

A
P 29

АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
УРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
7.06.2017.Т.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

РАХИМОВ НОДИР ОДИЛОВИЧ

**ЭЛЕКТРОН АХБОРОТ РЕСУРСЛАРИНИ ШАКЛЛАНТИРИШДА
ПРОДУКЦИОН БИЛИМЛАР БАЗАСИНИ ЯРАТИШ УСУЛ ВА
АЛГОРИТМЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

05.01.04 – Ҳисоблаш машиналари, мажмуалари ва компьютер тармоқларининг
математик ва дастурий таъминоти

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.Т.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

РАХИМОВ НОДИР ОДИЛОВИЧ

ЭЛЕКТРОН АХБОРОТ РЕСУРСЛАРИНИ ШАКЛЛАНТИРИШДА
ПРОДУКЦИОН БИЛИМЛАР БАЗАСИНИ ЯРАТИШ УСУЛИ ВА
АЛГОРИТМЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИКИШ

05.01.04 – Ҳисоблаш машиналари, мажмуалари ва компьютер тармоқларининг
математик ва дастурий таъминоти

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2018

Техника фанлари бўйича фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.2.DSc/T122 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент ахборот технологиялари университетига бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб саҳифасида (www.tuit.uz) ва «Ziyouet» Ахборот таълим порталида (www.ziyouet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи: Бекмуратов Тулкун Файзиевич
техника фанлари доктори, профессор, академик

Расмий оппонентлар: Игамбердиев Хусан Закирович
техника фанлари доктори, профессор, академик

Мухамедиева Дилноз Тўлқиновна
техника фанлари доктори, профессор

Мўминов Баҳодир Болтаевич
техника фанлари доктори

Этақчи ташкилот: Ўзбекистон Миллий университети

Диссертация ҳимояси Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги DSc.27.06.2017.Т.07.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2018 йил «16» Ноябр соат 16⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100202, Тошкент ш., Амир Темуր кўчаси, 108. Тел.: (99871) 238-64-43; факс: (99871) 238-65-52; e-mail: tuit@tuit.uz).

Диссертация билан Тошкент ахборот технологиялари университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (2556 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100202, Тошкент ш., Амир Темуր кўчаси, 108. Тел.: (99871) 238-65-44.

Диссертация автореферати 2018 йил «2» Ноябр кунни тарқатилди.
(2018 йил «18» октябр даги 11 рақамли реестр баённомаси).



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

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

Х.Н.Зайниддинов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д.

КИРИШ (фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда ахборот - стратегик ресурс ҳисобланиб, ахборотнинг ташкилий элементлари ҳисобланган маълумотлардан билимларни акслантириш, ҳосил қилиш, тузилмалаштиришлар ёрдамида истеъмолчига тез ва ишончли етказиб беришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Электрон ахборот ресурсларида билимлар базасининг ҳулосалаш механизмларини ишлаб чиқиш бугуннинг муҳим масалаларидан бири бўлиб қолмоқда. Бу борада, жумладан электрон ахборот ресурсларида билимлар базасини шакллантиришнинг моделлари ва усуллари ёрдамида акслантириш, декларатив дастурлаш ва билимлар базасини кодлаштириш орқали формаллаштириш ҳамда улардан фойдаланиш самарадорлигини оширишга катта эътибор қаратилмоқда. Ушбу соҳада хорижий мамлакатларда, жумладан АҚШ, Корея Республикаси, Япония, Хитой, Германия, Австралия, Франция, Испания, Буюк Британия, Венгрия, Россия Федерацияси, Грецияда электрон ахборот ресурсларини шакллантиришнинг билимлар базасини қуришнинг математик ва дастурий таъминотини яратиш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Жаҳонда катта массивли маълумотларга ишлов бериш, таҳлил қилиш, прогнозлаш (башорат қилиш) ва тадқиқ қилинаётган вазиятларни баҳолаш масалаларини ечиш учун замонавий интеллектуал корпоратив ахборот-коммуникация тизимлари (Intelligence Enterprise Information Systems) шакллантиришнинг илмий асослари яратилмоқда. Ушбу соҳада, жумладан қарорларни қабул қилишни қўллаб-қувватлаш тизимлари бизнес-стратегиялари ва ахборот технологияларини бирлаштириш, функционал компоненталарнинг билимлар базаси учун қондалар ва далилларни қуришнинг усул ҳамда алгоритмлари интеллектуал тизимларнинг ишлаш самарадорлигини оширишда муҳим вазифалардан ҳисобланади. Шу билан бирга ахборот тизимларида электрон ахборот ресурсларини шакллантиришда билимлар базаси асосида “ҳулосалаш механизми” усуллари ишлаб чиқиш зарур ҳисобланади.

Республикамизда кўплаб соҳа-корхоналарини ахборотлаштириш даражасини оширишда ахборот технологиялари, аппарат-дастурий воситаларни интеллектуал бошқариш тизимлари асосида электрон ахборот ресурсларининг билимлар базасини шакллантиришда миллий контентни яратиш чора-тадбирлари амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... корпоратив бошқарувнинг замонавий стандарт ва усуллари жорий этиш, ... иктисодиёт, ижтимоий соҳа, бошқарув тизимида ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш»¹ вазифалари белгиланган. Мазкур вазифаларни амалга оширишда ахборот тизимларида электрон ахборот ресурсларни шакллантириш учун продукцион моделга

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

асосланган билимлар базасини куришнинг усул ва алгоритмларини ишлаб чиқиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикасининг «Ахборот эркинлиги принциплари ва кафолатлари тўғрисида»ги (2002), «Ахборотлаштириш тўғрисида»ги (2004) Қонунилари, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги, 2017 йил 30 июндаги ПФ-5099-сон «Республикада ахборот технологиялари соҳасини ривожлантириш учун шарт-шароитларни тубдан яхшилаш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармонлари, 2014 йил 3 апрелдаги ПҚ-2158-сон «Ахборот-коммуникацион технологияларни иқтисодийнинг реал секторига янада жорий қилиш тўғрисида»ги Қарорлари, Вазирлар Маҳкамасининг 2017 йил 14 августдаги 625-сон «Интернет жаҳон ахборот тармоғида миллий контентни янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меърий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация муайян даражада хизмат қилади.

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

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи². Электрон ахборот ресурсларида билимлар базасини шакллантириш, билимларни акс эттириш моделлари ва усуллари асосида дастурий таъминотлар яратиш, билимлар базаларини лойиҳалаштириш бўйича жаҳоннинг етакчи олий таълим муассасалари ва илмий марказлари, жумладан Sycorp, RuleM, The Object Management Group (АҚШ), Attar Software Ltd (Буёк Британия), National Institute of Informatics (Япония), University of Science and Technology of China (Хитой), University of Technology Sydney (Австралия), European Research Consortium of Informatics and Mathematics (Испания), Institute for Computer Science and Control (Венгрия), National IT Industry Promotion Agency, Seoul National University of Science and Technology (Корея), Тизимли таҳлил ва интеллектуал тизимлар Халқаро илмий-ўқув лабораторияси (Россия Федерацияси), Тошкент ахборот технологиялари университетида (Ўзбекистон) кенг қамровли илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Билимларни акс эттириш моделлари, усулларини яратиш, электрон ахборот ресурсларига эга интеллектуал тизимларни такомиллаштиришга оид жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: табиий тилларда матнлар устида мулоҳазаларни

² Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи <http://search.ebscohost.com>, <http://link.springer.com>, <https://elibrary.ru/item.asp?id=21681096>, <https://cyberleninka.ru/.../obzor-metodov-raspoznavaniya-simvolov>, <http://intellect-tver.ru/?p=165>, <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library>, <https://databases.library.jhu.edu>, EBSCO information services, ProQuest, Nature, Oxford University Press, Cambridge University Press ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

амалий моделлаштириш инструментларининг ишланмаси бўлмиш ResearchCус тизими тақлиф этилган (Stanford University, Palo Alto, California, АҚШ); маълумотлар ва билимлар базаларига асосланган бизнес таҳлилий тизимларни интеллектуал таҳлиллаш усуллари ишлаб чиқилган (University of Technology Sydney, Австралия); Production Rule Representation (Продукцион қоидаларни намоёиш этиш) OMG учун продукцион қоидаларнинг стандартлари ҳисобланиб, UML да продукцион қоидаларни намоёиш этиш муаммоларини ечиш усуллари ва тамойиллари ишлаб чиқилган (The Object Management Group (OMG) is an international, open membership, not-for-profit technology standards consortium, АҚШ); Rule Markup Language (RuleML) Веб-қоидаларга асосланган технология қоидаларни моделлаштириш тилларининг усуллари ва ёндашувлари ишлаб чиқилган (RuleML Inc илмий маркази, АҚШ).

Дунёда электрон ахборот ресурсларни яратишда интеллектуал элементли тизимларни шакллантириш асосида билимлар базасини тадқиқ қилиш учун катта массивли маълумотлар базасини, жараёнларни моделлаштириш ва юқори самарали бошқариш тизимларни яратиш бўйича қатор, жумладан қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: интеллектуал ахборот тизимлардаги билимлар базасини шакллантиришда далиллар ва қоидалар қуриш механизми асосида интеллектуал алгоритмик-дастурий модулларни яратиш; Data Science модел ва усулларига асосланган маълумотларни мантикий-лингвистик акс эттиришда билимлар базаси моделини қуриш ёндашувини ишлаб чиқиш; электрон ахборот ресурсларида маълумотларни интеллектуал таҳлиллашни амалга оширишнинг продукцион билимлар базасини лойиҳалаш усулини ишлаб чиқиш; электрон ахборот ресурсларида билимларни акс эттиришнинг продукцион моделга асосланган аралаш моделни қуриш; ахборот ресурсларида хулосалаш самарадорлигини ошириш механизминини қуриш усул ва алгоритмик-дастурий таъминотини ишлаб чиқиш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Электрон ахборот ресурсларидан компьютер тармоқлари ёрдамида билимларни акс эттириш муаммоларига математик статистика, Data Science асосида моделларни қуриш ва усулларини яратиш, электрон ахборот ресурсларида билимлар базасини жорий қилиш муаммолари бўйича тижорат компаниялари Expert System, Expert System Designer, Expert System Creator, ARITY Expert Development Package, CxPERT, Exsys Developer, REWERSE Project Working Group, Google, IBM ва дунёнинг машҳур олимлари раҳбарлигида тадқиқот ишлари олиб борилмоқда, жумладан John McCarthy, François Вгу, Мамдани, Сугено, Р.А.Алиев, Ю.А.Загорулько, Г.В.Рыбина ва И.А.Бессмертнийлар билимлар базасини шакллантириш ва акслантиришларнинг таҳлили, муаммо ва ечимларига бағишланган тадқиқот ишларида электрон ахборот ресурсларда билимлар базасини шакллантириш муаммолари бўйича Т.Ф.Бекмуратов, Д.Т.Муҳаммадиева, М.А.Рахматуллаев ва О.Ж. Бабомуратовлар томонидан кенг қамровли илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Электрон ахборот ресурсларнинг билимлар базасини такомиллаштириш

бўйича Л.Заде, А.Н.Аверкин, Ф.Баадер, А.Ф.Берман, В.Н.Вагин, Kim J.S., Голенков В.В., Грау Б., Грибова В.В., Грубер Т., Гуарино Н., Джарратано Дж., П. Джексон, Республикамизда маълумотларга интеллектуал ишлов бериш бўйича М.М.Камилов, А.Х.Нишанов каби олимларимизнинг тадқиқот ишларида ўрганилган. Электрон ахборот ресурсларни шакллантириш ва унда продукцион билимлар базасини қуриш бўйича назарий ва амалий тадқиқот ишлари олиб борган олимларга Еремеев А.П., А.А.Барсегян, Хорошевский В.Ф., Гаврилова Т.А., Breuker J., продукцион моделларини шакллантириш усуллари ва алгоритмлари бўйича Owrang O.M., Sébastien Salva, E.Triantaphyllou, И.А.Бессмертный, Республикамизда электрон ахборот ресурсларини яратиш, тизимлаштириш ҳамда жорийлаштириш тадқиқотлари Б.Б. Муминов ва У.С.Каримовлар раҳбарлигида ўрганилган.

Электрон ахборот ресурсларида билимларни шакллантиришда продукцион билимлар базасини қуриш масалалари доирасида фан ва таълимга оид ахборот тизимларини тадқиқ қилиш, билимларни акс эттириш хусусиятлари, маълумотларни маънавий-лингвистик акс эттиришда билимлар базасини шакллантиришнинг продукцион моделини қуриш, ахборот ресурсларида маълумотларни интеллектуал таҳлиллашни амалга оширишда продукцион қондалар базасини шакллантириш усули, самарадорлигини ошириш учун қондалар базаси параметрларини созлаш ва модификациялаш, ахборот ресурсларини шакллантириш ва иккиламчи фойдаланиш учун ишлаб чиқилган маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш усул, модел, алгоритмик ва дастурий воситаларни электрон ахборот ресурслари билан ишловчи тизимларда тақдим қилиш усуллари ва алгоритмларини қуриш ҳамда дастурий таъминотини ишлаб чиқишга бағишланган илмий изланишлар ҳозирги кунда етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент ахборот технологиялари университети илмий тадқиқот ишлари режасининг №А-5-037-«АКТ йўналишидаги касб-хунар коллежлари учун масофавий таълим электрон тизимини ишлаб чиқиш» (2015-2017), №И-2017-4-4-«Ахборот тизимларида маълумотларга интеллектуал ишлов бериш, излаш моделларини яратиш ва жорий қилиш» (2017-2018), №А-5-29-«Электрон вазирлик» мақсадли автоматлаштирилган ахборот тизимини маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тамойиллари асосида дастурий-алгоритмик таъминоти» (2015-2017) мавзуларидаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади электрон ахборот ресурсларни шакллантириш жараёни самарадорлигини оширишга йўналтирилган продукцион билимлар базасини яратиш усул, модел ва алгоритмик-дастурий жаммуасини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:
интеллектуал тизимларни қуришда билимлар базасини ҳосил қилишнинг назарий-услубий жиҳатларини тадқиқ қилиш;

маълумотларни мантиқий-лингвистик акс эттириш ёндашувлари асосида билимлар базаси моделини ишлаб чиқиш;

маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш асосида электрон ахборот ресурсларининг продукцион билимлар базасини лойиҳалаш усулини ишлаб чиқиш;

электрон ахборот ресурсларида билимларни акс эттиришнинг продукцион моделига асосланган гибрид моделини куриш;

интеллектуал тизимларда электрон ахборот ресурсларга ишлов бериш самарадорлигини оширишга йўналтирилган продукцион моделга асосланган алгоритмини ишлаб чиқиш;

электрон ахборот ресурсларида прецедентларга асосланган норавшан қоида хулосалаш механизм моделини куришнинг алгоритмик-дастурий воситасини ишлаб чиқиш;

электрон ахборот тизимларида билимлар базасини ҳосил қилиш ва ишлов беришнинг продукцион моделига асосланган усул ва алгоритмларини жорийлаштириш, натижаларни қиёсий таҳлиллаш ва текшириш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида электрон ахборот ресурсларида маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш самарадорлигини ошириш учун билимлар базасини ҳосил қилиш жараёнлари олинган.

Тадқиқотнинг предмети электрон ахборот ресурсларида маълумотларга ишлов бериш самарадорлигини оширишга йўналтирилган билимлар базасини куришга хизмат қилувчи технологиялар, модификацияланган усул; модел ва алгоритмик-дастурий таъминотлари ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида математик моделлаштириш, маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш усуллари, билимлар базасини куриш усуллари, эҳтимоллик ва бошқариш назарияси, эксперт баҳолаш, продукцион моделларини шакллантириш усуллари, алгоритми ҳамда объектга йўналтирилган дастурлаш усуллари ҳамда MVC технологиялари ва ҳисоблаш экспериментларини ўтказиш усуллари, дастурий модулларни синовдан ўтказиш усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги куйидагилардан иборат:

электрон ахборот ресурсларига ишлов бериш самарадорлигини ошириш учун билимлар базасини куришнинг эксперт мулоҳазалар ва норавшан мантикдан иборат гибрид усули ишлаб чиқилган;

электрон ахборот ресурслари билимлар базаси иш самарадорлигини оширишга йўналтирилган билимларни тартибланишнинг продукцион модели ва алгоритми ишлаб чиқилган;

электрон ахборот ресурсларида прецедентларга асосланган норавшан қоида хулосалаш механизми асосида модел куриш алгоритми ишлаб чиқилган; электрон ахборот ресурсларида ахборот бирликларига бўлиш асосида продукцион билимлар базасини лойиҳалаш ёндашуви ишлаб чиқилган;

ахборот тизимларда хулосалаш самарадорлигини ошириш, катта массивли маълумотларга ишлов беришда тузилмавий хатоликларни таснифлаш ва бартараф этишнинг усул ва алгоритмлари ишлаб чиқилган;

электрон ахборот ресурсларини шакллантиришда продукцион билимлар базасини куришнинг дастурий таъминоти ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари куйидагилардан иборат:

ахборот тизимларининг электрон ахборот ресурсларида маълумотларга ишлов бериш, таҳлиллаш, танлаш ва таснифлаш турли кесимда катта массивли маълумотларга ишлов беришда тузилмавий хатоликларни камайтиришга хизмат қилувчи механизми ишлаб чиқилган;

электрон ахборот ресурсларига ахборот бирликларига бўлиш асосида ишлов бериш самарадорлигини ошириш учун билимлар базасини продукцион моделлари асосида лойиҳалаш ёндашуви ҳамда прецедентларга асосланган кидирув ва хулосалаш алгоритмик-дастурий воситаси ишлаб чиқилган;

