметров с учетом заданных ограничений;

9. На основе предложенной методики, разработан программный комплекс, реализующий оценку имеющегося уровня качества образовательной информационной системы, а также оценку возможного уровня качества ОИС в случае реализации атак;

10. Разработанный комплекс программных модулей, реализующих функции оценки имеющегося уровня качества ОИС, расчета необходимого уровня качества ОИС и оценки возможного уровня качества ОИС в случае реализации атак на информационные ресурсы внедрен в Навоийском государственном горном институте, Государственной специализированной общеобразовательной школе №1 города Навои, а также в Навоийском региональном центре повышении квалификации и переподготовки кадров Народного образования.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.03/26.05.2022.T.10.05 AT THE NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY
“TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL
MECHANIZATION ENGINEERS”**

NAVOI STATE UNIVERSITY

YORKULOV BEKHZOD ABDUGABBAROVICH

**DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR EVALUATION AND MAAGE-
MENT OF THE QUALITY OF EDUCATIONAL INFORMATION SYS-
TEMS BASED ON FUZZY COGNITIVE MODELING**

05.01.02 – “Systems analysis, control, and information processing”

DISSERTATION ABSTRACT

of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences

The theme of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan under number B.2024.3.PhD/T3629.

The dissertation was completed at the Navoi State University.

The abstract of dissertation is posted in Three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on the web-page of Scientific Council (www.tiame.uz) and Information and Educational Portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Scientific adviser: **Sulyukova Larisa Faritovna**
doctor of technical sciences, senior research assistant

Official opponents: **Mukhamedieva Dildora Kabilovna**
doctor of technical sciences, associate professor
Kabildzhanov Alexander Sabitovich
candidate of technical sciences, associate professor

Leading organization: **Namangan State University**

Defense of dissertation will take place in «_____» _____ 2024 at _____ o'clock at a meeting of the scientific council DSc.03/26.05.2022.T.10.05 at the National research university «Tashkent institute of irrigation and agriculture mechanization engineers» (Address: 100000, Tashkent, str. Kari Niyazi 39, tel.: (99871) 237-19-36; fax: (99871) 237-54-79; e-mail: admin@tiame.uz).

The dissertation could be reviewed at the Information-resource center the National research university «Tashkent institute of irrigation and agriculture mechanization engineers» (registration number № _____). Address: 100000, Tashkent, str. Kari Niyazi 39, tel: (99871) 237-19-45).

Abstract of dissertation sent out on «_____» _____ 2024 year.

(mailing report № _____, on «_____» _____ 2024 year).

N.S. Mamatov
Chairman of Scientific council
on awarding scientific degrees,
doctor of Technical Sciences, Professor

D.K. Bekmuratov
Scientific secretary of Scientific council
on awarding scientific degrees,
doctor of philosophy (PhD) on Technical Sciences

M.A. Ismailov
Chairman of the scientific seminar at the
Scientific council on awarding scientific degrees,
doctor of Technical Sciences, Senior researcher

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the study is to develop algorithms for assessing and managing the quality of educational information systems to ensure a level that meets international standards in conditions of data uncertainty.

The object of the research is the quality of the educational information system.

Scientific novelty of the research:

a comprehensive criterion for assessing the quality of an educational information system has been formulated, which takes into account uncertainties and changes in data, allows for increasing the accuracy of the final quality assessment, while ensuring objectivity and transparency in the decision-making process, and recommendations for improving the quality of the information system have been developed;

an optimization fuzzy cognitive model for assessing an educational information system has been developed, taking into account the weak formulation of linguistic assessments by experts and allowing qualitative indicators to be interpreted into quantitative ones;

an algorithm for managing the quality of an educational information system has been developed, which includes an algorithm for supporting decision-making when assessing the level of information security;

a methodology for a comprehensive assessment of the quality of an educational information system at various stages of the life cycle has been developed, allowing for the identification of problem areas and the formation of management decisions to improve the quality of the system.

