

**SHAROF RASHIDOV NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.03/29.12.2023.T.02.12 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI O‘ZBEKISTON MILLIY
UNIVERSITETI JIZZAX FILIALI**

KUVANDIKOV JO‘RA TURSUNBAYEVICH

**O‘QITISH JARAYONINI BOSHQARISHDA O‘QUV KO‘RSATKICHLARI
ASOSIDA BILIMLARNI AKS ETTIRISHNING MANTIQUIY
XULOSALASH MODEL VA ALGORITMLARI**

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 doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Kuvandikov Jo'ra Tursunbayevich

О'qitish jarayonini boshqarishda o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishning mantiqiy xulosalash model va algoritmlari..... 3

Кувандиков Жура Турсунбаевич

Модели и алгоритмы логического вывода при отражении знаний на основе академической успеваемости в управлении учебным процессом 21

Kuvandikov Jura Tursunbaevich

Models and algorithms for logical inference in reflecting knowledge based on academic performance in the management of the teaching process 39

E'lon qilingan ishlar ro'uxati

Список опубликованных работ
List of published works 43

**SHAROF RASHIDOV NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.03/29.12.2023.T.02.12 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI O'ZBEKISTON MILLIY
UNIVERSITETI JIZZAX FILIALI**

KUVANDIKOV JO'RA TURSUNBAYEVICH

**O'QITISH JARAYONINI BOSHQARISHDA O'QUV KO'RSATKICHLARI
ASOSIDA BILIMLARNI AKS ETTIRISHNING MANTIQUIY
XULOSALASH MODEL VA ALGORITMLARI**

05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash

**TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Samarqand – 2025

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiya mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.4.PhD/T5008 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti Jizzax filialida bajarilgan.
Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyumi)) Ilmiy kengash veb sahifasida (www.samdu.uz) va «Ziyonet» axborot-ta'lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar: Raximov Nodir Odilovich
texnika fanlari doktori, dotsent

Rasmiy oppentlar: Muxamediyeva Dilnoz Tulkunovna
texnika fanlari doktori, professor

Mardanov Dilmurod Raxmonovich
texnika fanlari falsafa doktori (PhD)

Yetakchi tashkilot: Namangan davlat universiteti

Dissertatsiya himoyasi Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi PhD.03/29.12.2023.T.02.12 raqamli ilmiy kengashning 2025-yil «7» yanvar da soat 15 dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 140104, Samarqand shahar, Universitet xiyoboni, 15., Tel: (99866) 239-11-40; Faks: (99866) 239-11-40; e-mail: devonxona@samdu.uz).

Dissertatsiya bilan Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (133 raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 140104, Samarqand shahri, Universitet xiyoboni, 15., Tel: (99866) 239-11-40; Faks: (99866) 239-11-40.

Dissertatsiya avtoreferati 2024-yil «24» dekabr kuni tarqatildi.
(2024-yil «23» dekabr dagi 4- raqamli reestr bayonnomasi).



[Signature]
A.R.Axatov
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash raisi,
texnika fanlar doktori, professor

[Signature]
F.M.Nazarov
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy
kengash ilmiy kotibi,
texnika fanlar bo'yicha falsafa
doktori, dotsent

[Signature]
X.A.Primova
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash huzuridagi
ilmiy seminar raisi,
texnika fanlar doktori, dotsent

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishning mantiqiy xulosalashda sun'iy intellekt, noravshan xulosalash model va algoritmlarini ishlab chiqish hamda ularni amaliyotga joriy etishga katta e'tibor qaratilmoqda. Hozirgi kunda rivojlangan mamlakatlarda, jumladan, AQSh, Xitoy, Singapur, Finlandiya, Buyuk Britaniya, Germaniya, Fransiya va Hindiston kabi dunyoning yetakchi davlatlarida, o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirish masalalariga katta e'tibor qaratilib, bunda o'quvchilarning individual yondashuvlarini kuzatish uchun sun'iy intellekt texnologiyalari qo'llanilib mantiqiy xulosalash algoritmlari asosida ishlaydigan ta'lim platformalari ishlab chiqilmoqda. Bunda o'quv ko'rsatkichlarini chuqur tahlil qilish va real vaqt rejimida ishlaydigan tizimlarni ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishning sun'iy intellekt, noravshan mantiqiy xulosalash asosida qaror qabul qiluvchi intellektual ta'lim tizimlarini yaratishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu yo'nalishda, o'quv jarayonini boshqarishda o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishning mantiqiy xulosalash algoritmlarini ishlab chiqish bo'yicha tadqiqotlar ustuvor hisoblanmoqda. Shu bilan birga, bilimlarni aks ettirishda ma'lumotlarga dastlabki ishlov berish, ma'lumotlarni tahlil qilish va qayta ishlash, o'quv ko'rsatkichlari asosida baholashda o'qituvchining subyektivligini kamaytirish, muammolarini bartaraf etish, noravshan mantiqqa asoslangan bilimlarni aks ettirish algoritmlarini ishlab chiqish muhim vazifalardan hisoblanadi.

Respublikamizda mazkur yo'nalishda ta'lim oluvchilarning baholash ko'rsatkichlarining individual xususiyatlarini aniqlash va tahlil qilish asosida bilimlari aks ettirishning avtomatlashtirilgan tizimlarini yaratish va amaliyotga joriy etish chora-tadbirlarini ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Raqamli ta'limni rivojlantirish uchun O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmonida, jumladan, "...ta'lim tizimini takomillashtirish, oliy o'quv yurtlarida masofaviy ta'lim mexanizmlarini bosqichma-bosqich joriy etish choralari ko'rish"¹ bo'yicha vazifalar belgilangan. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi "Raqamli O'zbekiston — 2030 strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida" PF-6079-son, 2022-yil 28-yanvardagi "2022 — 2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida" gi PF-60-son Farmonlari, 2020-yil 6-noyabrdagi "Ta'lim-tarbiya tizimini yanada takomillashtirishga oid qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" PQ-4884-son Qarori 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

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 5 oktabrdagi "Raqamli O'zbekiston — 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida PF-6079-son Farmoni

rivojlanishining IV. “Axborotlashtirish va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirish” ustuvor yo‘nalishiga mos ravishda bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Dunyo bo‘ylab bir qancha olimlar, tadqiqotchilar va ekspertlar o‘quv ko‘rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirish muammolari bo‘yicha ish olib borishgan. Xorijiy olimlardan John McCarthy, François Bry, Mamdani, Sugeno, R.A.Aliev, Yu.A.Zagorulko va G.V.Ribinalar kabilar OLAP (online analytical processing) ma‘lumotlarni tezkor tahlillash asosida bilimlar bazasini joriy qilish hamda bilimlar bazasida mantiqiy xulosalash mexanizmini takomillashtirish modellarini ishlab chiqish bo‘yicha samarali tadqiqotlar olib borishgan, L.Zade, A.N.Averkin, F.Baader, A.F.Berman, V.N.Vagin, Golenkov V.V., Grau B., Gribova V.V., Guarino N. kabi olimlar ma‘lumotlar va bilimlar bazasini shakllantirish hamda akslantirishlarning tahlili, muammo va yechimlariga bag‘ishlangan ilmiy tadqiqotlar olib borganlar.

Shuningdek O‘zbekistonda ma‘lumotlarga intellektual ishlov berish bo‘yicha M.M.Kamilov, A.X.Nishanov, axborot tizimlarida bilimlarni tezkor tahlillash va shakllantirish muammolari bo‘yicha T.F.Bekmuratov, D.T.Muhamadieva, M.A.Raxmatullaev, I.I.Jumanov, O‘.R.Xamdamiyov, A.R.Axatov, O.J.Babomuradov, X.Primova N.O.Raximov, B.B.Muminov kabi olimlar o‘zlarining ilmiy ishlari bilan katta hissa qo‘shib kelishmoqda.

Yuqorida keltirilgan olim va tadqiqotchilarning tadqiqot ishlari tizimli tahlil qilinishi natijasida o‘qitish jarayonini boshqarishda o‘quv ko‘rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishning mantiqiy xulosalashga ko‘maklashuvchi model va algoritmlari yetarli darajada o‘rganilmaganligi aniqlandi.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta‘lim va ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi huzuridagi ta‘lim muassasalarida elektron ta‘limni joriy etish markazining A-5-29-sonli “Intellektual tahlillash tamoyillari asosida “Elektron vazirlik” dasturiy-algoritmik ta‘minotini ishlab chiqish” (2017-2018) ilmiy loyihasi hamda Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti Jizzax filiali ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining 60-AF-“Nutq signallari asosida ovoz va matnni tanib olish, qayta ishlash orqali stenogrammalarni shakllantiruvchi “Sound and text transcript” intellektual dasturiy mahsulotini ishlab chiqish” (2021-2023) mavzusidagi loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi o‘qitish jarayonini boshqarishda o‘quv ko‘rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishning mantiqiy xulosalash model va algoritmlarini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot vazifalari:

o‘quv ko‘rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishning turli omillarini hisobga olgan holda, ko‘p faktorlarga asoslangan mantiqiy xulosalash muammosining tizimli tahlil qilish;

bilimlarni aks ettirishda ko‘p faktorli o‘quv ko‘rsatkichlarini inobatga olishning mexanizmlarini ishlab chiqish;

noravshan mantiq yordamida xulosalash mexanizmlari va ko‘p faktorli o‘quv ko‘rsatkichlarining individual xususiyatlari asosida bilimlarni aks ettirishning modelini ishlab chiqish;

o'quv ko'rsatkichlari sifatida axborot resurslarining funksional yuklamasidagi axborotlarning o'zaro bog'liqligini aniqlashga asoslangan baholash qarorlarini qabul qilish algoritmini ishlab chiqish;

ko'p faktorli o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishning mantiqiy xulosalashga asoslangan dasturiy vositasini ishlab chiqish va joriy qilishdan iborat.

Tadqiqotning obyekti sifatida o'qitish jarayonini boshqarishda o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirish tizimi qaralgan.

Tadqiqot predmeti o'quv jarayonini boshqarishda o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishning mantiqiy xulosalash model hamda algoritmlari belgilab olingan.

Tadqiqot usullari. Tadqiqotda tizimli tahlil, matematik modellashtirish, intellektual tizimlar, noravshan to'plamlar nazariyasi, algoritmlash asoslari, axborot tizimlarini formallashtirish va dasturlash texnologiyalaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

noravshan to'plamlar nazariyasiga asoslangan baholash mexanizmlari orqali o'qitishning individual xususiyatlarini hisobga olgan holda ko'p faktorlarga asoslangan bilimlarni aks ettirishning modeli ishlab chiqilgan;

o'quv ko'rsatkichlaridagi o'zaro bog'langan axborotlarni aniqlash va noravshan mantiq asosida bilimlarni aks ettirish qarorlarini qabul qilish algoritmi ishlab chiqilgan;

mantiqiy xulosalash asosida bilimlarni aks ettirish uchun o'quv ko'rsatkichlaridagi axborot resurslarining funksional yuklamasini kengaytirish va ulardan foydalanish samaradorligini oshirish imkonini beruvchi baholash algoritmi ishlab chiqilgan;

bilimlarni aks ettirish jarayonida ko'p faktorli baholash parametrlari asosida noravshan mantiqli algoritmlar va ularning dasturiy vositasi ishlab chiqilgan

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

o'quv jarayonini boshqarishda o'quv ko'rsatkichlari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash va noravshan mantiq asosida qaror qabul qilish imkonini beruvchi algoritmi ishlab chiqilgan;

axborot resurslaridan foydalanishning funksional yuklamasini kengaytirish orqali ko'p faktorli baholash algoritmi ishlab chiqilgan;

o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirish uchun mantiqiy xulosalashga asoslangan dasturiy vosita ishlab chiqildi.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi qo'yilgan muammoning matematik jihatdan aniq ifodalanishi, noravshan mantiq asosida qarorlarni shakllantirish, baholash ko'rsatkichlarining o'zaro bog'liqligini ta'minlovchi ko'p faktorli baholashda matematik apparatning to'g'ri qo'llanilganligi, axborot resurslaridan foydalanish ko'rsatkichlariga asoslangan bilimlarni aks ettirish uchun ko'p faktorli baholashning dasturiy vositasini ishlab chiqish hamda tajribaviy tadqiqotlarning ijobiy natijalari bilan tasdiqlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati ishlab chiqilgan ko'p faktorli baholash modeli va algoritmlarining o'quv jarayonini boshqarishda o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishni,

baholash jarayonini takomillashtirishni hamda noravshan mantiq asosida qaror qabul qilishga ko'maklashish tizimini optimallashtirish bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati shundan iboratki, ishlab chiqilgan model va algoritmlar o'quv jarayonini boshqarishda o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarning aks ettirishning mantiqiy xulosalash imkonini beradi hamda ta'lim tizimlarida ta'lim oluvchilarning bilimlarini baholash jarayonining aniqligini va obyektivligini oshirishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.

