ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ ва ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ 16.07.2013.T/FM.29.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

БАБОМУРАДОВ ОЗОД ЖЎРАЕВИЧ

СУСТ ШАКЛЛАНГАН ЖАРАЁН ВА ОБЪЕКТЛАРНИ МАҚСАДЛИ МОНИТОРИНГИДА МАЪЛУМОТЛАРНИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛ ТАҲЛИЛЛАШ УСУЛЛАРИ ВА МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН АЛГОРИТМЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

05.01.02 – Тизимли таҳлил, бошқарув ва ахборотни қайта ишлаш (техника фанлари)

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент шаҳри – 2015

УДК: 004.3

Докторлик диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата докторской диссертации
Content of the abstract of doctoral dissertation

Бабомуродов Озод Жўраевич
Суст шаклланган жараён ва объектларни мақсадли мониторингида маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш усуллари ва модификацияланган алгоритмларини ишлаб чиқиш 3

Бабомуродов Озод Жураевич
Разработка методов и модифицированных алгоритмов интеллектуального анализа данных целевого мониторинга слабоформализованных процессов и объектов …….....……... 29

Babomuradov Ozod
Development of the methods and modified algorithms for the data mining of target monitoring of semi structured processes and objects.....……... 53

Эълон қилинган ишлар рўйхати
Список опубликованных работ
List of published works …… 76

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ ва ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ 16.07.2013.T/FM.29.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

БАБОМУРАДОВ ОЗОД ЖЎРАЕВИЧ

СУСТ ШАКЛЛАНГАН ЖАРАЁН ВА ОБЪЕКТЛАРНИ МАҚСАДЛИ МОНИТОРИНГИДА МАЪЛУМОТЛАРНИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛ ТАҲЛИЛЛАШ УСУЛЛАРИ ВА МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН АЛГОРИТМЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

05.01.02 – Тизимли таҳлил, бошқарув ва ахборотни қайта ишлаш (техника фанлари)

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент шаҳри – 2015

Докторлик диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида 12.05.2015/B2015.1.T465 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги Дастурий маҳсулотлар ва аппарат-дастурий мажмуалар яратиш марказида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз) Илмий кенгашнинг веб-саҳифаси (www.tuit.uz) ва «ZIYONET» таълим ахборот тармоғида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:	**Бекмуратов Тулқин Файзиевич** Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси академиги, техника фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	**Рахматуллаев Марат Алимович** техника фанлари доктори, профессор
	Игамбердиев Хусан Закирович техника фанлари доктори, профессор
	Рахимов Шавкат Худергенович техника фанлари доктори, профессор
Етакчи ташкилот:	**Самарқанд давлат университети**

Диссертация ҳимояси Тошкент ахборот технологиялари университети ва Ўзбекистон Миллий университети ҳузуридаги 16.07.2013.T/FM.29.01 рақамли илмий кенгашнинг 2015 йил « 11 » июл соат 10^{00} даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100202, Тошкент ш., Амир Темур кўчаси, 108. Тел.: (99871) 238-64-43; факс: (99871) 238-65-52; e-mail: tuit@tuit.uz).

Докторлик диссертацияси билан Тошкент ахборот технологиялари университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (___рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100202, Тошкент ш., Амир Темур кўчаси, 108. Тел.: (99871) 238-64-43.

Диссертация автореферати 2015 йил « 09 » июн куни тарқатилди.
(2015 йил « 09 » июндаги 03-рақамли реестр баённомаси).

Х.К.Арипов
Фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш раиси т.ф.д., профессор

М.С.Якубов
Фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш котиби т.ф.д., профессор

Н.Равшанов
Фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш ҳузуридаги семинар раиси
ўринбосари т.ф.д.

Кириш (Докторлик диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунё ахборот маконининг изчил суръатда кенгайиб бориши маълумотларга ишлов бериш жараёнининг мураккаблашишига олиб келди. Глобал ижтимоий-иқтисодий ривожланиш жараёнларни тавсифловчи маълумотлар асосида таҳлиллаш, танлаш, таснифлаш ва башоратлаш масалаларини ечишда анъанавий математик ёндашувларнинг етарли бўлмаган ва номувофиқ жиҳатлари намоён бўла бошлади. Инсониятнинг ахборотга бўлган эҳтиёжини кун сайин ошиб бориши маълумотларга ишлов бериш аниқлиги ва тезкорлигига бўлган талабни кучайтирди. Бундай ҳолат олимлар томонидан катта массивли ва мураккаб тузилмали маълумотларга ишлов беришнинг янгича ёндашувларини яратишига асос бўлди.

Республиканинг глобал ахборот маконига интеграциясини таъминлаш, ижтимоий-иқтисодий соҳа ривожланиши талаблари доирасида замонавий ахборот-коммуникация технологияларини кенг жорий этиш борасида кўплаб илмий-тадқиқот ишлари амалга оширилмоқда.

Мураккаб интеграллашган тизимлар элементлари орасидаги муносабатлар турли типли ва ночизиқ характерга эга бўлиб, тизим ҳақидаги ахборотнинг бир қисми эса сифат, сон, миқдорий кўринишидаги кўп сонли жараёнларни ифодаловчи кириш-чиқиш ва элементлари билан характерланади. Натижада тизимга таъсир кўрсатувчи параметрлар тақсимоти қонуниятини аниқлаш мураккаблашади, баъзи масалан, вақтга чеклов қатъий бўлган ҳоллар қонуниятларни келтириб чиқариш имконияти бўлмай қолади.

Замонавий ахборот-коммуникация технологияларининг жадал суръатларида ижтмоий-иқтисодий жараёнларини бошқаришга жорий этилиши самарадорликни оширишга, моддий, молиявий, вақт ва иш кучи ресурсларини сарф ҳаражатларини иқтисод қилинишига олиб келди. Бу сўнгги йилларда қарор қабул қилишга кўмаклашишда маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш усулларини қўллашга бўлган жиддий илмий ва амалий қизиқиш сабабларидан бири ҳисобланади. Маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш усулларига тақрибий ҳисоблашга асосланган норавшан ҳулосалаш модели, нейрон ва гибрид нейрон тўрлари, имун, генетик ҳамда ҳайвонларнинг ўзини тутиши, ҳатти-ҳаракатларини имитацияловчи алгоритмлар ва комбинацияланган моделларни ўзида мужассамлаштирувчи «Юмшоқ ҳисоблаш» воситаларини киритиш мумкин.

Жараёнларни бошқариш масалалари қамровининг, бошқарувнинг олдига қўйилаётган вазифалар таркибининг кенгайиши ва мураккаблашиб бориши инсон фикрлашига яқин бўлган қарорларни қабул қилишга кўмаклашиш даражасида ечимларга эришишни талаб этади. Норавшан тўпламлар назариясининг математик аппарати норавшан фикрлаш ва қоидаларга асосланиб объект моделини қуриш имконини беради. Ўз навбатида норавшан моделлар жараён ва ҳодисаларни лингвистик термлар орқали табиий тилда баён қилса, норавшан хулосалаш механизми инсон учун шаффоф ва

тушунарли бўлади. Ушбу устунликлар фан, техника ва иқтисодиётнинг амалиёт билан боғлиқ соҳаларини автоматлаштирилган бошқарув ва мониторинг жараёнларида таҳлиллаш, танлаш, қарор қабул қилиш, башоратлаш каби масалаларини ечиш учун қўллаш имкониятини яратади.

Келтирилган фикрлар ва зиддиятлар мазкур тадқиқотда мақсад қилиб қўйилган норавшан тўпламлар назариясининг моделлари асосида маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тизимларини яратиш ва қарор қабул қилишга кўмаклашувчи муқобиллардаги хатолик миқдорини норавшан модел параметрларини тўғри танлаш ва созлаш орқали камайтириш масалаларини ечиш долзарблигини асослаб беради.

Ўзбекистон Республикасининг «Ахборотлаштириш», «Электрон ҳужжат айланиши» тўғрисидаги Қонунлари, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2013 йил 27 июндаги «Ўзбекистон Республикаси Миллий ахборот-коммуникация тизимини янада ривожлантириш тўғрисида»ги ПҚ-1989-сон Қарори, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2013 йил 31 декабрдаги «Ўзбекистон Республикасида ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантириш ҳолатини баҳолаш тизимини жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги 355-сонли қарорида белгиланган вазифалар ижросини таъминлашга мазкур тадқиқот хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланиши асосий устувор йўналишларига боғлиқлиги. Ўзбекистонда ахборот-коммуникация технологиялар бўйича илмий тадқиқотларни 2008-2015 йилларда ривожлантириш дастури; ИТД-14 – «Ахборот ва телекоммуникация технологияларини кенг ривожлантириш ва жорий этишни таъминлайдиган замонавий ахборот тизимлари, бошқариш ва ўқитиш интеллектуал воситалари, маълумотлар базаси ва дастурий маҳсулотларни ишлаб чиқиш»; ИТД-17 – «Ахборот телекоммуникация технологияларини кенг ривожлантириш ва жорий этишни таъминлайдиган замонавий ахборот тизимлари, бошқарув ва ўқитишнинг интеллектуал воситалари, илмий-техникавий маълумотлар базаси ва дастурий маҳсулотларни ишлаб чиқиш»; ИТД-5 – «Жамиятни ахборотлаштириш даражасини оширишга йўналтирилган илмий ҳажмдор ахборот технологияларни, телекоммуникация тармоқларни, аппарат-дастурий воситаларни интеллектуал бошқариш, ўқитиш усулларини ва тизимларини ишлаб чиқиш».

Диссертациянинг мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи. Объектни тавсифловчи маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш, жараён ва объектларни таснифлаш ва башоратлаш, «Юмшоқ ҳисоблаш» воситаларни қўллаш ва норавшан тўпламлар назарияси каби янги авлод алгоритмларини яратиш борасида Калифорния университети, Массачусетс технологиялар институти, Microsoft академияси, Oracle тадқиқот маркази (АҚШ), Киото университети, Токио университети (Япония), Инха университети, Сеул Миллий фан ва технологиялар университети, Инчо университети (Жанубий Корея), Шимолий Хитой технология университети (ХХР), Москва давлат техника университети, Москва давлат университети,

Россия ФА Ҳисоблаш маркази, Новосибирск давлат университети (Россия), Варшава техника университети (Польша) каби илмий-тадқиқот марказлари ва университетлари томонидан илмий-тадқиқотлар олиб бормоқда.