ахборот тизимларининг электрон ахборот ресурсларини шакллантириш, фойдаланишни ташкил этувчи тизимлар иш самарадорлигини оширишга йўналтирилган алгоритмик-дастурий таъминот яратилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги продукцион билимлар базасини шакллантиришда интеллектуал таҳлиллаш усул ва моделлари ўтказилган тадқиқот, олинган формула ва амалий натижалар мезонлар асосида ўтказилган қиёсий таҳлил билан асосланганлиги, тадқиқот натижаларининг мантикий асосланишини баҳолаш учун дастурий воситалар, маълумотларни ўзида мужассамлаштирган прецедентга асосланган далиллар ва қондалар базасини куриш масалаларини ечишда тест синовидан ўтказилганлиги, дастурий воситалар самарадорлигининг қиёсий таҳлили катта ҳажмли маълумотларга ишлов беришда хатоликларни камайтириш орқали хулосалаш механизмини яхшилашнинг продукцион модели ёндашувини куришнинг устунликлари асосланганлиги, маълумотларни интеллектуал таҳлилини амалга ошириш соҳасидаги етакчи олимлар ва экспетрларнинг якуний хулосалари билан изохланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ахборот тизимларининг электрон ахборот ресурсларига ишлов бериш самарадорлигини ошириш учун билимлар базасини ҳосил қилиш, тузилмавий хатоларни таснифлаш ва бартараф этишнинг продукцион моделга асосланган гибрид модели, хулосалаш механизмининг маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тизимларини куришга хизмат қилувчи усул ва алгоритмлари ташкил этади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти электрон ахборот ресурсларини шакллантириш ва ишлов бериш жараёни самарадорлигини оширишда билимлар базасини ҳосил қилиш, билимлардаги хатоликларни таснифлаш ва бартараф этиш орқали хулосалаш механизмини яхшиловчи дастурий модуллари ишлаб чиқилганлиги билан изохланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Электрон ахборот ресурсларида билимларни акс эттиришнинг продукцион моделини яратишнинг моделлари, усуллари ва алгоритмик-дастурий воситалари бўйича олинган натижалар асосида:

электрон кўринишдаги матнларни синфларга ажратиш бўйича «МТ 1.0. Матнларни таснифлаш», «ТҮК 1.0. Тасодифий йиғма кўрсаткичлар», «РВААТ. Продукцион билимларга асосланган ахборот тизими» маълумотлар базаларига «UNICON.UZ» ДУК томонидан фойдаланиш мумкинлиги тўғрисида хулоса берилган («UNICON.UZ» ДУКнинг 2018 йил 27 сентябрдаги хулосаси). Натижада катта массивли маълумотлардан билимларни ажратиб олишда хулосалаш механизмининг ишлаш самарадорлигини ошириш имконини берган;

электрон ахборот ресурсларида ахборот бирликларига бўлиш асосида продукцион билимлар базасини лойиҳалаш ҳамда прецедентларга асосланган кидирув ва хулосалаш алгоритмик-дастурий воситаси “ҚИЗИЛҚУМЦЕМЕНТ” АЖ корпоратив ахборот тизимига жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2018 йил 21 июндаги 33-8/7982-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида корхонанинг ички маълумотлар статистикаси ҳамда мониторинг самарадорлигини 15%га ошириш, электрон ахборот ресурсларида маълумотларни қайта ишлаш ҳамда тегишли таклифларни шакллантиришни 2 баробарга ошириш, корпоратив ахборот тизимидаги электрон ахборот ресурсларини шакллантириш вақтининг самарадорлигини 20%га камайтириш имконини берган;

глобал тармоқ учун электрон ахборот ресурсларининг бошланғич маълумотларини шакллантириш алгоритми, бошланғич маълумотлар асосида продукцион билимлар базаси учун далиллар ва қоидалар базасини яратиш, электрон ахборот ресурслари мониторингида интеллектуал таҳлиллаш самарадорлигини ошириш учун продукцион моделга асосланган билимлар базасини қуришнинг усули, алгоритми ва дастурий модули «ЎЗИ-Жиззах» корхонаси абонентларга хизмат кўрсатиш бўлимига жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2018 йил 21 июндаги 33-8/7982-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида бошланғич маълумотлар асосида продукцион билимлар базаси учун далиллар ва қоидалар базасини яратиш ҳамда уларга ишлов бериш самарадорлигини 10%га ошириш, дастурий модул ёрдамида маълумотларни таснифлаш ва таҳлиллаш самарадорлигини 7-10%га ошириш имконини берган;

электрон ахборот ресурсларида билимлар базасининг ишлаш самарадорлигини оширишга йўналтирилган билимларни тартибланишнинг продукцион модели ва алгоритми “UNICON.UZ” ДУК ахборот-таҳлил тизимига жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2018 йил 21 июндаги 33-8/7982-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш ва тизимлаштириш ёрдамида контекст таҳлил қилиш учун билимлар базасини шакллантириш самарадорлигини 1,5 мартага ошириш, қарор қабул қилиш жараёнини енгиллаштириш ҳамда ушбу жараёнларга кетадиган вақт ва ишчи ресурсларини камайтириш эвазига ҳаражатларни 5-7%га камайтириш имконини берган;

электрон ахборот ресурсларига ишлов бериш самарадорлигини ошириш учун билимлар базасини куришнинг эксперт мулохазалар ва норавшан маътиқдан иборат гибрид усули, катта массивли маълумотларга бошланғич ишлов бериш «Dodi Bobo» ва «KARMAT-PLUS» МЧЖнинг статистика ва мониторинги бўлими ва АРМ тармоғида жорий қилинган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2018 йил 21 июндаги 33-8/7982-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида АРМнинг тармоғида маълумотлардан билимларни ажратиб олиш ҳамда уларни тақдим этиш самарадорлигини 11%га ошириш, муҳимлилик даражасини аниқлаш механизми асосида ишлаб чиқилган дастурий воситаси ёрдамида мос ахборот ресурсларини тақдим этиш вақтини 1,5 марта камайтириш, билимларни таҳлиллаш ва саралашнинг ягона боғланган “хулосалаш механизми” ёрдамида катта ҳажмли маълумотларга бошланғич ишлов бериш ҳамда маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш ва тизимлаштириш натижасида бошқарув самарадорлигини 12%га ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқотнинг назарий ва амалий натижалари 4 та халқаро ва 16 та Республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Тадқиқот мавзуси бўйича жами 42 та илмий иш чоп этилган, жумладан, 1 та монография, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 11 та мақола, 9 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр қилинган, ҳамда 6 та ЭХМ учун яратилган дастурий таъминотларни қайд қилиш гувоҳномаси олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 190 саҳифани ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурлик даражаси асослаб берилган, мақсад ва вазифалар шакллантирилган, тадқиқот объекти ва предмети белгилаб берилган. Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларининг устувор йўналишларига мослиги белгиланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён этилган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, тадқиқот натижаларининг амалиётга татбиқи рўйхати, ишнинг синов натижалари, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши тўғрисидаги маълумотлар келтирилган.

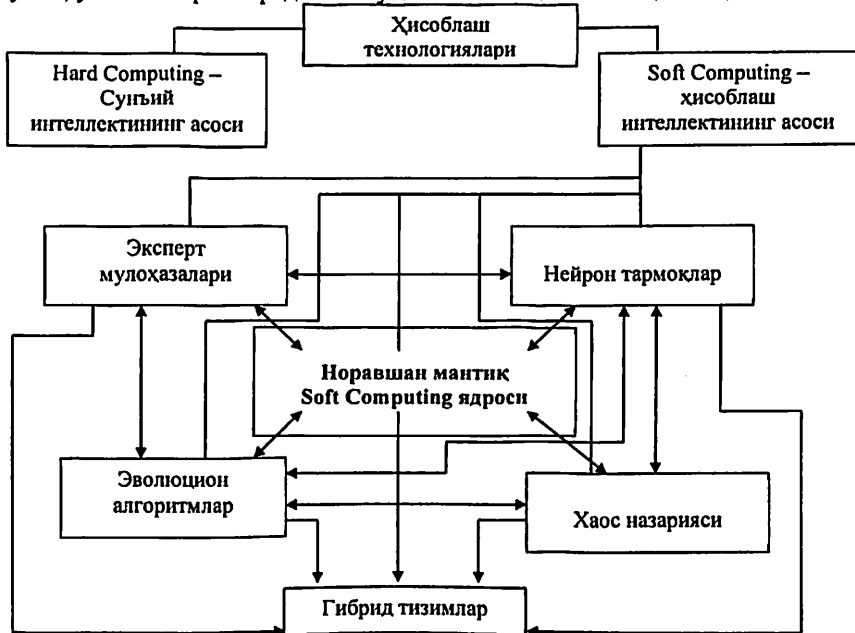
Диссертациянинг «Электрон ахборот ресурсларини шакллантиришнинг назарий асослари» деб номланган биринчи бобида замонавий ахборот тизимларида электрон ахборот ресурсларининг туркумланиши ва ўзига хос хусусиятлари, электрон ахборот ресурсларни бошқаришда билимларни ҳосил

қилиш тамойиллари, усул ва моделлари олимларнинг тадқиқот ишлари, киёсий таърифлари тадқиқ қилинган.

Электрон ахборот ресурс (ЭАР) - ахборот ва бошқарув тизимларидаги алоҳида ҳужжатлар ва ҳужжатлар тўпламидан иборат бўлади. АРларни ахборот тизими учун шакллантиришда бирор бир соҳа йўналишларини ифодаловчи маълумотлар базаси (МБ) ёки маълумотлар омбори (МО) кўринишида шакллантирилади ва улар анъанавий ҳамда тармоқли гуруҳларга ажратилади.

Маълумки, барча АРлари материалларининг асосий ташувчиси табиий тил ҳисобланади. Табиий тил асосида ҳосил қилинадиган АРлари илк бор оғзаки мулоқот шаклида, кейинчалик ёзма ва электрон воситалар ёрдамида алмашинуви йўлга қўйилган. Мулоқот ёки бошқа турдаги маълумот алмашинуви бирор объект, ҳодиса ёки жараёни тавсифлашга йўналтирилган бўлади.

Билимларни акс эттиришнинг умумий назариясини яратиш устувор муаммолар сирасига киради. Бундай назария янгидан янги кундалик муаммоларни ҳал этишга йўналтирилган билимларни шакллантириш имконини берган бўлар эди. Бироқ ушбу масала ечимига эришиш учун предмет соҳани ифодаловчи умумий қонуниятларни топиш асосий мақсад бўлиб, у билимларни ифодалаш муаммосининг асосий моҳияти ҳисобланади.

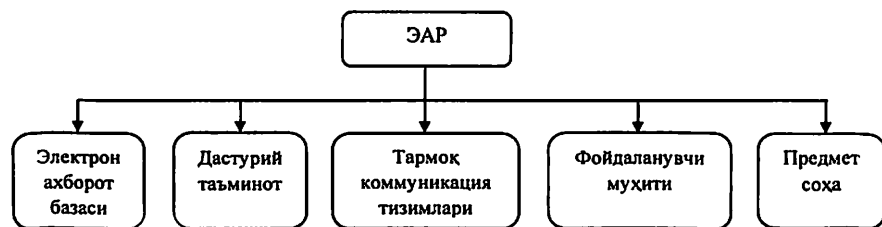


1-расм. Сунъий интеллект тузилмаси

Хар томонлама ноаниқлик, ҳамда атрофимизни ўраб олган ҳақиқий дунёнинг тўлиқ бўлмаган аниқлик билан иш кўрувчи Эволюцион Алгоритмлар - EA(evolutionary algorithms), Хаос Назарияси - СТ(chaos theory) ва Таълим Назарияси - LT(learning theory) нинг бир қисмини ўз ичига олган Норовшан Мантқиқ-FL(fuzzy logic), Нейрон Тармоқлар - NN(neural networks), Эҳтимолли Мулоҳазалар-PR(probabilistic reasoning) каби интеллектуал парадигмалар (компьютерли қайта ишлаш воситалари сифатида) мажмуи Soft Computing – SC (юмшоқ, эгилувчан, ҳисоблаш, қайта ишлаш) ни ташкил этади (1-расм). Анъанавий ҳисоблаш қайта ишлашдан Hard Computing(НС)-яъни “қаттиқ”, қатъий ҳисоблаш) фаркли ўлароқ SC ишлаб чиқарувчанлик ва самарадорликни йўқотмаган ҳолда ноаниқлик, норовшанлик ва қисман ростлик билан иш кўришга қодирдир. Л.Заденинг қайд этишича, анъанавий НС дан фаркли ўлароқ, SC нинг мақсади ҳақиқий дунёнинг ҳар жойдаги ноаниқлик билан ҳамоҳангликда яшашдир. SC нинг асосий тамойили ноаниқлик, норовшанлик ва қисман ростликни ҳисобга олган ҳолда баён этилишга (сифатли белгили ёки лингвистик кўринишда ифодалаш), робастликка (кичик хатоликларга бардошлиликка) ва ечимнинг паст нархига эришишдир.

Диссертациянинг «Интеллектуал тизимларда электрон ахборот ресурсларининг тузилмаси» деб номланган иккинчи бобида интеллектуал ахборот тизимларида билимларни акс эттиришнинг асосий воситалари, тахминий мулоҳазалар тузилмаси ҳамда лойиҳалаштириш босқичларини шакллантириш масалаларини ечишга бағишланган.

ЭАРларини куйидаги ташкилий элементлар тузилмаси кўринишида ифодалаш мумкин (2-расм).



2-расм. ЭАР ташкилий элементлари тузилмаси

Мантикий моделлар асосини $S = \langle T, P, A, F \rangle$ кортежлар кўринишидаги формал назарий тушунчалар ташкил этади. Бу ерда Т – тизимнинг асосий элементлари тўплами (алфавит); Р-семантик қоидалар тўплами; А-аксиомалар тўплами; F-семантик қоидалар ёки ушбу назария учун тўғри бўлган формулаларни олиш имконини берувчи хулосалаш қоидалари.

Ҳозирги даврда кенг қўлланилувчи модел бу продукцион моделдир. Продукцион модел асосини қоидалар ташкил этади ва куйидагича ифодаланади:

R : Агар *A*, у ҳолда *B* ёки
Агар *A*, у ҳолда *B*, акс ҳолда *C*.

R қоида интеллектуал ахборот тизимларидаги асосланган далиллар орқали хулосалаш механизмини шакллантириш имконини беради. Бу эса дастлабки шакллантирилган қоида ядроси атрофида ихтиёрий ўлчамдаги қоидалар базасини яратишни таъминлайди. Бундай қоидалар ҳосил қилинаётган билимлар базаси сифатини оширишга хизмат қилади.

Охири пайтда норавшан тўпламлар (F-тўпламлар) ни ўрганишда F-Conditional Rules Inference ёки қисқа қилиб CRI деб аталувчи норавшан шартли мантикий хулоса (F-шартли хулоса) қоидаларини ишлаб чиқишга катта эътибор қаратилмоқда. Бу ҳолат оддий тилнинг семантикасида маълум сондаги норавшан тушунчалар (F-тушунчалар) мавжудлиги билан боғлиқдир, шунинг учун қоидалар ва бундай F-тушунчаларни ўз ичига олган мантикий хулосалар чиқарамиз. Амалиётга кўра, бундай хулосаларга нисбатан қоидаларни шакллантириш йўсинлари мутлақо ҳар хил бўлиши мумкин. Лекин бу каби хулосалар классик булл мантиққа асосланган ҳолда қониқарли даражада шаклланмайди, яъни шу мақсадда кўп қийматли мантикий тизимлардан фойдаланиш зарур бўлиб қолади.

Норавшан мантиқда ва тахминий мулоҳазаларда умумлашган модус поненс GMP (Generalized Modus Ponens) ва умумлашган модус толленс GMT (Generalized Modus Tollens) деб аталувчи норавшан хулосанинг иккита муҳим қоидаси орқали амалга оширилади:

1-Қоида: *x A* дир,

2- Қоида: Агар *x A* бўлса, у ҳолда *y B* дир,

Хулоса: *y B* дир

(GMP)

1- Қоида: *y B* дир,

2- Қоида: Агар *x A* бўлса, у ҳолда *y B* дир,

Хулоса: *x A* дир

(GMT)

Шартли мантикий хулоса қоидалари асосан уч турдаги шартли таклифни камраб олади:

$R_1 = \text{АГАР } x A \text{ бўлса, У } \text{ҲОЛДА } y B \text{ дир}$

$R_2 = \text{АГАР } x A \text{ бўлса, У } \text{ҲОЛДА } y B \text{ дир,}$

Акс ҳолда *C*

$R_3 = \text{АГАР } x_1 A_1 \text{ бўлса ва } x_2 A_2 \text{ бўлса ва } x_n A_n \text{ бўлса У } \text{ҲОЛДА } y B \text{ дир}$

Юқорида қайд этилганидек, шартли мантикий хулоса қоидаларини шакллантиришнинг қонуний асоси қуйидаги мазмундаги ажратиш (модус=поненс) қоидадир:

АГАР ($\alpha \rightarrow \beta$) рост ва α рост бўлса, У ҲОЛДА β ростдир.

Ўз навбатида, бундай шаклланишнинг услубий асоси Л.Заде томонидан таклиф этилган композицион қоидадир. Кейинчалик Е.Мамдани Л.Заденинг

қондаси сингари R_i кўринишдаги мантикий мулоҳазага нисбатан ишлаб чиқилган шахсий хулоса қондасини таклиф этди. Бошқа сўз билан айтганда қуйидаги шаклдаги F -шартли хулоса кўриб чиқилади ва буни биз тахминий мулоҳазалар тузилмаси деб атаймиз:

1- Қонда: *Агар $x \in A$ бўлса, y ҳолда $y \in B$ дир,*

2- Қонда: *$x \in A'$ дир,*

Хулоса: *$y \in B'$ дир*

Ёки агар $x \in A$ бўлса, y ҳолда $y \in B$

$x \in A'$,

$y \in B' = A'$ оР

бу ерда A ва A' - U универсумдаги F -тўплам кўринишида берилган F -қонуният; $B-V$ универсумдаги F -қонуният ёки F -тўплам. Бундан $B' \in V$ даги F -тўплам кўринишида берилган натижадир.

СР1 дан фойдаланган ҳолда мантикий натижани олиш учун қондалар мос равишда $R(A_1(x), A_2(y))$ кўринишдаги бинар F -муносабат ва $R(A_1(x))$ кўринишдаги унар F -муносабатга келтирилиши керак. Бу ерда $A_1(x)$ ва $A_2(y)$ мос равишда U ва V универсумлардаги қийматларни қабул қилувчи x ва y атрибутлар орқали аниқланади. У ҳолда

$$R(A_1(x)) = A'.$$

$R(A_1(x), A_2(y))$ Заде-Мамдани хулосаларининг қондаларига кўра қуйидаги тарзда аниқланади.