Dissertatsiya tadqiqotlari doirasida o'qitish jarayonini boshqarishda o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishning mantiqiy xulosalash model va algoritmlarini ishlab chiqish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

o'qitish jarayonini boshqarishda o'quv ko'rsatkichlaridagi o'zaro bog'langan axborotlarni aniqlash va noravshan mantiq asosida bilimlarni aks ettirish qarorlarini qabul qilish algoritmining dasturiy vositasi O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi huzuridagi Ta'lim muassasalarida elektron ta'limni joriy etish markazida ta'lim oluvchilarning individual xususiyatlarini shakllantirishda o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimni aks ettirish maqsadida qo'llanilgan. (O'zbekiston Respublikasi Raqamli texnologiyalar vazirligining 2023-yil 25-maydagi 33-8/3509-son ma'lumotnomasi). Natijada, ishlab chiqilgan dasturiy vosita o'quv ko'rsatkichlarni ko'p faktorli tahlil qilish samaradorligini 10-15% ga oshirish imkonini bergan;

mantiqiy xulosalash asosida bilimlarni aks ettirish uchun o'quv ko'rsatkichlaridagi axborot resurslarining funksional yuklamasini kengaytirish va ulardan foydalanish samaradorligini oshirish imkonini beruvchi baholash algoritmining dasturiy vositasi Innovatsion rivojlanish agentligi Jizzax viloyati yoshlar texnoparkida axborot resurslaridan foydalanish ko'rsatkichlarini shakllantirish hamda ushbu ko'rsatkichlar asosida baholashda qaror qabul qilishga ko'maklashish uchun foydalanilgan (O'zbekiston Respublikasi Raqamli texnologiyalar vazirligining 2023-yil 25-maydagi 33-8/3509-son ma'lumotnomasi). Natijada, ishlab chiqilgan dasturiy vosita axborot resurslaridan foydalanish ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirish samaradorligini 12-14% ga oshirish imkonini bergan;

bilimlarni aks ettirish jarayonida ko'p faktorli baholash parametrlari asosida noravshan mantiqli algoritmlarning dasturiy vositasi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti huzuridagi pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirish tarmoq markazida o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishda foydalanilgan (O'zbekiston Respublikasi Raqamli texnologiyalar vazirligining 2023-yil 25-maydagi 33-8/3509-son ma'lumotnomasi). Natijada, bilimlarni aks ettirishda o'quv ko'rsatkichlari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik va axborot-resurslardan foydalanish ko'rsatkichlarini hisobga olgan holda, ta'lim oluvchilarning bilimlarini obyektiv baholashda taklif etilgan ko'p faktorli baholash model va algoritmlari samarali deb xulosa berilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 3 ta xalqaro va 7 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Tadqiqot mavzusi bo'yicha jami 21 ta ilmiy ish chop etilgan bo'lib, jumladan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 9 ta maqola, 1 ta xorijiy 4 ta Respublika jurnallarida, 2 ta SCOPUS xalqaro ma'lumotlar bazasiga kiruvchi jurnallarda nashr qilingan hamda 3 ta EHM uchun yaratilgan dasturiy vositalarini qayd qilish guvohnomalari olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 120 betni tashkil etadi.

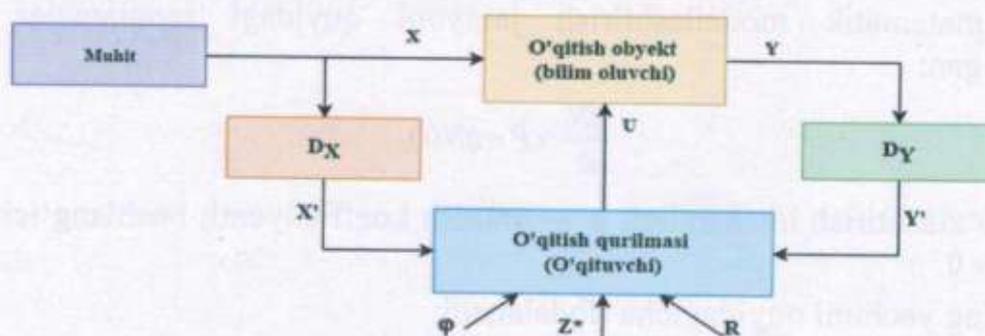
DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati asoslangan, tadqiqotning O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalari rivojining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, maqsad va vazifalar shakllantirilgan, tadqiqot obyekti va predmeti aniqlangan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari ko'rsatib o'tilgan, olingan natijalarning ishonchliligi asoslangan, ularning nazariy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga tatbiq etilishi, nashr qilingan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“O'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishning zamonaviy yondashuvlari”** deb nomlangan birinchi bobida o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishning zamonaviy yondashuvlarining tizimli tahlili, moslashuvchan o'qitish tizimlaridan foydalangan holda o'quv ko'rsatkichlarini boshqarish yondashuvlari, o'quv ko'rsatkichlarini boshqarishda moslashuvchan tizimlarning rivojlantirish bosqichlari hamda masalaning qo'yilishi keltirilgan.

Dissertatsiyaning 1.1-paragrafida o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishning zamonaviy yondashuvlarining tizimli tahlili keltirilgan. O'qitish jarayonlarida bilim oluvchilarning bilimini aks ettirishda o'quv ko'rsatkichlarini shakllantirishning turli xil axborot tizimlarining funksional imkoniyatlari o'rganildi.

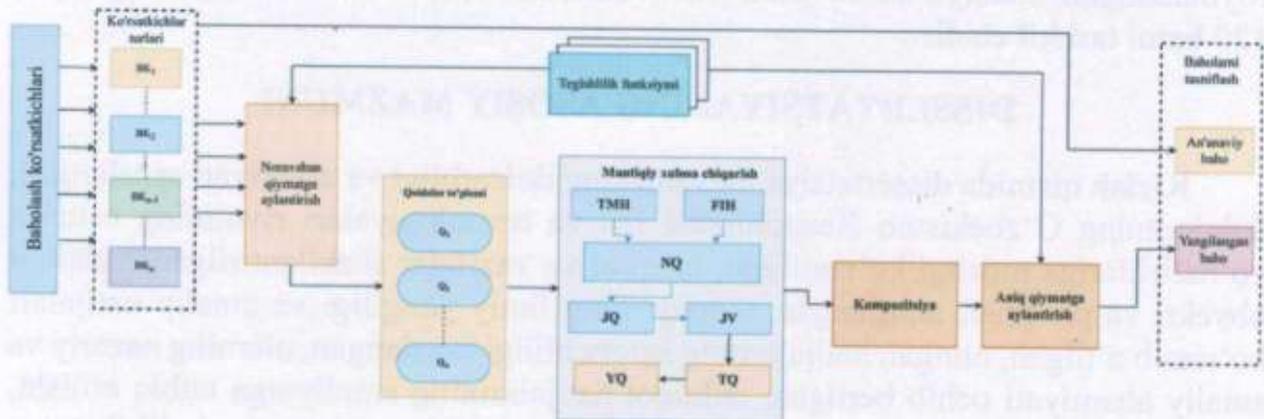
Dissertatsiyaning 1.2-paragrafida moslashuvchan o'qitish tizimlaridan foydalanish orqali o'quv ko'rsatkichlarini boshqarish yondashuvlari, ushbu tizimlarning mohiyati, boshqaruv usullari va o'quv jarayoni modellari (1-rasm) batafsil yoritilgan. Tadqiqot doirasida muammoga mos model va usullar tanlab olinib, ularning parametrik ko'rsatkichlari tahlil qilingan.



1-rasm. O'quv jarayonida o'quvchi va o'qituvchi o'rtasidagi o'zaro aloqani boshqarish modeli

Bu jarayonda o'qitish tizimi o'qitish obyekti, o'quvchi esa boshqariluvchi obyekt sifatida qatnashadi. X – o'quvchini o'qitish jarayoniga ta'sir ko'rsatuvchi muhit holati, D_x, D_y – axborot vositasi; X' – muhit haqidagi ma'lumot; Y' – o'quvchi holati. Z – o'qitish maqsadi, R – resurslardan foydalanish ko'rsatkichlari.

Dissertatsiyaning 1.3-paragrafda o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishning mantiqiy xulosalash masalasi bayon etilgan va uni yechish bosqichlari taklif etilgan (2-rasm).



2-rasm. Bilimlarni aks ettirishning mantiqiy xulosalash masalasining qo'yilishi

bunda TMH – topshiriqning murakkablik darajasi, FIH – farqlash indeksini hisoblash, NQ – noravshan qoidalar to'plami, JQ – javob qiymatini hisoblash, JV – javob vaznini hisoblash, TQ – tuzatish qiymatini hisoblash, YQ – yangilangan qiymatlar.

Dissertatsiyaning “**Bilimlarni aks ettirishning mantiqiy xulosalashga asoslangan model va algoritmlari**” deb nomlangan ikkinchi bobida o'quv ko'rsatkichlarini mantiqiy boshqarishda bilim oluvchi modellari, bilimlarni aks ettirishda noravshan to'plamlar asosida bilim oluvchini baholash, bilimlarni aks ettirishda ko'p faktorlarga asoslangan baholash algoritmi bayon etilgan.

Dissertatsiyaning 2.1-paragrafida o'quv ko'rsatkichlarini mantiqiy boshqarishda bilim oluvchi modellarining tasniflari va matematik ifodalanishlari keltirilgan. Bunda bilim olish jarayoni matematik modeliga ko'ra, o'rganish va yoddan chiqarish jarayonlari vaqt o'tishi bilan dinamik muvozanatda bo'ladi. Bu jarayon modellashtirilgan tenglamalar orqali izohlandi va bilimlarning dinamikasi o'zlashtirilgan axborot miqdori hamda uni unutish tezligiga bog'liqdir. Bunda bilim oluvchini matematik modellashtirish jarayoni quyidagi tenglamalar bilan shakllantirilgan:

$$\frac{dN}{dt} = P - qN(t), \quad (1)$$

bunda P – o'zlashtirish intensivligi, q — unutish koeffitsiyenti; boshlang'ich bilim darajasi $N_0 = 0$.

Tenglamaning yechimi quyidagicha ifodalanadi:

$$N(t) = A(1 - \exp(-qt)), \quad (2)$$

bunda A – maksimal darajada o‘zlashtirilgan bilimlarni ifodalaydi. O‘qitish jarayoni tugagach, yoddan chiqarish jarayoni boshlanadi va bu jarayon quyidagi ko‘rinishda modellashtiriladi:

$$N = \begin{cases} A(1 - \exp(-qt)), & 0 \leq t \leq t_{N_{max}} \\ A \exp(-qt), & t_{N_{max}} < t \end{cases}, \quad (3)$$

bunda $t_{N_{max}}$ – o‘rganish jarayonining eng yuqori nuqtasiga yetgan vaqt.

Ushbu parametrlar bilim oluvchilarga ta‘lim vaqtini oldindan bashorat qilish imkonini beradi. Model, yodlash va unutish jarayonlarining murakkab dinamikasini matematik asosda o‘rganishga yordam berib, ta‘lim jarayonini baholash ko‘rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishni tashkil qilishni ta‘minlaydi.

Dissertatsiyaning 2.2-paragrafida bilimlarni aks ettirishda noravshan to‘plamlar asosida bilim oluvchining baholash ko‘rsatkichlarining parametrlarini shakllantirish bayon etilgan. Bunda dastlab noravshan mantiq asosida o‘quv ko‘rsatkichlarini formallashtirishda lingvistik atamalar va ularning matematik ifodalanishlari tahlil qilingan. Lingvistik atamalarning komponent ($H, T(H), U, G, M$) to‘plamlari ifodalangan. Har bir atamaga mos qoidalar to‘plamini ishlab chiqishning matritsaviy modellari yordamida amalga oshiriladi.

Dissertatsiyaning 2.3-paragrafida bilimlarni aks ettirish uchun ko‘p faktorlarga asoslangan baholash algoritmi taklif qilingan. Algoritm ta‘lim oluvchining topshiriqlarga javob ko‘rsatkichlarini bir nechta parametrlar asosida aniqlaydi. Uning maqsadi o‘qituvchining subyektiv ta‘sirini minimallashtirish va o‘quvchining o‘quv faoliyatini kompleks baholashni ta‘minlashdan iborat. Javobning aniqligi va to‘g‘riligi, fikrlash darajasi, taqdimot usuli hamda sarflangan vaqt kabi omillar hisobga olinadi. Algoritm quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

1-bosqich. Har bir o‘qituvchining har bir topshiriqqa nisbatan optimizm indeksini aniqlash.

$$G = \begin{matrix} 1 \\ T_1 \\ T_2 \\ \vdots \\ T_m \end{matrix} \begin{pmatrix} O'_1 & O'_2 & \dots & O'_n \\ \bar{g}_{11} & \bar{g}_{12} & \dots & \bar{g}_{1n} \\ \bar{g}_{21} & \bar{g}_{22} & \dots & \bar{g}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{g}_{m1} & \bar{g}_{m2} & \dots & \bar{g}_{mn} \end{pmatrix} \quad (4)$$

bunda G – baho matritsasi; T – topshiriqlar; O' – o‘qituvchi; \bar{g} – har bir topshiriqning o‘rtacha qiymati.

Baholar matritsasiga (G) asoslanib, optimizm indeksini quyidagicha aniqlanadi:

$$\lambda_{ij} = \begin{cases} \text{agar } \max_j \bar{g}_{ij} = \min_j \bar{g}_{ij} & \text{bo'lsa } 1, \\ \text{aks holda } & \frac{\bar{g}_{ij} - \min_j \bar{g}_{ij}}{\max_j \bar{g}_{ij} - \min_j \bar{g}_{ij}}, \end{cases} \quad (5)$$

bunda λ_{ij} – har bir topshiriqqa nisbatan optimizm indeksi; \bar{g}_{ij} – har bir o‘qituvchining har bir topshiriqqa bergan bahosining o‘rtachasi; $\max_j \bar{g}_{ij}$ – eng yuqori baho ko‘rsatkichi; $\min_j \bar{g}_{ij}$ – eng past baho ko‘rsatkichi.

2-bosqich. Har bir ta'lim oluvchining noravshan bahosini optimizm indeksiga asoslanib hisoblash. Bunda an'anaviy baho ko'rsatkichlari noravshan baholash ko'rsatkichiga almashtiriladi. Bunda noravshan baholash darajalari to'plami $X = \{\text{juda ham yaxshi (JHY), juda yaxshi (JY), yaxshi (Y), qoniqarli(Q), o'rtacha (O'), bir qadar yomon (BQY), yomon (Y), Juda yomon (JYo), eng yomon (EYo)}\}$ kabi ifodalanadi. Ushbu ko'rsatkichlar asosida quyidagi noravshan baholash matrisasini P hosil qilinadi:

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} P_{12} \cdots P_{1n} \\ P_{21} P_{22} \cdots P_{2n} \\ \vdots \quad \vdots \quad \ddots \quad \vdots \\ P_{k1} P_{k2} \cdots P_{kn} \end{pmatrix} \quad (6)$$

3-bosqich. Talabalarning noravshan baholarini normal turdagi baholarga o'zgartirish. Baholash jarayonida o'qituvchilarni uch guruhga ajratish mumkin: qat'iy, yumshoq va normal turdagi. Shu sababli baholash jarayonida qat'iy va yumshoq turdagi o'qituvchilar bahosini normallashtirish bajariladi.