Кейинги йилларда диссертация тадқиқоти йўналишида муҳим, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тизимларини яратиш ва жорий этиш орқали маълумотларни таҳлиллаш, башоратлашда хатолик 10-15%га камайишига эришилган (Массачусетс технологиялар институти, Microsoft академияси, Oracle тадқиқот маркази, Москва давлат техника университети, Россия ФА Ҳисоблаш маркази, Инха университети, Сеул Миллий фан ва технологиялар университети, Инчо университети); объектни тавсифловчи белгиларнинг суст шаклланганлиги ҳолатида таснифлашда «Юмшоқ ҳисоблаш» воситаларини қўллаш орқали хатолик 20-25%га камайиши аниқланган (Шимолий Хитой техника университети, Калифорния университети, Сеул Миллий фан ва технологиялар университети, Новосибирск давлат университети).

Ҳозирда маълумотларларни интеллектуал таҳлилининг «Юмшоқ ҳисоблаш» воситаларини ривожлантириш борасидаги тадқиқотлар фаоллашган бўлиб, маълумот ҳажмининг ортиши, ундаги элементлар характеристикасининг кенгайиб бориши қарор қабул қилишга кўмаклашувчи муқобиллардаги хатолик миқдорини камайтиришга йўналтирилган таҳлиллаш воситалари имкониятларини кенгайтириш бўйича устувор тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Интеллектуал таҳлиллаш тизимларни яратиш, объектни тавсифловчи маълумотларларни таҳлиллаш муаммосини тадқиқ этиш кенг доирада олиб борилиб, бу борадаги ишлар натижасида назарий ва амалий ишланмалар тараққий топган. Қарор қабул қилишга кўмаклашувчи ва мақсадли мониторинг тизимларни яратишга, хусусан, объектни тавсифловчи турли характерли маълумотларларни таснифлаш ва башоратлаш масалаларини ечишга йўналтирилган математик аппаратларни шакллантиришга Л.Заде, Р.Ягер, А.Коффман, Ж.Клира, Е.А.Мамдани, Терано, Сугено, Асаи, А.Н.Аверкин, А.Н.Борисов, Д.А.Поспелов, Р.А.Алиев, Ф.Херера, Т.Фукудо, Ч.Карр, М.Лозано, М.Сакава, О.Кордон, Ж.Касиллас, Ф.Хоффман, Р.Янг, В.Круглов, А.Ротштейн, С.Штобва каби дунёнинг етакчи олимлари ўз изланишларини бағишламоқдалар.

Республикамизда ҳам маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тизимларини норавшан тўпламлар назарияси моделлари асосида яратиш билан боғлиқ тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бекмуратов Т.Ф., Комилов М.М., Рахматуллаев М.А., Фозилов Ш.Х., Мухамедиева Д.Т., Игнатьев Н.А., Нишанов А.Х. каби олимлар томонидан олиб борилаётган тадқиқот натижаларини киритиш ўринли.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги қуйидаги лойиҳаларда ўз аксини топган: давлат илмий тадқиқотлар дастури (ДИТД)-

17: «Ахборот ва телекоммуникация технологияларини кенг ривожлантириш ва жорий этишни таъминлайдиган замонавий ахборот тизимлари, бошқариш ва ўқитишнинг интеллектуал воситалари, илмий-техникавий маълумотлар базаси ва дастурий маҳсулотларини ишлаб чиқиш» (2009-2011йй.); давлат илмий тадқиқотлар дастури (ДИТД)-5: «Жамиятни ахборотлаштириш даражасини кўтаришга йўналтириган ахборот технологияларини, телекоммуникация тармоқларини, дастурий-аппарат воситаларини ҳамда интеллектуал бошқариш, ўқитиш усули ва тизимларини ишлаб чиқиш» (2012-2014йй.).

Тадқиқотнинг мақсади суст шаклланган жараён ва объектларни мақсадли мониторингида қарор қабул қилишга кўмаклашувчи қарор муқобилларини ишлаб чиқишда маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тизимларини яратишнинг усул, модел ва алгоритмик-дастурий таъминотини норавшан тўпламлар назарияси математик аппарати механизми асосида ишлаб чиқиш ва суст тузилмали қарор қабул қилишга кўмаклашувчи тизимлар таркибида жорий этишдан иборат.

Мақсадга эришиш учун қуйидаги **тадқиқотнинг вазифалари** қўйилган:

мақсадли мониторинг ва интеллектуал таҳлиллаш тизимларни ишлаб чиқиш борасида олиб борилган тадқиқотларнинг ҳолатларини ўрганиб чиқиш ҳамда тизимли таҳлилини амалга ошириш;

норавшанлик шароитда қарор қабул қилиш модел ва усулларини ишлаб чиқишнинг назарий-услубий жиҳатларини тадқиқ қилиш;

маълумотларни мантиқий-лингвистик акс эттиришда суст тузилмали қарор қабул қилиш стратегиясини қуриш масаласининг норавшан тўпламлар назарияси аппарати асосида математик ифодаланишини шакллантириш;

мониторинг ва маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тизимларида норавшан моделни қуриш учун қоидалар базасини шакллантириш усулини ишлаб чиқиш;

маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тизимларида норавшан идентификация моделини қуриш ва норавшан қоидалар базаси параметрларини созлаш усулларини ишлаб чиқиш;

маълумотларда норавшанлик аниқланган ҳолат учун ва суст шакллантирилган масалаларда кўп мезонли қарор қабул қилиш моделини қуриш, танлаш, таснифлаш ва башоратлаш масалаларини ечишда норавшан тўпламлар назарияси усулларини тадқиқ қилиш ҳамда ишлаб чиқиш;

маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш усул, модел, алгоритмик ва дастурий воситаларни суст тузилмали қарор қабул қилишга кўмаклашувчи тизимларида жорийлаштириш, натижаларнинг қиёсий таҳлилини амалга ошириш, ишланмалар самарадорлигини текшириш ва тасдиқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида объект ва жараёнларни тавсифловчи маълумотлар асосида қарор қабул қилишга кўмаклашувчи мониторинг ва маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тизимлари олинган.

Тадқиқотнинг предмети - интеллектуал таҳлиллаш тизимларини шакллантиришда қарор қабул қилишга кўмаклашувчи маълумотларни

интеллектуал таҳлиллашнинг норавшан тўпламлар назарияси ёндашувли моделлари ва уларнинг параметрларини созлаш усул, модел ва алгоритмлари.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш усуллари, норавшан тўпламлар, эҳтимоллик ва бошқариш назарияси, эксперт баҳолаш, суст тузилмали қарорларни қабул қилиш моделлари, норавшан модел параметрларини созлаш, башоратлаш ва таснифлашнинг норавшан усуллари, алгоритми ва объектга йўналтирилган дастурлаш усуллари қўлланилган.

Тадқиқотининг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

қарорлар қабул қилишга кўмаклашувчи мониторинг ва интеллектуал таҳлиллаш тизимларини яратишда норавшан моделни қуриш учун норавшан қоидалар базасини шакллантириш усули яратилган;

мақсадли мониторинг ва маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тизимларини қуришда маълумотларларни мантиқий-лингвистик акс эттиришнинг суст тузилмали қарор қабул қилиш стратегиясини қуришнинг математик модели ишлаб чиқилган;

мақсадли мониторинг ва маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тизимлари қарор қабул қилишга кўмаклашиш механизмининг самарадорлигини оширишда норавшан қоидалар базаси параметрларини созлаш услубияти, модификацияланган градиент усули ва марков модели асосида яратилган;

суст шакллантирилган масалаларда маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш усул ва моделлари норавшан тўпламлар назарияси кўринишида ифодаланган;

мақсадли мониторингни амалга оширишда норавшан моделларда мақбул стратегияни аниқлашда норавшан тўпламлар назарияси аппаратидан фойдаланилган ҳолда рекуррент тенгламалар ишлаб чиқилган;

маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш усуллари ва алгоритмлари асосида мониторинг ҳамда қарор қабул қилишга кўмаклашувчи интеллектуал тизимни яратишнинг тамойиллари, мезонлари ва талаблари ишлаб чиқилган;

қарор қабул қилишда маълумотларни интеллектуал таҳлиллашнинг танлаш, башоратлаш ва таснифлашнинг норавшан тўпламлар назарияси ёндашувли модел ва алгоритмлари яратилган.

Тадқиқотнинг амалий натижаси қуйидагилардан иборат:

норавшан тўпламлар назарияси математик аппарати замирида мониторинг ва суст шакллантирилган қарор қабул қилиш масалаларини ечишга йўналтирилган маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тизимлари таркибий элементи сифатида фойдаланилувчи «Қарор қабул қилишнинг норавшан қоидалари асосида мураккаб объектларни таснифлаш» ва «АКТ-мониторинг» дастурий воситалари ижтимоий ва иқтисодий соҳалардаги танлаш, таҳлиллаш, таснифлаш ва башоратлаш аниқлигини оширишни таъминлайди;

мақсадли мониторингда қарор қабул қилишга кўмаклашувчи норавшан моделларни қуришда норавшан қоидалар базасини шакллантириш усули

объект ҳақидаги билимларни ҳосил қилиш, эксперт билимларини расмийлаштириш имконини яратади, норавшан қоидалар базаси параметрларини созлаш, муқобилларни танлаш алгоритмлари, масалалар характерига қараб натижалар аниқлиги 97-99,3%ни ташкил этади ва иш самарадорлигини 1,5-2 маротабага оширади;

ишлаб чиқилган интеллектуал таҳлиллаш усуллари ва моделлари негизида қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини мавсумий етиштиришда танлаш, башоратлаш алгоритми ва дастурий таъминоти ишлаб чиқилган. Қарор қабул қилишга кўмаклашувчи норавшан моделни қуриш алгоритми келтирилган бўлиб, олинган натижалар жорий кўрсаткичларга нисбатан 0,5-3% самарани ташкил этади. Пахта сифат кўрсаткичларини хусусан, ҳосилдорлик даражасини башоратлаш масалаларини ечишда 96,5-99,8% аниқлик кўрсаткичларига эришилди;