Шартли мулоҳазанинг максимин қондаси

$$R_m(A_1(x), A_2(y)) = (A \times B) \cup (\neg A \times V). \quad (1)$$

Шартли мулоҳазанинг арифметик қондаси

$$R_0(A_1(x), A_2(y)) = (\neg A \times V) \oplus (U \times V). \quad (2)$$

Шартли мулоҳазанинг мини-функционал қондаси

$$R_c(A_1(x), A_2(y)) = A \times B. \quad (3)$$

Бу ерда \times, \cup, \neg - мос равишда декарт кўпайтма, бирлашма ва инверсия; \oplus - чегараланган йиғинди.

Юқоридаги тахминий мулоҳазалар тузилмасидаги B' бўлган мантикий натижа $R(A_2(y))$ қуйидаги тарзда олинishi мумкин:

$$R(A_2(y)) = A' \circ [(A \times B) \cup (A \times B)];$$

$$R(A_2(y)) = A' \circ [(\neg A \times V) \oplus (U \times B)];$$

ёки

$$R(A_2(y)) = A' \circ (A \times B).$$

Бу ерда \circ - F -тўпламларни максимин композициялаш амали.

Шу қондалар асосида қуйидаги кўринишдаги шартли мулоҳазаларга тааллуқли қондалар таклиф этилди:

$$R_4(A_1(x), A_2(y)) = [(\neg A \times V) \oplus (U \times B)] \cap [(A \times V) \oplus (U \times C)]; \quad (4)$$

$$R_5(A_1(x), A_2(y)) = [(-A \times V) \cup (U \times B)] \cap [(A \times V) \cup (U \times C)]; \quad (5)$$

$$R_6(A_1(x), A_2(y)) = [(A \times B)] \cap [(-A \times C)]. \quad (6)$$

Худди шу ерда шартли мулоҳазага оид қоидалар ҳам таклиф этилди:

$$R_7(A_1(x), A_2(y)) = [\bigcap_{i=1,n} (-A_i \times V)] \oplus [(U \times B)]; \quad (7)$$

$$R_8(A_1(x), A_2(y)) = [\bigcap_{i=1,n} (-A_i \times V)] \cup [(U \times B)]; \quad (8)$$

$$R_9(A_1(x), A_2(y)) = [\bigcap_{i=1,n} -A_i] \times B. \quad (9)$$

(1)-(9) қоидаларнинг самарадорлигини таҳлил этиш учун таклиф этилган F-шартли мантикий хулосага тааллуқли айрим мезонлардан фойдаланилди. Берилган мезонларнинг мазмуни норавшан шартли хулосанинг у ёки бу қоидаси тахминий мулоҳазаларда инсон ички туйғуларини қай даражада қаноатлантирилишини текшириш имконини беради.

Диссертациянинг «Интеллектуал ахборот тизимларида билимларни аке эттиришнинг продукцион модели» деб номланган учинчи бобида интеллектуал ахборот тизимларининг продукцион модели, лингвистик норавшан моделлар, катта ҳажмли билимлар базасида мантикий хулосалаш самарадорлигини ошириш тадқиқ қилинган.

Мантикий хулосалаш учун Сугено алгоритмидан фойдаланиб z ни аниқловчи ўзгарувчилар комбинацияси кўринишида ифодалаймиз:

$$z = (x_1, \dots, x_N) = k_0 + \sum_{i=1}^N k_i x_i$$

Бу ҳолда олинган натижа гиперюзага акслантирилганда хатолик кўпайса, Сугено модели кўп ўлчамли функциялар учун Фабер-Шаудер базис функциялар тизими билан умумлаштирилади ва қуйидаги кўринишда юзага акслантириш ифодаланади:

$$z = (x_1, \dots, x_N) = \lim_{L \rightarrow \infty} \sum_{l=1}^L \sum_{n=1}^N \delta_{l,n}(x_n) \quad (10)$$

Бу ерда l – яқинлик даражаси, $\delta_{l,n}(x_n)$ – z қийматда x_n ўзгарувчининг l – даражадаги ҳиссасини аниқловчи Фабер-Шаудер функцияси. (10) нинг мослигини таъминлаш учун бундай талаб Фабер-Шаудернинг бир ўлчамли функциясига x_1, \dots, x_N соҳага Ω'_d ечим зоналарига ажратиш амалга оширилади:

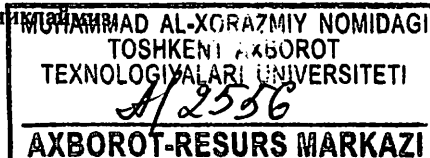
$$\Omega'_d = \bigcup_i \Omega_i^{i+1}, \quad \Omega_i^{i+1} \cap \Omega_j^i = \emptyset, \quad i \neq j; \quad i, j = 1, \overline{D_{i+1}}$$

$$(\forall L \in N) = ((x_1, \dots, x_N) \in \Omega'_d \rightarrow \Omega'_i, i \neq d) (\delta_i^d = 0)$$

бу ерда

$$\Omega'_d(x_1, \dots, x_N) = \sum_{n=1}^N \delta_{l,n}(x_n). \quad (11)$$

(11) Ω'_d зонадаги умумий тузатиш. (11) фойдаланган ҳолда ўзгарувчи қийматини қуйидагича аниқлаймиз:



$$z(x_1, \dots, x_N) \lim_{L \rightarrow \infty} \sum_{l=1}^L \sum_{d=1}^{D(l)} P_d^l(x_1, \dots, x_N) \delta_d^l(x_1, \dots, x_N)$$

бу ерда

$$P_d^l(x_1, \dots, x_N) = \begin{cases} 1, & (x_1, \dots, x_N) \in \Omega_d^l \\ \text{акс олда} & 0 \end{cases}$$

δ_d^l якуний ечимда зарурий тузатишларни ҳисобга олиш белгиси $\delta_d^l - \Omega_d^l$ зонадаги умумий тузатишлар.

Ўзгарган кўринишдаги Сугено кўринишдаги модел(11) δ_d^l қийматини ҳисоблаш қуйидаги кўринишда амалга оширилади:

$$\delta_d^l = z(x_1, \dots, x_N) = z_{d,0}^l + k_d^l \sum_{i=1}^N (\gamma_{d,i}^l * \alpha_i(x_i))$$

бу ерда $k_d^l - \Omega_d^l$ зонанинг умумий коэффиценти, $\gamma_{d,i}^l \in (0,1) - x_i$ ўзгарувчининг умумий тузатиш қийматида таъсир коэффиценти, $\alpha_i(x_i) \in [0,1] -$ термнинг тегишлилик даражаси.

Сугенонинг модификацияланган моделининг ўнг қисми қуйидагича аниқланади:

$$z(x_1, \dots, x_N) = z_0 + \sum_{i=1}^N k_i x_i + \frac{\sum_{d=1}^D P_d^l(x_1, \dots, x_N) (z_{d,0}^l + k_d^l (\gamma_{d,i}^l * \alpha_i(x_i)))}{\sum_{d=1}^D P_d^l(x_1, \dots, x_N)}$$

Ушбу алгоритм учун қуйидаги кўринишдаги продукцион қоидадан фойдаланилади:

$$\text{Агар } (R_{x_i} = T_{i,d,k}^{R_{x_i}}) \text{ ва... ва } (R_{x_N} = T_{i,d,k}^{R_{x_N}}) \text{ у ҳолда } (G^k = T_{i,d}^{G^k}), \overline{k=0, N} \quad (12)$$

$$\text{Агар } (G^0 = T_{i,d}^{G^0}) \text{ ва... ва } (G^N = T_{i,d}^{G^N}) \text{ у ҳолда } (\Omega = T_{i,d}^{\Omega}) \quad (13)$$

$$\text{Агар } (\Omega = T_{i,d}^{\Omega}) \text{ ва... ва } (D_{x_i} = T_{i,d}^{D_{x_i}}) \text{ у ҳолда } (D_i = T^{D_i}) \quad (14)$$

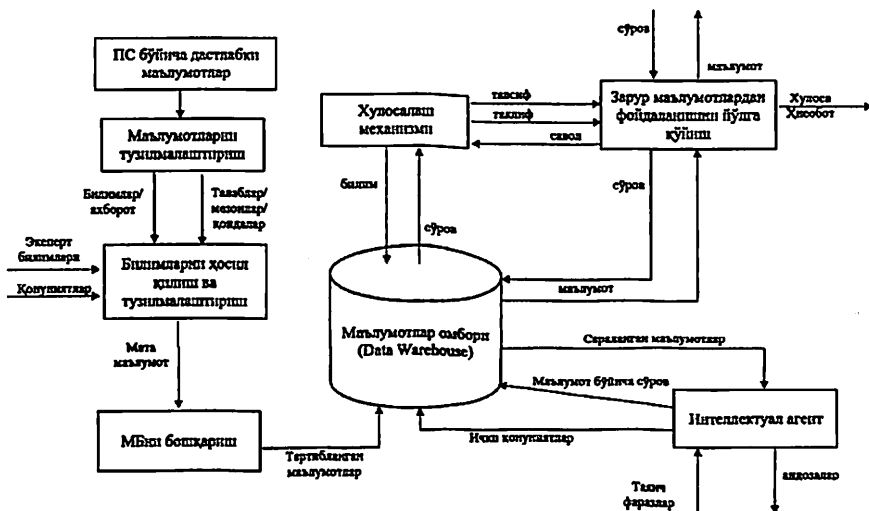
$$\text{Агар } (D_i = T^{D_i}) \text{ ва... ва } (D_L = T^{D_L}) \text{ у ҳолда } (D_i = D_1 + \dots + D_L). \quad (15)$$

Бунда (12) ва (13) қоидалар тузатиш соҳасини локаллаштириш учун, (14) қоида тузатиш қийматини ҳисоблаш учун, (15) қоида эса тузатишларнинг йиғинди қийматини ҳисоблаш учун қўлланилади.

Диссертациянинг тўртинчи боби «Электрон ахборот ресурсларининг билимлар базасини қуришнинг алгоритми» деб номланган бўлиб, электрон ахборот ресурсларини бошқаришда билимлар базасининг умумлаштирилган тузилмаси ва ташкилий элементлари, продукцион тизим билимлар моделларининг тузилмавий-функционал шакллантирилиш алгоритми ҳамда маълумотларни интеллектуал таҳлилни амалга оширишда қарор муқобилини шакллантириш самарадорлигини ошириш алгоритми ишлаб чиқишининг баёни келтирилган.

Дастлабки қадамда предмет соҳа бўйича дастлабки маълумотлар предмет соҳа бўйича эксперт талаблари асосида тузилмалаштирилади. Улар маълум талаблар, мезонлар ёки қонуниятлар асосида билим ёки ахборот

кўринишида билимларни ҳосил қилиб олишни амалга оширади. Ҳосил қилинган метамаълумотлар маълумотлар базасини бошқариш механизми ёрдамида тартибланади ва маълумотлар омборига жўнатилади. Худди шу жараёнда билимлардан фойдаланишни йўлга қўйиш самарасини оширишга йўналтирилган таянч фаразларга асосланувчи интеллектуал агент ёрдамида ички қонуниятлар ва сўровлар маълумотлар омборига жўнатилади. Сўров асосида интеллектуал агент сараланган маълумотларга эга бўлади ва андозаларга туширади. Фойдаланувчи сўровларига маълумотлар омборидаги билимлар хулосалаш механизми ёрдамида шакллантирилади ва зарур маълумотлардан фойдаланиш йўлга қўйилади.



3-расм. Предмет соҳа бўйича билимларни такдим қилишнинг умумлашган тузилмаси

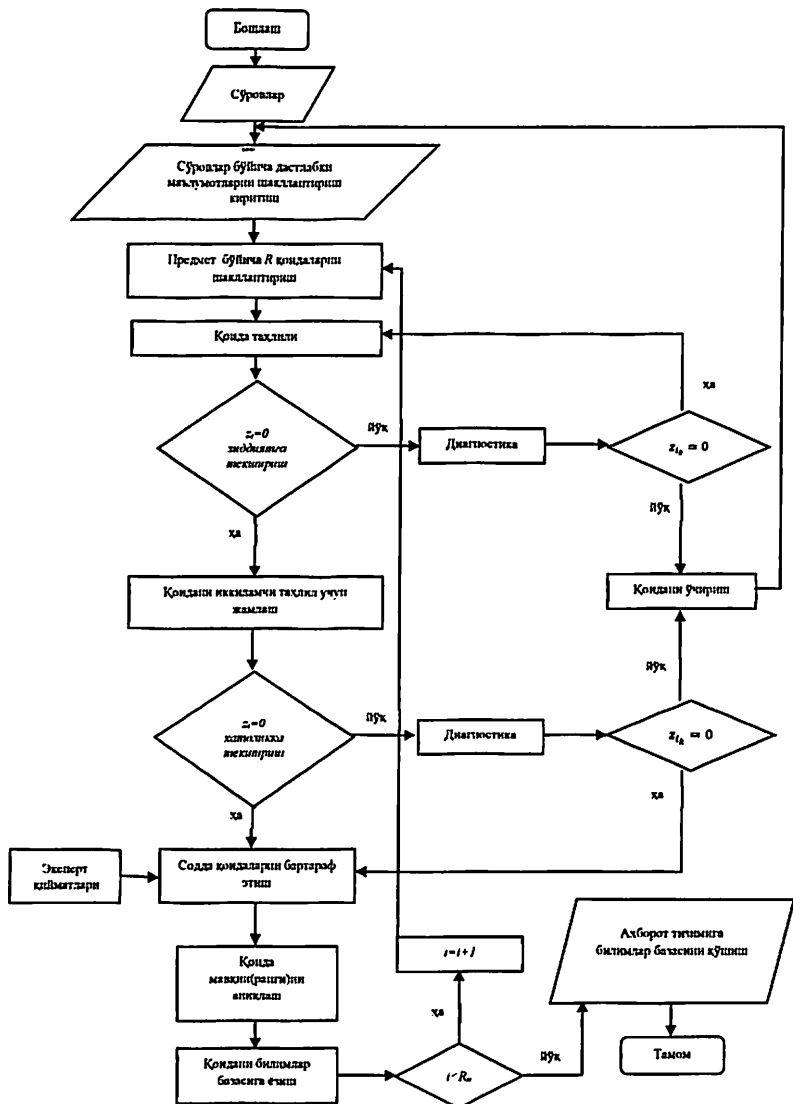
Зиддиятлардан ҳоли қилинган билимлар умумлашган ҳолда қуйидаги кўринишда такдим этилиши мумкин (3-расм).

Продукцион билимлар базасининг тузилмавий хатолари умумлаштирилган бўлиб, унда ББ тузилмаларининг автоматик верификацияси учун қўлланиши мумкин бўлган формал ёндашувлари таклиф этилган.

ББ қуйидаги қоидалар кўринишига эга бўлсин:

$$\tau_i: \text{агар } \bigcup_{y=0}^{k_i} S_i \text{ у ҳолда } f_i \quad k_i = \overline{2, 3, \dots, n} \quad (16)$$

У ҳолда келтирилган қоидаларга 4-расмдаги ВА/ЁКИ графи мос келади.



4-расм. Ахборот тизимларида қарор муқобиллари самарадорлигини оширишга йўналтирилган ахборот тизимларининг билимлар базасини шакллантириш алгоритми

Йўқорида келтирилган r_i (16) турдаги қондани агар $f_{r,1}$ ва $f_{r,2} \dots f_{r,n}$ у ҳолда $f_{r,m}$ қуйидаги жуфтлик кўринишида тасвирлаш мумкин:

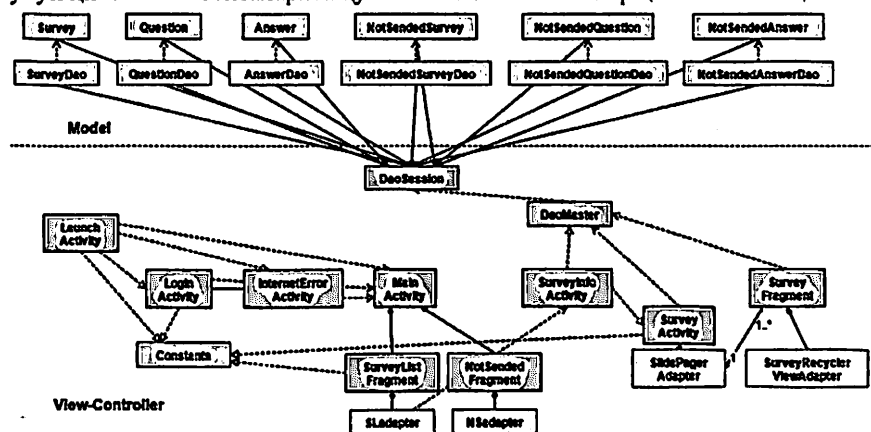
$$r_i = (D_{r_i}; Q_{r_i}), \text{ бунда } D_{r_i} = \{f_{r_i,1}, f_{r_i,2}, \dots, f_{r_i,n}\} \text{ ва } Q_{r_i} = \{f_{r_i,m}\}$$

Ушбу ифодадан кўриниб турибдики, Q_{r_i} ягона бўлган q_{r_i} элементдан ташкил топган. L – хулосалашнинг занжирлар тўплами бўлсин.