3.1-qadam. Noravshan baho asosida optimizm indeksi quyidagicha aniqlanadi:

$$\mu_{hj} = \begin{cases} \text{agar } \max_j p_{pj} = \min_j p_{pj} \text{ bo'lsa, u holda } 1, \\ \text{aks holda } \frac{p_{hj} - \min_j p_{pj}}{\max_j p_{pj} - \min_j p_{pj}}. \end{cases} \quad (7)$$

Har bir topshiriqqa nisbatan o'qituvchilarni quyidagi qiymatlarga ko'ra turlarga ajratamiz:

1. Agar $\mu_{hj} \leq \frac{1}{3}$ bo'lsa, u holda T_j o'qituvchi qat'iy turdagi o'qituvchi bo'ladi va qat'iy turdagi baho hisoblanadi.
2. Agar $\frac{1}{3} < \mu_{hj} \leq \frac{2}{3}$ bo'lsa, u holda T_j normal turdagi o'qituvchi bo'ladi va berilgan baho normal turdagi baho hisoblanadi.
3. Agar $\mu_{hj} > \frac{2}{3}$ bo'lsa, u holda T_j yumshoq turdagi o'qituvchi bo'ladi va berilgan baho yumshoq turdagi baho hisoblanadi.

3.2-qadam. Har bir turdagi baholashlarning sonini aniqlab, topshiriqlarga nisbatan o'rtacha baholash parametrlarini aniqlash quyidagicha aniqlanadi:

$$\text{Qat'iy turdagi o'rtacha baho} \quad \bar{p}_{S_h} = \frac{\sum_{t=1}^r \bar{p}_{ht}}{r} \quad (8)$$

$$\text{Yumshoq turdagi o'rtacha baho} \quad \bar{p}_{L_h} = \frac{\sum_{u=1}^s \bar{p}_{hu}}{s} \quad (9)$$

$$\text{Normal turdagi o'rtacha baho} \quad \bar{p}_{N_h} = \frac{\sum_{v=1}^{(n-r-s)} \bar{p}_{hv}}{n-r-s} \quad (10)$$

Shunda qat'iy turdagi, yumshoq turdagi va normal turdagi baholarning umumiy o'rtacha qiymatlari quyidagicha ifodalanadi:

$$\bar{p}_S = \frac{\sum_{h=1}^l \bar{p}_{S_h}}{l} = \frac{\sum_{h=1}^l \sum_{t=1}^r \bar{p}_{ht}}{rl}, \quad \bar{p}_L = \frac{\sum_{h=1}^l \bar{p}_{L_h}}{l} = \frac{\sum_{h=1}^l \sum_{u=1}^s \bar{p}_{hu}}{sl},$$

$$\bar{p}_N = \frac{\sum_{h=1}^l \bar{p}_{N_h}}{l} = \frac{\sum_{h=1}^l \sum_{t=1}^{(n-r-s)} \bar{p}_{ht}}{nl - rl - sl}. \quad (11)$$

3.3-qadam. Har bir o'qituvchi tomonidan berilgan noravshan baholar matritsasi P' bilan belgilanadi.

$$P' = \begin{pmatrix} \hat{p}_{11} & \hat{p}_{12} & \dots & \hat{p}_{1n} \\ \hat{p}_{21} & \hat{p}_{22} & \dots & \hat{p}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{p}_{k1} & \hat{p}_{k2} & \dots & \hat{p}_{kn} \end{pmatrix}, \quad (12)$$

bunda P' - baholar matritsasini ifodalaydi; \hat{p}_{ij} - har bir talabaga o'qituvchi tomonidan berilgan noravshan baho.

Shundan so'ng, o'zgartirilgan umumiy noravshan baholar vektori $k \times 1$ o'lchamida quyidagicha ifodalanadi:

$$S_T = \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \hat{p}_{1j}, \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \hat{p}_{2j}, \dots, \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \hat{p}_{kj} \right), \quad (13)$$

$$S_T = (\hat{S}_1, \hat{S}_2, \dots, \hat{S}_k), \quad (14)$$

bunda $\hat{p}_{i,j}$ - talabaning i -topshiriq bo'yicha j -o'qituvchi tomonidan berilgan o'zgartirilgan noravshan bahosidir.

Dissertatsiyaning "**Noravshan mantiq asosida bilimlarni aks ettirish qarorlarini qabul qilish algoritmlari**" deb nomlangan uchinchi bobida noravshan mantiq asosida bilimlarni aks ettirish qarorlarini qabul qilishga ko'maklashishning ko'p faktorli hamda axborot resurslardan foydalanish ko'rsatkichlari asosida qaror qabul qilish algoritmlarining ishlab chiqish bosqichlari keltirilgan.

Dissertatsiyaning 3.1-paragrafida noravshan mantiq asosida bilimlarni aks ettirish qarorlarini qabul qilishda an'anaviy baholash ko'rsatkichlarini noravshan baholash ko'rsatkichlariga almashtirishning tegishlilik funksiyalari ishlab chiqilgan. Baholash ko'rsatkichlari to'plami $X = \{\text{Juda ham yaxshi (JHY), juda yaxshi (JY), yaxshi (Y), qoniqarli (Q), o'rtacha (O'), bir qadar yomon (BQY), yomon (Yo), juda yomon (JYo), eng yomon (EYo)}\}$ shakllantirilgan bo'lib, keyingi bosqichlarda obyektiv baholash jarayonida qo'llaniladi.

Dissertatsiyaning 3.2-paragrafida baholash ko'rsatkichlarining ko'p bosqichli tahlili asosida bilimlarni aks ettirishning noravshan mantiqqa asoslangan qaror qabul qilish algoritmi ishlab chiqilgan. Mazkur algoritmda har bir topshiriq uchun murakkablik darajasi, farqlash indeksi, javobning qiymati va javob vazni kabi ko'p omilli parametrlar inobatga olinib, qoidalar bazasi yaratiladi. Ushbu qoidalar asosida mantiqiy xulosalar chiqariladi, bu esa baholash jarayonida aniqlik va izchillikni ta'minlashga xizmat qiladi. 3.1-paragrafda keltirilgan dastlabki ma'lumotlarga asoslanib, bilimni aks ettirish algoritmi quyidagi qadamlarda amalga oshiriladi:

1-qadam. Har bir topshiriq T_i ga o'qituvchi tomonidan berilgan baho p_{hj} sifatida aniqlanadi va umumiy baho matritsasi quyidagicha ifodalanadi:

$$M = \begin{pmatrix} A_1 \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{11j} & \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{12j} & \dots & \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{1mj} \right) \\ A_2 \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{21j} & \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{22j} & \dots & \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{2mj} \right) \\ \vdots \\ A_i \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{i1j} & \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{i2j} & \dots & \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{imj} \right) \\ \vdots \\ A_l \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{l1j} & \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{l2j} & \dots & \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{lmj} \right) \end{pmatrix} \quad (15)$$

Baholash matritsasi asosida topshiriqning murakkabligi aniqlanadi.

$$d_i = 1 - (\bar{H}_i + \bar{L}_i) / 2q_i,$$

bunda H_i va L_i yuqori va past baho ko'rsatkichlarini ifodalaydi.

Noravshan mantiqiy xulosa uchun ishlatiladigan qoidalar to'plami R_A ishlab chiqiladi (1-jadval). Har bir d_i ni beshta noravshan to'plam ("past", "biroz past", "o'rtacha", "biroz yuqori", "yuqori") asosida aniq qiymatdan noravshan qiymatga aylantiriladi.

1-jadval

Javobning baho ko'rsatkichlarini aniqlash uchun noravshan xulosa chiqarish qoidalari

Noravshan farqlash indeksi	Noravshan murakkablik				
	P	BP	O'	BY	Y
P	P	P	BP	BP	O'
BP	P	BP	BP	O'	BY
O'	BP	BP	O'	BY	BY
BY	BP	O'	BY	BY	Y
Y	O'	BY	BY	Y	Y

Natijada quyidagi baholash matritsasi shakllanadi:

$$D = \begin{pmatrix} T_1 \left(\begin{matrix} P & BP & O' & BY & Y \\ d_{11} & d_{12} & d_{13} & d_{14} & d_{15} \end{matrix} \right) \\ T_2 \left(\begin{matrix} d_{21} & d_{22} & d_{23} & d_{24} & d_{25} \end{matrix} \right) \\ \vdots \\ T_m \left(\begin{matrix} d_{m1} & d_{m2} & d_{m3} & d_{m4} & d_{m5} \end{matrix} \right) \end{pmatrix}. \quad (16)$$

2-qadam. Har bir topshiriqning javoblari uchun farqlash indeksi hisoblanib, noravshan baholash matritsasi aniqlanadi:

$$F = \begin{pmatrix} S_1 \left(\begin{matrix} P & BP & O' & BY & Y \\ f_{11} & f_{12} & f_{13} & f_{14} & f_{15} \end{matrix} \right) \\ S_2 \left(\begin{matrix} f_{21} & f_{22} & f_{23} & f_{24} & f_{25} \end{matrix} \right) \\ \vdots \\ S_m \left(\begin{matrix} f_{m1} & f_{m2} & f_{m3} & f_{m4} & f_{m5} \end{matrix} \right) \end{pmatrix} \quad (17)$$

3-qadam. d_i va f_i qiymatlari asosida, bu yerda $1 \leq i \leq m$, murakkablik vazni θ_d va farqlash indeks vazni θ_f ni quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi:

$$\theta_d = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2} + \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |d_i - d_k|}{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |d_i - d_k| + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |f_i - f_k|} \right), \quad (18)$$

$$\theta_f = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2} + \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |f_i - f_k|}{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |d_i - d_k| + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |f_i - f_k|} \right). \quad (19)$$

4-qadam. Javoblarning noravshan qiymatini ifodalash. Ushbu qadamda baho ko'rsatkichlari matritsasi A shakllantiriladi:

$$A = \begin{pmatrix} S_1 & \begin{pmatrix} P & BP & O' & BY & Y \\ a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} \end{pmatrix} \\ S_2 & \begin{pmatrix} a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{pmatrix} \\ \vdots & \\ S_m & \begin{pmatrix} a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & a_{m4} & a_{m5} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \quad (20)$$

5-qadam. Savollarning muhimligiga muvofiq javoblarning vazn koeffitsientlarini hisoblash.

$$c_i = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{m} + \frac{\sum_{h=1}^l \sum_{j=1}^l \left| \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n p_{hj} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n p_{ij} \right|}{\sum_{i=1}^m \sum_{h=1}^l \sum_{j=1}^l \left| \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n p_{hj} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n p_{ij} \right|} \right), \quad (21)$$

Shundan so'ng, noravshan javoblarning vazn koeffitsientlari matritsasi C quyidagicha shakllantiriladi:

$$C = \begin{pmatrix} S_1 & \begin{pmatrix} P & BP & O' & BY & Y \\ c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} & c_{15} \end{pmatrix} \\ S_2 & \begin{pmatrix} c_{21} & c_{22} & c_{23} & c_{24} & c_{25} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{pmatrix} \\ \vdots & \\ S_m & \begin{pmatrix} c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & c_{m4} & c_{m5} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \quad (22)$$

6-qadam. Javob qiymati va vaznini hisoblash. Har bir topshiriq T_i uchun javob qiymati va javob vazn qiymatlari a_i va c_i asosida, javob qiymati θ_a va vazni θ_c lar quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi:

$$\theta_a = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2} + \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |a_i - a_k|}{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |a_i - a_k| + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |c_i - c_k|} \right), \quad (23)$$

$$\theta_c = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2} + \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |c_i - c_k|}{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |a_i - a_k| + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |c_i - c_k|} \right) \quad (24)$$

7-qadam. Noravshan tuzatish qiymatlari matritsasini shakllantirish. Har bir topshiriq uchun noravshan to'plam asosida belgilangan qiymatlar bilan to'ldiriladi va quyidagicha belgilanadi:

$$E = \begin{pmatrix} T_1 & \begin{pmatrix} P & BP & O' & BY & Y \\ e_{11} & e_{12} & e_{13} & e_{14} & e_{15} \end{pmatrix} \\ T_2 & \begin{pmatrix} e_{21} & e_{22} & e_{23} & e_{24} & e_{25} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{pmatrix} \\ \vdots & \\ T_m & \begin{pmatrix} e_{m1} & e_{m2} & e_{m3} & e_{m4} & e_{m5} \end{pmatrix} \end{pmatrix} \quad (25)$$

8-qadam. Baholash ko'rsatkichlarini moslashtirish va yakuniy natijani hisoblash. Umumiy moslashtirilgan baholar vektori quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$P_A = M \times \begin{pmatrix} \frac{1}{q_1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \frac{1}{q_1} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \frac{1}{q_m} \end{pmatrix} \times \left(\frac{100\bar{s}_1}{\sum_{i=1}^m \bar{s}_i}, \frac{100\bar{s}_2}{\sum_{i=1}^m \bar{s}_i}, \dots, \frac{100\bar{s}_m}{\sum_{i=1}^m \bar{s}_i} \right)^T \quad (26)$$

Dissertatsiyaning 3.3-paragrafida bilimlarni aks ettirishda axborot resurslaridan foydalanish ko'rsatkichlarini boshqarish algoritmlari keltirilgan. Zamonaviy ta'lim tizimida o'quvchilarning bilimni obyektiv baholash uchun axborot resurslarini shakllantirish va boshqarish muhim ahamiyatga ega. Ushbu bo'limda axborot resurslarining tarkibi, ularni shakllantirish bosqichlari va boshqarish algoritmlari ishlab chiqilgan. Bunda axborot-resurslardan foydalanish ko'rsatkichlariga asoslangan bilimlarni aks ettirish algoritmi quyidagicha:

1-qadam. Ma'lumotlarni yig'ish. Baholash jarayonida bilim oluvchilarning nazariy javoblari (R_i), amaliy mashg'ulot natijalari (S_i), vaqt ko'rsatkichlari (T_i) va kutubxonaga tashriflari (L_i) to'planadi. Bu ma'lumotlar har bir bilim oluvchi uchun to'plan sifatida ifodalanadi:

$$D_i = \{R_i, S_i, T_i, L_i\}, \quad \forall i \in [1, N]. \quad (27)$$

bunda D_i – har bir bilim oluvchining to'plangan ma'lumotlar; N – bilim oluvchilarning umumiy sonini bildiradi.