мақсадли мониторинг, қарор қабул қилишга кўмаклашишни амалга ошириш учун норавшан моделни созлаш усулларига мос алгоритмлар ишлаб чиқилган ва уни танлаш, таснифлаш масаласига қўлланган ҳолатида олинган натижалар акс эттирилган. Амалий масалаларни ечиш жараёнида (Жиззах вилояти Қишлоқ ва сув хўжалиги бошқармаси тизимида ҳудудда пахта навини танлаш ва таснифлаш масаласи ҳамда ўрта-маҳсус касб-ҳунар таълим бошқармасида ҳужжат алмашинувини таснифлаш масаласи) тажрибалар ўтказилди ва ижобий 92-95% аниқлик қайд этилди.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги таклиф этилган мақсадли мониторинг ва қарор қабул қилишга кўмаклашишда маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш усул ва моделлари ўтказилган тадқиқот, олинган формула ва амалий натижалар умуммақбул қилинган мезонлар асосида ўтказилган қиёсий таҳлил билан асосланди. Тадқиқот натижаларини мантиқий асосланишини баҳолаш учун дастурий воситалар маълумотларларни ўзида мужассамлаштирган танлаш, таснифлаш ва башоратлаш масалаларини ечишда тест синовидан ўтказилди, дастурий воситалар самарадорлигининг қиёсий таҳлили дастлабки маълумотлар таркибида норавшанлик аниқланган ҳолатларда ҳамда суст шакллантирилган каби мураккаб характерли масалаларда мақсадли мониторинг, қарор қабул қилишга кўмаклашувчи муқобиллардаги хатолик миқдорини камайтириш мезони асосида норавшан тўпламлар назарияси ёндашувли алгоритмлари учун бажарилган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқотда олинган натижаларнинг илмий моҳиятини таклиф этилган суст шакллантирилган масалаларда қарор қабул қилиш усул, модель ва алгоритмлари норавшан моделлар параметрларини созлаш асосида мақсадли мониторинг ва маълумотларларни интеллектуал таҳлили тизимларини қуриш назариясини ривожланишига хизмат қилувчи ишланмалар, суст тузилмали қарор қабул қилиш стратегиясини қуриш моделининг шаффофлик ва соддалигини таъминловчи маълумотларларни мантиқий-лингвистик акс эттириш ва норавшан моделни идентификациялаш усуллари, объект

ҳақидаги дастлабки маълумотларларни интеллектуал таҳлиллаш, танлаш, башоратлаш ва таснифлаш масаларини ечиш самарадорлигини оширишга хизмат қилувчи алгоритмик-дастурий воситалар ташкил этади.

Диссертациянинг амалий аҳамиятини ишлаб чиқарилган модел ва алгоритмлар мақсадли мониторинг ҳамда маълумотларларни интеллектуал таҳлиллаш тизимларининг дастурий таъминоти таркибида қарор қабул қилишга кўмаклашиш тизимини ташкил этиш воситалари сифатида жорийлаштирилганда қишлоқ хўжалиги маҳсулот етиштиришда танлаш ва башоратлаш масаласини ечиш натижалари аниқлиги амалдаги кўрсаткичларга нисбатан 2-5%га, маълумотларни таҳлил қилиш, қарор муқобилларини шакллантиришдаги самарадорликнинг 1,5-2 маротаба ошганлигини изоҳлайди. Норавшан қоидалар базаси ёрдамида суст шакллантирилган масалаларни ечиш алгоритми қарорларни қабул қилиш учун хулосалаш аппаратини такомиллаштириш имконини яратади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. «АКТ-мониторинг» автоматлаштирилган ахборот тизими Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг «Электрон таълим» миллий тармоғида, бошқарув элементларини автоматлаштириш ва соҳада ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш жараёнлари мониторингини юритишга, бошқарув тизимларида қарор қабул қилишга кўмаклашувчи усул, модел ва алгоритмлар «Электрон ҳукумат» тизими доирасида «Таълим» ахборот тизимлари мажмуасини шакллантиришга қўлланилган. Маълумотларга ишлов бериш, ахборотлаштириш восита ва усуллари ҳамда бошқа илмий ишланмаларни жорий этилиши жараённи ташкил этишга кетган сарф-ҳаражатларнинг 12 %га камайишига эришилган (Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 25.05.2015 йилдаги 89-01-129-сон маълумотномаси).

«ПРАСК-2» ва «Норавшан ёндашувли таснифлаш» дастурий мажмуалари Жиззах вилояти Қишлоқ ва сув хўжалиги ҳамда Ўрта махсус касб-ҳунар таълим бошқармаларида қарор қабул қилишга кўмаклашувчи муқобилларни шакллантириш масалаларини ечишда қўлланилган. Маҳсулот таннарҳи ва ҳосилдорилигини башоратлаш натижасида тежамкорлик 5 %га ошган, электрон ҳужжат ҳамда ходимлар контингенти мақбул таркибини таснифлаш ҳисобига иш унумдорлиги 12 %га кўтарилган, умумий йиллик иқтисодий самарадорлик 215,5 млн. сўмни ташкил этди (Жиззах вилояти ҳокимлигининг 02.04.2015 йилдаги 04-229-сон маълумотномаси).

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 15 та илмий-амалий анжуманлар, шу қаторда 12 та халқаро симпозиум, конференция ва семинарларда, хусусан, «Интеллектуал тизимлар» Халқаро Симпозиум (INTELS'2008, 2010, 2014 – Россия, Нижний Новгород, Владимир), Норавшан тизимлар ва Юмшоқ ҳисоблаш воситалари IX-Халқаро конференция: (ICAFS-2010. – Чехия Республикаси-2010), «ICEIC 2008». The 9th International conference on Electronics, information, and Communication (Tashkent-2008), «WCIS-2008, 2010» Ишлаб чиқаришни автоматлаштириш

интеллектуал тизимлар бутунжаҳон конференцияси. (Тошкент-2008, 2010), «ЗОНТ-2009, 2011» Умумроссия конференцияси (Халқаро иштирокчилар, Россия, Новосибирск-2009, 2011), «Амалий математик ва информацион технологияларнинг долзарб муаммолари – Ал Хоразмий 2009» Халқаро конференция (Тошкент-2009), «Ёш математикларнинг янги теоремалари – 2009» Республика илмий анжумани (Наманган-2009), «Ахборот ва коммуникация технологиялари ишланмалари» IV-Халқаро конференция (Тошкент-2010), «Инфокоммуникацион технологиялар» Республика илмий–техник конференцияси (Тошкент-2010), «Ахборот технологияларининг замонавий ҳолати ва ривожлантириш истиқболлари» Республика илмий-техник конференцияси (Тошкент-2011), «Мураккаб тизимларни оптималлаштириш муаммолари» Халқаро Осиё мактаб-семинари (Тошкент-2011), РФ ФА Сибирь бўлими Ҳисоблаш математикаси ва геофизика математикаси институти, Новосибирск давлат университети ҳамда Новосибирск давлат техника университетининг «Ахборот-коммуникация тизимларини моделлаштириш» бирлашган семинарларида апробациядан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича 41та илмий иш, жумладан, 4 та илмий мақола халқаро журналда чоп этилган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати, 13 та илова ва 200 саҳифа матн, 42 та расм ва 14 та жадваллардан иборат.

Диссертациянинг асосий мазмуни

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

Диссертациянинг **биринчи боби «Маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тизимларини ҳозирги ҳолатининг тизимли таҳлили»**да маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тизимларини ишлаб чиқиш ёндашувлари, фойдаланиш ҳамда норавшан тўпламлар назарияси аппаратларидан фойдаланиш борасида қилинган тадқиқот ишлари таҳлили келтирилган. Шулардан келиб чиқиб, диссертациянинг асосий мақсади, йўналиши ва масалаларини ифодаловчи ишланмалар баён этилган. Хусусан, интеллектуал тизимларни ташкил этувчи элементларидан танлаш, башоратлаш ва таснифлаш масаласини ифодалаш ҳамда уларни ечиш ёндашувларини амалга оширишда норавшан қоидалар базасини шакллантириш усуллари, бошланғич маълумотлар норавшан бўлган ҳолатида қарор қабул қилиш тизимини ишлаб чиқишнинг усул ва моделлари таҳлили, маълумотларни мантиқий-лингвистик акс эттиришда суст тузилмали қарор қабул қилиш стратегиясини қуриш масаласининг умумий математик қўйилиши ўрин олган.

Интеллектуал таҳлиллаш тизимини қуришнинг назарий асослари ёритилган бўлиб, унда интеллектуал тизимларнинг ташкилий элементлари ва функционал таркиби таклиф этилган. Интеллектуал таҳлиллаш тизимларни қуришда норавшан ёндашувлар тегишли таърифлар билан асосланган.

Интеллектуал таҳлиллаш тизимларининг асосини ташкил этувчи қарор қабул қилишга кўмаклашиш тизимларини шакллантиришнинг норавшан тўпламлар назариясининг математик аппарати тизимли таҳлили таснифлаш, башоратлаш масалалари мисолида амалга оширилган.

Норавшанлик ҳолатида қарор қабул қилиш масалалари усул ва моделарини тизимли таҳлил қилиш, уларни синфлаштириш ҳамда тизимлаштириш амалга оширилган. Ушбу қисмда интеллектуал таҳлиллаш тизимларининг статик ва динамик моделлари баён этилган ҳамда аниқ соҳа бўйича қарор қабул қилишни ўзаро боғлиқ бўлган бешта қисм тўплами таркибий қисмлари ва соҳа бўйича қарор қабул қилишнинг тўрт босқичли процедураси тавсифланган. Қарор қабул қилиш масаласини норавшан ифодалашнинг уч ҳолати баён этилган.

Маълумотларни мантиқий-лингвистик акс эттиришда суст тузилмали қарор қабул қилиш стратегиясини қуриш масаласининг умумий математик қўйилиши келтирилган бўлиб, унда норавшан тўпламлар тариф ва амаллари, эҳтимоллик ўлчовлари, тартибнинг норавшан муносабатлари баён этилган.

Шу билан бирга тизимли таҳлил ва аниқлашлар асосида маълумотларларни интеллектуал таҳлиллаш қарор қабул қилиш тизимини амалда жорий этишнинг умумлашган тузилмаси келтирилган.

Таклиф этилган усуллар асосида норавшан моделларни қуриш учун устқурма вазифасини бажарувчи қарор қабул қилиш тизимини қуришнинг умумлашган тузилмаси яратилган (1-расм).

1-расм. Қарор қабул қилиш тизимини жорий этишнинг умумлашган тузилмаси

Бу ерда норавшан моделларни идентификациялаш орқали модел параметрларини созлашни амалга ошириш, идентификациялаш жараёни тузилмавий ва параметрик кўринишда амалга оширилиши келтирилган. Норавшан моделларни созлаш норавшан қоидалар базаси ва билимлар базасини шакллантиришнинг негизини ташкил этади.