Юқорида келтирилган мулоҳазалардан фойдаланиб ЭАРда ББни шакллантиришдаги верификация масаласини ечишнинг қуйидаги алгоритми таклиф этилди:

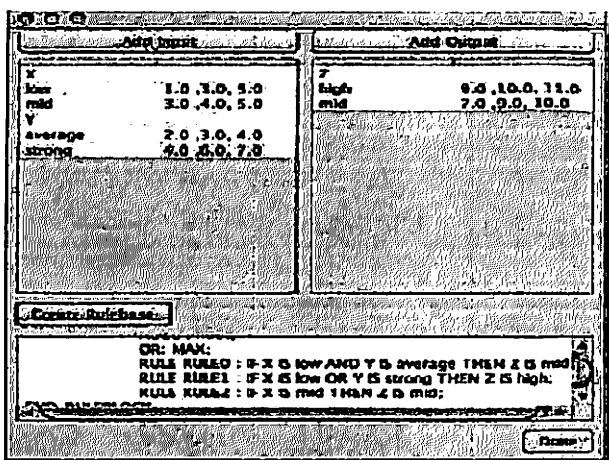
- 1-Қадам. S – далиллар тўплами киритилади.
- 2-Қадам. (16) турдаги конда $r_i = (D_{r_i}; Q_{r_i})$ кўринишга ўтказилади.
- 3-Қадам. Агар $D_{l_i} = D_{r_{i,l}}$ шarti бажарилса, l_i хулосалаш $(r_{i,1}, r_{i,2}, \dots, r_{i,n})$ турдаги занжирнинг бошланғич қисми деб олинади.
- 4-Қадам. Агар кондалар занжирида тузилмавий хатолик бўлса, продукцион ББда тузилмавий хатоликларга текширилади ҳамда 5-қадамга ўтилади;
- 5-Қадам. Агар хатолик мавжуд бўлмаса, статик коррект деб ҳисобланади ва 9-қадамга ўтилади.
- 6-Қадам. Ортиқчалик синфига хос хатоликларга текширилади;
- 7-Қадам. Тўлиқмас синфига хос хатоликларга текширилади;
- 8-Қадам. Зиддиятлар синфига хос хатоликларга текширилади;
- 9-Қадам. Агар Зиддиятлар аниқланмаса далиллар ББ ёзилади ва текшириш тўхтатилади.

Диссертациянинг «Электрон ахборот ресурсларининг билимлар базасини қуришнинг дастурий воситаси» деб номланган бешинчи бобида дастурий восита архитектураси, дастурий воситанинг яратиш технологиялари, дастур ва ҳисоблаш воситалариаро функционал боғланишлар келтирилган. Дастурий восита MVC (Model View Controller) ёки модел кўриниш-контроллер архитектураси асосида қурилган, дастурий восита нормал фаолият кўрсатиши учун ҳисоблаш воситаларига қўйилган техник талаблар ҳам ишлаб чиқилган.



5-Расм. MVC архитектурасида синфлар боғланиш схемаси

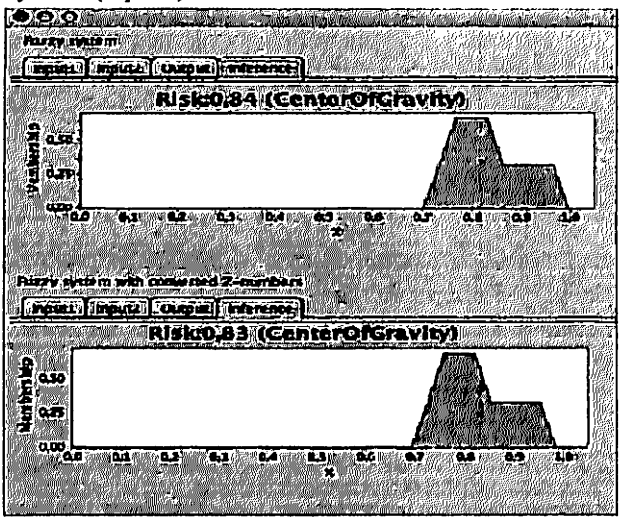
5-расмда MVC технологияси синфларнинг ўзаро боғланиш схемалари берилган.



6-расм. Продукцион билимлар базасини яратиш дастурининг кўриниши

Ишлаб чиқилган дастур норавшан қоида хулосаларидан иборат мантиқий моделни қуриш имконини беради (6-расм).

Кирувчи маълумотларни аниқ сонлар кўринишида киритилгандан сўнг, акс эттирилган графиклар бўйича норавшан хулоса тизимининг ишлашини кузатиш, тизимнинг норавшан сонларда тавсифланган натижаларини таққослаш мумкин (7-расм).



7-расм. Билимлар базаси асосида олинган натижа

Хулоса тизими ишини мисолда кўриб чиқамиз. Тизим иккита кириш ўзгарувчиларга эга: Funding ва Staffing (1-жадвал).

1-жадвал

Тизимга кирувчи ўзгарувчилар

Кирувчи лингвистик ўзгарувчилар			
Funding		Staffing	
Inadequate	(0, 0.1, 0.4)	Small	(0, 0.1, 0.4)
Marginal	(0.1, 0.4, 0.6)	Average	(0, 0.4, 0.6)
Adequate	(0.5, 0.7, 1)	Large	(0.5, 0.9, 1)

Чикувчи лингвистик ўзгарувчилар	
Risk	
Low	(0, 0.2, 0.3)
Less normal	(0.2, 0.3, 0.5)
Normal	(0.4, 0.6, 0.8)
More normal	(0.7, 0.8, 0.9)
High	(0.8, 0.9, 1)

Ахборот тизимида сўровлар кўриниши ва микдорининг ошиши, тизимда кириш параметрлар сонининг ортиши ечимларни олишдаги комбинаторик портлашнинг олдини олиш учун навбатдаги қадамда рўй берадиган жараён ёки ҳодисаларни тахминий билишга боғлиқ бўлади. Бу эса ўз навбатида ахборот тизимларининг электрон ахборот ресурсларида прецедентлардан самарали фойдаланиш, хулосалаш механизмини тўғри ташкил этиш ва билимлар базаси учун самарали қондалар базасини шакллантиришда муҳим аҳамият касб этади.

Продукцион қондаларни қуриш механизмига асосланган ҳолда тизимнинг қарор муқобилларини шакллантириш учун продукцион қондалар ташкил этилади. Бу ерда қидирув ва хулосалаш алгоритмининг қўллаш прецедентларга асосланган механизмини ҳосил қилиш имконини беради. Бунинг натижасида тизимдаги қидирув ва саралашни тўғри амалга ошириш имконияти яратилади.

Электрон вазирлик ахборот тизимининг (ЭВАТ) асосий элементи билимларни ҳосил қилиш самарадорлигини ошириш учун устма-уст тушувчи далилларни қисқартириш ёрдамида қарор муқобилларининг ишончилигини оширишга эришиш мақсади кўзланган. Бунинг учун асосий қарор қабул қилишда муҳим бўлган объект модулларида маълумотларни саралаш, таснифлаш ва таҳлиллашни йўлга қўйиш орқали муқобилларни шакллантириш имконини берувчи умумлашган алгоритм ишлаб чиқилди. Унинг алгоритми куйидаги қадамлардан иборат:

1-қадам: Дастлабки маълумотлар шакллантирилади $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$;

2-қадам: Жараённи ташкил этиш учун бирор e -ҳодисани фаоллаштирилади;

3-қадам: Барча $X = x_{ij}$ боғлиқликлар мослигини топилади;

4-қадам: Мосликларни янгилаш ва 3-қадамга қайта текширилади;

5-қадам: Кесувчи x_{ij} лар учун Ω зонага тузатиш киритилади;

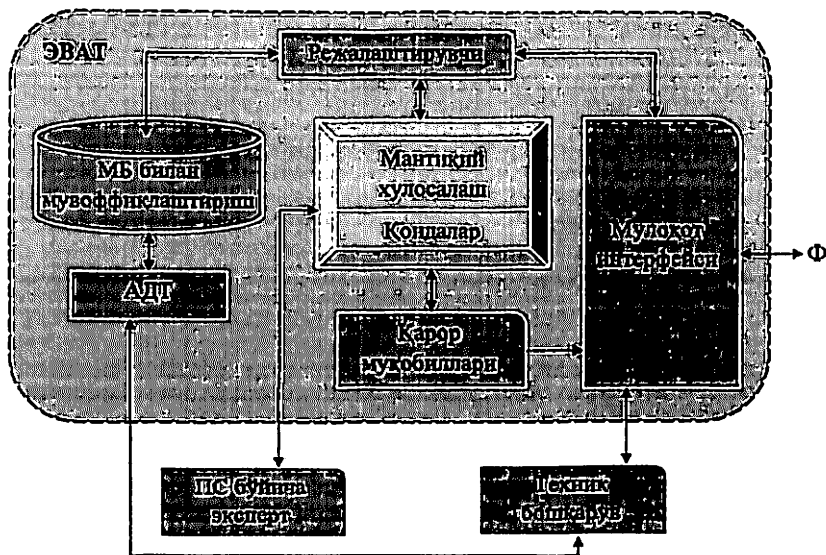
6-қадам: Ω зонага тузатишлар учун қонда қўшилади:

7-қадам: Ω зоналар тузатишнинг L тузатиш максимал даражаси аниқланади;

8-қадам: Якуний таққослаш ва муқобил шакллантирилади;

9-қадам: Тамом.

Мазкур ахборот тизими (8-расм) асосида шакллантирилган.



8-расм. ЭВАТ тузилмаси

Таснифлашни амалга ошириш учун дастурий воситада билимлар базасини ҳосил қилиш биринчи ҳолатда 58 млн.дан ортиқ белгили матнлар жамланмаси, иккинчи ҳолатда 67,5 млн белгили матнлар жамланмасидан иборат ўқув танланма орқали амалга оширилди. Биринчи ҳолатда 29,5 минг сўздан 1500 сўзлар алифбоси ҳосил қилинди, яъни белгилар тўплами шакллантирилди. Бу билан тўла танловдан қочиш амалга оширилиб, белгилар фазоси 19,7 баробарга қисқартирилди. Иккинчи ҳолатда 33,7 минг сўздан 1720 сўздан иборат алифбо, белгилар ҳосил қилиб олинди. Бу эса белгилар фазосининг 19,6 баробарга қисқарганини кўрсатади.

Билимлар базасини ҳосил қилиш учун ўқитиш жараёнига кетган ўртача вақт бирлиги 0,29 секундни ташкил этди.

ХУЛОСА

«Электрон ахборот ресурсларини шакллантиришда продукцион билимлар базасини яратиш усул ва алгоритмларини ишлаб чиқиш» мавзусидаги диссертация иши бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Интеллектуал таҳлиллаш тизимларининг электрон ахборот ресурсларида маълумотларга ишлов бериш ва таҳлиллашни амалга оширишда ахборот ресурсларини туркумларга ажратиш ва унинг ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олиш масалаларини ечишда продукцион моделга асосланган усулларидан фойдаланиш, электрон ахборот ресурсларини ишлаб чиқишнинг концептуал тамойилларини, конструктив ёндашувларни, усуллар, моделлар ва алгоритмларини шакллантириш ҳамда асослаш имконини яратади.

2. Интеллектуал тизимларни қуришда асосий элементлардан бу предмет соҳа бўйича эксперт билимларни акс эттириш тизимини лойиҳалаштириш бўлиб, уни ташкил этишда қўлланилувчи асосий воситалар тавсифланиб, билимларни асослаш ва тавсифлаш танланган предмет соҳани ташкиллаштирувчи ахборот бирликларга бўлиш асосида продукцион билимлар базасини лойиҳалаштириш ёндашуви ишлаб чиқилган. Таклиф этилаётган ёндашув ахборот бирликларининг соҳаларга ажратилиши асосида зарур билимларни излаб топиш учун хизмат қилиб, продукцион модел қўринишдаги билимларни ифодалашга имкон беради.

3. Интеллектуал тизимларни ташкил этишда унинг асосланиши, тизимнинг бирор математик аппарат орқали ифодаланиши унда бўлаётган жараёнларни тавсифлаш прецедентларга асосланган қидирув ва хулосалаш алгоритми ишлаб чиқилган. Прецедентларни бирор далил асосида келтирилган ҳолати учун саккиз кадамли хулосалаш механизми шакллантирилган. Бу эса ўз навбатида хулосалаш механизмнинг ишлаш самарадолигини ошириш учун хизмат қилади.

4. Интеллектуал таҳлиллаш тизимларини шакллантириш жараёнида идентификация модели учун норавшан хулосалаш тизимини қуриш усули ишлаб чиқилган бўлиб, параметрик ва тузилмавий идентификация моделлари қўринишида амалга оширилган. Параметрик идентификация учун Такаги-Сугено-Канг туридаги идентификация моделларини ишлаб чиқиш орқали амалга оширилган бўлса, тузилмавий идентификация модели норавшан қондалар базасини қуришда норавшан моделнинг тузилмавий характеристикасини аниқлашга йўналтирилган кластер таҳлили алгоритмлари ва субъектив ажратиш усулларига таянилган ҳолда амалга оширишда услубий асосини ташкил этади. Ушбу ёндашув норавшан хулосалаш тизимлари учун продукцион қўринишдаги қондаларни ишлаб чиқиш учун хизмат қилади.

5. Глобал ва корпоратив тармоқларда ахборот ҳажмининг ортиб бориши бир қатор масалаларни келтириб чиқаради, булардан асосийси ҳажмининг катталашганида маълумотларга ишлов беришнинг қийинлашуви ҳисобланади. Ҳажмни қисқартириш орқали электрон ахборот ресурсларидан унумли фойдаланишни ташкил этиш учун маълумотларни таҳлиллаш натижасида

ҳосил бўладиган қарор муқобиллари самарадорлигини ошириш модели ва алгоритми ишлаб чиқилган. Ишлаб чиқилган модел ва алгоритмлар асосида билимлар базасидаги қоида ҳамда далиллар ишлаш самарадорлигини оширишга имкон беради.

6. Электрон ахборот ресурсларини назорат қилиш, таҳлиллаш ва ишлов бериш учун қарор муқобилларини шакллантириш самарадорлигини ошириш асосий масалалардан ҳисобланади. Бунинг учун билимлар базасини шакллантиришнинг умумий тузилмаси шакллантирилган. Ечимлар шажарасида такрорланишларни аниқлаш механизми орқали такрорланиш-ларга барҳам бериш ёндашуви тақлиф этилган. Ахборот тизимларида қарор муқобиллари самарадорлигини ошириш учун ахборот тизимларида билимлар базасини шакллантириш алгоритми тақлиф этилган. Тақлиф этилган ёндашув ва алгоритмлар қарор муқобилларини шакллантириш имконини беради.

7. Электрон ахборот ресурсларидан фойдаланиш, уни маълум бир тартибда сараланиши, маълум бир белгилари асосида таснифланишини талаб этади. Ҳозирги ахборотлаштирилган жамиятда энг асосий омил маълумотлар ҳисобланади. Бунда “Электрон ҳукумат” ва турли электрон муҳитларнинг ташкил этилаётгани виртуал оламда маълумотлардан оммавий фойдаланишни тартибга келтириш масаласи олд планга чиқади. Мазкур муаммовий соҳа таркибига кирувчи матнни таснифлаш масаласини ҳал этиш муҳим аҳамият касб этиб, ушбу тадқиқотда матнларни продукцион модел асосига қурилган механизм ёрдамида таснифлаш алгоритми ва дастурий воситаси тақлиф этилган ва модел масала ечишдаги таъбири келтирилган. Тақлиф этилган дастурий восита электрон кўринишдаги матнларни таснифлаш имконини беради.

8. Ишлаб чиқилган продукцион модел ва унинг модификациялари ёрдамида “Электрон вазирлик” мақсадли ахборот тизимида роллар тақсимооти ва маълумотларни тизимлаштириш, маълумотларга ишлов бериш мезонлари қараб ўтилган бўлиб, маълумотлардаги зиддиятларга барҳам беришнинг тўққиз қадамли алгоритми тақлиф этилган. Дастурий мажмуанинг модулида объектларни белгиларига кўра таснифлаш масаласи қараб ўтилган. Бу эса ўз навбатида билимлар базасини шакллантиришда зиддиятларни бартараф этиш имконини беради.

9. Ишлаб чиқилган математик моделлар, усуллар ва дастурий таъминотлар “ҚИЗИҚУМЦЕМЕНТ” АЖ корпоратив ахборот тизимиغا, Ўзбекистон Индонезия қўшма “ЎЗИ-Жиззах” корхонаси абонентларга хизмат кўрсатиш бўлимига, «KARMAT-PLUS» масъулияти чекланган жамиятининг АРМ тармоғига, “Dodi Bobo” масъулияти чекланган жамиятининг статистика ва мониторинги бўлимига, “UNICON.UZ” ДУК “uzAnalyser” ахборот-таҳлил тизимига, Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги “Электрон вазирлик” ахборот тизимининг кадрлар модулларига жорий қилинган. Илмий тадқиқот натижалари ахборот тизимларида маълумотлардан билимларни ажратиб олиш ҳамда уларни тақдим этиш 11% га ошган, мос ахборот ресурсларини тақдим этиш вақти 1,5 баробарга камайган, билимлар базасини шакллантириш самарадорлиги 1,5 баробарга ошган. Бу продукцион кўринишдаги билимлар базасини ишлаш сифатини ва тезлигини ошириш учун хизмат қилади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSC.27.06.2017. Т.07.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

РАХИМОВ НОДИР ОДИЛОВИЧ

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ПОСТРОЕНИЯ
ПРОДУКЦИОННОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ
ЭЛЕКТРОННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ**

**05.01.04 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин,
комплексов и компьютерных сетей**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

Ташкент – 2018

Тема докторской диссертации по техническим наукам (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В2017.2.DSc/T122.

Диссертация выполнена в Ташкентском университете информационных технологий.

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

Научный консультант: Бекмуратов Тулкун Фаизевич
доктор технических наук, профессор, академик

Официальные оппоненты: Игамбердиев Хусан Закирович
доктор технических наук, профессор, академик

Мухамедиева Дилноз Тулкиновна
доктор технических наук, профессор

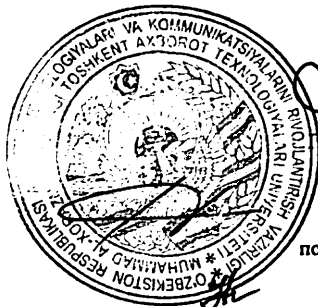
Муминов Баходир Болтаевич
доктор технических наук

Ведущая организация: Национальный университет Узбекистана

Защита диссертации состоится 16 ноября 2018 года в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.T.07.01 при Ташкентском университете информационных технологий. (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-64-43; факс: (99871) 238-65-52; e-mail: tuit@tuit.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского университета информационных технологий (регистрационный номер № 2556). (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-65-44.