2-qadam. Mezonlarni baholash. Har bir mezon bo'yicha qiymatlar noravshan tegishlilik funksiyalari yordamida aniqlanadi va ehtimolliklarga o'giriladi. Baholar normalizatsiya koeffitsiyenti (C_i) orqali quyidagicha hisoblanadi:

$$C_i = \frac{1}{\mu(R_i) + \mu(S_i) + \mu(T_i) + \mu(L_i)}. \quad (28)$$

3-qadam. Mezonlar vaznini aniqlash. Baholash jarayonida har bir mezonning ahamiyati vazn koeffitsiyenti W_j orqali belgilanadi. Vaznlar yig'indisi 1 ga teng

bo'lishi talab etiladi: $\sum_{j=1}^M W_j = 1$

4-qadam. Yangilangan bahoni hisoblash. Bayes teoremasi yordamida har bir bilim oluvchining bahosi yangilanadi:

$$P(B_i | D_i) = \frac{P(D_i | B_i) \cdot P(B_i)}{P(D_i)}, \quad (29)$$

bunda, $P(B_i | D_i)$ – i-chi bilim oluvchining bahosi yangilangan ehtimollik; $P(B_i)$ – bilim oluvchining dastlabki ehtimolligi; $P(D_i)$ – i-chi bilim oluvchining umumiy natijasi bo'yicha kutilgan ehtimollik.

5-qadam. Yakuniy bahoni hisoblash. Umumiy bahoni hisoblash har bir mezonning vazni va mezon bo'yicha ehtimoli asosida quyidagicha aniqlanadi:

$$B_i = \sum_{j=1}^M W_j \cdot P(f_{ij}), \quad (30)$$

Bunda B_i – i-bilim oluvchining umumiy bahosi; W_j – j-mezonning vazni; $P(f_{ij})$ – i-bilim oluvchining j-mezon bo'yicha ehtimoli.

6-qadam. Reytingni tuzish. Bilim oluvchilarning umumiy baholari asosida reytinglash uchun barcha bilim oluvchilar baholari quyidagicha tartiblanadi:

$$R = \{B_{(1)}, B_{(2)}, \dots, B_{(N)}\}, \quad (31)$$

bunda R – reytinglar ro'yxati, $B_{(1)} \geq B_{(2)} \geq \dots \geq B_{(N)}$ – tartiblangan baho, N – bilim oluvchi soni.

7-qadam. Tahlil va optimallashtirish. Yakuniy baholar va mezonlar, vazn koeffitsiyentlari tahlil qilinib, baholash jarayonini optimallashtirish amalga oshiriladi. Vaznlarni optimallashtirish:

$$\max U(B_i, W_j) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M W_j * P(f_{ij}), \quad \min \sum_{j=1}^M W_j^2, \quad \sum_{j=1}^M W_j = 1, \quad W_j \geq 0. \quad (32)$$

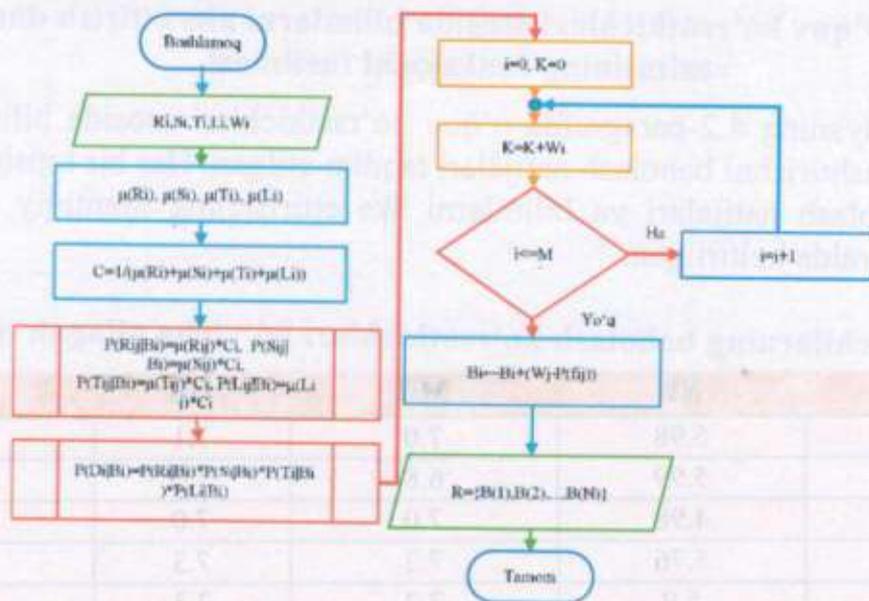
Baholash metodlarini yangilash:

$$\max U(B_i, W_j) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M W_j * P(f_{ij}). \quad (33)$$

O'rtacha uyg'unlik darajasini oshirish:

$$O(B, W) \Rightarrow U(B_i) \rightarrow \text{Max}.$$

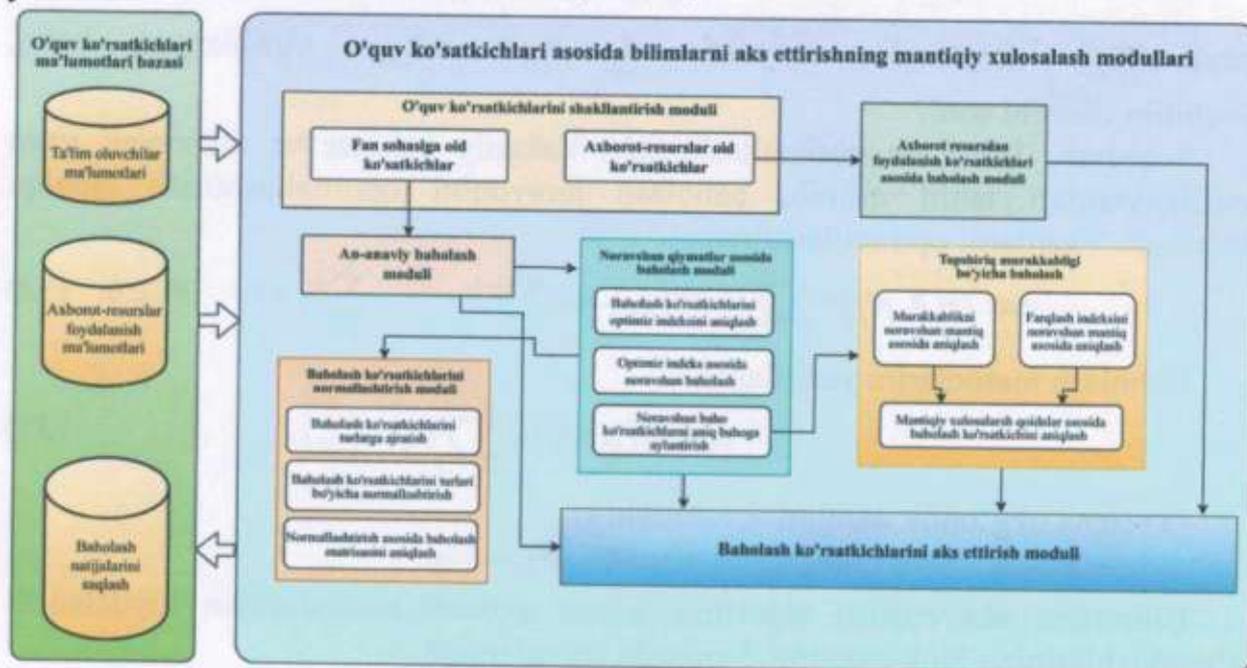
Bilimlarni aks ettirish algoritmi uchun axborot resurslaridan foydalanish ko'rsatkichlarining blok-sxemasi 3-rasmda tasvirlangan.



3-rasm. Axborot resurslaridan foydalanish ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirish algoritmi

Dissertatsiyaning "O'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishning dasturiy vositasi va amaliy tadbirlari" deb nomlangan to'rtinchi bobida mazkur ishda taklif qilingan model va algoritmlar asosida ishlab chiqilgan dasturiy ta'minotning tafsilotlari va tajribaviy tekshirishlar hamda amaliy tatbiqlarning joriy etilgan natijalari keltirilgan.

Dissertatsiyaning 4.1-paragrafida o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirish uchun mo'ljallangan mantiqiy xulosalash tizimi modullarining batafsil tavsifi taqdim etilgan. Ushbu jarayon o'quv ko'rsatkichlari negizida bilimlarni aks ettirishni ta'minlaydigan bir nechta modulli va o'zaro bog'langan bosqichlarni tahlil qilish orqali amalga oshiriladi. Har bir bosqich natijalari maxsus aks ettirish moduli yordamida vizual shaklda ifodalanadi(4-rasm).



4-rasm. O'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirish dasturiy vositasining funksional tuzilmasi

Dissertatsiyaning 4.2-paragrafida o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirish va o'zlashtirishni baholash natijalari taqdim etilgan. Har bir topshiriq uchun an'anaviy baholash natijalari va bilimlarni aks ettirishning mantiqiy xulosalash natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

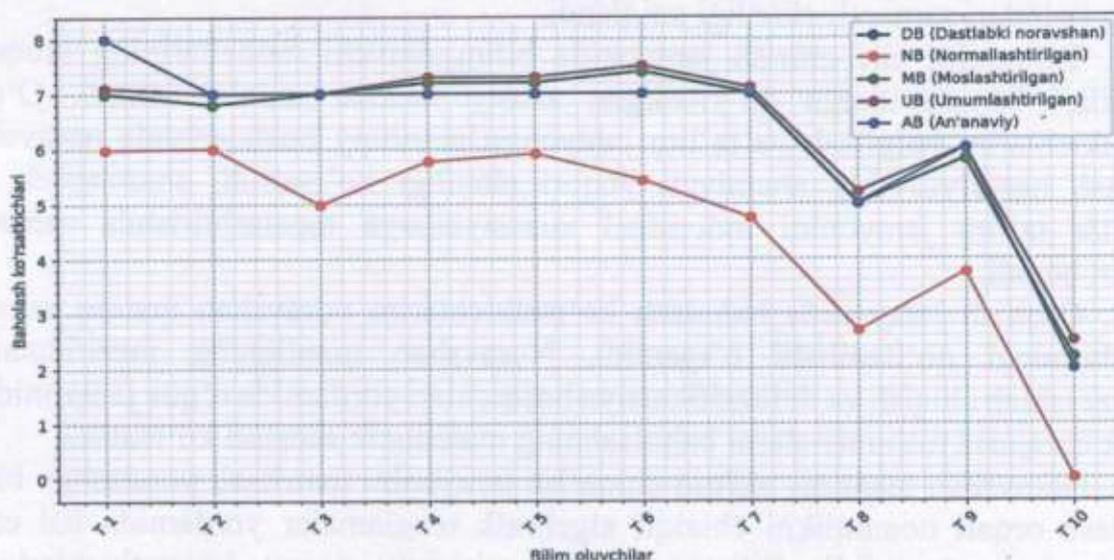
2-jadval.

Ta'lim oluvchilarning baholash ko'rsatkichlari bo'yicha olingan natijalar

№	DB	NB	MB	UB	AB
1	7	5.98	7.0	7.1	8
2	6.8	5.99	6.8	7.0	7
3	7	4.98	7.0	7.0	7
4	7.2	5.76	7.2	7.3	7
5	7.2	5.9	7.2	7.3	7
6	7.4	5.42	7.4	7.5	7
7	7	4.74	7.0	7.1	7
8	5	2.68	5.0	5.2	5
9	5.8	3.74	5.8	6.0	6
10	2.2	0.0	2.2	2.5	2

O'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirish jarayonida mantiqiy xulosalashga asoslangan natijalarning solishtirma tahlili tadqiqotda taklif etilgan model va algoritmlar samaradorligini ko'rsatadi. Ushbu tahlilning grafik ifodasi

5-rasmda keltirilgan bo‘lib, unda model va algoritmlarning qo‘llanilishi natijasida olingan parametrlarning an’anaviy usullarga nisbatan afzalliklari aks ettirilgan.



5-rasm. Mantiqiy xulosalash algoritmlari asosida olingan natijalarning solishtirma tahlili

Dasturiy vosita, O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi huzuridagi Ta‘lim muassasalarida elektron ta‘limni joriy etish markazi, Jizzax viloyat Oliy ta‘lim, fan va innovatsiyalar hududiy boshqarmasi, Toshkent axborot texnologiyalari universiteti huzuridagi pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirish tarmoq markazi hamda Samarqand shahar “Algoritm ziyo nur” nodavlat ta‘lim muassasasi, Buxoro shahar “Robots and Me” o‘quv markazlarida o‘qitish jarayonini boshqarishda ta‘lim oluvchilarning o‘quv ko‘rsatkichlarini ko‘p faktorli tahlil qilish va mantiqiy xulosalashga asoslangan holda bilimlarni baholash masalalarini hal qilishda samarali qo‘llanilgan.

Dissertatsiyaning ilovasida natijalarining amaliyotga qo‘llanilganligini tasdiqlovchi hujjatlar, O‘zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligidan EHM uchun yaratilgan dasturlarni rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilganligi haqidagi guvohnomalari keltirilgan.

XULOSA

1. Tizimli tahlil asosida o‘quv ko‘rsatkichlari va bilimlarni aks ettirish o‘rni tahlil qilindi. Bilimlarning o‘lchov parametrlari va baholash mezonlarining integratsiyasi aniqlanib, o‘quv ko‘rsatkichlari, xususan, talabalar bilimlari va amaliy faoliyat samaradorligining tizimli tahlili o‘quv jarayonini samarali boshqarishga imkon yaratadi. Bilimlarni aks ettirishda o‘quv ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi interaktiv aloqalar tahlil qilindi va o‘qitish jarayonining samaradorligini oshirish uchun asosiy parametrlar tanlab olindi.