Диссертациянинг **иккинчи боби «Мақсадли мониторинг тизимларида қарор қабул қилишга кўмаклашувчи маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш усуллари»** интеллектуал тизимларни ташкил этишда норавшан қоидалар асосида идентификациялаш моделларини ишлаб чиқишга бағишланган бўлиб, норавшан идентификация моделини қуришда эксперт баҳоларини шакллантириш усули ишлаб чиқилган.

Идентификациялаш моделини қуришда норавшан хулосалаш тизимини ишлаб чиқиш билан боғлиқ масалалар қаралган бўлиб, унда Мамдани ва Сугено туридаги моделларида хулосалашлар қаралган. Моделни тузилмавий идентификациялаш учун маълумотларни кластер таҳлили ва субъектив

ажратиш ёндашувлари асосида норавшан қоидалар базасини шакллантириш масаласини ечиш усули келтирилган.

Норавшан идентификациялаш моделини қуришда эксперт баҳоларини шакллантириш билан боғлиқ масалаларни ечиш усули яратилган бўлиб, норавшан мантиқий хулосалаш механизми ва процедурасидан фойдаланилган ҳолда бошланғич маълумотнинг норавшан берилишида ҳосилдорликни башоратлаш моделини қуриш алгоритми ишлаб чиқилган.

Норавшан ҳолатда башоратлаш масаласи қуйидаги кўринишда ифодаланади.

$X=(x_1,x_2,...,x_n)$ - башоратлаш ҳолати ташқи муҳити қийматини характерловчи ҳамда қарор вариантларини ифодаловчи кирувчи параметр; $Y=(y_1,y_2,...,y_m)$ қарорларни амалга ошириш натижасида келиб чиқиши мумкин бўлган башоратлаш ҳолатлари ҳамда оқибатларни ифодаловчи чиқувчи параметрлар; $W=(W_1,W_2,...,W_l)$ – қарор ва унинг оқибатини баҳолаш параметри; $P=(P_1,P_2,...,P_k)$ – кирувчи ва чиқувчи параметрлардаги ҳамда уларнинг баҳосидаги норавшанлик параметрлари.

Башоратлаш моделининг ифодаланиши

$$\mathrm{M}_{prog}=<X,Y,W,P>. \qquad (1)$$

Башоратлаш модели (1) ўз таркибига:

- башоратлаш муаммовий ҳолати моделини

$$\mathrm{M}_Y=<X,Y,P_{Y,X}>;$$

- Y башорат қийматлари баҳоси моделини

$$\mathrm{M}_W=<\mathrm{M}_Y,W,P_{W,Y}> \qquad (2)$$

олади. Бу ерда: $P_{Y,X}$ - кирувчи ва чиқувчи параметрларнинг норавшанлик параметри; $P_{W,Y}$ - Y норавшанлик баҳоси параметрлари; $P=(P_{Y,X},P_{W,Y})$.

Модел (2) $F:(X,W,P)\to Y$ акслантиришни амалга оширади. Буни ҳисобга олган ҳолда башоратлаш масаласини умумлашган кўринишини қуйидагича ифодалаш мумкин

$$Y=F(X,W,P). \qquad (3)$$

Бу ерда, F оператор $P=(P_{Y,X},P_{W,Y})$ норавшан параметрлар мавжуд бўлган ҳолда, юмшоқ моделлар кўринишида ифодаланади. Бундай моделларнинг кенг тарқалганлари кирувчи ва чиқувчи параметрлари норавшан терм кўринишдаги продукцион ҳамда нейрон тўрлар ҳисобланади.

Ишда пахта ҳосилдорлигини башоратлаш масаласи қараб ўтилган бўлиб, унда (3) моделнинг умумий тузилмаси Сугэно типидаги норавшан модел орқали ифодаланган. Қаралаётган масала қўйилишида таклиф этилган модел қуйидаги кўринишдаги норавшан қоида лингвистик мулоҳазалашлар ёрдамида ифодаланади.

АГАР $[(x_1 = a_1^{j1})BA(x_2 = a_2^{j1})BA...BA(x_n = a_n^{j1})]$ (w_{j1} ўлчов билан)

ЁКИ $[(x_1 = a_1^{j2})BA(x_2 = a_2^{j2})BA...BA(x_n = a_n^{j2})]$ (w_{j2} ўлчов билан)

.

.

. (4)

ЁКИ $[(x_1 = a_1^{jp_j})BA(x_2 = a_2^{jp_j})BA...BA(x_n = a_n^{jp_j})]$ (w_{jp_j} ўлчов билан),

.

.

.

ЁКИ $[(x_1 = a_1^{jk_j})BA(x_2 = a_2^{jk_j})BA...BA(x_n = a_n^{jk_j})]$ (w_{jk_j} ўлчов билан),

У ҲОЛДА барча $j = \overline{1,m}$ учун $y_j = b_{j,0} + b_{j,1} \cdot x_1 + b_{j,2} \cdot x_2 + ... + b_{j,n} \cdot x_n$,

бу ерда: $j = \overline{1,m}$ - қоида тартиб рақами; $a_i^{jp_j}$ - $j-$қоиданинг $p_j = \overline{1,k}$ рақамли коньюнкция сатридаги x_i ўзгарувчи баҳоланадиган лингвистик терм; k_j - қийматлари d_j лингвистик терм билан баҳоланувчи y_j хулосалар синфига тааллуқли коньюнкция-сатрлар сони; w_{jp_j} - jp_j тартибли фикр ўлчамини ифодаловчи [0,1] ораликдаги сон. x_i, $i = \overline{1,n}$ - кирувчи ўзгарувчи; y_j - чиқувчи ўзгарувчи (ҳосилдорликнинг башорат қиймати).

Умумий кўринишда норавшан башоратлаш модели кирувчи ва чиқувчи параметрларини баҳолаш учун терм сифатида қуйидаги квантификаторлардан фойдаланилади: Жуда паст, Паст, Ўртачадан пастроқ, Ўртача, Ўртачадан юқори, Юқори, Жуда юқори. Умумий кўринишдаги башоратлаш (1) моделини ифодаловчи (4) натижавий продукцион қоидалар тизими ҳосилдорликни башоратлаш баҳоси бўйича қарор қабул қилиш тизимининг норавшан билимлар базасида акс эттирилади.

Билимларнинг эксперт матрицаси қоидалари тартиби қишлоқ хўжалик экинининг экиш ва вегетация давридаги дастлабки шароитидан (4) моделнинг чиқувчи (башоратланаётган) термнинг боғлиқлигини акс эттиради. Ўз навбатида бошланғич шартлар (4) модел кирувчи ўзгарувчилари термларининг конкрет комбинациясини ифодалаб беради.

Навбатдаги босқичда идентификация моделини норавшан қоидалардан ташкил топган норавшан хулосалашлар тизими кўринишида ишлаб чиқишни Синглтон ва Мамдани тури моделидаги хулосалаш тизимлари сифатида амалга ошириш келтирилган.

Ишлаб чиқилган норавшан қоидалар базаси ёрдамида модел қуриш масаласини ечиш усули ва алгоритми келтирилган. Ушбу усул ва алгоритм қарор қабул қилишга кўмаклашишда маълумотларларни интеллектуал таҳлиллаш тизимларининг ташкилий элементи ҳисобланади.

Содда ва юқори самарадорликка эга бўлган сонли маълумотлар асосида норавшан қоидалар базасини қуриш усули таклиф этилган. Бу усул мавжуд

қоидалар базасини сонли маълумотлар асосида тўлдирилган ўқитиш маълумотлари сифатида олинган сонли маълумотлар ва қоидалар базаси кўринишида олинган лингвистик ахборотларни бирлаштириш имконини беради.

Норавшан тизим учун n киришли ва битта чиқишли қоидалар базасини ташкил этилади. Қуйидаги жуфтликлар тўплами кўринишдаги ўқитиш маълумотлари зарур бўлади

$$(x_1(i), x_2(i), \ldots, x_n(i), d(i)),\ i=1,2,\ldots,$$

унда $x_1(i), x_2(i), \ldots, x_n(i)$ - норавшан бошқариш моделига бериладиган сигналлар, $d(i)$ - кутилаётган (эталонли) чиқиш сигнали қиймати.

X ўлчов фазоси ва $r: X \to R$ фазода аниқланган ўлчов бирлиги, $(X_1, \ldots, X_n) \subset X$ - X даги элементлар кетма-кетлиги.

Шу қаторда ҳар-бир i индекс учун тегишлилик функция аниқланиши мумкин, у i тартибдаги j - элементнинг мослиги ўлчовини ифодалайди:

$$\xi_i : \{1, \ldots, n\} \to [0,1],$$

$$\xi_i(j) := 1 - \frac{d(X_i, X_j)}{\max\{d(X_i, X_k) \mid k \in \{1, \ldots, n\}\}}.$$

Ҳар бир i индекс учун k - ва l - элементнинг i - элементга нисбатан мослик даражасини ифодаловчи функция қуйидагича аниқланади:

$$\varsigma_i : \{1, \ldots, n\}^2 \to [0,1],$$

$$\varsigma_i(k,l) := 1 - |\xi_i(X_k) - \xi_i(X_l)|.$$

$k = 1,2,\ldots,n$ учун рекурсив функция аниқланади

$$\mu^{(k)} : \{1, \ldots, n\}^2 \to [0,1],$$

$$\begin{cases} \mu^{(1)}(i,j) := \mu(i,j), \\ \mu^{(k)}(i,j) := \max\{\min\{\mu^{(k-1)}(i,s), \mu^{(k-1)}(s,j)\} \mid s \in \{1, \ldots, n\}\}. \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu^{(k)}(i,i) = 1, \forall i, k. \quad (6)$$

$$\mu^{(k)}(i,j) \geq \mu^{(k-1)}, \forall k > 2.$$

$\alpha \in [0,1]$ и $i, j_1, \ldots, j_k, j \in \{1, \ldots, n\}$ учун қуйидаги ҳолат ўринли:

$$\mu(i, j_1), \ldots, \mu(j_k, j) \geq \alpha \Rightarrow \mu^{(k)}(i,j) \geq \alpha.$$

$\alpha \in [0,1]$, $i, j, k \in \{1, \ldots, n\}$ ва $\mu^{(k)}(i,j) \geq \alpha$ бўлсин. У ҳолда шундай m сон ва $j_1, \ldots, j_m \in \{1, \ldots, n\}$ индекс мавжуд бўладики, унинг учун

$$\mu(i, j_1), \ldots, \mu(j_m, j) \geq \alpha$$

ўринли.

$\alpha \in [0,1]$, $i, j, m \in \{1, \ldots, n\}$ ва $\mu^{(n)}(i,j) \geq \alpha, \mu^{(n)}(j,m) \geq \alpha$ бўлсин.