Автореферат диссертации разослан «2» ноября 2018 года.
(протокол реестра № 11 от «18» октября 2018 г.).



Р.Х.Хамдамов
Председатель научного совета по присуждению
ученых степеней, д.т.н., профессор

Ф.М.Нуралиев
Ученый секретарь научного совета
по присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

Х.Н.Зайниддинов
Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н.

ВВЕДЕНИЕ (Аннотация докторской диссертации (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире информация является стратегическим ресурсом, особое внимание уделяется быстрой и надежной передаче данных, являющихся составными элементами информации, потребителю с помощью извлечения, производства, структурирования. Разработка механизмов вывода базы знаний в электронных информационных ресурсах остается одним из актуальных вопросов сегодняшнего дня. В этой связи, в частности большое внимание уделяется извлечению баз знаний формирования электронных информационных ресурсах с помощью моделей и методов, формализации баз данных путем кодирования, а также повышению эффективности их использования. Важное значение имеет создание математического и программного обеспечения при построении базы знаний формирования электронных информационных ресурсов в зарубежных странах, в частности в США, Республике Корея, Японии, Китае, Германии, Австралии, Франции, Испании, Великобритании, Венгрии, Российская Федерация, Греции.

В мире создаются научные основы формирования современных интеллектных корпоративных информационно-коммуникационных систем (Intelligence Enterprise Information Systems) для решения вопросов обработки, анализа больших массивов данных, оценки исследуемых ситуаций. Важными задачами в этой сфере являются соединенные информационные технологий и бизнес-стратегий систем поддержки принятия решений, методы и алгоритмы построения аргументов и правил для базы знаний функциональных компонентов в повышении эффективности работы интеллектуальных систем. Вместе с тем, необходимо разработать методы “механизма вывода” на основе базы знаний при формировании электронных информационных ресурсов в корпоративных информационных системах.

В Республике осуществляются меры по созданию национального контента при формировании базы знаний электронных информационных ресурсов на основе интеллектуальных систем управления аппаратно-программными средствами, информационными технологиями при повышении уровня информатизации предприятий многих отраслей. В Стратегии по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 гг. определены задачи, такие как «...внедрение современных международных стандартов и методов корпоративного управления, ... внедрение информационно-коммуникационных технологий в экономику, социальную сферу, системы управления»¹. При реализации данных задач одним из важных вопросов является разработка методов и алгоритмов построения базы знаний, основанной на продукционной модели для формирования электронных информационных ресурсов в информационных системах.

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. № УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Законах Республики Узбекистан «О принципах и гарантиях свободы информации» (2002), «Об информатизации» (2004), Указов Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года №УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», от 30 июня 2017 года №УП-5099 «О мерах по коренному улучшению условий для развития отрасли информационных технологий в республике», Постановлений Президента Республики Узбекистан от 3 апреля 2014 года №ПП-2158 «О мерах по дальнейшему внедрению информационно-коммуникационных технологий в реальном секторе экономики», Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан от 14 августа 2017 года №625 «О мерах по дальнейшему развитию национального контента во всемирной информационной сети Интернет» и в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики IV-«Развитие информатизации информационно-коммуникационных технологий».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации.² Ведутся широкомасштабные научно-исследовательские работы по формированию баз знаний, созданию программного обеспечения на основе моделей и методов извлечения знаний, проектированию баз знаний в ведущих высших образовательных учреждениях и научных центрах, в частности Cusorp, RuleM, The Object Management Group (США), Attar Software Ltd (Великобритания), National Institute of Informatics (Япония), University of Science and Technology of China (Китай), University of Technology Sydney (Австралия), European Research Consortium of Informatics and Mathematics (Испания), Institute for Computer Science and Control (Венгрия), National IT Industry Promotion Agency, Seoul National University of Science and Technology (Корея), Международной научно-учебной лаборатории структурного анализа и интеллектуальных систем (Российская Федерация), Ташкентском университете информационных технологий (Узбекистан).

В результате проводимых в мире исследований, касающихся создания моделей и методов извлечения знаний, совершенствования интеллектуальных систем, содержащих электронные информационные ресурсы, получены следующие результаты: предложена система ResearchCus, являющаяся инструментарием для прикладного моделирования рассуждений на материале текстов естественных языков (Stanford University, Palo Alto, California, АКШ); разработаны методы интеллектуального анализа бизнес-аналитических систем, основанных на базах данных и знаний (University of Technology

² Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации осуществлен на основе <http://search.ebscohost.com>, <http://link.springer.com>, <https://elibrary.ru>, <https://cyberleninka.ru>, <http://intellect-iver.ru/?p=165>, <https://www.ibm.com>, <https://databases.library.jhu.edu>, EBSCO information services, ProQuest, Nature, Oxford University Press, Cambridge University Press и других источников.

Sydney, Австралия); разработаны методы и принципы решения проблем представления продукционных правил в UML для OMG Production Rule Representation (представление продукционных правил), являющимся стандартом продукционных правил (The Object Management Group (OMG) is an international, open membership, not-for-profit technology standards consortium, США); разработаны методы и подходы языков моделирования технологических правил, основанных на веб-правилах Rule Markup Language (RuleML) (Научный центр RuleML Inc, США).

В мире ведется ряд исследований по созданию высокоэффективных систем управления и моделирования процессов, базы данных больших массивов для изучения базы знаний на основе формирования систем интеллектуальных систем в создании электронных информационных ресурсов, в частности ведутся исследования по следующим приоритетным направлениям: создание интеллектуальных алгоритмических и программных модулей на основе механизма построения правил и аргументов при формировании базы знаний в интеллектуальных информационных системах; разработка подхода построения модели базы знаний при логико-лингвистического представления данных, основанных на моделях и методах Data Science; разработка метода проектирования базы продукционных знаний осуществления интеллектуального анализа данных в электронных информационных ресурсах; построение смешанной модели, основанной на продукционной модели представления знаний в электронных информационных ресурсах; разработка алгоритмического и программного обеспечения и методов построения механизмов повышения эффективности вывода в информационных ресурсах.

Степень изученности проблемы. Под руководством ведущих ученых мира, таких как John McCarthy, François Bry, Мамдани, Сугено, Р.А. Алиев, Ю.А. Загорулько, Г.В. Рыбина, И.А. Бессмертный и при участии коммерческих компаний Expert System, Expert System Designer, Expert System Creator, ARITY Expert Development Package, СхPERT, Exsys Developer, REVERSE Project Working Group, Google, IBM ведутся исследовательские работы, посвященные проблемам внедрения баз знаний в электронные информационные ресурсы, созданию моделей и методов вывода знаний электронных информационных ресурсов с помощью компьютерных сетей на основе математической статистики, Data Science. Также следует отметить исследования Т.Ф. Бекмуратова, Д.Т. Мухамадиевой, М.А. Рахматуллаева и О.Ж. Бабомурадова, посвященные вопросам анализа, проблем и решений вывода и представления знаний, формирования базы знаний.

Изучение проблемы совершенствования базы знаний электронных информационных ресурсов нашло отражение в работах таких ученых как Л. Заде, А.Н. Аверкин, Ф. Баадер, А.Ф. Берман, В.Н. Вагин, Kim J.S., В.В. Голенков, Б. Грау, В.В. Грибова, Т. Грубер, Н. Гуарино, Дж. Джарратано, П. Джексон, а также проблемы интеллектуальной обработки данных рассматривались в работах отечественных ученых, таких как М.М. Камиллов,

А.Х. Нишанов. Ученые А.П. Еремеев, А.А. Барсегян, В.Ф. Хорошевский, Т.А. Гаврилова, J. Breuker проводили теоретические и прикладные исследовательские работы по формированию электронных информационных ресурсов и построению в них базы продукционных знаний. Проблемы алгоритмов и методов формирования продукционных моделей нашли отражение в работах О.М. Owrang, S. Salva, E. Triantaphyllou, И.А. Бессмертного. В нашей республике исследования по созданию, систематизации и внедрению электронных информационных ресурсов велись под руководством Б.Б. Муминова и У.С. Каримовой.

Кроме того, в настоящее время недостаточно изучены научные исследования, посвященные изучению корпоративных информационных систем в сфере науки и образования в рамках вопросов построения базы продукционных знаний при формировании знаний в электронных информационных ресурсах, особенностям вывода знаний, построения продукционной модели формирования базы знаний при логико-лингвистическом выводе данных, методу формирования базы продукционных правил при осуществлении интеллектуального анализа данных в информационных ресурсах, модификации и настройке параметров базы правил для повышения эффективности, разработке программного обеспечения и построения алгоритмов и методов представления алгоритмических и программных средства, моделей, методов интеллектуального анализа разработанных данных в системах, работающих в электронных информационных ресурсах, для формирования информационных ресурсов и вторичного пользования.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках проектов плана научно-исследовательских работ Ташкентского университета информационных технологий по следующим темам: №А-5-037-«Разработка системы дистанционного электронного образования для профессиональных колледжей направления ИКТ» (2015-2017), №И-2017-4-4-«Интеллектуальная обработка данных в информационных системах, создание и внедрение моделей поиска» (2017-2018); проект Министерства высшего и среднего специального образования №А-5-29-«Программно-алгоритмическое обеспечение целевой автоматизированной информационной системы «Электронное министерство» на основе принципов интеллектуального анализа данных» (2015-2017).

Цель исследования – разработка моделей, методов и алгоритмико-программного комплекса для создания продукционных баз знаний, направленных на повышение эффективности формирования электронных информационных ресурсов.

Задачи исследования:

изучение теоретико-методических аспектов формирования баз знаний при построении интеллектуальных систем;

разработка модели базы знаний на основе подходов логико-лингвистического вывода данных;

разработка метода проектирования базы продукционных знаний электронных информационных ресурсов на основе интеллектуального анализа данных;

построение гибридной модели баз знаний электронных информационных ресурсов, основанной на продукционной модели вывода знаний;

разработка алгоритма, предназначенного для повышения эффективности обработки электронных информационных ресурсов в интеллектуальных системах, на основе продукционной модели;

разработка алгоритмико-программных средств построения модели механизма нечеткого правила вывода, основанного на прецедентах в электронных информационных ресурсах;

внедрение методов и алгоритмов создания и обработки базы знаний в электронных информационных системах, основанных на продукционной модели, проверка и сравнительный анализ их результатов.

Объектом исследования являются процессы формирования базы знаний для повышения эффективности интеллектуального анализа данных в электронных информационных ресурсах.

Предмет исследования – алгоритмико-программное обеспечение, модифицированные методы, модели и технологии построения базы знаний, направленные на повышение эффективности обработки данных в электронных информационных ресурсах.

Методы исследования. В исследовании использованы методы математического моделирования, интеллектуального анализа данных, построения баз данных, теории вероятностей и управления, экспертной оценки, формирования продукционных моделей, объектно-ориентированного программирования и MVC-технологий, проведения вычислительных экспериментов, а также методы проведения испытаний программных модулей.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработан гибридный метод построения базы знаний, состоящий из экспертных рассуждений и нечеткой логики, предназначенный для повышения эффективности обработки электронных информационных ресурсов;

разработаны алгоритм и продукционные модели упорядочивания знаний, направленные на повышение эффективности работы базы знаний электронных информационных ресурсов;

разработан алгоритм построения модели на основе механизма вывода нечетких правил, основанный на прецедентах электронных информационных ресурсов;

разработан подход к проектированию базы продукционных знаний на основе разделения информационных единиц в электронных информационных

ресурсах;

разработаны алгоритмы и методы повышения эффективности вывода в информационных системах, классификации и устранения структурных ошибок при обработке больших массивов данных;

разработано программное обеспечение построения базы продукционных знаний при формировании электронных информационных ресурсов.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработан механизм, минимизирующий структурные ошибки при обработке больших массивов данных, анализа, выбора и классификации данных в электронных информационных ресурсах информационных систем;

разработано алгоритмико-программное средство поиска и вывода для повышения эффективности обработки электронных информационных ресурсов, основанное на разделении информационных единиц, а также прецедентах и проектировании базы знаний на основе продукционных моделей;

создано алгоритмико-программное обеспечение, ориентированное на повышение эффективности работы систем формирования и использования электронных информационных ресурсов информационных систем.

Достоверность результатов исследования обосновывается сравнительным анализом, проведенным на основе критериев полученных формул и практических результатов, результатами исследований методов и моделей интеллектуального анализа при формировании базы продукционных знаний, проведением тестирований при решении вопросов построения базы правил и аргументов, основанных на прецеденте, который включает данные программных средств для оценки логического обоснования результатов исследования, преимуществами продукционных моделей построения баз знаний, улучшенным механизмом вывода путем минимизации ошибок при обработке больших массивов данных, сравнительным анализом эффективности программных средств, итоговыми выводами ведущих ученых и экспертов в области осуществления интеллектуального анализа данных.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость исследования состоит в создании базы знаний для повышения эффективности обработки электронных информационных ресурсов информационных систем, разработке гибридной модели, основанной на продукционной модели классификации и устранения структурных ошибок, построении методов и алгоритмов, служащих для построения систем интеллектуального анализа данных и механизмов вывода.

Практическая значимость полученных результатов состоит в разработке программных модулей, улучшающих механизмы вывода путем классификации и устранения ошибок в знаниях в процессе создания базы знаний, а также повышающих эффективность процесса обработки электронных информационных ресурсов корпоративных информационных систем.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов по моделям, методам и алгоритмико-программным средствам

создания производственной модели вывода знаний в электронных информационных ресурсах:

Сделан вывод о возможности использования ГУП «UNICON.UZ» баз данных «МТ 1.0. Классификация текстов», «ТЭК 1.0. Произвольные совокупные показатели», «РВААТ. Информационная система, основанная на производственных знаниях» (заключение ГУП «UNICON.UZ» от 27 сентября 2018 года) по классификации текстов в электронном формате. В результате чего появилась возможность повышения эффективности работы механизмов вывода при извлечении знаний из больших массивов данных;

алгоритмико-программное средство поиска и вывода, основанное на прецедентах и проектировании базы производственных знаний на основе разделения информационных единиц в электронных информационных ресурсах, внедрено в корпоративную информационную сеть АО «КИЗИЛКУМЦЕМЕНТ» (Справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций №33-8/7982 от 21 июня 2018 года). В результате научного исследования появилась возможность повышения эффективности статистики и мониторинга внутренних данных предприятия на 15%, увеличения обработки данных в электронных информационных ресурсах и формирования соответствующих предложений в 2 раза, уменьшения эффективности времени формирования электронных информационных ресурсов в корпоративной информационной системе на 20%;

алгоритм формирования первоначальных данных электронных информационных ресурсов для глобальной сети, метод, алгоритм и программный модуль построения базы знаний, основанные на производственной модели, для повышения эффективности интеллектуального анализа в процессе мониторинга электронных информационных ресурсов внедрены в отдел обслуживания абонентов предприятия «УЗИ-Жиззах» (Справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций №33-8/7982 от 21 июня 2018 года). В результате научного исследования появились возможности для создания базы правил и аргументов для базы производственных знаний на основе первоначальных данных и повышения эффективности их обработки на 10%, при помощи программного модуля повысилась эффективность классификации и анализа данных на 7-10%;

производственная модель и алгоритм упорядочивания знаний, направленных на повышение эффективности работы базы знаний в электронных информационных ресурсах внедрены в информационно-аналитическую систему ГУП «UNICON.UZ» (Справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций №33-8/7982 от 21 июня 2018 года). В результате научного исследования появились возможности для повышения эффективности формирования базы знаний для контекстного анализа с помощью интеллектуального анализа и систематизации данных в 1,5 раза, уменьшения расходов на 5-7% за счет упрощения процесса принятия решений, сокращения рабочих ресурсов и времени на данные процессы;

гибридный метод, состоящий из экспертных рассуждений и нечеткой логики построения базы знаний для повышения эффективности обработки электронных информационных ресурсов, первичная обработка больших массивов данных внедрены в отдел статистики и мониторинга и сеть ИРЦ ООО «Dodi Bobo» и «KARMAT-PLUS» (Справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций №33-8/7982 от 21 июня 2018 года). Результаты научного исследования позволили повысить эффективность извлечения и представления знаний из данных в сети ИРЦ на 11%, уменьшить в 1,5 раза время представления информационных ресурсов с помощью программного средства, разработанного на основе механизма определения уровня важности, уменьшения в 1,5 раза времени представления информационных ресурсов с помощью программного средства, разработанного на основе механизма определения уровня важности, повышение эффективности управления на 12% в результате интеллектуального анализа и систематизации данных и первичной обработки большего объема данных с помощью механизма вывода, связующего анализ и отбор знаний.

Апробация результатов исследования. Теоретические и практические результаты настоящего исследования апробированы и обсуждены на 4 международных и 16 Республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме исследования всего опубликовано 42 научных работ, в том числе 1 монография, 11 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией к публикации основных научных результатов докторских диссертаций (в 9 республиканских и 2 зарубежных журналах), 29 докладов и тезисов, а также получены 6 свидетельств о регистрации программных продуктов для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 190 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, определены цель и задачи, объект и предмет исследования, приводится соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна, практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрывается теоретическая и практическая значимость результатов исследования, приведены внедрение результатов исследования, сведения об опубликованности результатов и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «Теоретические основы формирования электронных информационных ресурсов» изучены сравнительные определения, исследовательские работы ученых, посвященные категоризации

и особенностям электронных информационных ресурсов в современных информационных системах, принципам, методам и моделям образования знаний при управлении электронными информационными ресурсами.

Электронный информационный ресурс (ЭИР) – состоит из отдельных документов и их множеств в системе информации и управления. При формировании информационной системы для ИР создаются в виде базы данных (БД), выражающей направления определенной отрасли, или хранилища данных и подразделяются на традиционные и сетевые группы.

Известно, что основным носителем материалов всех ИР является естественный язык. Обмен ИР, созданных на основе естественного языка, изначально осуществляется в форме устного общения, затем с помощью письменных и электронных средств. Общение или другой вид обмена информацией ориентирован на описание определенного объекта, явления или процесса.