2. Tadqiqot davomida turli mantiqiy xulosalash tizimlari tahlil qilinib, ta‘lim oluvchilarning o‘quv ko‘rsatkichlari asosida bilim darajasini aniqlash va qaror qabul qilish jarayonlari uchun samarali yondashuvlar belgilandi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, noravshan mantiq tizimlari noaniqlik va murakkablikni hisobga olishda

yuqori aniqlik va ishonchlilikni ta'minlaydi. Ta'lim jarayonida individual xususiyatlarni hisobga olgan holda bilimni aks ettirish va baholashda noravshan mantiq tizimlari samarali ekanligi aniqlandi.

3. Bilimlarni aks ettirish jarayonida bilim oluvchi modellarining muqobil variantlari hamda ularga qo'yiladigan asosiy talablar aniqlab olindi. O'quv ko'rsatkichlarini belgilash va ta'lim jarayonini mantiqiy boshqarishda noravshan baholash nazariyasining ahamiyati yuqori ekanligi ko'rsatildi, shuningdek, bu modellar ta'lim jarayonini individual xususiyatlarga moslashtirishda samarali yordam beradi.

4. O'qitish jarayonida baholash ko'rsatkichlarini noravshan mantiq asosida modellashtirishda qo'llanilishi o'rganildi. Noravshan mantiqning fazzifikatsiya, qoidalar ishlab chiqish va defazzifikatsiya bosqichlari yordamida o'quv jarayonidagi aniqlik darajasiz tushunchalarni baholashning matematik asoslari ko'rsatildi.

5. Noravshan mantiqiy xulosa chiqarish jarayonini matritsali yondashuv bilan tasvirlash orqali noaniqlikni chiziqli algebraik tenglamalar yordamida hal etish imkoniyatlari o'rganildi. Bilimlarni aks ettirishda o'quv ko'rsatkichlarining noravshan ifodalanishi, lingvistik atamalar va ularning tegishlilik funksiyalari asosida qaror qabul qilish shartlari shakllantirildi va bu ko'p faktorli baholashda dastlabki ishlov berish jarayonini samarali ravishda ta'minlashda xizmat qiladi.

6. O'quv jarayonini boshqarish va o'quv ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishda noravshan to'plamlar nazariyasidan foydalanib, bilim oluvchining o'zlashtirish darajasini baholash uchun mantiqiy xulosalash mexanizmi ishlab chiqildi. Ushbu mexanizm o'quv ko'rsatkichlarining shakllantirilgan qiymatlari asosida ko'p omilli baholash modelining samarali qo'llanilishini ta'minlaydi.

7. Noravshan mantiqiy xulosalashda ko'p omillarni hisobga olgan holda bilimlarni aks ettirish uchun mantiqiy xulosalash qoidalar to'plami ishlab chiqildi. Mazkur qoidalar o'quv ko'rsatkichlariga ta'sir ko'rsatadigan topshiriqlarning murakkabligi, javob vazni, qiymati va muhimligi kabi parametrlarni inobatga olgan holda baholash algoritmlarini yaratishda asos bo'lib xizmat qiladi. Bu jarayon bilimlarni aks ettirishda obyektivlikni kuchaytirib, o'qituvchining subyektiv qarorlar qabul qilish ehtimolini kamaytiradi.

8. Bilimlarni aks ettirishning mantiqiy xulosalash algoritmlari dasturiy vositasining umumiy strukturasi, funksional vazifalari ishlab chiqildi. Natijada dasturiy vositaning modullari, vazifalari va qo'llanilish usullari keltirib o'tildi.

9. O'qitish ko'rsatkichlari asosida bilimlarni aks ettirishning mantiqiy xulosalash algoritmlarining dasturiy vositasi ta'lim oluvchilarning an'anaviy baholash ko'rsatkichlariga nisbatan solishtirma natijalari olingan va samaradorlik ko'rsatkichlari keltirilgan.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/29.12.2023.Т.02.12 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ САМАРКАНДСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
ИМЕНИ ШАРОФА РАШИДОВА**

**ДЖИЗАКСКИЙ ФИЛИАЛ НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
УЗБЕКИСТАНА ИМЕНИ МИРЗО УЛУГБЕКА**

КУВАНДИКОВ ЖУРА ТУРСУНБАЕВИЧ

**МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА
ПРИ ОТРАЖЕНИИ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ АКАДЕМИЧЕСКОЙ
УСПЕВАЕМОСТИ В УПРАВЛЕНИИ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ**

05.01.02 – Системный анализ, управление и обработка информации

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

Самарканд – 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инновации Республики Узбекистан за номером B2024.4.PhD/T5008

Диссертация выполнена в Джизакском филиале Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека.

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

Научный руководитель: Рахимов Нодир Одилевич
доктор технических наук, доцент

Официальные оппоненты: Мухамедиева Дильноз Тулкуновна
доктор технических наук, профессор

Марданов Дилмурод Рахманович
доктор философии технических наук (PhD)

Ведущая организация: Наманганский государственный университет

Защита диссертации состоится «7» января 2025 г. в 15⁰⁰ часов на заседании научного совета PhD.03/29.12.2023.T.02.12 при Самаркандском государственном университете имени Шарофа Рашидова (Адрес: 140104, г. Самарканд, Университетский бульвар, 15. Тел.: (99866) 239-11-40; факс: (99866) 239-11-40; e-mail: devonxona@samdu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Самаркандского государственного университета имени Шарофа Рашидова (регистрационный номер № 193). (Адрес: 114104, г. Самарканд, Университетский бульвар, 15. Тел.: (99866) 239-11-40; факс: (99866) 239-11-40.)

Автореферат диссертации разослан «24» декабря 2024 года.
(протокол рассылки № 4 от «23» декабря 2024 г.).



А.Р.Ахатов

Председатель научного совета по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, профессор

Ф.М.Назаров

Ученый секретарь научного совета по присуждению учёных степеней,
доктор философии по техническим наукам, доцент

Х.А.Примова

Председатель научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, доцент

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мировых исследованиях, посвященных логическому выводу при отражении знаний на основе учебных показателей, уделяется особое внимание разработке моделей и алгоритмов искусственного интеллекта, нечеткого вывода, а также их внедрению в образовательную практику. В настоящее время развитые страны, включая США, Китай, Сингапур, Финляндию, Великобританию, Германию, Францию и Индию, активно работают над созданием образовательных платформ с применением технологий искусственного интеллекта для индивидуального подхода к учащимся. Особый акцент делается на глубоком анализе учебных показателей и разработке систем с функцией обработки данных в реальном времени.

В мире проводятся научные исследования, направленные на создание интеллектуальных образовательных систем, основанных на искусственном интеллекте и нечеткой логике, для отображения знаний на основе учебных показателей. Приоритетным направлением являются разработки алгоритмов логического вывода для управления образовательным процессом на основе учебных показателей. Также важными задачами считаются предварительная обработка и анализ данных, устранение субъективности преподавателя при оценке результатов, а также создание алгоритмов отражения знаний на основе нечеткой логики.

В нашей Республике особое внимание уделяется разработке мер по созданию и внедрению в практику автоматизированных систем отображения знаний обучающихся, основанных на выявлении и анализе индивидуальных характеристик их оценочных показателей. В Указе Президента Республики Узбекистан о стратегии развития цифрового образования определены важные задачи, включая «...совершенствованию системы образования, поэтапному внедрению механизмов дистанционного обучения в высших учебных заведениях»². Эти задачи отражены в Указе Президента Республики Узбекистан № УП-6079 от 5 октября 2020 года «Об утверждении Стратегии «Цифровой Узбекистан – 2030» и мерах по ее эффективной реализации», № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы», а также в постановлении № ПК-4884 от 6 ноября 2020 года «О дополнительных мерах по дальнейшему совершенствованию системы образования и воспитания» и других нормативно-правовых актах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития науки и технологий республики Узбекистан IV: «Развитие информатизации и информационно-коммуникационных технологий».

² Указе Президента Республики Узбекистан от 5 октября 2020 года № УП-6079 «Об утверждении Стратегии «Цифровой Узбекистан-2030» и мерах по ее эффективной реализации»

Степень изученности проблемы. Во всем мире многие ученые, исследователи и эксперты занимались изучением вопросов отражения знаний на основе учебных показателей. Зарубежные ученые, такие как Джон Маккарти, Франсуа Бри, Мамдани, Сугэно, Р.А. Алиев, Ю.А. Загоруйко и Г.В. Рибина разработали модели для внедрения баз знаний с использованием OLAP (онлайновой аналитической обработки данных) и усовершенствования механизмов логического вывода. Л. Заде, А.Н. Аверкин, Ф. Баадер, А.Ф. Берман, В.Н. Вагин, В.В. Голенков, Б. Грау, В.В. Грибова и Н. Гуарини проводили исследования, посвященные анализу формирования и представления данных и баз знаний, а также поиску решений связанных с этим проблем.

В Узбекистане значительный научный вклад в интеллектуальную обработку данных внесли такие ученые, как М.М. Камиллов, А.Х. Нишанов. В области анализа и формирования знаний в информационных системах своими научными работами отличились Т.Ф. Бекмуратов, Д.Т. Мухамадиева, М.А. Рахматуллаев, И.И. Жуманов, У.Р. Хамдамов, А.Р. Ахатов, О.Ж. Бабомурадов, Х. Примова, Н.О. Рахимов и Б.Б. Муминов.

В результате системного анализа научных исследований вышеупомянутых ученых и исследователей установлено, что модели и алгоритмы логического вывода, способствующие управлению учебным процессом на основе отражения знаний через учебные показатели, изучены недостаточно.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках научного проекта № А-5-29 «Разработка программно-алгоритмического обеспечения “Электронное министерство” на основе принципов интеллектуального анализа» (2017-2018), проводимого Центром внедрения электронного обучения при Министерстве высшего и среднего специального образования, а также в рамках проекта Джизакского филиала Национального университета Узбекистана № 60-АФ «Разработка интеллектуального программного продукта «Sound and text transcript» (2021–2023)», направленного на распознавание и обработку речевых сигналов для формирования стенограмм.

Цель исследования заключается в разработке моделей и алгоритмов логического вывода для отражения знаний на основе учебных показателей в управлении процессом обучения.

Задачи исследования:

проведение системного анализа проблемы многофакторного логического вывода с учетом различных аспектов отражения знаний на основе учебных показателей;

разработка механизмов учета многофакторных учебных показателей при отражении знаний;

разработка модели отражения знаний на основе механизмов вывода с использованием нечеткой логики и индивидуальных характеристик многофакторных учебных показателей;

разработка алгоритма принятия оценочных решений, основанного на определении взаимосвязей информации в функциональной нагрузке информационных ресурсов как учебных показателей;

разработка и внедрение программного средства, основанного на логическом выводе с использованием многофакторных учебных показателей для отражения знаний.

Объектом исследования является система отражения знаний на основе учебных показателей в управлении процессом обучения.

Предметом исследования выступают модели и алгоритмы логического вывода для отражения знаний на основе учебных показателей в управлении учебным процессом.

Методы исследования. В работе применены методы системного анализа, математического моделирования, разработки интеллектуальных систем, теории нечетких множеств, алгоритмизации, формализации информационных систем и технологии программирования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана модель отражения знаний, основанная на многофакторном подходе с учетом индивидуальных особенностей обучения, реализующая механизмы оценки с использованием теории нечетких множеств;

разработан алгоритм выявления взаимосвязанной информации в учебных показателях и принятия решений о отражении знаний на основе механизмов нечеткой логики;

предложен алгоритм оценки, позволяющий расширить функциональную нагрузку информационных ресурсов в учебных показателях и повысить их эффективность в процессе отражения знаний с использованием логического вывода;

разработаны нечеткие алгоритмы и их программное обеспечение, основанные на многофакторных параметрах оценки, для реализации процессов отражения знаний.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработан алгоритм, позволяющий выявлять взаимосвязь между учебными показателями и принимать решения на основе нечеткой логики в управлении учебным процессом;

разработан многофакторный алгоритм оценки, который расширяет функциональную нагрузку информационных ресурсов и повышает эффективность их использования;

разработано программное средство, основанное на логическом выводе, для отражения знаний с использованием учебных показателей.

Достоверность результатов исследования подтверждается точным математическим формулированием поставленной задачи, формированием решений на основе нечеткой логики, корректным применением

математического аппарата для многофакторной оценки, учитывающей взаимосвязь показателей, разработкой программного средства для отражения знаний на основе многофакторной оценки, связанной с использованием информационных ресурсов, а также положительными результатами экспериментальных исследований.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в разработке многофакторной модели оценки и алгоритмов, которые способствуют отражению знаний на основе учебных показателей в управлении учебным процессом, совершенствованию процедур оценки, а также оптимизации системы поддержки принятия решений на основе нечеткой логики.

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что разработанная модель и алгоритмы обеспечивают отражение знаний на основе учебных показателей при управлении учебным процессом, а также способствуют повышению точности и объективности процесса оценки знаний учащихся в образовательных системах.

Внедрение результатов исследования. На основе научных результатов, полученных в рамках диссертационного исследования по разработке модели и алгоритмов логического вывода для отражения знаний на основе учебных показателей при управлении учебным процессом:

разработано программное средство алгоритма выявления взаимосвязанной информации в учебных показателях и принятия решений по отражению знаний на основе нечеткой логики, которое применено в Центре внедрения электронного образования при Министерстве высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан для формирования индивидуальных характеристик обучающихся с использованием учебных показателей (справка Министерства цифровых технологий Республики Узбекистан от 25 мая 2023 года № 33-8/3509). В результате разработанное программное средство повысило эффективность многофакторного анализа учебных показателей на 10-15%;

разработано программное средство алгоритма оценки для расширения функциональной нагрузки информационных ресурсов в учебных показателях и повышения их эффективности для отражения знаний на основе логического вывода, которое внедрено в Агентство инновационного развития в молодежном технопарке Джизакской области для формирования показателей использования информационных ресурсов и поддержки принятия решений на основе этих показателей (справка Министерства цифровых технологий Республики Узбекистан от 25 мая 2023 года № 33-8/3509). Это позволило повысить эффективность анализа информационных ресурсов на 12-14%;

разработано программное средство для отражения знаний на основе нечеткой логики с многофакторными параметрами оценки, которое внедрено в Центре переподготовки и повышения квалификации педагогических кадров при Ташкентском университете информационных технологий (справка Министерства цифровых технологий Республики Узбекистан от 25 мая 2023

года № 33-8/3509). В результате, учитывая взаимосвязь между учебными показателями и показателями использования информационных ресурсов, предложенная модель многофакторной оценки и алгоритмы были признаны эффективными для объективной оценки знаний обучающихся в процессе отражения знаний.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были представлены и обсуждены на 3 международных и 7 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. Всего по теме исследования опубликована 21 научная работа, включая 9 статей в научных изданиях, рекомендованных ВАК Республики Узбекистан, 1 статью в международном журнале, 6 статьи в республиканских журналах, включенных в перечень ОАК, 2 статьи в журналах, индексируемых в международной базе данных SCOPUS. Кроме того, получены регистрационные удостоверения на 3 программных средства для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, сформулированы цель и задачи, определены объект и предмет исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта их теоретическая и практическая значимость, приведены сведения о внедрении результатов исследования в практику, об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Современные подходы к отражению знаний на основе учебных показателей**» приведены результаты системного анализа современных подходов, рассмотрены подходы управления учебными показателями с использованием адаптивных образовательных систем, этапы развития адаптивных систем в управлении учебными показателями и приведена постановка проблемы.