У ҳолда

$$\mu^{(n)}(i,m) \geq \alpha \quad .$$

$\alpha \in [0,1]$ учун $\{X_1, \ldots, X_n\}$ тўпламда қуйидаги кўринишда бериладиган $R_\alpha \subset \{X_1, \ldots, X_n\}^2$ бинар муносабатни аниқлаш мумкин:

$$(X_i, X_j) \in R_\alpha :\Leftrightarrow \mu^{(n)}(j, j) \geq \alpha .$$

R_α муносабат $\{X_1,...,X_n\}$ тўпламни кесишмайдиган эквивалентларга ажратувчи эквивалентлик муносабати ҳисобланади. X_i, X_j икки элемент (5), (6)ларнинг кетма-кетликдаги $(X_i, X_{j_1}),(X_{j_1}, X_{j_2}),...,(X_{j_r}, X_j)$ жуфтликларда μ функция қиймати катта бўлганда эквивалентликнинг мавжудлиги асосида $\mu^{(n)}$ функциянинг қиймати ушбу элементлардан катта бўлса ва фақат шундай бўлган ҳолатда бир синф эквилалентлигига киради. μ нинг аниқланишига қараб элементларнинг ҳар-бир жуфтлиги бир-бирига яқинлигини билдиради.

Қарор қабул қилишга кўмаклашишда маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш масаласи шакллантирилган қоидалар базаси асосида бошқарув модули кирувчи сигналларни олиши билан кам миқдордаги хатоликка эга бўлган чиқувчи сигналларни олишни талаб этадиган тизимни ишлаб чиқишга зарурат туғдиради. Ушбу тизимнинг қуйидаги кўринишдаги норавшан қоидалар базасини қуриш алгоритми орқали амалга оширилади:

1-қадам. Кирувчи ва чиқувчи фазо маълумотларини соҳаларга ажратиш. Ҳар бир кирувчи ва чиқувчи ахборотнинг минимал ва максимал қийматлари аниқ бўлганда x_i кирувчи сигнал учун $[x_i^-, x_i^+]$ оралиқ олинади. Агар x_i^- ва x_i^+ қийматлари ноаниқ бўлса, у ҳолда ўқитиш маълумотларидан фойдаланган ҳолда улардан мос равишда минимал ва максимал қийматларни танлаб олинади. Одатда d эталон сигнали учун $[d^-, d^+]$ оралиқ олинади ва ҳар бир оралиқ K соҳаларга бўлиб чиқилади. Киритилган сифат термлари ва эксперт билимлари асосида муносабатларни жадвал кўринишида тасвирланади.

2-қадам. Ўқитиш маълумотлари асосида норавшан қоидаларни қуриш.

Ажратилган ҳар бир соҳа учун $(x_1(i), x_2(i),...,x_n(i), d(i))$, $i = 1,2,\ldots$, тегишлилик функцияси аниқланади. Бу даражалар норавшан тўпламнинг ҳар бир гуруҳи учун мос тегишлилик функцияси қиймати билан ифодаланади.

Тегишлилик функциясининг аналитик модели қуйидаги кўринишни олади:

$$\tilde{\mu}^j(u) = \frac{1}{1 + \left(\frac{u-b}{c}\right)^2} .$$

3-қадам. Ҳар бир қоидага ҳаққонийлик даражасини боғлаш.

Маълумки, ўқитиш маълумотларининг катта миқдордаги жуфтликлари мавжуд, шунинг учун улардан биронтаси “зид” бўлиб қолиши мумкин. Бу бир ҳил шартли турлича ҳулосалаш қоидаларига тааллуқли. Ушбу муаммони ечиш усулларидан бири зиддиятли бўлган қоидалардан даражаси юқорисининг тегишлилик даражасини ўзлаштириш орқали амалга оширилади. Шу билан бирга зиддиятли қоидалар муаммоси эмас, балки, уларнинг умумий миқдори ҳам камайтириб олинади.

4-қадам. Норавшан қоидалар базасини шакллантириш.

$\beta(l)=0$; $l=\overline{1,L}$ жадвал ҳосил қилинади.

Навбатдаги $(x_1(i), x_2(i),..., x_n(i), d(i))$, $i=1,2,...,$ маълумотлар жуфтлиги танланади.

Қуйидаги кўринишда қоиданинг ҳаққонийлик даражаси аниқланади

$$\mu^{d_j^*}\left(x_1^*, x_2^*,..., x_n^*\right) = \max_{j=\overline{1,n}}\left[\mu^{d_j}\left(x_1^*, x_2^*,..., x_n^*\right)\right].$$

Агар $\beta(l) < \mu^{d_j^*}\left(x_1^*, x_2^*,..., x_n^*\right) = \max_{j=\overline{1,n}}\left[\mu^{d_j}\left(x_1^*, x_2^*,..., x_n^*\right)\right]$ бўлса, у ҳолда

$$\beta(l) = \mu^{d_j^*}\left(x_1^*, x_2^*,..., x_n^*\right) = \max_{j=\overline{1,n}}\left[\mu^{d_j}\left(x_1^*, x_2^*,..., x_n^*\right)\right].$$

5-қадам. Дефаззификациялаш.

Чиқувчи y қийматни ҳисоблаш учун ўрта марказ бўйича деффазификациялаш усулидан фойдаланилади.

Диссертациянинг **учинчи боби «Мақсадли мониторинг тизимларида маълумотларни интеллектуал таҳлиллашнинг норавшан қоидалар базасини шакллантириш усуллари»да** норавшан қоидалар базасини лойиҳалашда параметрик идентификациялаш моделини қуриш усуллари ўз ифодасини топган. Норавшан қоидалар базаси параметрларини градиент усули ёрдамида созлаш келтирилган бўлиб, унда n ўзгарувчи ҳолати учун усул таклиф этилган. Лингвистик l термга бўлинган Синглтон типидаги n кирувчи ўзгарувчили норавшан моделлар учун ўқитишнинг градиент алгоритми қурилган. Бу ерда $(x_1^*, x_2^*,...x_n^*, y^*)$, кўринишда берилган ўқув танланмаси учун хатоликни минималлаштириш мақсад функцияси таклиф қилинган

$$E = \frac{1}{2}(y^* - y)^2,$$

бунда y^*- кутилган чиқувчи қиймат, y – норавшан хулосалаш натижасида олинган $y=(y_1,..., y_m)$ чиқувчи қиймат.

Бу ерда:

$$y_{\dot{k}} = (\mu_{\dot{k}^1} r_{i_1} + \mu_{\dot{k}^2} r_{i_2} + ... + \mu_{\dot{k}^l} r_{i_l})/(\mu_{\dot{k}^1} + \mu_{\dot{k}^2} + ... + \mu_{\dot{k}^l}).$$

r_{ij} қоида консеквентининг $t+1$ қадамдаги қиймати қуйидаги кўринишда аниқланади

$$r_{ij}(t+1) = r_{ij}(t) - \gamma\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial y_{ij}(t)} = y_{i+1}(t) + \gamma(y^* - y)\cdot\frac{\prod_{\dot{k}=1}^{h}\partial\mu_{ij}(x_i^*)}{(\sum_{k=1}^{l}\mu_{i\dot{k}})^2}.$$

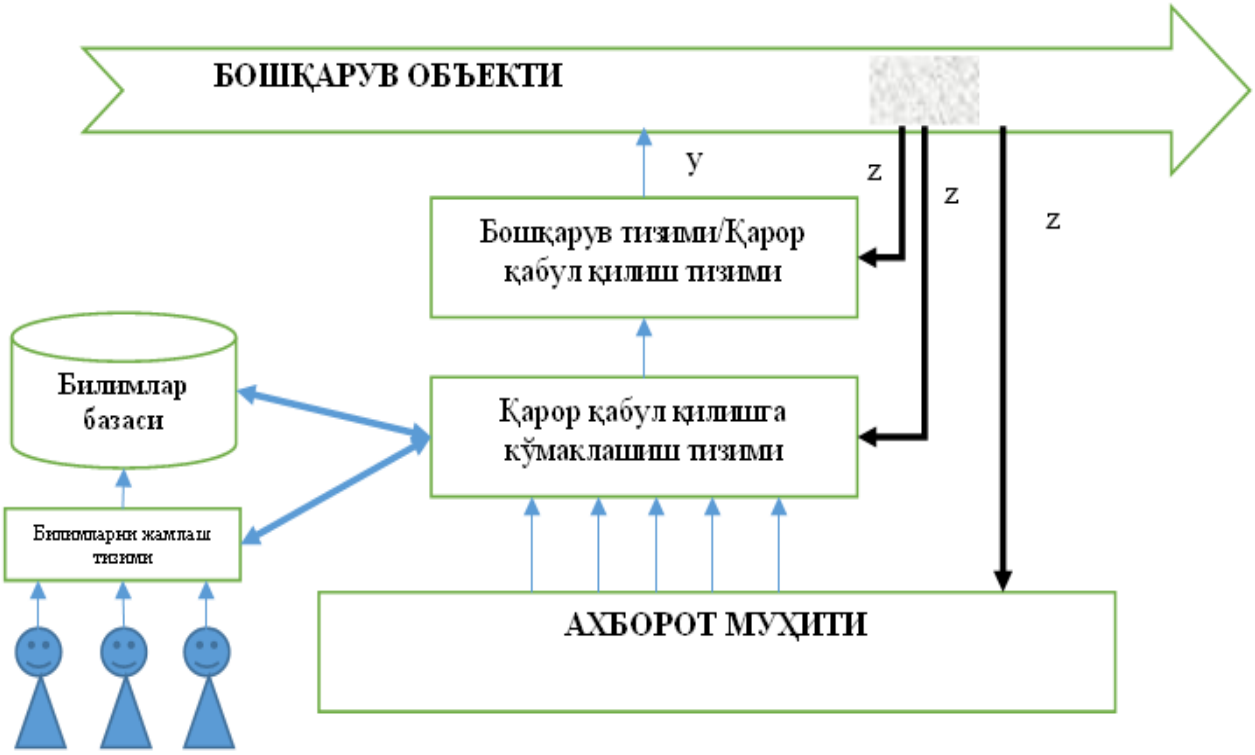
t+1 қадамда параметрлар қиймати қуйидаги кўринишда аниқланади:

$$a_{ij}(t+1) = a_{ij}(t) - \alpha(y^* - y)\cdot\frac{r_{ij}\sum_{k=1}^{l}\mu_{i\dot{k}} - \sum_{k=1}^{l} r_{i\dot{k}}\mu_{i\dot{k}}}{(\sum_{\dot{k}=1}^{l}\mu_{i\dot{k}})^2}\cdot\frac{(x_i^* - a_{ij})\cdot\mu_{ij}(x_i^*)}{b_{ij}^2};$$

$$b_{ij}(t+1) = b_{ij}(t) - \beta(y^* - y) \cdot \frac{r_{ij}\sum_{k=1}^{l}\mu_{ik} - \sum_{k=1}^{l} r_{ik}\mu_{ik}}{(\sum_{k=1}^{l}\mu_{ik})^2}.$$

Худди шунингдек ишда ушбу ёндашувнинг қўнғироқсимон, парабола, учбурчакли, трапеция кўринишидаги тегишлилик функциялари учун амалга оширилиши келтирилган.