Создание общей теории вывода знаний входит в перечень приоритетных проблем. Данная теория позволила бы формировать знания, ориентированные на решение возникающих повседневных проблем. Но для решения данного вопроса необходимо найти общие закономерности, выражающие предметную область (ПО), которая является основным содержанием проблемы представления знаний.

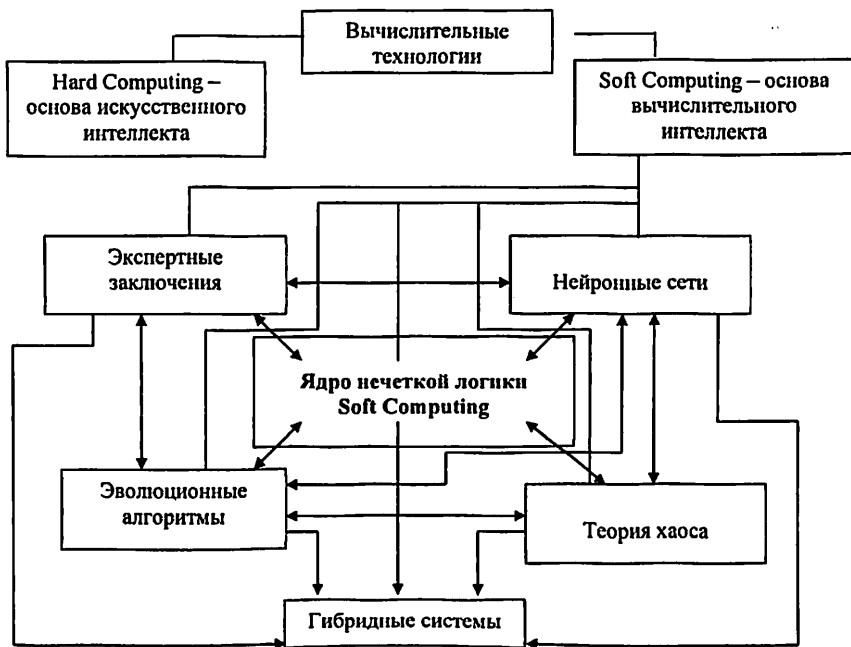


Рис. 1. Структура искусственного интеллекта

Такие интеллектуальные парадигмы как эволюционные алгоритмы – EA (evolutionary algorithms) – всеобъемлющей неточности реального мира неполную реальность окружающей среды и всесторонней нереальности настоящего мира, теория хаоса – СТ (chaos theory) и теория образования – LT (learning theory), часть которой входит в нечеткую логику – FL (fuzzy logic), нейронные сети – NN (neural networks), вероятностная логика – PR (probabilistic reasoning) входят в комплекс Soft Computing – SC (буквальный перевод с английского языка означает “мягкие, гибкие вычисления, обработка”) (Рис. 1). В отличие от традиционных жестких вычислений – Hard Computing (HC), т.е. «жесткие», строгие вычисления, SC характеризуются приспособлением к неточности, неопределенности и частичной истинности с сохранением производительности и эффективности. По утверждению Л. Заде, сущность мягких вычислений состоит в том, что в отличие от традиционных, жестких вычислений, они нацелены на адаптацию ко всеобъемлющей неточности реального мира. Основным принцип SC состоит в описании с учетом терпимости к неточности, неопределенности и частичной истинности (лингвистическом или качественно символьном выражении), робастности (терпимостью к мелким ошибкам), низкой стоимости решения.

Вторая глава диссертации «Структура электронных информационных ресурсов в интеллектуальных системах» посвящена основным средствам вывода знаний в интеллектуальных информационных системах, структуре приближенных рассуждений и вопросам формирования этапов проектирования.

ЭИР могут выражаться в виде следующей структуры организационных элементов (рис.2).



Рис. 2. Структура организационных элементов ЭИР

Основу логических моделей составляют формальные теоретические в виде кортежей $S = \langle T, P, A, F \rangle$. Здесь T – множество основных элементов системы (алфавит); A – множество аксиом; F – семантические правила или правила вывода, позволяющие получить формулы, являющиеся правильными для этой теории.

В настоящее время наиболее распространенной моделью является продукционная модель. Основу продукционной модели составляют правила, которые выражаются следующим образом:

R: Если *A*, то *B* или
Если *A*, то *B*, иначе *C*.

Правило *R* позволяет формировать механизм вывода посредством аргументов на основе интеллектуальных информационных систем, что, в свою очередь, обеспечивает создание баз правил произвольных величин на основе ядра первоначально сформированного правила. Такие правила служат для повышения качества создаваемой базы знаний.

В последнее время особое внимание при изучении нечетких множеств (F-множества) уделяется разработке правил условных логических выводов (F-условные выводы), называемых F-Conditional Rules Inference или кратко CRI. Это связано с существованием некоторого количества нечетких понятий (F-понятий) в семантике естественного языка, поэтому извлекаем логические выводы, содержащие правила и такие F-понятия. Как показывает практика, подходы к формированию правил в отношении к данным выводам могут быть абсолютно разными. Но такого рода выводы не могут в достаточной степени основываться на классической булевой логике, т.е. с этой целью необходимо будет использовать многозначные логические системы.

Нечеткая логика и приближенные рассуждения осуществляются в двух важных правилах нечеткого вывода: обобщенный modus ponens GMP (Generalized Modus Ponens) и обобщенный GMT (Generalized Modus Tollens):

Правило 1: *x* есть *A*,

Правило 2: Если *x* есть *A*, то *у* есть *B*,

Вывод: *у* есть *B*

(GMP)

Правило 1: *у* есть *B*,

Правило 2: Если *x* есть *A*, то *у* есть *B*,

Вывод: *x* есть *A*

(GMT)

Правила условного логического вывода в основном охватывают три вида условных предложений:

R_1 = ЕСЛИ *x* есть *A*, ТО *у* есть *B*

R_2 = ЕСЛИ *x* есть *A*, ТО *у* есть *B*,

Иначе *C*

R_3 = ЕСЛИ x_1 есть A_1 и x_2 есть A_2 и x_n есть A_n , ТО *у* есть *B*

Как отмечалось выше, основой формирования правил условного логического вывода является следующее правило вывода (модус=поненс):

ЕСЛИ ($\alpha \rightarrow \beta$) истинно и α истинно, ТО β истинно.

В свою очередь, методической основой данного формирования является композиционное правило, предложенное Л.Заде. Затем Е.Мамдани предложил правило индивидуального вывода, разработанное по отношению к логическому рассуждению вида R_1 , как правило Л.Заде. Другими словами,

рассматривается F-условный вывод следующей формы, которые мы назвали структурой приближенных рассуждений:

Правило 1: Если x есть A , то y есть B ,

Правило 2: x есть A' ,

Вывод: y есть B'

или если $x=A$, то $y=B$

$x=A$,

$y=B'=A'$

здесь A и A' - F-правило в виде F-множества в U универсуме; F-правило или F-множество в $B-V$ универсуме, откуда $B' \in V$ является следствием, представленным как F-множество.

Для получения логического следствия с использованием CRI правила должны соответственно приведены к бинарному F-отношению вида $R(A_1(x), A_2(y))$ и унарному F-отношению типа $R(A_1(x))$. Здесь $A_1(x)$ и $A_2(y)$ определяются с помощью атрибутов x и y , которые принимают значения из соответственно универсумов U и V . Тогда

$$R(A_1(x)) = A'.$$

$R(A_1(x), A_2(y))$ определяется в соответствии с правилами выводов Заде-Мамдани следующим образом.

Максиминное правило условного рассуждения

$$R_m(A_1(x), A_2(y)) = (A \times B) \cup (\neg A \times V). \quad (1)$$

Арифметическое правило условного рассуждения

$$R_o(A_1(x), A_2(y)) = (\neg A \times V) \oplus (U \times V). \quad (2)$$

Мини-функциональное правило условного рассуждения

$$R_c(A_1(x), A_2(y)) = A \times B. \quad (3)$$

Здесь \times, \cup, \neg - соответственно декартово произведение, объединение и инверсия; \oplus - предельная сумма.

Логическое следствие $R(A_2(y))$, которое является B' в структуре приближенных рассуждений приведенной выше, можно представить в следующем виде:

$$R(A_2(y)) = A' \alpha [(A \times B) \cup (\neg A \times V)];$$

$$R(A_2(y)) = A' \alpha [(\neg A \times V) \oplus (U \times V)];$$

или

$$R(A_2(y)) = A' \alpha (A \times B).$$

Здесь α - операция максиминной композиции F-множеств.

На основе данных правил предложены правила для условных рассуждений:

$$R_1(A_1(x), A_2(y)) = [(\neg A \times V) \oplus (U \times V)] \cap [(A \times V) \oplus (U \times C)]; \quad (4)$$

$$R_5(A_1(x), A_2(y)) = [(\neg A \times V) \cup (U \times B)] \cap [(A \times V) \cup (U \times C)]; \quad (5)$$

$$R_6(A_1(x), A_2(y)) = [(A \times B)] \cap [(\neg A \times C)]. \quad (6)$$

Также предложены правила для условного рассуждения:

$$R_7(A_1(x), A_2(y)) = \left[\bigcap_{i=1, n} (\neg A_i \times V) \right] \oplus [(U \times B)]; \quad (7)$$

$$R_8(A_1(x), A_2(y)) = \left[\bigcap_{i=1, n} (\neg A_i \times V) \right] \cup [(U \times B)]; \quad (8)$$

$$R_9(A_1(x), A_2(y)) = \left[\bigcap_{i=1, n} \neg A_i \right] \times B. \quad (9)$$

Для анализа эффективности правил (1)-(9) использовались некоторые критерии F-условного логического вывода. Приведенные критерии дают возможность удостовериться насколько то или иное правило нечеткого условного вывода удовлетворяет человеческой интуиции при приближенных рассуждениях.

Третья глава диссертации «Продукционная модель извлечения знаний в интеллектуальных информационных системах» посвящена изучению продукционной модели, лингвистических нечетких моделей, повышению эффективности логического вывода в больших массивах баз данных знаний.

Для логического вывода используем алгоритм, выразив в виде комбинации переменных, определяющих z :

$$z = (x_1, \dots, x_N) = k_0 + \sum_{i=1}^N k_i x_i$$

В случае увеличения погрешности при выводе полученных результатов на гиперплоскость, модель Сугено обобщается с системой базисных функций Фабера-Шаудера для многомерных функций и выражается в следующем выводе:

$$z = (x_1, \dots, x_N) = \lim_{L \rightarrow \infty} \sum_{l=1}^L \sum_{n=1}^N \delta_{l,n}(x_n). \quad (10)$$

Здесь l – уровень приближения, $\delta_{l,n}(x_n)$ – функция Фабера-Шаудера, определяющая вклад переменной x_n в значение z на l – уровне. Для обеспечения соответствия (10) данное требование осуществляется разбиением одномерной функции Фабера-Шаудера пространства x_1, \dots, x_N на зоны решения Ω_d^l :

$$\Omega_d^l = \bigcup_i \Omega_i^{l+1}, \quad \Omega_i^{l+1} \cap \Omega_j^l = \emptyset, \quad i \neq j; \quad i, j = \overline{1, D_{i+1}}$$

$$(\forall L \in N) = \left(((x_1, \dots, x_N) \in \Omega_d^l) \rightarrow \Omega_i^l, i \neq d \right) (\delta_i^l = 0),$$

где

$$\Omega_d^l(x_1, \dots, x_N) = \sum_{n=1}^N \delta_{l,n}(x_n). \quad (11)$$

(11) общая поправка в зоне Ω'_d . С учетом использования (11) значение выводимой переменной можно определить следующим образом:

$$z(x_1, \dots, x_N) \lim_{L \rightarrow \infty} \sum_{l=1}^L \sum_{d=1}^{D(l)} P'_d(x_1, \dots, x_N) \delta'_d(x_1, \dots, x_N),$$

где

$$P'_d(x_1, \dots, x_N) = \begin{cases} 1, & (x_1, \dots, x_N) \in \Omega'_d, \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Здесь δ'_d - критерий необходимости учета общей поправки в зоне Ω'_d в итоговом решении.

Для расчета значения модели (11) δ'_d осуществляется использование преобразованного соотношения Сугено:

$$\delta'_d = z(x_1, \dots, x_N) = z'_{d,0} + k'_d \sum_{i=1}^N (\gamma'_{d,i} * \alpha_i(x_i)),$$

где k'_d - общий коэффициент зоны Ω'_d ; $\gamma'_{d,i} \in (0,1)$ - коэффициент влияния переменной x_i на общем значении поправки; $\alpha_i(x_i) \in [0,1]$ - значение принадлежности термина.

Модифицированная модель Сугено формируется следующим образом:

$$z(x_1, \dots, x_N) = z_0 + \sum_{i=1}^N k_i x_i + \frac{\sum_{d=1}^D P'_d(x_1, \dots, x_N) (z'_{d,0} + k'_d (\gamma'_{d,i} * \alpha_i(x_i)))}{\sum_{d=1}^D P'_d(x_1, \dots, x_N)}.$$

Для данного алгоритма используется следующее продукционное правило:

$$\text{Если } (R_{x_1} = T_{l,d,k}^{R_{x_1}}) \text{ и } \dots \text{ и } (R_{x_N} = T_{l,d,k}^{R_{x_N}}), \text{ то } (G^k = T_{l,d}^{G^k}), \overline{k=0, N} \quad (12)$$

$$\text{Если } (G^0 = T_{l,d}^{G^0}) \text{ и } \dots \text{ и } (G^N = T_{l,d}^{G^N}), \text{ то } (\Omega = T_{l,d}^{\Omega}) \quad (13)$$

$$\text{Если } (\Omega = T_{l,d}^{\Omega}) \text{ и } \dots \text{ и } (D'_{x_1} = T_{l,d}^{D'_{x_1}}), \text{ то } (D_l = T^D) \quad (14)$$

$$\text{Если } (D_l = T^D) \text{ и } \dots \text{ и } (D_L = T^{D_L}), \text{ то } (D_i = D_1 + \dots + D_L). \quad (15)$$

Правила (12) и (13) используются для локализации области поправки, правило (14) – для вычисления значения поправки, а правило (15) применяется для определения суммарного значения поправок.

В четвертой главе диссертации «Алгоритм построения базы знаний электронных информационных ресурсов» описаны обобщенная структура и организационные элементы базы знаний при управлении электронными информационными ресурсами, алгоритм структурно-функционального формирования моделей знаний продукционной систем, а также алгоритм повышения эффективности формирования вариативности решений при интеллектуальном анализе данных.

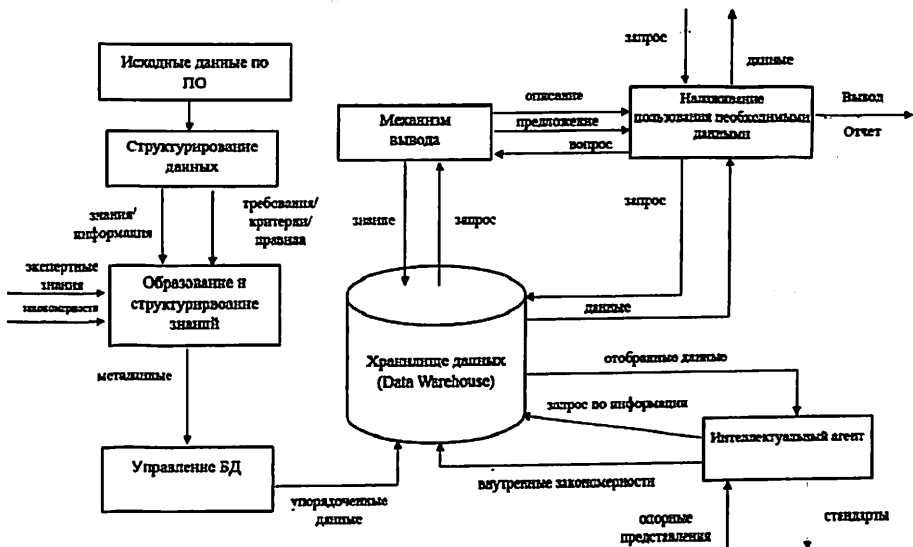


Рис. 3. Обобщенная структура представления знаний в предметной области

На первом этапе исходные данные по предметной области структурируются на основе экспертных требований ПО, осуществляются путем образования знаний в виде информации на основе определенных требований, критериев или закономерностей. Полученные метаданные отбираются с помощью механизма управления базой данных и направляются в хранилище данных. При этом процессе они направляются в хранилище внутренних закономерностей и запросов с помощью интеллектуального агента на основе опорных представлений, ориентированных на повышении эффективности использования знаний. Интеллектуальный агент имеет отобранные данные на основе запроса и стандартизирует их. Данные формируются в соответствии с запросами пользователя с помощью механизма вывода знаний из хранилища данных, а также осуществляется использование необходимых данных.

Знания, свободные от противоречий, могут быть обобщенно представлены в следующем виде (рис. 3).

Структурные ошибки базы продукционных знаний обобщаются, при этом предлагаются формальные подходы, которые могут быть применены для автоматической верификации структур БЗ.

Пусть правила БЗ имеют следующий вид:

$$r_i: \text{если } \bigcup_{y=0}^{k_i} S_i, \text{ то } f_i \quad k_i = \overline{2,3, \dots, n}$$

В этом случае приведенным правилам соответствует граф И/ИЛИ (рис. 4).