В параграфе 1.1 проведен системный анализ современных подходов к отражению знаний на основе учебных показателей. Изучены функциональные возможности различных информационных систем для формирования учебных показателей при отражении знаний обучающихся в процессе обучения.

В параграфе 1.2 диссертации раскрыты подходы к управлению учебными показателями с использованием адаптивных обучающих систем, сущность этих систем, методы управления и модели учебного процесса (рис 1). В рамках исследования были отобраны соответствующие модели и методы, проведен анализ их параметрических показателей.



Рис 1. Модель управления взаимодействием между учеником и преподавателем в образовательном процессе

В этом процессе система обучения участвует как объект обучения, а ученик – как управляемый объект. X – состояние среды, влияющее на процесс обучения ученика; D_x, D_y – информационное инструмент; X' – данные о среде; Y' – состояние ученика; Z – цель обучения, R – показатели использования ресурсов.

В параграфе 1.3 представлена задача логического вывода для отражения знаний на основе учебных показателей, а также предложены этапы её решения (Рис 2).

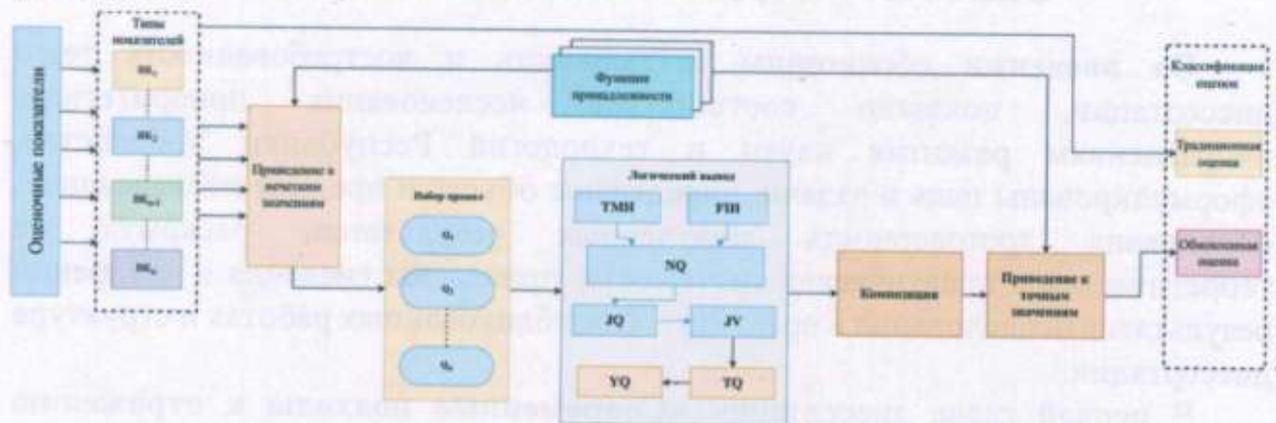


Рис. 2. Постановка задачи логического вывода в отражении знаний

Здесь TMH – степень сложности задания, FIH – вычисление индекса различия, NQ – нечеткое множество правил, JQ – вычисление значения ответа, JV – вычисление веса ответа, TQ – вычисление значения коррекции, YQ – обновленные значения.

Во второй главе диссертации «**Модели и алгоритмы отражения знаний на основе логического вывода**» изложены модели обучающихся при логическом управлении учебными показателями, оценка обучающихся на основе нечетких множеств в процессе отражения знаний, а также алгоритм оценки, основанный на множестве факторов.

В параграфе 2.1 представлены классификация моделей познавателя в логическом управлении успеваемостью и их математическое представление. Согласно математической модели процесса усвоения знаний, процессы обучения и забывания находятся в динамическом равновесии со временем.

На основе матрицы оценок (G) индекс оптимизма определяется следующим образом:

$$\lambda_{ij} = \begin{cases} \text{если } \max_j \bar{g}_{ij} = \min_j \bar{g}_{ij}, \text{ тогда } 1, \\ \text{иначе } \frac{\bar{g}_{ij} - \min_j \bar{g}_{ij}}{\max_j \bar{g}_{ij} - \min_j \bar{g}_{ij}}, \end{cases} \quad (5)$$

здесь λ_{ij} – индекс оптимизма по каждому заданию \bar{g}_{ij} – среднее значение оценки, поставленной каждым преподавателем за каждое задание; $\max_j \bar{g}_{ij}$ – максимальная оценка; $\min_j \bar{g}_{ij}$ – минимальная оценка.

Шаг 2. Расчёт нечёткой оценки каждого обучающегося на основе индекса оптимизма. На данном этапе традиционные показатели оценки заменяются на нечёткие показатели. Множество уровней нечёткой оценки представлено как $X = \{\text{идеально очень хороший (JHY), очень хороший (JY), хороший (Y), удовлетворительный (Q), средний (O'), немного плохой (BQY), плохой (Y), очень плохой (JYo), крайне плохой (EYo)}\}$. На основе этих показателей формируется следующая матрица нечёткой оценки P:

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{k1} & p_{k2} & \dots & p_{kn} \end{pmatrix} \quad (6)$$

Шаг 3. Преобразование нечётких оценок студентов в нормальные оценки. В процессе оценки преподавателей можно разделить на три группы: строгие, мягкие и нормальные. По этой причине в процессе оценки проводится нормализация оценок строгих и мягких типов преподавателей.

Шаг 3.1. Индекс оптимизма на основе нечеткой оценки определяется следующим образом:

$$\mu_{ij} = \begin{cases} \text{если } \max_j p_{ij} = \min_j p_{ij}, \text{ тогда } 1, \\ \text{иначе } \frac{p_{ij} - \min_j p_{ij}}{\max_j p_{ij} - \min_j p_{ij}}. \end{cases} \quad (7)$$

Разделение преподавателя на типы для каждой задачи осуществляется в зависимости от следующих значений μ_{ij} :

1. Если $\mu_{ij} \leq \frac{1}{3}$, то преподаватель T_j относится к строгому типу, и его оценка будет строгой.

2. Если $\frac{1}{3} < \mu_{ij} \leq \frac{2}{3}$ то преподаватель T_j является преподавателем нормального типа, и его оценка будет нормальной.

3. Если $\mu_{ij} > \frac{2}{3}$, то преподаватель T_j является преподавателем мягкого типа, и его оценка будет мягкой.

Шаг 3.2. Определение количества оценок каждого типа и вычисление средних параметров оценок для заданий:

Средняя оценка строгого типа:
$$\bar{P}_{S_k} = \frac{\sum_{i=1}^r \bar{P}_{it}}{r}. \quad (8)$$

$$\text{Средняя оценка мягкого типа} \quad : \quad \bar{p}_{L_h} = \frac{\sum_{u=1}^s \tilde{p}_{hu}}{s} \quad (9)$$

$$\text{Средняя оценка нормального типа:} \quad \bar{p}_{N_h} = \frac{\sum_{v=1}^{(n-r-s)} \tilde{p}_{hv}}{n-r-s} \quad (10)$$

Таким образом, общие средние значения для строгих, мягких и нормальных оценок вычисляются следующим образом:

$$\begin{aligned} \bar{p}_S &= \frac{\sum_{h=1}^l \bar{p}_{S_h}}{l} = \frac{\sum_{h=1}^l \sum_{t=1}^r \tilde{p}_{ht}}{rl}, & \bar{p}_L &= \frac{\sum_{h=1}^l \bar{p}_{L_h}}{l} = \frac{\sum_{h=1}^l \sum_{u=1}^s \tilde{p}_{hu}}{sl} \\ \bar{p}_N &= \frac{\sum_{h=1}^l \bar{p}_{N_h}}{l} = \frac{\sum_{h=1}^l \sum_{v=1}^{(n-r-s)} \tilde{p}_{hv}}{nl-rl-sl} \end{aligned} \quad (11)$$

Шаг 3.3. Матрица нечетких оценок, предоставленных каждым преподавателем, обозначается как P' .

$$P' = \begin{pmatrix} \hat{p}_{11} & \hat{p}_{12} & \cdots & \hat{p}_{1n} \\ \hat{p}_{21} & \hat{p}_{22} & \cdots & \hat{p}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{p}_{k1} & \hat{p}_{k2} & \cdots & \hat{p}_{kn} \end{pmatrix}, \quad (12)$$

где P' – выражает матрицу оценок; \hat{p}_{ij} – нечеткая оценка, выставленная преподавателем каждому студенту.

Затем измененный общий вектор нечетких оценок размерности $k \times 1$ выражается следующим образом:

$$S_T = \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \hat{p}_{1j}, \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \hat{p}_{2j}, \dots, \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \hat{p}_{kj} \right), \quad (13)$$

$$S_T = (\hat{S}_1, \hat{S}_2, \dots, \hat{S}_k) \quad (14)$$

где $\hat{p}_{i,j}$ – это измененная нечеткая оценка, предоставленная j -м преподавателем для задания i студента.

В третьей главе диссертации «Алгоритмы принятия решений для отражения знаний на основе нечеткой логики» представлены этапы разработки алгоритмов принятия решений, основанных на многофакторном анализе и показателях использования информационных ресурсов, с использованием нечеткой логики для поддержки принятия решений.

В параграфе 3.1 диссертации разработаны функции принадлежности для замены традиционных оценочных показателей на нечеткие при принятии решений по отображению знаний. Множество оценочных показателей $X = \{\text{идеально очень хороший (JHY), очень хороший (JY), хороший (Y), удовлетворительный (Q), средний (O'), немного плохой (BQY), плохой (Yo), очень плохой (JYo), наихудший (EYo)}\}$ сформировано и будет использовано в последующих этапах для объективной оценки в процессе оценки знаний.

В параграфе 3.2 разработан алгоритм принятия решений на основе нечеткой логики для отражения знаний. В алгоритме учитываются параметры,

такие как степень сложности задания, индекс различия, стоимость и вес ответа. На основе этих параметров создается база правил, которая обеспечивает точность и последовательность в процессе оценки. Алгоритм реализуется на следующих этапах, опираясь на данные из 3.1 параграфа.

Шаг 1. Оценка, выставленная учителем T_i для каждого задания, определяется как P_{hij} , и общая матрица оценок выражается следующим образом:

$$M = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_i \end{matrix} \begin{pmatrix} \overbrace{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{11j}}^{T_1} & \overbrace{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{12j}}^{T_2} & \cdots & \overbrace{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{1mj}}^{T_m} \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{21j} & \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{22j} & \cdots & \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{2mj} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{k1j} & \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{k2j} & \cdots & \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{kmj} \end{pmatrix} \quad (15)$$

На основе матрицы оценок сложность задания определяется как

$$d_i = 1 - (\bar{H}_i + \bar{L}_i) / 2q_i,$$

здесь H_i и L_i обозначают высокие и низкие оценки соответственно.

Для нечеткого логического вывода разрабатывается набор правил R_i (см. таб 1). Каждое значение d_i преобразуется из точного значения в нечеткое, используя пять нечетких множеств: “низкий”, “чуть ниже”, “средний”, “чуть выше”, “высокий”.