Scientific and practical significance of the research results.

The scientific significance of the work lies in enhancing the effectiveness of assessing the quality of educational information systems based on fuzzy cognitive modeling methods. This approach allows for the consideration of multiple factors and their interactions in real-time, ensuring a more accurate and adaptive evaluation in the face of rapidly changing requirements and operational conditions of the information system.

The practical significance of the work is reflected in the developed methodology and software implementation for comprehensive assessment of the quality of educational information systems at various stages of their life cycle.

Implementation of Research Results. Based on a software package created on the basis of existing and proposed algorithms for quality assessment and management of educational information systems:

the software package for assessing the quality of educational information systems was tested and implemented at the Navoi State Mining Institute (Reference no.01/11-01/10-51 dated June 14, 2023 from the Republican Education Center under the Ministry of Preschool and School Education of the Republic of Uzbekistan) to

evaluate the educational information system. As a result, it allowed to reduce the time for evaluating the quality of the educational information system by 1.37 times and reduce the cost of evaluating the quality of the educational information system by 3.54 times;

the software package created on the basis of the implementation of models, methodology and algorithm for assessing the quality level of educational information systems, as well as a web application in the form of a decision support system for labeling educational content, has been put into operation and is used to support the activities of the State Educational Institution No. 1 of Navoi (Reference no.01/11-01/10-51 dated June 14, 2023 since the Republican Center of Education under the Ministry of Preschool and School Education of the Republic of Uzbekistan). As a result, the application of the developed methodology and its software implementation made it possible to reduce the time for assessing the quality of an OIS by 1.4 times and reduce the cost of assessing the quality of an OIS by 2.3 times;

the software package for assessing the quality of educational information systems was implemented at the Navoi Regional Center for Advanced Training and Retraining of Public Education Personnel (Reference no.01/11-01/10-51 dated June 14, 2023 from the Republican Education Center under the Ministry of Preschool and School Education of the Republic of Uzbekistan) to evaluate the educational information system. As a result, it allowed to reduce the time for evaluating the quality of the educational information system by 2.2 times and reduce the cost of evaluating the quality of the educational information system by 1.7 times.

Structure and volume of the dissertation.

The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and appendices. The total volume of the dissertation is 117 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть; I part)

1. Azhmuhamedov I.M., Yorkulov B.A. Methodology for assessing the quality of educational information systems // ISSN 1551-7616 International Uzbekistan-Malaysia Conference on “Computational Models and Technologies (CMT 2020)” AIP Conference Proceedings 2365, 030005 (2021); Published Online: 16 July 2021 (№3; Scopus)
2. Ёркулов Б.А. Алгоритм оценки и управления качеством образовательных информационных систем // ТАТУ Хабарлари №2 (58) 2021 (05.00.00; №31)
3. Sulyukova L.F. Kalandarov I.I. Yorkulov B.A. Software for assessing the quality of educational information systems on the basis of fuzzy konetive modeling. // ISSN 2181-4732 Innovatsion texnologiyalar Vol.50, No. 2, 2023 (05.00.00; №38)
4. Сулюкова Л.Ф., Ёркулов Б.А. Комплекс программных продуктов для оценки качества образовательных информационных систем // Проблемы информатики и энергетики. – 2023. – №1– 2023. – С.87- 94. (05.00.00; №5)
5. Сулюкова Л. Ф., Ёркулов Б.А. Методика оценки имеющегося уровня информационной безопасности образовательной информационной системы // Проблемы вычислительной и прикладной математики. – 2024. – № 2(56) . – С. 106-114. (05.00.00; №23)
6. Сулюкова Л. Ф., Ёркулов Б.А. Методика оценки качества образовательной информационной системы // International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences Vol.1(5), 2024 ISSN: 2181-144X.
7. Yorkulov B.A, Sulyukova L.F. 2024. Quality assessment models based on fuzzy cognitive maps for educational information system. Problems of Computational and Applied Mathematics. 4(58):149-158 (05.00.00; №23)
8. Azhmuhamedov I.M., Yorkulov B.A. Concept of Quality of Information Systems In International Legislative Acts // ISSN: 2350-0328 International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (India), July 2020, Vol. 7, Issue 7. – pp. 14505-14510 (05.00.00; №8)