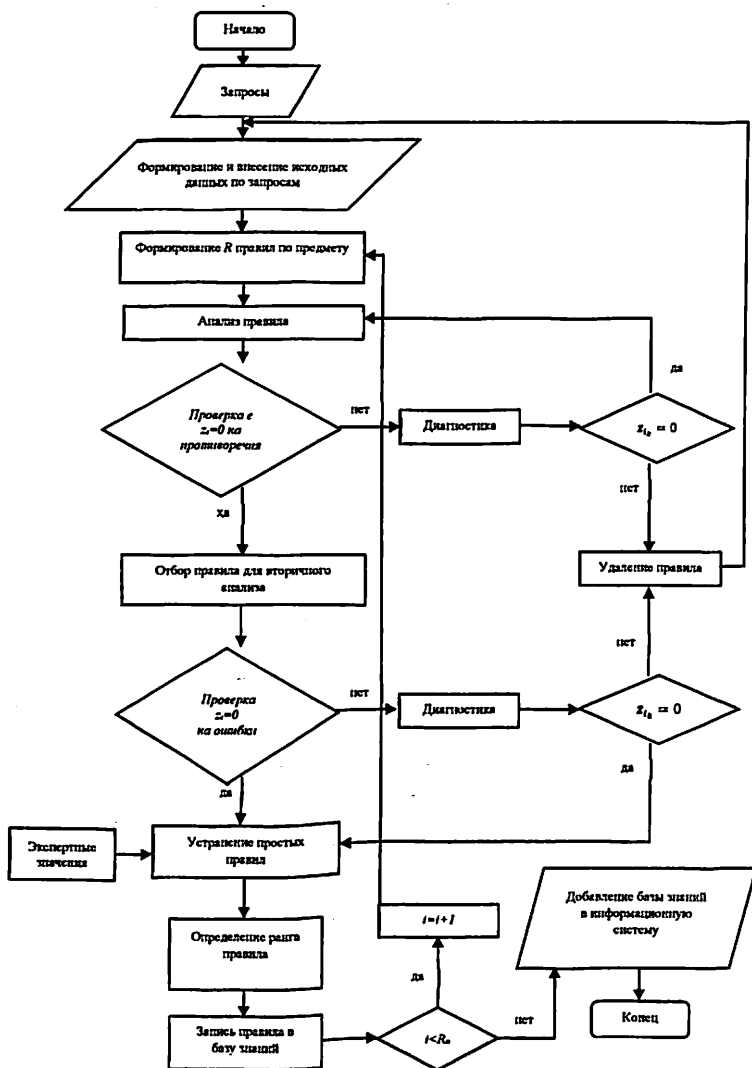


Рис. 4. Алгоритм формирования базы знаний информационных систем, ориентированных на повышение эффективности альтернативности решений в информационных системах

Приведенное выше правило r_i

если $f_{r,1} \in f_{r,2} \dots f_{r,n}$ тогда $f_{r,m}$

можно описать в виде следующей пары:

$$r_i = (D_i; Q_i), \text{ тогда } D_i = \{f_{r_1}, f_{r_2}, \dots, f_{r_n}\} \text{ и } Q_i = \{f_{r_m}\}$$

Как видно из этого правила, Q_{r_i} состоит из единственного элемента q_{r_i} . Пусть L – множество цепей вывода.

Используя приведенные выше рассуждения, предложен следующий алгоритм решения задачи по верификации формирования БЗ в ЭИР:

Шаг 1. Вносится множество аргументов S .

Шаг 2. Правило (3) преобразуется в $r_i = (D_{r_i}; Q_{r_i})$.

Шаг 3. Если будет выполнено условие $D_{l_i} = D_{r_{l_i}}$, то l_i будет принято за первую начальную часть цепи вывода типа $(r_{l_{i1}}, r_{l_{i2}}, \dots, r_{l_{in}})$.

Шаг 4. Если в цепи правил есть структурная ошибка, то в продукционной БЗ осуществляется проверка на эти ошибки и переход к шагу 5.

Шаг 5. Если ошибки нет, то статик является корректным и осуществляется переход к шагу 9.

Шаг 6. Проверка на ошибки, свойственные классу избыточности.

Шаг 7. Проверка на ошибки, свойственные классу неполноты.

Шаг 8. Проверка на ошибки, характерные для класса противоречий.

Шаг 9. Если противоречия не обнаруживаются, то аргументы записываются в БЗ и проверка останавливается.

В пятой главе диссертации «Программное средство построения базы знаний электронных информационных ресурсов» описаны архитектура программного средства, технологии создания программного средства, функциональные связи программ и вычислительных средств. Программное средство построено на основе архитектуры MVC (Model View Controller) или модель-представление-контроллер, разработаны технические требования, предъявляемые к вычислительным средствам, для осуществления нормальной деятельности программного средства.

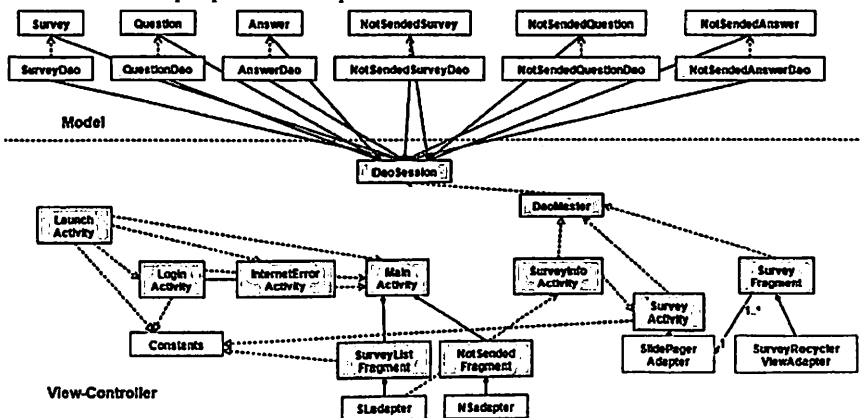


Рис. 5. Схема взаимосвязей между классами в архитектуре MVC

В рис. 5 приводится схема взаимосвязей между классами технологии MVC.

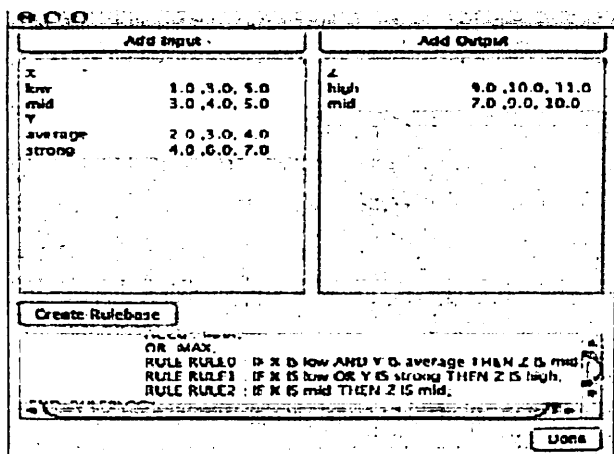


Рис. 6. Вид программы создание базы продукционных знаний

Разработанная программа позволяет построить логическую модель, состоящую из нечетких выводов правил (рис. 6).

После внесения входящих данных в виде конкретных чисел, можно рассмотреть функционирование системы нечетких выводов, сравнить результаты, описанные в нечетких числах системы, по приведенным графикам (рис. 7).

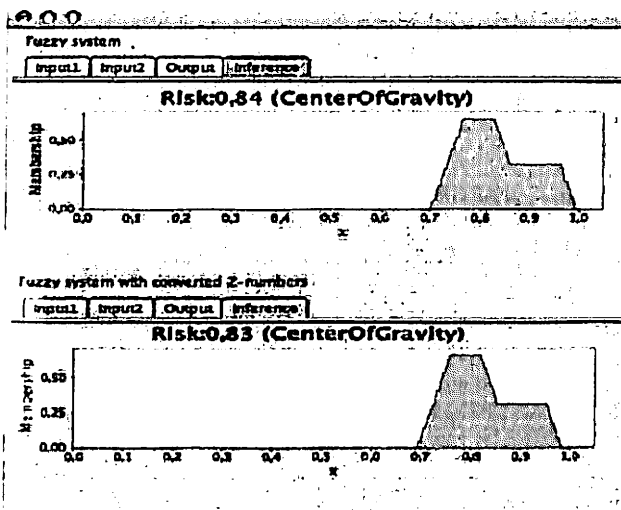


Рис. 7. Результаты, полученные на основе базы знаний

Функционирование системы вывода рассмотрим на следующем примере. В системе имеются две входные переменные: Funding и Staffing (таб. 1).

Таблица 1

Входные переменные системы

Входные лингвистические переменные				Выходные лингвистические переменные	
Funding		Staffing		Risk	
Inadequate	(0, 0.1, 0.4)	Small	(0, 0.1, 0.4)	Low	(0, 0.2, 0.3)
Marginal	(0.1, 0.4, 0.6)	Average	(0, 0.4, 0.6)	Less normal	(0.2, 0.3, 0.5)
Adequate	(0.5, 0.7, 1)	Large	(0.5, 0.9, 1)	Normal	(0.4, 0.6, 0.8)
				More normal	(0.7, 0.8, 0.9)
				High	(0.8, 0.9, 1)

Представление и увеличение объема запросов в информационной системе связано с приблизительным знанием процессов или действий, протекающих на очередном этапе для предотвращения комбинаторного взрыва при принятии решений. Это, в свою очередь, имеет значение при эффективном использовании прецедентов в электронных информационных ресурсах информационных систем, правильной организации механизма вывода и формировании базы эффективных правил для базы знаний.

На основании механизма построения продукционных правил создаются продукционные правила для формирования альтернатив решений системы. Здесь появляется возможность создания механизма, основанного на прецедентах применения алгоритма поиска и вывода. В результате чего появляется возможность адекватно осуществить поиск и отбор в системе.

Целью информационной системы «Электронное министерство» (ИСЭМ) является повышение надежности альтернативности решений путем сокращений пересекающихся аргументов для повышения эффективности создания знаний как основного элемента. Для этого разработан обобщенный алгоритм, позволяющий формировать альтернативы путем отбора, классификации и анализа данных в модулях объекта, важного для принятия основного решения. Его алгоритм состоит из следующих шагов:

Шаг 1: Формируются исходные данные $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$.

Шаг 2: Активируется определенное e -действие для организации процесса.

Шаг 3: Находится соответствие всех взаимосвязей $X = x_{ij}$.

Шаг 4: Обновление соответствий и перепроверка шага 3.

Шаг 5: Вносится поправка пересекающих x_{ij} для зоны Ω .

Шаг 6: Добавляется правило для поправок в зону Ω .

Шаг 7: Определяется максимальный L уровень для поправок зоны Ω .

Шаг 8: Итоговое сравнение и формирование альтернативы.

Шаг 9: Конец.

Данная информационная система сформирована на основе структуры, представленной на рис.8.

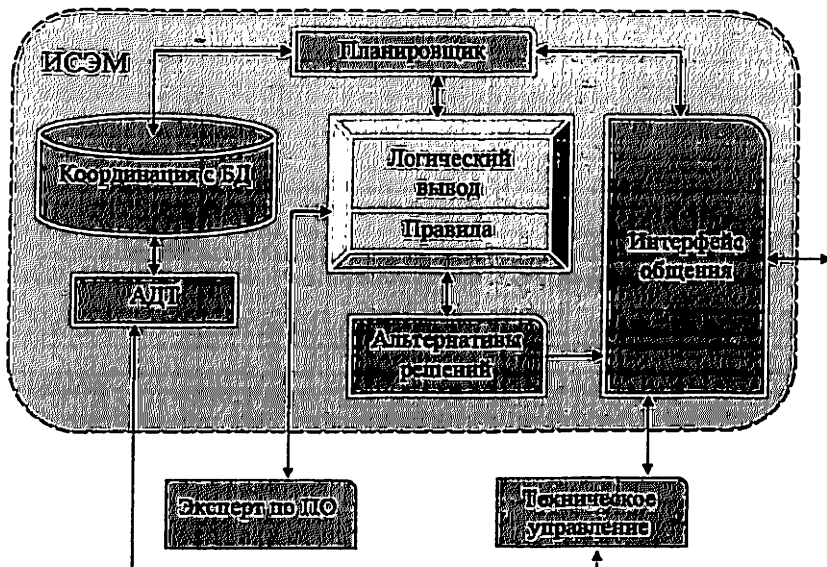


Рис. 8. Структура ИСЭМ

Классификация осуществляется с помощью обучающей выборки, состоящей в первом случае из множества текстов с более чем 58 млн. знаков, во втором случае из множества текстов с 67,5 млн. знаков. В первом случае создан алфавит из 1500 слов, т.е. множество знаков, состоящее из 29,5 тысяч слов. Таким образом, можно избежать рассмотрения всей выборки и сократить пространство знаков в 19,7 раз. Во втором случае получен алфавит из 1720 слов, состоящий из 37,7 тысяч слов. Это позволило сократить пространство символов в 19,6 раз. Среднее время, потраченное на процесс обучения для создания базы знаний, составило 0,29 секунд.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований диссертационной работы по теме «Разработка методов и алгоритмов создания продукционной базы знаний при формировании электронных информационных ресурсов» сделаны следующие основные выводы.

1. Обоснована возможность формирования конструктивных подходов, методов, моделей и алгоритмов, основанных на продукционных моделях, при решении вопросов определения категорий информационных ресурсов и их

особенностей, осуществлении обработки и интеллектуального анализа данных для разработки электронных информационных ресурсов.

2. Систематизированы основные процедуры проектирования систем представления экспертных знаний по предметной области, являющегося основным этапом построения интеллектуальных систем. Разработан подход к проектированию базы продукционных знаний на основе экспертных знаний и разделения информационных единиц, составляющих выбранную предметную область. Предложенный подход предоставляет возможность осуществления поиска и нахождения необходимых знаний на основе разделения области информационных единиц, что позволяет представлять знания в виде продукционных моделей.

3. Разработан алгоритм поиска и вывода на основе прецедентов, предназначенный для обоснования и организации интеллектуальных систем и описания протекающих в них процессов некоторым математическим аппаратом. Для приведенного положения сформирован состоящий из 8 шагов механизм вывода прецедентов на основе аргументов. Это, в свою очередь, служит повышению эффективности функционирования механизма вывода.

4. Разработан метод построения системы нечеткого вывода для модели идентификации в процессе формирования систем интеллектуального анализа, который осуществлен в виде параметрических и структурных моделей идентификации. Для параметрической идентификации разработаны модели идентификации типа Такаги-Сугено-Канг. Для структурной идентификации в качестве методической основы выбраны методы субъективного выделения и алгоритмы кластерного анализа, направленные на определение структурных характеристик нечеткой модели при построении базы нечетких правил. Данный подход служит разработке правил продукционного типа для систем нечеткого вывода.

5. Увеличение объема информации в глобальных и корпоративных сетях приводит к ряду вопросов, основным из которых является трудность обработки больших данных. С целью организации производительного использования электронных информационных ресурсов путем сокращения их объема данных разработаны модель и алгоритм повышения эффективности альтернативности решений за счет использования интеллектуального анализа данных. Разработанные модели и алгоритмы позволяют повысить эффективность функционирования правил и аргументов в базе знаний.

6. Повышение эффективности формирования альтернативных решений для контроля, анализа и обработки электронных информационных ресурсов является одной из основных задач. Для ее решения сформирована общая структура формирования базы знаний. Предложен подход предотвращения повтора путем осуществления механизма определения повторов в дереве решений. Предложен алгоритм формирования базы знаний в информационных системах для повышения эффективности альтернативных решений. Предложенный подход и алгоритмы позволяют формировать альтернативы решений.

7. Пользование электронными информационными ресурсами требует определенного отбора информации и их классификации по некоторым признакам. Основным фактором современного общества является информация. При этом на первый план выходит вопрос регулирования массового пользования информацией в виртуальном мире, к которым относятся «Электронное правительство» и различные электронные среды. Вопрос классификации текста, который является составной частью данной проблемной области, имеет важное значение. В данном исследовании предложены алгоритм и программное средство для классификации текстов с использованием механизма, основанного на продукционных моделях. Приведенное программное средство позволяет классифицировать текст в электронном виде. Приводятся результаты практического использования разработанных программных средств.

8. При помощи разработанной продукционной модели и ее модификаций рассмотрены задачи систематизации и критерии обработки данных, а также распределения ролей в целевой информационной системе «Электронное правительство». Предложен алгоритм предотвращения противоречий, состоящий из 9 шагов. Рассмотрен вопрос классификации объектов модуля программного комплекса по их признакам, что позволяет устранить противоречия при формировании базы знаний.

9. Разработанные математические модели, методы и программное обеспечение внедрены в корпоративной информационной системе АО «КИЗИЛКУМЦЕМЕНТ», отделе обслуживания абонентов Узбекско-Индонезийского совместного предприятия «УЗИ-Жиззах», сети ИРЦ общества с ограниченной ответственностью «KARMAT-PLUS», отделе статистики и мониторинга «Dodi Bobo», информационно-аналитической системе «uzAnalyser» ГУП «UNICON.UZ», подсистеме кадров «Электронного министерства» информационной системы Министерства высшего и среднего специального образования. Результаты научных исследований увеличили вывод и представление знаний из данных информационных систем на 11%, сократили время представления соответствующих информационных ресурсов в 1,5 раза, повысили эффективность формирования базы знаний в 1,5 раза. Это служит повышению качества и скорости функционирования базы знаний продукционного типа.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.27.06.2017.T.07.01 AT TASHKENT UNIVERSITY OF
INFORMATION TECHNOLOGIES**

TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES

RAHIMOV NODIR ODILOVICH

**DEVELOPMENT OF THE METHODS AND ALGORITHMS IN
BUILDING A PRODUCTION KNOWLEDGE BASE IN THE FORMATION
OF ELECTRONIC INFORMATION RESOURCES**

**05.01.04- «Mathematical and software supports of computers,
complexes and computer networks»**

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

The theme of doctoral (DSc) dissertation was registered with the number of B2017.2.DSc/T122 at the Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.

The doctoral dissertation has been done at the Tashkent University of Information Technologies

The dissertation abstract has been posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the Scientific Council website (www.tuit.uz) and «ZiyoNet» Information and educational portal (www.ziyounet.uz).

Scientific adviser: **Bekmuratov Tulkun Fayziyevich**
doctor of technical sciences, professor, academician

Official opponents: **Igamberdiev Khusan Zakirovich**
doctor of technical sciences, professor, academician

Muxamedieva Dilnoz Tulkunovna
doctor of technical sciences, professor

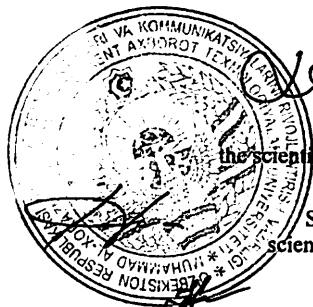
Muminov Bahodir Boltaevich
doctor of technical sciences

Leading organization: **National university of Uzbekistan**

The defense will take place « 16 » november 2018 at 14⁰⁰ on the meeting of scientific council No. DSc.27.06.2017.T.07.01 at the Tashkent University of Information Technologies (Address: 100202, Tashkent, Amir Temur str. 108. Ph.: (99871) 238-64-43; fax: (99871) 238-65-52; e-mail: tuit@tuit.uz).