Таблица 1

Правила нечеткого вывода для определения показателей оценки ответа

Нечеткий индекс различия	Нечеткая сложность				
	P	BP	O'	BY	Y
P	P	P	BP	BP	O'
BP	P	BP	BP	O'	BY
O'	BP	BP	O'	BY	BY
BY	BP	O'	BY	BY	Y
Y	O'	BY	BY	Y	Y

Результат представляется в следующей матрице оценки:

$$D = \begin{matrix} T_1 \\ T_2 \\ \vdots \\ T_m \end{matrix} \begin{pmatrix} P & BP & O' & BY & Y \\ d_{11} & d_{12} & d_{13} & d_{14} & d_{15} \\ d_{21} & d_{22} & d_{23} & d_{24} & d_{25} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & d_{m3} & d_{m4} & d_{m5} \end{pmatrix} \quad (16)$$

Шаг 2. Для ответов на каждое задание рассчитывается индекс дифференциации, после чего определяется матрица нечеткой оценки:

$$F = \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_m \end{matrix} \begin{pmatrix} P & BP & O' & BY & Y \\ f_{11} & f_{12} & f_{13} & f_{14} & f_{15} \\ f_{21} & f_{22} & f_{23} & f_{24} & f_{25} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f_{m1} & f_{m2} & f_{m3} & f_{m4} & f_{m5} \end{pmatrix} \quad (17)$$

Шаг 3. На основе значений d_i и f_i , где $1 \leq i \leq m$, вычисляются веса сложности θ_d и веса индекса дифференциации θ_f по следующим формулам:

$$\theta_d = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2} + \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |d_i - d_k|}{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |d_i - d_k| + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |f_i - f_k|} \right), \quad (18)$$

$$\theta_f = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2} + \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |f_i - f_k|}{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |d_i - d_k| + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |f_i - f_k|} \right). \quad (19)$$

Шаг 4. Формирование нечетких значений ответов. На данном этапе составляется матрица оценочных показателей A :

$$A = \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_m \end{matrix} \begin{pmatrix} P & BP & O & BY & Y \\ a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & a_{m4} & a_{m5} \end{pmatrix} \quad (20)$$

Шаг 5. Расчет веса ответа с учетом значимости вопросов.

$$c_i = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{m} + \frac{\sum_{h=1}^l \sum_{t=1}^l \left| \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{hij} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{tij} \right|}{\sum_{i=1}^m \sum_{h=1}^l \sum_{t=1}^l \left| \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{hij} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{tij} \right|} \right), \quad (21)$$

После этого формируется матрица весов нечетких ответов C :

$$C = \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_m \end{matrix} \begin{pmatrix} P & BP & O & BY & Y \\ c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} & c_{15} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & c_{24} & c_{25} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & c_{m4} & c_{m5} \end{pmatrix} \quad (22)$$

Шаг 6. Расчет значений и весов ответа. Для каждого задания T_i на основе значений ответа a_i и веса ответа c_i вычисляются значения θ_a и веса θ_c по следующим формулам:

$$\theta_a = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2} + \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |a_i - a_k|}{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |a_i - a_k| + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |c_i - c_k|} \right), \quad (23)$$

$$\theta_c = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2} + \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |c_i - c_k|}{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |a_i - a_k| + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m |c_i - c_k|} \right) \quad (24)$$

Шаг 7. Формирование матрицы нечетких корректировочных значений. Для каждого задания заполняются значения, определенные на основе нечеткого множества, и представляются следующим образом:

$$E = \begin{matrix} T_1 \\ T_2 \\ \vdots \\ T_m \end{matrix} \begin{pmatrix} P & BP & O & BY & Y \\ e_{11} & e_{12} & e_{13} & e_{14} & e_{15} \\ e_{21} & e_{22} & e_{23} & e_{24} & e_{25} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ e_{m1} & e_{m2} & e_{m3} & e_{m4} & e_{m5} \end{pmatrix} \quad (25)$$

Шаг 8. Адаптация оценочных показателей и вычисление окончательного результата. Общий вектор адаптированных оценок выражается в следующей форме:

$$P_A = M \times \begin{pmatrix} 1/q_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1/q_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1/q_m \end{pmatrix} \times \left(\frac{100\bar{s}_1}{\sum_{i=1}^m \bar{s}_i}, \frac{100\bar{s}_2}{\sum_{i=1}^m \bar{s}_i}, \dots, \frac{100\bar{s}_m}{\sum_{i=1}^m \bar{s}_i} \right)^T. \quad (26)$$

В параграфе 3.3 рассматриваются алгоритмы управления показателями использования информационных ресурсов в процессе отражения знаний. В современной образовательной системе управление информационными ресурсами важно для объективной оценки знаний. В разделе рассмотрены состав ресурсов, этапы их формирования и алгоритмы управления. Алгоритм отображения знаний на основе показателей использования информационных ресурсов формулируется следующим образом:

Шаг 1. Сбор данных. В процессе оценки собираются данные о теоретических ответах обучающихся (R_i), результатах практических занятий (S_i), временных показателях (T_i) и посещениях библиотеки (L_i). Эти данные для каждого обучающегося представлены в виде набора:

$$D_i = \{R_i, S_i, T_i, L_i\}, \quad \forall i \in [1, N]. \quad (27)$$

где D_i – собранные данные каждого обучающегося; N – общее количество обучающихся.

Шаг 2. Оценка критериев. Значения каждого критерия определяются с использованием функций нечеткой принадлежности и преобразуются в вероятности. Оценки нормализуются с помощью коэффициента нормализации (C_i), который рассчитывается следующим образом:

$$C_i = \frac{1}{\mu(R_i) + \mu(S_i) + \mu(T_i) + \mu(L_i)}. \quad (28)$$

Шаг 3. Определение весов критериев. В процессе оценки значимость каждого критерия определяется через коэффициент веса W_j . Сумма весов критериев должна равняться 1: $\sum_{j=1}^M W_j = 1$.

Шаг 4. Обновление оценки. Оценка каждого обучающегося обновляется с использованием теоремы Байеса:

$$P(B_i | D_i) = \frac{P(D_i | B_i) \cdot P(B_i)}{P(D_i)}, \quad (29)$$

где $P(B_i | D_i)$ – обновленная вероятность оценки i -го обучающегося; $P(B_i)$ – априорная вероятность обучающегося; $P(D_i)$ – ожидаемая вероятность на основе общих данных i -го обучающегося.

Шаг 5. Расчет итоговой оценки. Итоговая оценка определяется на основе веса каждого критерия и вероятности по этому критерию следующим образом:

$$B_i = \sum_{j=1}^M W_j \cdot P(f_{ij}), \quad (30)$$

где B_i – итоговая оценка i -го обучающегося; W_j – вес j -го критерия; $P(f_{ij})$ – вероятность i -го обучающегося по j -му критерию.

Шаг 6. Формирование рейтинга. Для ранжирования обучающихся по итоговым оценкам их результаты упорядочиваются:

$$R = \{B_{(1)}, B_{(2)}, \dots, B_{(N)}\}, \quad (31)$$

где R – список рейтингов, $B_{(1)} \geq B_{(2)} \geq \dots \geq B_{(N)}$ – упорядоченная оценка, N – количество обучающихся.

Шаг 7. Анализ и оптимизация. Проводится анализ итоговых оценок и весовых коэффициентов критериев с целью оптимизации процесса оценки. Оптимизация весов критериев:

$$\max U(B_i, W_j) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M W_j \cdot P(f_{ij}), \quad \min \sum_{j=1}^M W_j^2, \quad \sum_{j=1}^M W_j = 1, \quad W_j \geq 0. \quad (32)$$

Обновление методов оценки:

$$\max U(B_i, W_j) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M W_j \cdot P(f_{ij}). \quad (33)$$

Повышение среднего уровня согласованности:

$$O(B, W) \Rightarrow U(B_i) \rightarrow \text{Max}.$$

Блок-схема показателей использования информационных ресурсов в алгоритме отображения знаний представлена на рисунке 3.

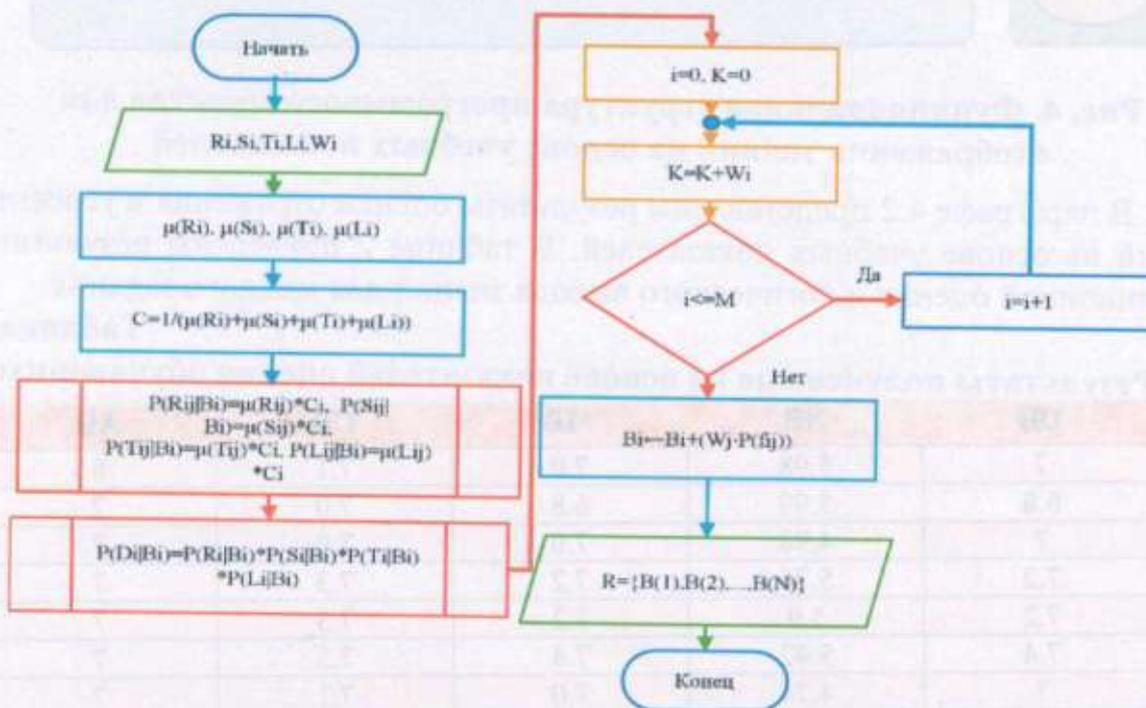


Рис. 3. Алгоритм отображения знаний на основе показателей использования информационных ресурсов

В четвертой главе диссертации «Программное обеспечение и практическое применение отображения знаний на основе учебных показателей» представлены детали разработанного программного обеспечения, основанного на предложенной модели и алгоритмах, а также результаты экспериментальной проверки и внедренных практических приложений.

В параграфе 4.1 подробно описаны модули системы логического вывода, предназначенной для отражения знаний на основе учебных показателей. Данный процесс реализуется путем анализа нескольких модульных и взаимосвязанных этапов, обеспечивающих отображение знаний на основе учебных показателей. Результаты каждого этапа визуализируются с использованием специализированного модуля отображения (Рис 4).



Рис. 4. Функциональная структура программного средства для отображения знаний на основе учебных показателей

В параграфе 4.2 представлены результаты оценки отражения и усвоения знаний на основе учебных показателей. В таблице 2 приведены результаты традиционной оценки и логического вывода знаний для каждого задания.

Таблица 2

Результаты полученные на основе показателей оценки обучающихся

№	DB	NB	MB	UB	AB
1	7	5.98	7.0	7.1	8
2	6.8	5.99	6.8	7.0	7
3	7	4.98	7.0	7.0	7
4	7.2	5.76	7.2	7.3	7
5	7.2	5.9	7.2	7.3	7
6	7.4	5.42	7.4	7.5	7
7	7	4.74	7.0	7.1	7
8	5	2.68	5.0	5.2	5
9	5.8	3.74	5.8	6.0	6
10	2.2	0.0	2.2	2.5	2

Процесс отображения знаний на основе учебных показателей с использованием логического вывода демонстрирует эффективность предложенных в исследовании модели и алгоритмов. Графическая интерпретация данного анализа представлена на рисунке 5, где отражены преимущества параметров, полученных в результате применения модели и алгоритмов, по сравнению с традиционными методами.

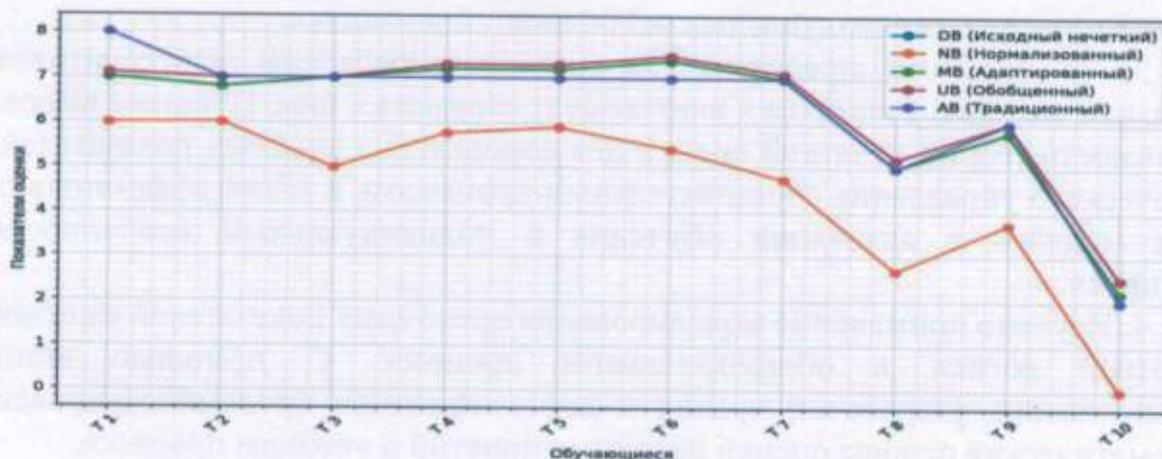


Рис. 5. Сравнительный анализ результатов, полученных на основе алгоритмов логического вывода

Программное обеспечение эффективно использовано для решения задач оценки знаний обучающихся на основе многофакторного анализа показателей их успеваемости и логического вывода при управлении процессом обучения в таких учреждениях, как Центр внедрения электронного обучения при Министерстве высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан, Региональное управление высшего образования, науки и инноваций Джизакской области, Центр переподготовки и повышения квалификации педагогических кадров при Ташкентском университете информационных технологий, а также в частных образовательных учреждениях, таких как «Algorithm ziyo nur» в городе Самарканде и учебный центр «Robots and Me» в городе Бухара.

В приложении представлены документы, подтверждающие применение результатов диссертационной работы на практике, а также свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ в Агентстве интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе системного анализа исследована роль учебных показателей и представления знаний. Определена интеграция параметров измерения знаний и критериев оценки, что позволило провести системный анализ учебных показателей, знаний студентов и эффективности их практической деятельности, способствующий эффективному управлению учебным процессом. Проанализированы интерактивные взаимосвязи между учебными показателями, выбраны основные параметры для повышения эффективности обучения.

2. В ходе исследования проанализированы различные системы логического вывода, определены подходы для оценки знаний учащихся и принятия решений на основе учебных данных. Результаты показали, что системы нечеткой логики обеспечивают высокую точность и надежность при учете неопределенности и сложности. Подтверждена эффективность применения систем нечеткой логики в обучении для представления и оценки знаний с учетом индивидуальных особенностей учащихся.

3. В процессе представления знаний определены альтернативные варианты моделей учащихся и ключевые требования к ним. Показана высокая значимость теории нечеткой оценки для определения учебных показателей и логического управления образовательным процессом, а также эффективность этих моделей в адаптации обучения к индивидуальным особенностям учащихся.

4. Изучено применение моделирования оценочных показателей на основе нечеткой логики в образовательном процессе. С помощью этапов фаззификации, разработки правил и дефаззификации продемонстрированы математические основы оценки неточных понятий в учебном процессе.