II bo'lim (II часть; II part)

9. Azhmuhamedov I.M., Yorkulov B.A. Algorithm for Managing the Quality of Educational Information System // ISSN:2352-5428 Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference on Digital Economy (ISCDE 2020) 7 December 2020
10. Azhmuhamedov I.M., Yorkulov B.A. Methodology for assessing the level of information security of the educational information system based on fuzzy classifier and hierarchy of damages // CASPIAN JOURNAL: Control and High Technologies, ISSN 2074-1707 2020, №4 (52)
11. Ажмухамедов И.М., Ёркулов Б.А. Комплексная оценка качества

информационных систем // Перспективы применения инновационных и современных информационных технологий в образовании, науке и управлении // Материалы международной научно-практической онлайн-конференции 14-15 мая 2020 год. Самаркандский государственный университет, г. Самарканд.

12. Ажмухамедов И.М., Ёркулов Б.А. Методика определения качества образовательных информационных систем // «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ И ТЕХНОЛОГИИ (СМТ2020)» // Материалы международной узбекско-малайзийской конференции, 24-25 августа 2020 г., Ташкент, Узбекский национальный университет Узбекистана (НУУз).

13. Ёркулов Б.А. Особенности оценки и управления качеством образовательных информационных систем // “Роль информационных систем и технологий в современном обществе” // Материалы республиканской научно-практической конференции, 30-31 марта 2021 г. Наманганский инженерно - строительный институт г.Наманган.

14. Ёркулов Б.А. Комплекс программных продуктов для оценки качества образовательных информационных систем // «Современные проблемы прикладной математики и информационных технологий» // Материалы международной научно-практической конференции, 15 – апреля 2021 г. Бухарский государственный университет г.Бухара.

15. Ёркулов Б.А. Методика оценки качества образовательной информационной системы // Научные основы использования информационных технологий нового уровня и современные проблемы автоматизации // Материалы международной научно-практической конференции, 25-26 апреля 2022 года.

16. Ёркулов Б.А. Методика оценки уровня информационной безопасности образовательной информационной системы // “Oliy ta’lim tizimida masofali ta’limni joriy etishning texnik-dasturiy va uslubiy ta’minotini takomillashtirish istiqbollari” // Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari, 2021 yil Qarshi sh.

17. Ёркулов Б.А., Сулюкова Л.Ф. Оценка возможного уровня качества образовательной информационной системы на основе нечеткое когнитивного моделирования // “Algoritmlar va dasturlashning dolzarb muammolari” Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari, 19-20 may 2023-yil Qarshi sh.

18. Ёркулов Б.А. Модуль оценки состояния информационных систем / Агентство по интеллектуальной собственности при Министерстве Юстиции РУз. Свидетельство № DGU 08312 от 14.05.2020 г.

19. Ёркулов Б.А. Система поддержки принятия решений по оценки соответствия образовательного контента / Агентство по интеллектуальной собственности при Министерстве Юстиции РУз. Свидетельство № DGU 08499 от 14.05.2020 г.

Avtoreferat Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
“Muhandislik sohasidagi ilg‘or texnologiyalar” jurnali tahriyati tomonidan 2024-yil
28-noyabrda tahrirdan o‘tkazildi.

Bosishga ruxsat etildi: 29.11.2024 yil
Bichimi 60x84 $\frac{1}{16}$, “Times New Roman” garniturada raqamli
bosma usulda bosildi.
Nashriyot bosma tabog‘i 3.0. Adadi: 100. Buyurtma: № 27
Bahosi kelishuv asosida.

Navoiy Poligrafservis bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Navoiy viloyati, Navoiy shahri, M.Tarobiy ko‘chasi 27 - uy