The dissertation is available at the Information Resource Centre of the Tashkent University of Information Technologies (is registered number № 2556). (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Tel.: (+99871) 238-64-43, fax: (+99871) 238-65-52

Abstract of dissertation sent out on « 02 » november 2018 y.
(mailing report No. 11 on « 18 » october 2018 y.)



R.Kh.Khamdamov
Chairman of awarding scientific degrees of
the scientific council, technical doctor of science, professor

F.M.Nuraliev
Scientific secretary of awarding scientific degrees
scientific council, doctor of technical sciences, docent

Kh.N.Zayniddinov
Chairman of scientific seminar under the
scientific council, doctor of technical sciences

INTRODUCTION (abstract of the dissertation of doctor of science (DSc))

The aim of the research is the development of models, methods and algorithms – a software package for the creation of production knowledge bases aimed at improving the efficiency of the formation of electronic information resources.

The object of the research are the processes of knowledge base formation to improve the efficiency of data mining in electronic information resources.

Scientific novelty of research is as follows:

a hybrid method of building a knowledge base are developed, consisting of expert reasoning and fuzzy logic, designed to improve the efficiency of processing of electronic information resources;

the algorithm and production models for ordering of knowledge directed on increase of efficiency the work of knowledge base of electronic information resources are developed;

an algorithm for constructing a model based on the output mechanism of fuzzy rules, based on the precedents of electronic information resources;

an approach to the design of the production knowledge base on the basis of the division of information units in electronic information resources is developed;

algorithms and methods for improving the efficiency of output in information systems, classification and elimination of structural errors in the processing of large data sets are developed;

the software for building the production knowledge base in the formation of electronic information resources is developed.

Implementation of the research results. On the basis of the obtained results on models, methods and algorithmic-software tools for creating a production model of knowledge output in electronic information resources:

the conclusion is drawn on possibility of use of SUE "UNICON.UZ" databases "MT 1.0. Classification of texts", " TYK 1.0. Arbitrary aggregates", "RVAAT. Information system based on product knowledge" (conclusion of SUE " UNICON.UZ" dated September 27, 2018) on the classification of texts in electronic format. As a result, it became possible to improve the efficiency of output mechanisms when extracting knowledge from large data sets;

the algorithmic - a software tool for search and output, based on precedents and the design of the production knowledge base on the basis of the division of information units in electronic information resources, is implemented in the corporate information network of JSC "KIZILKUMCEMENT" (Act of the Ministry of Information Technologies and Communications No. 33-8/7982 of 21 June 2018). As a result of the research, it became possible to increase the efficiency of statistics and monitoring of internal data of the enterprise by 15%, increase data processing in electronic information resources and the formation of relevant proposals by 2 times, reduce the efficiency of the formation of electronic information resources in the corporate information system by 20%;

the algorithm of formation of initial data of electronic information resources for the global network, the creation of a database Method, algorithm and software module for building a knowledge base based on the production model to improve the efficiency of intellectual analysis in the process of monitoring electronic information resources introduced in the customer service Department of the enterprise "Uzi-Jizzakh" (Act of the Ministry of Information Technologies and Communications No. 33-8/7982 of 21 June 2018). As a result of scientific research, there are opportunities to create a database of rules and arguments for the production knowledge base on the basis of initial data and increase the efficiency of their processing by 10%, with the help of the software module, the efficiency of data classification and analysis by 7-10%;

the production model and the algorithm of ordering knowledge aimed at improving the efficiency of the knowledge base in electronic information resources are implemented in the information-analytical system SUE "UNICON.UZ " (Act of the Ministry of Information Technologies and Communications No. 33-8/7982 of 21 June 2018). The result of the research there were opportunities to improve the efficiency of formation of the knowledge base for contextual analysis with the help of intelligent analysis and systematization of data in 1.5 times, to reduce costs by 5-7% due to the simplification of the decision-making process, reducing working time and resources to these processes;

the hybrid method consisting of expert reasoning and fuzzy logic of building a knowledge base to improve the efficiency of processing of electronic information resources, primary processing of large amounts of data are implemented in the Department of statistics and monitoring and the network of RPI LLC "Dodi Bobo" and "KARMAT-PLUS" (Act of the Ministry of Information Technologies and Communications No. 33-8/7982 of 21 June 2018). The results of the research allowed to increase the efficiency of extraction and presentation of knowledge from data in the RPI network by 11%, to reduce by 1.5 times the time of presentation of information resources with the help of a software tool developed on the basis of the mechanism for determining the level of importance, to reduce by 1.5 times the time of presentation of information resources with the help of a software tool developed on the basis of the mechanism for determining the level of importance, increased management efficiency by 12% as a result of data mining and systematization and the primary processing of more data through a mechanism of output, linking analysis and selection of knowledge.

The volume and structure of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, five chapters, conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 190 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть, I part)

1. Бабомурадов О., Шарипов Ш., Абдурахимов Қ.О., Ҳайдаров О., Рахимов Н.О. Компьютерли ўқитиш тизимларида билимлар базасини ташкил этиш. –Т.: Фан ва технология. 2016. -276 б.

2. Бекмуратов Т.Ф., Бабомурадов О.Ж., Рахимов Н.О. Интеллектуал ўқитиш тизимларида билим олувчи модели асосида ўқитишни ташкил этиш //“Informatika va energetika muammolari” O‘zbekiston jurnali. - Т. 2010. № 6. –Б. 58-61. (05.00.00; №5).

3. Рахимов Н.О. Методы извлечения знаний для баз знаний электронных информационных ресурсов // “TATU xabarlari” журналі, Т. – 2015. -№ 4/(36). –Б. 42-46. (05.00.00; №10).

4. Бабомурадов О.Ж., Рахимов Н.О. Этапы извлечения знаний из электронных информационных ресурсов // Евразийский союз ученых. Ежемесячный научный журнал. Вып. № 10(19)/2015. Часть 1. –С. 130-133. (№5; Global Impact Factor, IF=0.388).

5. Бекмуратов Т.Ф., Рахимов Н.О. Структурно-функциональная организация и корректность моделей знаний производственных систем // Доклады Академии наук Республики Узбекистан, Вып. № 6. 2016. –С. 45-49. (05.00.00; №9).

6. Бабомурадов О.Ж., Рахимов Н.О. Этапы проектирования и структура электронных информационных ресурсов // Фарғона политехника институти “Илмий – техника журналі”. 2017. Том 21. №1. –Б. 90-95. (05.00.00; №20).

7. Рахимов Н.О. Электрон ахборот ресурсларда объектга йўналтирилган билимлар базаси архитектураси // “TATU xabarlari” журналі, Т. – 2017. -№ 2/(42). –Б. 33-41. (05.00.00; №10).

8. Рахимов Н.О. Ахборот тизимларида производствен моделига асосланган билимларни ҳосил қилиш ёндашуви // “Informatika va energetika muammolari” O‘zbekiston jurnali. -Т. – 2017. № 2. –Б. 60-63 (05.00.00; №5).

9. Rahimov N.O. Axborot tizimlarida bilimlarni aks ettirish samaradorligini oshirish yondashuvi // “Hisoblash va amaliy matematika muammolari” jurnali. -Т. -2017. -№6(12). –Б. 62-64. (05.00.00; № 23).

10. Рахимов Н.О. Ахборот бирликларига бўлиш асосида производствен билимлар базасини лойиҳлаш ёндашуви // Muhammad al-Xorazmiy avlodlari” ilmiy-amaliy va axborot-tahliliy jurnal. Toshkent. 2018. № 2(4).–В. 35-40. (05.00.00; № 10).

11. Бабомурадов О.Ж., Рахимов Н.О., Юлдашев З.Б. Билимлар базасида учрайдиган тузилмавий хоталикларни бартараф этиш ёндашувлари// “Muhammad al-Xorazmiy avlodlari” ilmiy-amaliy va axborot-tahliliy jurnal. Toshkent. 2018. № 2(4).–В. 60-67. (05.00.00; № 10).

12. Rahimov N.O. Increasing the efficiency of the decision tree for decision making // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology – India, 2018. –Vol. 5, Issue 8. –Pp. 6536-6542 (05.00.00; №8)

II бўлим (II часть, II part)

13. Рахимов Н.О., Умаров Х. Подход к решению задачи приобретения знаний // Ахборот коммуникация технологияларининг ҳозирги замон ривожланиш босқичида мутахассиснинг касбий компетентлигини мукаммаллаштириш. Республика Илмий-амалий конференция материаллари 2-қисм. –Самарқанд, 2013. 82-84 б.

14. Rahimov N.O., Nasriddinova P.F. The formation of study material in system of the intelligent education // Ахборот коммуникация технологияларининг ҳозирги замон ривожланиш босқичида мутахассиснинг касбий компетентлигини мукаммаллаштириш Республика илмий-амалий конференция материаллари 2-қисм. -Самарқанд, - 2013. 102-104.

15. Rahimov N.O. Structural and functional organization of business anaclitic systems // International Journal of Research in Engineering and Technology. India, 2016, Volume 5, Issue 7, -P. 94-96.

16. Рахимов Н.О., Мухаммадиев А., Махмудов З.М. Интеллектуал тизимларда билимларни ҳосил қилишни таъкил этиш масаласи// Ахборот коммуникация технологияларининг ҳозирги замон ривожланиш босқичида мутахассиснинг касбий компетентлигини мукаммаллаштириш Республика илмий-амалий конференция материаллари 2-қисм. –Самарқанд, - 2013. 129-131 б.

17. Рахимов Н.О., Кудратов Р. Мураккаб объектларни таҳлил қилишдаги ноаниқлик вазиятларида миқдорий коэффициентларни танлашнинг стохастик усули// Амалий математика ва ахборот хавфсизлиги” илмий-техник конференция материаллари. –Тошкент, 2014. 261-263 б.

18. Рахимов Н.О., Курбанов А. Методы описания нечетких знаний в интеллектуальных системах. “Замонавий ахборот-коммуникация технологиялари” ТАТУ Самарқанд филиали профессор-ўқитувчиларининг X илмий-амалий конференция материаллари тўплами. –Самарқанд, 2015. 149-151 б.

19. Рахимов Н.О., Эшманов И. Продукционная модель представления знаний // Замонавий ахборот-коммуникация технологиялари ТАТУ Самарқанд филиали профессор-ўқитувчиларининг X илмий-амалий конференция материаллари тўплами. –Самарқанд, 2015. 152-155 б.

20. Bekmuratov T.F., Bobomuradov O.J., Rahimov N.O. The methods of description fuzzy knowledge in intelligent systems. “Iqtisodiyot tarmoqlari rivojlanishini ta'minlovchi fan. ta'lim hamda modernizatsiyalashgan energiya va resurs tejankor texnologiyalar, texnika vositalari: muammolar, yechimlar, istiqbollar” Respublika ilmiy-texnik anjumani materiallari. –Jizzax, 2015. 204-205 б.

21. Рахимов Н.О., Курбанов А., Нетьматов Н. Интеллектуал ўқитиш тизимларида тест жараёнини қўллашга ёндашув // Фан, таълим ва ишлаб чиқиш интеграциясида ахборот-коммуникация технологияларини қўллашнинг ҳозирги

замон масалалари Республика илмий-техник анжумани маърузалар тўплами. 1-қисм. –Нукус, 2015. 293-295 б.

22. Bobomurodov O.J. Rahimov N.O. Method for formation of knowledge in the subject area // International scientific conference. The Society of Digital Policy & Management. 2014, Korea, June 13, 2014. -295-297 p.

23. Бекмуратов Т.Ф. Rahimov N.O. Objectives and stages of knowledge base construction of electronic information resources. “Perspectives for the development of information technologies ITPA-2015” Transactions of the international scientific conference. Tashkent 2015. -142-145 p.

24. Рахимов Н.О. Структурно-функциональная организация бизнес-аналитических систем // Доклады республиканской научно-технической конференции “Современное состояние и перспективы и применения информационных технологий в управлении”. - Жиззах, 2016. 251-256 с.

25. Рахимов Н.О., Муртазаева У. Маълумотларни тақдим этиш бўйича on-line analytical processing маҳсулотларини синфлаштириш // Доклады республиканской научно-технической конференции “Современное состояние и перспективы и применения информационных технологий в управлении”. -Жиззах, 2016. 460-462 с.

26. Рахимов Н.О., Кувандиков Ж.Т. Классификация задач систем электронных информационных ресурсов для поддержки принятия решений // Замоनावий ахборот-коммуникация технологияларини жорий этишда дастурий таъминотларни яратиш: муаммо ва ечимлар” Республика илмий-техник конференцияси материаллари тўплами. –Самарқанд, 2016. 147-149 б.

27. Рахимов Н.О. Ноаниқ хулоса чиқариш тизимидаги продукцион қондаларни тўғрилигини аниқлаш моделлари // Замоनावий ахборот-коммуникация технологияларини жорий этишда дастурий таъминотларни яратиш: муаммо ва ечимлар” Республика илмий-техник конференцияси материаллари тўплами. – Самарқанд, 2016.143-147 б.

28. Бабомуродов О.Ж., Рахимов Н.О. Билимларни ақс эттиришнинг самарадорлигини ошириш учун норавшан хулосалаш модели // Научный семинар «Кубаторные формулы и их приложения». – Ташкент, 2017. 8-11 с.

29. Бабомуродов О.Ж., Рахимов Н.О. Ахборот тизимнинг билимлар базасида қидирув самарадорлигини ошириш. // Иқтисодийнинг реал тармоқларини инновацион ривожланишида ахборот-коммуникация технологияларининг аҳамияти Республика илмий-техник анжуманининг маърузалар тўплами. 1-қисм. - Тошкент, 2017. 273-275 б.

30. Бабомуродов О.Ж., Рахимов Н.О. Билимларни ақс эттириш самарадорлигини ошириш модели // Иқтисодийнинг реал тармоқларини инновацион ривожланишида ахборот-коммуникация технологияларининг аҳамияти Республика илмий-техник анжуманининг маърузалар тўплами. 1-қисм. - Тошкент, 2017. 275-278 б.

31. Рахимов Н.О., Муртазаева У. Some approaches construction production systems inference for electronic information resources. // Иқтисодийнинг реал тармоқларини инновацион ривожланишида ахборот-коммуникация

технологияларининг аҳамияти Республика илмий-техник анжуманининг маърузалар тўплами. 1-қисм. -Тошкент, 2017. 97-99 б.

32. Рахимов Н.О. Билимлар базасида маълумотга ишлов бериш усули // Таълим ва илмий тадқиқотлар самарадорлигини оширишда замонавий ахборот-коммуникация технологияларининг ўрни Республика илмий-амалий анжуман материаллар тўплами. -Қарши, 2017. 163-165 б.

33. Рахимов Н.О., Тўракулов О.Х. Электрон ахборот ресурсларида билимларни ҳосил қилиш ёндашуви // Таълим ва илмий тадқиқотлар самарадорлигини оширишда замонавий ахборот-коммуникация технологияларининг ўрни Республика илмий-амалий анжуман материаллар тўплами. -Қарши, 2017. 165- 166 б.

34. Бекмуратов Т.Ф., Рахимов Н.О. Ахборот ресурсларда билимлар базасини шакллантиришнинг умумий тузилмаси // Технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришларни автоматлаштириш ва оптималлаштиришнинг долзарб муаммолари. Халқаро илмий-техникавий конференция маърузалари тўплами. -Қарши, 2017. 100-104 б.

35. Рахимов Н.О. соҳага йўналтирилган билимлар базаси архитектураси // Технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришларни автоматлаштириш ва оптималлаштиришнинг долзарб муаммолари. Халқаро илмий-техникавий конференция маърузалари тўплами. -Қарши, 2017. 136-140 б.

36. Бекмуратов Т.Ф., Рахимов Н.О. Электрон ахборот ресурсларида билимларни акс эттиришнинг продукцион модели // Ахборот коммуникация технологиялари ва сонли моделлаштиришнинг амалий масалалари Республика илмий-техник конференцияси материаллари тўплами. - Самарқанд, 2017. 162-165 б.

37. Хайитов О., Шарипов Ш., Юнусов Х., Рахимов Н.О. “Билим олишнинг интеллектуал тизими. Шахс хусусиятлари ва эмоционал-интеллектуаллик сферасини аниқлаш блоки” компьютер дастури Ўзбекистон Республикаси Давлат Патент идораси DGU 02182 сонли Гувохномаси, 05.05.2011 й.

38. Махмудов З.М., Рахимов Н.О., Махмудов Р.З. ТҮУК 1.0// ЎзР. Интеллектуал мулк агентлиги. Гувохнома № DGU 03333.-Т. 06.10.2015.

39. Абдукаримов А.А., Мусинов С, Рахимов Н.О., LIDER 1.0 // ЎзР. Интеллектуал мулк агентлиги. Гувохнома № DGU 03377. -Т. 02.11.2015.

40. Bakiyeva G.H., Babomuradov O.J., Isakulova N.J., Rahimov N.O. KIXI // ЎзР. Интеллектуал мулк агентлиги. Гувохнома № DGU 04113.-Т. 16.12.2016.

41. Бабомурадов О.Ж., Рахимов Н.О., Бобоев Л.Б. Matnlarni tasniflash (MT 1.0) // ЎзР. Интеллектуал мулк агентлиги. Гувохнома № DGU 05474.-Т. 22.06.2018.

42. Рахимов Н.О., Шукуров К.Э. РБААТ // ЎзР. Интеллектуал мулк агентлиги. Гувохнома № DGU 05475. -Т. 22.06.2018.

Автореферат «ТАТУ хабарлари» илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз тилларида матнларни мослиги текширилди.

Бичими 60x84¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитура босма усулида босилди.
Шартли босма табоғи: 3,6. Адади 100. Бузюртма № 27.

«Тошкент кимё-технология институти» босмахонасида чоп этилди.
100011, Тошкент, Навоий кўчаси, 32-уй.