5. Изучены возможности устранения неопределенности в процессе нечеткого логического вывода с использованием матричного подхода и решения линейных алгебраических уравнений. Условия принятия решений при отображении знаний были сформированы на основе нечеткого представления учебных показателей, лингвистических терминов и их функций принадлежности. Это способствует эффективной предварительной обработке данных в многофакторной оценке.

6. Разработан механизм логического вывода для оценки уровня усвоения знаний обучающихся на основе теории нечетких множеств, применяемой к управлению учебным процессом и отображению знаний через учебные показатели. Этот механизм обеспечивает эффективное использование многофакторной модели оценки на основе сформированных значений учебных показателей.

7. В нечетком логическом выводе разработан набор правил, учитывающих множество факторов для отображения знаний. Эти правила служат основой для создания алгоритмов оценки, принимающих во внимание такие параметры, как сложность заданий, вес ответов, их значимость и ценность, влияющих на учебные показатели. Данный подход усиливает объективность в отображении знаний, снижая вероятность принятия субъективных решений преподавателем.

8. Разработана общая структура программного инструмента логических алгоритмов отражения знаний, его функциональные задачи. Приведены задачи модулей программного инструмента и методы их применения.

9. В процессе управления обучением разработан программный инструмент логических алгоритмов отражения знаний, основанный на учебных показателях. Приведены показатели эффективности при сравнении с традиционными показателями оценки обучающихся.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
PhD.03/29.12.2023.T.02.12 AT SAMARKAND STATE UNIVERSITY
NAMED AFTER SHAROF RASHIDOV**

**JIZZAKH BRANCH OF NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN
NAMED AFTER MIRZO ULUGBEK**

KUVANDIKOV JURA TURSUNBAEVICH

**MODELS AND ALGORITHMS FOR LOGICAL INFERENCE IN
REFLECTING KNOWLEDGE BASED ON ACADEMIC PERFORMANCE
IN THE MANAGEMENT OF THE TEACHING PROCESS**

05.01.02 – System analysis, management and information processing

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

Samarkand – 2025

The theme of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission of the Ministry of Higher Education, Science And Innovations of the Republic of Uzbekistan under number B2024.4.PhD/T5008.

The dissertation has been prepared at Jizzakh branch of National university of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek.

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

Scientific supervisor: **Rahimov Nodir Odilovich**
Doctor of Technical Sciences, Docent

Official opponents: **Mukhamedieva Dilnoz Tulkunovna**
Doctor of Technical Sciences, Professor

Mardanov Dilmurod Rakhmanovich
(PhD) on Technical Sciences, Associate professor

Leading organization: **Namangan State University**

The defense will take place "7" January 2025 at 15⁰⁰ at the meeting of scientific council PhD.03/29.12.2023.T.02.12 at Samarkand State University (Address: 140104, Samarkand, University street, 15, Tel.: (99866) 239-11-40. Fax: (99866) 239-11-40. E-mail: devonxona@samdu.uz)

The dissertation is available at the Information Resource Center of Samarkand State University (is registered under 133). (Address: 140104, Samarkand, University street, 15, Tel.: (99866) 239-11-40. Fax: (99866) 239-11-40.)

Abstract of dissertation sent out on "24" december 2024 y.
(mailing report № 4, on "23" december 2024 y.).



A.R.Akhatov
Chairman of the Scientific council
awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

F.M.Nazarov
Scientific secretary of scientific council
awarding scientific degrees,
Doctor of Philosophy (PhD)
on technical sciences, Docent

Kh.A.Primova
Chairman of the Academic seminar under the
scientific council awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Docent

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work is to develop models and algorithms for logical inference to represent knowledge based on educational performance in the management of the learning process.

The object of the research work is the system for representing knowledge based on educational indicators in the management of the learning process.

The scientific novelty of the research work:

the model for representing knowledge based on a multifactorial approach, considering individual learning characteristics, has been developed. This model relies on evaluation mechanisms utilizing the theory of fuzzy sets;

the algorithm for identifying interrelated information in educational indicators and decision-making for knowledge representation based on fuzzy logic has been developed;

the assessment algorithm has been designed to enhance the functional capacity of informational resources in educational indicators and increase their efficiency in the process of knowledge representation through logical inference;

fuzzy algorithms and their software tools have been developed, based on multifactorial evaluation parameters, for representing knowledge in the process of knowledge reflection.

Implementation of the research results. Based on the scientific findings obtained within the framework of the dissertation research on developing a model and algorithms for logical inference to represent knowledge using educational indicators in managing the learning process, the following proposals were developed:

The software tool for the algorithm of identifying interrelated information in educational indicators and decision-making for knowledge representation based on fuzzy logic was applied at the Center for the Implementation of E-Learning under the Ministry of Higher and Secondary Specialized Education of the Republic of Uzbekistan. This tool was used to form individual characteristics of students utilizing educational indicators (Reference of the Ministry of Digital Technologies of the Republic of Uzbekistan dated May 25, 2023, No. 33-8/3509). As the result, the developed software tool improved the efficiency of multifactor analysis of educational indicators by 10-15%;

The software tool for the evaluation algorithm, enhancing the functional capacity of informational resources in educational indicators and increasing their efficiency in representing knowledge based on logical inference, was implemented at the Innovation Development Agency at the youth Technopark of the Jizzakh region. This tool developed indicators for using informational resources and supported decision-making (Reference of the Ministry of Digital Technologies of the Republic of Uzbekistan dated May 25, 2023, No. 33-8/3509). As the result, the effectiveness of analyzing informational resources improved by 12-14%;

The software tool for knowledge representation based on fuzzy logic with multifactor evaluation parameters was applied at the Center for Retraining and Advanced Training of Pedagogical Personnel at Tashkent University of Information

Technologies (Reference of the Ministry of Digital Technologies of the Republic of Uzbekistan dated May 25, 2023, No. 33-8/3509). As the result, considering the interrelation between educational indicators and the utilization metrics of informational resources, the proposed multifactor evaluation model and algorithms were recognized as effective for objective assessment of students' knowledge during the knowledge representation process.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, references, a list of conditional symbols, terms and applications. The volume of the dissertation is 120 pages.

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

I bo'lim (I часть; I part)

1. Raximov N.O., Kuvandikov J.T, Xafizadinov U. Modeling of the automated system of training specialists for the judicial system // Advanced Computing: An International Journal (ACIJ), Vol.14, No.1/2/3/4/5, September 2023 (05.00.00; boshqa mamlakatlar №1).

2. Raximov N.O., Kuvandikov J.T., Xasanov D.R. The importance of loss function in artificial intelligence // IEEE International Conference on Information Science and Communications Technologies: applications, trends and opportunities (ICISCT). – 2022. (05.00.00; 30.10.2021 № 525 son OAK Rayosatining qarori).

3. Raximov N.O., Dusanov X.T., Kuvandikov J.T., Daminova B.E. As a mechanism that achieves the goal of decision management // IEEE International Conference on Information Science and Communications Technologies: applications, trends and opportunities (ICISCT). – 2021. (05.00.00; 30.10.2021 № 525 son OAK Rayosatining qarori).

4. Babomuradov O.J., Raximov N.O., Kuvandikov J.T. Classification of Automated Learning Management Systems «TATU xabarleri» jurnali 2023 vol-3 (18). (05.00.00; №31).

5. Бабомурадов О.Ж., Каюмов Ш.Ш., Маматов Н.С., Кувандиков Ж.Т. Предметно-ориентированные VI-системы “Ўзбекистон Республикаси фанлар академияси Ўзбекистон Республикаси ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлиги Информатика ва энергетика муаммолари Ўзбекистон журналі Тошкент-2019 й. 36-44 -Б.” (05.00.00; №5).

6. Raximov Nodir Odilovich, Kuvandikov Jo'ra Tursunbayevich, Tojiyev Ma'ruf Ruzikulovich, Xafizadionov Usanitdin Nuratdin o'g'li. Axborot resurslaridan foydalanish ko'rsatkichlarini normallashtirish asosida bilim oluvchilarning bilim darajasini baholash usullari Raqamli Transformatsiya va Sun'iy Intellekt ilmiy jurnali. Vol. 2, Issue 5, Toshkent, 2024. B. 91-96. (05.00.00; 4.06.2023 №363/9 son OAK Rayosatining qarori).

7. Kuvandikov J.T. Baholash ko'rsatkichlarining ko'p bosqichli tahlili asosida bilimlarni aks ettirishning noravshan mantiq asosida qaror qabul qilish algoritmi // Raqamli Transformatsiya va Sun'iy Intellekt ilmiy jurnali. – Vol. 2, Issue 5, Toshkent -2024. B. 83-90. (05.00.00; 4.06.2023 №363/9 son OAK Rayosatining qarori). 2023/1”.

II bo'lim (II часть; II part)

8. Raximov N.O., Kuvandikov J.T., Dashanova M., Xasanov D.R. Development of architecture of intellectual information system supporting decision-making for health of sportsmen // “HORA 2022 - 4th International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications, Proceedings, 2022”.

9. Kuvandikov J.T. Intellektual o'qitish tizimida bilim oluvchining noravshan modelini tashkil etish yondashuvi // Raqamli Transformatsiya va Sun'iy Intellekt ilmiy jurnali. – Vol. 2, Issue 1, Toshkent -2024. B. 49-55. (05.00.00; 4.06.2023 №363/9 son OAK Rayosatining qarori). 2023/1”

10. Raximov N.O., Kuvandikov J.T. Intellektual o'qitish tizimlarini avtomatlashtirishda bilim oluvchi modelini loyihalashtirish // Raqamli Transformatsiya va Sun'iy Intellekt ilmiy jurnali. – Vol. 1, Issue 3, – Toshkent, 2023. B. 154-160. (05.00.00; 4.06.2023 №363/9 son OAK Rayosatining qarori).

11. Babomuradov O.J., Raximov N.O., Kuvandikov J.T. AKT sohasida kasbga yo'naltirilgan o'qitish samaradorligini oshirish // Innovatsion yondashuvlar ilm-fan taraqqiyoti kaliti sifatida: yechimlar va istiqbollar Respublika ilmiy-texnik anjuman Jizzax-2020 y. 266-272 –B

12. Raximov N.O., Kuvandikov J.T., Daminova B. Avtomatlashtirilgan o'qitish tizimlarida bilim olish jarayonini boshqarish yondashuvi // Oliy ta'lim tizimida masofali ta'limni joriy etishning texnik-dasturiy va uslubiy ta'minotini takomillashtirish istiqbollari Qarshi 2021 yil 28 may 147-150 bet.

13. Raximov N.O., Kuvandikov J.T., Daminova B. O'qitish tizimi boshqaruv ob'ekti sifatida // Oliy ta'lim tizimida masofali ta'limni joriy etishning texnik-dasturiy va uslubiy ta'minotini takomillashtirish istiqbollari Qarshi 2021 yil 28 may 150-151 bet.

14. Рахимов Н.О., Кувандиков Ж.Т. Основные понятия и организация баз знаний // Zamonaviy axborot, kommunikatsiya texnologiyalari va AT-ta'lim tatbiqi muammolari Samarqand 2021 yil 24-25 noyabr 111-112 bet.

15. Рахимов Н.О., Кувандиков Ж.Т. Экспертные системы: определение, основные понятия и место их в интеллектуальных системах // Zamonaviy tadqiqotlar, innovatsiyalarning dolzarb muammolari va rivojlanish tendensiyalari: yechimlar va istiqbollar mavzusidagi Respublika miqyosidagi ilmiy-texnik anjuman materiallari to'plami (Jizzax 2021-yil 29-30-oktabr) 25-29 betlar.

16. Kuvandikov J.T., Daminova B.E., Xafizadinov U. N. Avtomatlashtirilgan elektron ta'lim tizimini loyihalashda o'quv jarayonini modellashtirish // Qarshi davlat universiteti algoritmlar va dasturlashning dolzarb muammolari mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman Qarshi-2023 y. 656-659 –b.

17. Kuvandikov J.T., Dusanov X.T. OLTP va OLAP texnologiyalari asosida ma'lumotlarga tafakurli ishlov berish // Kompyuter lingvistikasi: muammo va yechimlai xalqaro ilmiy-amaliy onlayn konferensiya Toshkent-2021 й. 217-220 –b.

18. Raximov N.O., Kuvandikov J.T., Xasanov D.R. Structural-functional organization and correctness of knowledge models of product systems // Harvard Educational and Scientific Review International Agency for Development of Culture, Education and Science. Har. Edu.a.sci.rev. 0362-8027 Vol.2. Issue 2 Pages 1-9. 10.5281/zenodo.7053603

19. Kuvandikov J.T., Tojiyev M. R., Abdug'aniyev A.Sh. “VR texnologiyalari asosida suniy tafakkur” dasturiy platformasi // O'zbekiston respublikasi adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi № BGU 486 08.06.2021 yil.

20. Raximov N.O., Kuvandikov J.T., Xasanov D.R., Primqulov O.D., Turakulov O.X. Mantiqiy evristik modellar asosida bemorlarni monitoring qilish tizimi. // O'zbekiston respublikasi adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi № DGU 15261 09.03.2022 yil.

21. Raximov N.O., Kuvandikov J.T., Xasanov D.R., Primqulov O.D., Turakulov O.X. Mantiqiy-evristik model va chiziqli regression algoritmi asosida bashoratlovchi "Finepredictor 1.0" dasturi. // O'zbekiston respublikasi adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi № DGU 15375 12.03.2022 yil.

Avtoreferat Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti "Ilmiy axborotnoma"
jurnali tahririyatida tahrirdan o'tkazilib, o'zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlari o'zaro
muvofiqlashtirildi (20.12.2024)

Bosmaxona tasdiqnomasi:



4268

2024-yil 21-dekabrda bosishga ruxsat etildi:
Ofset bosma qog'ozi. Qog'oz bichimi 60x84_{1/16}.
"Times" garniturasini. Ofset bosma usuli.
Hisob-nashriyot t.: 2,8. Shartli b.t. 2,1.
Adadi 100 nusxa. Buyurtma № 21/12.

SamDChTI nashr-matbaa markazida chop etildi.
Manzil: Samarqand sh., Bo'stonsaroy ko'chasi, 93.