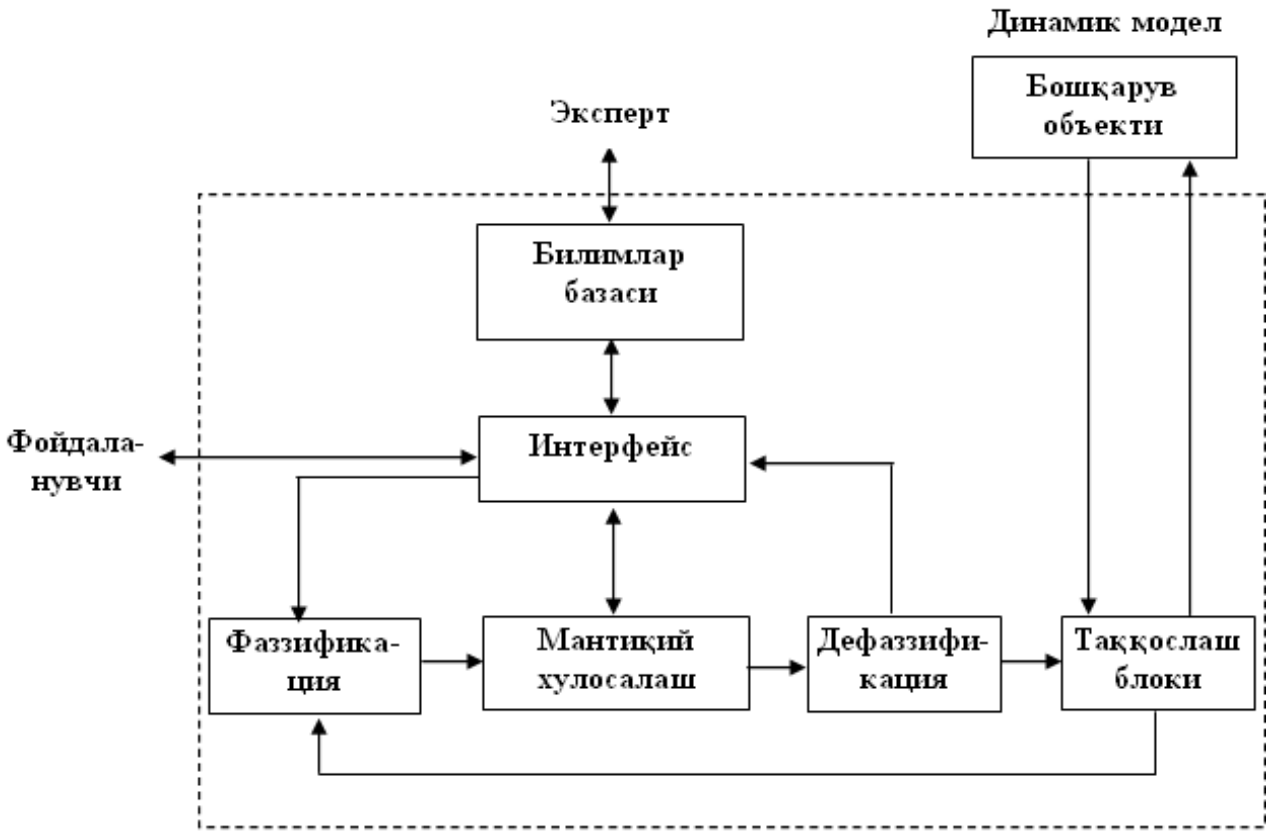
Шу билан бир қаторда тадқиқот доирасидаги бошқарув жараёнини амалга оширишда элементлар орасидаги боғлиқлик асосланган (1-расм).



2-расм. Бошқарувни амалга оширишда элементлар орасидаги боғлиқликлар

Бу ерда ахборот муҳити билимлар базаси ҳамда билимларни жамлаш тизими орқали қарор қабул қилишга кўмаклашиш тизимиини ҳосил қилади, ўз навбатида ушбу тизим бошқарув тизимини ташкилий элементи бўлиб, бошқарилаётган объектга бошқарув таъсирини ишлаб чиқади.

Бошқарув механизмини норавшан тўпламлар назарияси ёндашувига асосланган тузилмаси 3-расмда келтирилган. Соҳа бўйича экспертлар ёрдамида ҳосил қилинган билимлар базаси мантиқий хулосалаш механизми орқали олинган қарор муқобилларини бошқарилаётган объектнинг динамик модели билан мувофиқ тарзда таққослаш блоки қарор ҳаққонийлик даражасига ойдинлик киритади. Шундан сўнг қарор муқобиллари фойдаланувчи ёки қарор қабул қилувчи шахсга тақдим этади.



3-расм. Норавшан тўпламлар назарияси ёндашувили қарор қабул қилиш тизимининг тузилмаси

Диссертациянинг **тўртинчи боби «Маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тизимларида қарор қабул қилиш моделлари»** маълумотларларни интеллектуал таҳлиллаш тизимлари учун қарор қабул қилиш усулларини ишлаб чиқишга бағишланган.

Бошланғич ахборот норавшан бўлган ҳолатда қарор қабул қилиш модели ишлаб чиқилган бўлиб, унда аниқлик ва ноаниқлик шароитларида қарор қабул қилиш масалаларининг формал қўйилиши акс эттирилган.

Норавшан тўплам ва муносабатлар тушунчасини киритиш қарор қабул қилиш ҳолатини аниқлашнинг $\{\Phi, \Theta, F\}$ формал схемаси С муҳитнинг берилган турли норавшан хатти харакатлари моделини шакллантириш имконини берди.

1-модел. С муҳитнинг мумкин бўлган ҳолатли $\Theta = \{\theta_1, ..., \theta_n\}$ тўлиқ тўпламнинг берилишидан ҳосил бўладиган $A_\Theta = \{(\theta_j, \mu_j)\}_{\theta j \in \Theta}$ норавшан тўплам қаралади, бу ерда μ тегишлилик функцияси Θ да $\theta = \theta_j$ *да* $\mu(\theta) = \mu_j$ $(j = 1, ..., n)$ кўриниш билан аниқланган.

Бундай A_Θ норавшан тўпламнинг интерпретацияси сифатида Θ тўлиқ тўплам С муҳит ҳолатларини ажратишни Y - бошқарув идораси амалга оширади, сўнгра норавшан муносабатлар орқали тегишлилигини берилган μ (θ) функция орқали A_Θ норавшан тўпламни аниқлаш амалга оширилади.

2-модел. С муҳитнинг мумкин бўлган ҳолатли $\Theta=\{\theta_1,...,\theta_n\}$ тўлиқ тўпламнинг ва $p=(p_1,...,p_n)$ тақсимланишнинг (бу ерда $\mu_A(\theta)$ тегишлилик функцияси орқали $\theta\in\Theta$ элементнинг A_Θ га тегишлилик даражаси тушунилади) берилишидан ҳосил бўладиган $A_\Theta=\{(\theta,\mu_A(\theta)):P\{\theta=\theta_j\}=p_j(j=1,...,n)\}$ норавшан тўлиқ тасоддифий ходиса қаралади.

Бундай A_Θ норавшан тўлиқ тасоддифий ходисанинг $\{\Phi,A_\Theta,F\}$ ҚҚҚ ҳолатидаги интерпретацияси сифатида С муҳит ҳолатларини Y - бошқарув идораси Θ тўлиқ тўпламга тақсимлайди, сўнг $p=(p_1,...,p_n)$ вектори ёрдамида тасоддифий тақсимлаш муҳитини ҳисоблайди, $\mu^0(\theta)$ тегишлилик функцияси асосида Θ аниқ тўплам $\{(\theta\mu^0(\theta))\}_{\theta\in\Theta}$ норавшан тўплам билан алмаштирилади, ва ниҳоят Y - бошқарув идораси С муҳитнинг норавшан хатти харакати модели сифатида $\mu_A(\theta)=\mu_0(\theta)$ даги A_Θ норавшан тўлиқ тасоддифий ходисани қарайди.

3-модел. С муҳитнинг мумкин бўлган ҳолатли $\Theta=\{\theta_1,...,\theta_n\}$ тўлиқ тўпламнинг берилишидан ва ушбу қисм тўпламларда $\overline{p}=(\overline{p}_1,...,\overline{p}_n^-)$ тақсимот ҳосил бўладиган $A_\Theta=\{(\Theta_j,\mu_j),P(\theta\in\Theta)=\overline{p}_i \quad (i=1,...,\overline{n})\}$ норавшан тасоддифий ходиса қаралади, бу ерда μ_i $\theta\, k\, \Theta_i$ да тегишлилик функцияси. Бундай $\grave{A}_\Theta$ норавшан тўлиқ тасоддифий ходисанинг $\{\Phi,A_\Theta,F\}$ қарор қабул қилиш ҳолатидаги интерпретацияси сифатида С муҳит ҳолатларини Y - бошқарув идораси Θ тўлиқ тўпламни белгилайди, сўнг Θ ни Θ_i қисм тўпламга ажратади ҳамда θ *ва* Θ_j га $\overline{p}_i$ эҳтимоллик билан тушади деб олади. Натижада Y - бошқарув идораси Θ аниқ тўпламни Θ_i аниқ тўпламлар бирлашмасига $\bigcup\Theta_i$, ёки $\{(\Theta_i,\mu_i)\}_{i=1}^n$ норавшан тўпламга алмаштиради, бунда С муҳит хатти харакати модели сифатида A_Θ норавшан тасоддифий ходиса қаралади.

4-модел. С муҳитнинг мумкин бўлган ҳолатли $\Theta=\{\theta_1,...,\theta_n\}$ тўлиқ тўпламнинг берилиши ва $\mu_{S_A}(\theta_i,\theta_j)$ тегишлилик функцияси билан аниқланган $B(\mu,\varphi_K)$ нинг $\Theta\times\Theta,$ га норавшан бинар муносабати ҳосил бўладиган $A_\Theta=\{(\theta_i,\theta_j),\mu_{S_A}(\theta_i,\theta_j)\}_{i,j=1}^n$ норавшан тўплам қаралади. Норавшан бинар муносабат сифатида норавшан қисм тартиб, норавшан чизиқли тартиб ва бошқа норавшан муносабатлардан фойдаланиш мумкин.

5-модел. С муҳитнинг мумкин бўлган ҳолатли Θ тўлиқ тўпламнинг берилишидан ва ушбу қисм тўпламларда $\overline{p}=(\overline{p}_1,...,\overline{p}_n^-)$ Θ га тақсимот ҳосил бўладиган ва μ_{S_A} тегишлилик функциясига эга S_A норавшан муносабатлар билан ҳосил қилинадиган $A_\Theta=\{((\theta_i,\theta_j),\mu_{S_A}(\theta_i,\theta_j):P\{\theta=\theta_j\}=p_j\ (j=1,...,n)\}$ норавшан тасоддифий ходиса қаралади. Бундай моделнинг интерпретацияси

4-моделдаги интерпретацияни ҳисобга олган ҳолда 2-моделдаги каби амалга оширилади.

Тадқиқот натижалари сифатида суст тузилмали қарор қабул қилиш жараёни оддий моделларида оптимал стратегияни топиш учун рекуррент тенгламаларга асосланган ҳолда ишлаб чиқилган алгоритм келтирилган.

Марков модели (ММ)ни тимсолларни аниқлашда қўллаш учун учта масаланинг ечилиши бўлади:

Агар $O = O_1, O_2, ... O_T$ кузатувлар кетма кетлиги ва $\lambda = (A, G, \Pi)$ модел берилган бўлса, у ҳолда $p(O|\lambda)$ - моделнинг берилган параметрлари кетма кетлиги эҳтимоллиги самарадорлиги қандай ҳисобланади.

Агар $O = O_1, O_2, ... O_T$ кузатувлар кетма кетлиги ва $\lambda = (A, G, \Pi)$ модел берилган бўлса, у ҳолда $Q = q_1, q_2, ... q_T$ ички ҳолатлар кетма кетлиги қандай аниқланади.

$p(O|\lambda)$ максималлаштириш мезонидан келиб чиққан ҳолда $\lambda = (A, G, \Pi)$ модел параметри қандай аниқланади.

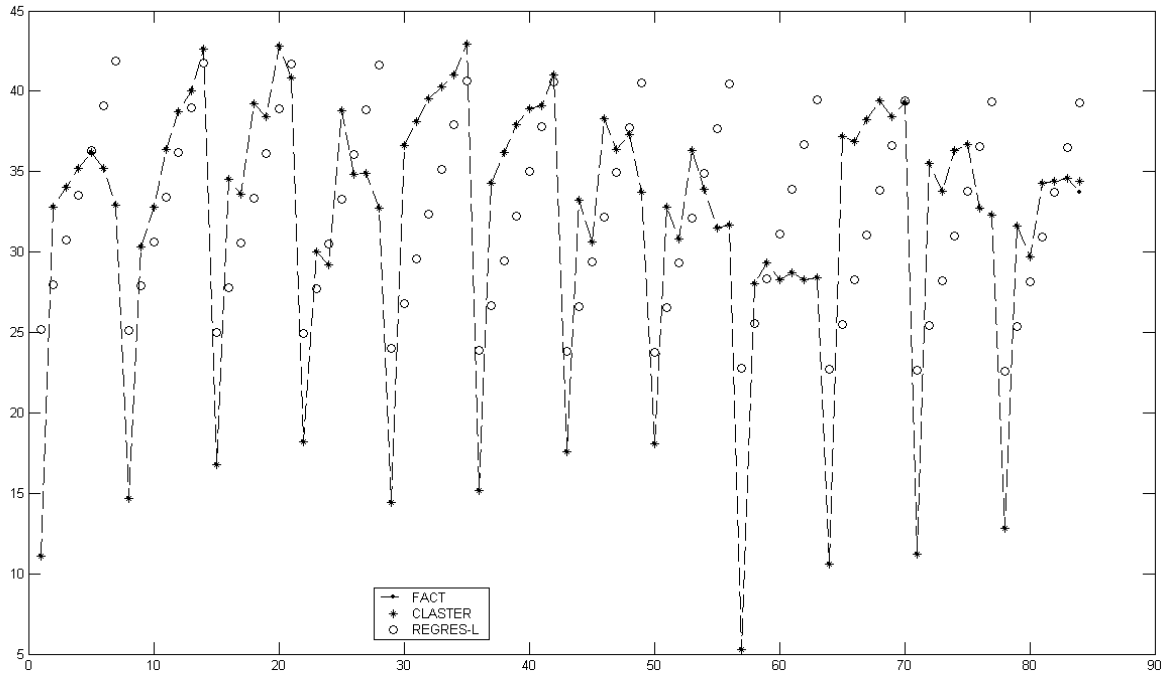
ММ асосий масалаларини ечиш учун қуйидаги усуллардан фойдаланилди:

- берилган кетма кетликни самарали генерациялаш;
- ҳолатларнинг оптимал кетма кетлигини топиш;
- тест кетма кетлиги бўйича ММларини ўқитиш.

Диссертациянинг **бешинчи боби «Норавшан тўпламлар назарияси ёндашувларига асосланган суст тузилмали ахборот ресурсларини таҳлиллашнинг қарор қабул қилишга кўмаклашувчи мақсадли мониторинг тизимлари»** қарор қабул қилишга кўмаклашишни ташкил этишда норавшан-тўпламли усулга асосланган дастурий тизимларни ишлаб чиқиш, тажрибавий тадқиқотлар ўтказиш ва олинган натижалар таҳлилига бағишланган. Ишлаб чиқилган ёндашувлар асосида ишлаб чиқилган тизимларда маълумотларни таҳлил қилиш, танлаш, таснифлаш ва башоратлаш масалаларини ечишда бир неча соҳада қўлланилиши натижалари келтирилган.

Норавшан билимлар базаси ва норавшан хулосалаш тизимини қуриш алгоритми келтирилган бўлиб, алгоритмни қуришда норавшан хулосалаш тизимини созлаш учун кластеризациянинг тоғли усулидан фойдаланиш ва пахта ҳосилдорлигини башоратлаш масаласини ечиш мисолида амалга оширилиши келтирилган. Тажрибавий тадқиқотлар Matlab дастурлаш муҳитида амалга оширилган.

Юқори ҳосилдорликка эришиш оралиқларини қийинчиликсиз топиш мумкинлиги 4-расмда график тасвирларида ифодаланган. Бошланғич маълумотлар: 1-кириш – тупроқ типи бўйича; 2-кириш – нав бўйича; 3-кириш – ўғитлаш режими бўйича маълумотлар.



4-расм. Пахта етиштириш ҳосилдорлигининг асл ва башорат маълумотлари графиги

Бу ерда:

- FACT – пахта ҳосилдорлигининг асл қийматлари;
- CLUSTER – норавшан модел орқали аниқланган пахта ҳосилдорлиги;
- REGRES-L – чизиқли регрессион модел орқали аниқланган пахта ҳосилдорлиги.

Турли навларнинг норавшан берилган тупроқ типлари, суғориш режимлари ва ўғитлаш, қолаверса об-ҳаво шароитида ҳосилдорликни башоратлаш модели қурилган. Моделда икки кўринишли апроксимацияланувчи модел ишлатилган: Сугено типидаги норавшан модел ҳамда регрессион модел. Натижалар Сугено моделига асосланиб қурилган башоратлаш (хатолик 0-2,77%) регрессион моделга нисбатан (хатолик – 7.5-79.5%) самарадорлигига эришилди.

Норавшан муҳитда қарор қабул қилишнинг амалий масалаларини ечишга қўлланилиши – муқобилларни баҳолаш ва танлаш алгоритми, пахта ҳосилдорлигини башоратлашда боғлиқликларни баҳолаш ва муқобилларни танлаш ечимлари келтирилган.

Масалани ечиш алгоритми:

1. Фақат p_k белгини ҳисобга олган ҳолда R_k мақбулликлар матрицаси тузилади.

2. Қаралаётган белгилар турлича мақбуллик даражасига эгалигини ҳисобга олган ҳолда улардан бири муҳимроқ, бошқалари – иккинчи даражали аҳамиятга эга, бу ҳолатда белгиларнинг аҳамиятлилиги R белгиларнинг норавшан мақбуллик муносабати орқали характерланади.

3. Q_1 билан белгиланган $R_1,...,R_k$ норавшан муносабатлар кесишмаси топилади:

$$Q_1 = R_1 \cap R_2 \cap \cdots \cap R_k .$$

4. R учун етакчи бўлмаган $R^{НД}$ тўплам топилади. Олинган $\mu_{R^{НД}}(p_1), \mu_{R^{НД}}(p_2),..., \mu_{R^{НД}}(p_k)$ тегишлилик функциялари $l_1, l_2,..., l_k$ орқали белгиланади. Улар ҳар бир белги учун $\lambda_m, m = \overline{1,m}$ ўлчов коэффициентларини ҳисоблайди.

5. Q_2 матрицаси тузиб олинади ва элементлари қуйидаги формула орқали ҳисобланади:

$$\mu_{Q_2}(x,y) = \sum_{m=1}^{k} \lambda_m \mu_{R_m}(x,y).$$

6. Юқорида келтирилган алгоритмнинг қадамлари бўйича $Q_2^{НД}$ ҳисобланади.

7. $Q = Q_1^{НД} \cap Q_2^{НД}$ кесишув қурилади.

Q максимал қийматга эга бўлган муқобилни танлаш тегишлилик даражаси рационал ҳисобланади.

Тажриба тўрт селекцион навларидан: С-4727, Тошкент 1, 108-Ф, 159-Ф ($X = \{x_1, x_2,..., x_4\}$) ғўзанинг ($P = \{p_1, p_2,..., p_5\}$) самарадорлик ҳусусиятларидан: ҳосилдорлик, тола узунлиги, тола пишиқлиги, уруғнинг абсолют оғирлиги, уруғнинг ёғлилик даражаси ажратиб олинади.

Барча селекцион навларнинг ранжировкаси 108-Ф навининг ғўзанинг бошқа навларидан Q норавшан тўплам бўйича тегишлилик даражасининг қиймати юқори бўлгани ҳисобланади (0,96).

Норавшан қоидалар базасини шакллантиришда модел параметрларини созлаш, таснифлаш усул ва алгоритмлари ёрдамида амалга оширилган бўлиб, аввало Сугено типидаги моделни қуришнинг ўн қадамли алгоритми келтирилган, тимсолларни таниб олиш масалаларини ечишга қўллаш тарзида амалга оширилган.

Тажрибавий тадқиқотни амалга ошириш учун норавшан тўпламлар назарияси усулини қўллаш асосий мақсад қилиб олинди ва қуйидаги масалалар ечилган:

- Таснифлаш масаласини ҳал этишда норавшан тўпламли ёндашувни қўллаш.
- Норавшан қоидалар базасини ҳосил қилиш ҳамда норавшан қоидалар базасини норавшан модел параметрларини созлаш орқали қоидалар (қоида) тўпламини қисқартириш баробарида юқори самарадорликка (таниб олишнинг юқори фоиздаги кўрсаткичига) эришиш.
- Берилган таснифлаш масалаларини ечим натижаларининг солиштирма таҳлилини жадвалли ва графикли кўринишда амалга ошириш.

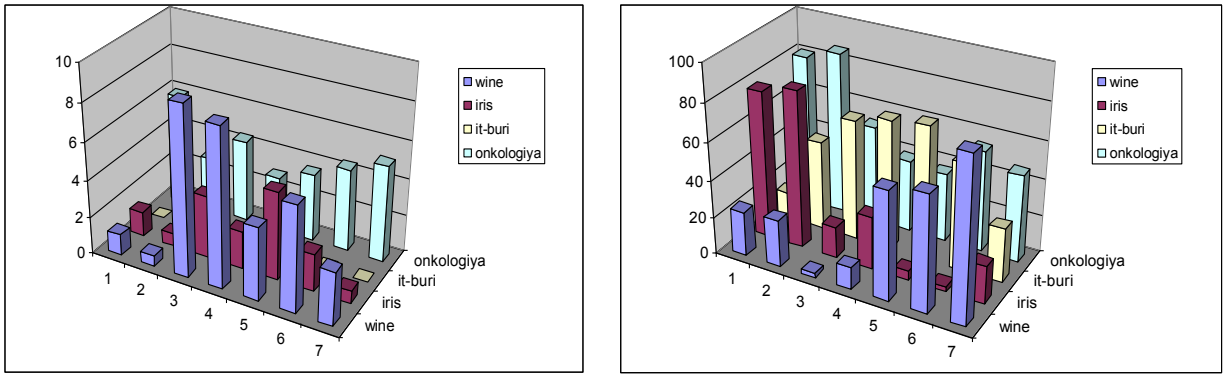
Тўрт турдаги масала берилган: IRIS (150та объект; 4та белги; 3та синф), WINE (177 объект; 13 белги; 3 та синф), Ит-бўри (объект – 42 та; белги – 6та;

синф – 2 та), Онкология диагностикаси билан боғлиқ (объект – 136 та; белги – 11та; синф – 4 та) лар (5-расм).

Ишлаб чиқилган норавшан модел параметрларини созлаш усулига асосланган норавшан қоидалар базасини қуриш алгоритмини тимсолларни аниқлаш учун қўллаш қуйидаги натижаларни берди:

1. Норавшан қоидалар базаси параметрларини созлаш амалга оширилди.
2. Норавшан қоидалар базаси қисқартирилди.
3. Норавшан ёндашувга асосланган тимсолларни таниб олиш дастурий таъминоти ишлаб чиқилди ва тажрибавий тадқиқотдан ўтказилди.
4. Олинган натижалар IRIS масаласини ечишда – умумий қоидалар базасининг 20% ва 83% миқдорида қоидада 99,3%; WINE масаласини ечишда – умумий қоидалар базасининг 24% қоидада 99,4%; Ит-бўри масаласини ечишда – умумий қоидалар базасининг 15% қоида миқдорида 100%; Онкология масаласини ечишда – умумий қоидалар базасининг 39,7% қоида миқдорида 97,1% аниқлик кўрсаткичларини ташкил этди.

Ўтказилган тажрибалар натижасида олинган кўрсаткичларнинг ўртача қиймати IRIS – 2,09%; WINE – 4,48%; Ит-бўри - 0 %; Онкология – 4,18 % хатоликни ташкил этди.



5-расм. Тўрт масала натижалари ва қоида танлов кўрсаткичларининг таққослаш графиги

Илова қисмида диссертациянинг тажрибавий тадқиқотларини амалга ошириш учун фойдаланилган статистик маълумотлар, тадқиқот ишининг натижаларини амалиётда қўлланганлигини тасдиқловчи ҳужжатлар ва Ўзбекистон Республикаси Давлат Патент идораси томонидан дастурлар мажмуасини рўйхатдан ўтганлиги тўғрисидаги гувоҳномалар келтирилган.

Хулоса

Диссертацияда тизимли таҳлил концепцияси, репрезентатив маълумотларни интеллектуал таҳлили (Data Mining), хусусан, норавшан тўпламлар назарияси асосида қарор қабул қилишга кўмаклашиш тизимини қуришга комплекс ёндашувни амалга оширувчи усуллар, моделлар ва алгоритмлар ишлаб чиқилди.

Тадқиқотни амалга оширишдан олинган асосий натижалар сифатида қуйидагиларни қайд этиш мумкин:

1. Маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тизимларни қуришда норавшан тўпламлар назарияси усулларини ишлаб чиқишнинг назарий ва амалий жиҳатларининг замонавий ҳолатини ёритувчи илмий-техник адабиётлар таҳлили, илмий маълумотларни тизимли таҳлили қарор қабул қилишга кўмаклашиш тизимларини ишлаб чиқишнинг концептуал тамойилларини, конструктив ёндашувлар, усуллар, моделлар ва алгоритмларини шакллантириш ва асослаш имконини яратади.

2. Мақсадли мониторинг тизимларида қарор қабул қилишга кўмаклашувчи суст тузилмали қарорларни ишлаб чиқиш, мураккаб тузилмали масалаларни ечишни самарали амалга оширишнинг математик қўйилиши ишлаб чиқилган, ушбу ишланмалар қарор қабул қилишга кўмаклашиш тизимини қарор муқобиллари билан таъминлаш самарадорлигини оширади.

3. Мақсадли мониторинг ва маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тизимларини қуриш жараёнида идентификация модели учун норавшан хулосалаш тизимини қуриш усули ишлаб чиқилган бўлиб, параметрик ва тузилмавий идентификация моделлари кўринишида амалга оширилган. Параметрик идентификация учун Синглтон ва Мамдани туридаги идентификация моделларини ишлаб чиқиш орқали амалга оширилган бўлса, тузилмавий идентификация модели норавшан қоидалар базасини қуришда норавшан моделнинг тузилмавий характеристикасини аниқлашга йўналтирилган кластер таҳлили алгоритмлари ва субъектив ажратиш усулларига таянилган ҳолда амалга оширилган бўлиб, суст шакллантирилган масалаларни ечишда норавшан тўпламлар назарияси ёндашувли моделларни ишлаб чиқишнинг услубий асосини ташкил этади.

4. Яратилган норавшан қоидалар базасидан самарали фойдаланишни таъминлаш асосида норавшан моделни қуриш масаласини ечиш усули ва алгоритми келтирилган бўлиб, унинг ёрдамида маълумотларларни интеллектуал таҳлиллаш тизимларининг самарадорлигини ошириш мумкинлиги асосланади.

5. Мақсадли мониторинг, маълумотларни интеллектуал таҳлиллаш тизимларини ташкил этишда унинг самарадорлигини ошириш муҳим аҳамият касб этади, чунки бундай тизимлар катта ҳажмли кирувчи маълумотлар билан ишлаганда салбий омиллар келиб чиқиши кузатилади. Тадқиқотда салбий омилларни бартараф этиш учун параметрик идентификация учун градиент усулидан фойдаланиш ёндашуви таклиф этилган. Бундай ёндашувнинг қўлланилиши норавшан тўпламлар назарияси ёндашувли модел ва унинг таркибий элементи норавшан қоидалар базасининг суст шакллантирилган масалаларнии ечишда ишончлилигини оширишга хизмат қилади.

6. Қарор қабул қилишнинг бешта моделлари ёрдамида муҳитнинг мумкин бўлган ҳолатлари учун норавшан тўплам ва ходиса ифодаланиши таклиф этилган. Суст шаклланган масалаларда бошланғич маълумотларни норавшан-тўпламли кўринишда ифодалаш, муқобилларни баҳолаш ва мақбул

стратегияни қидириш ҳамда танлаш усул ва моделлари таклиф этилган. Мақсадли мониторингда қарор қабул қилишга кўмаклишиш тизимини амалга ошириш учун таснифлаш масаласини ечишнинг норавшан ёндашувли марков модели ишлаб чиқилган. Келтирилган усул ва моделлар суст шаклланган масалалар характерини белгилаб, қарор қабул қилиш учун қарор муқобиллари аниқлиги ва самарасини оширишга хизмат қилади.

7. Ишлаб чиқилган усул ва моделлар асосида қишлоқ хўжалиги пахта етиштиришда башоратлаш масаласини ечиш алгоритми ишлаб чиқилган ва уни амалга оширишнинг дастурий таъминоти ишлаб чиқилган. Норавшан моделни қуриш ўн қадамли алгоритми таклиф этилган бўлиб, олинган натижалар мавжуд кўсаткичларга нисбатан 0,5-3 % самарани ташкил этдаи. Хусусан пахта таннархини ва ҳосилдорликни башоратлаш масалаларини ечишда 96,5-99,8% аниқлик кўрсаткичларини олишга эришилади.

8. Таснифлаш масаласини ечишда қарор қабул қилишга кўмаклашишни амалга ошириш учун норавшан моделни созлаш усуллари асосида алгоритм ишлаб чиқилиб, натижалар тест ва амалий масалаларда ижобийлиги асосланди: тимсолларни таниб олишдаги аниқлик модел (IRIS, WINE, Ит-бўри, онкология касаллигини диагноз қилиш) масалаларда 97-100% , амалий масалаларда (Пахта ҳосилдорлигини башоратлаш, мос пахта навини танлаш, ҳужжат алмашинуви тизимида таснифлаш) 92-98% кўрсаткичли натижалар олинади.

9. Ишлаб чиқилган норавшан тўпламлар назарияси ёндашувли қарор қабул қилишга кўмаклашувчи тизимни амалга оширишга йўналтирилган дастурий воситалар Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги, Жиззах вилояти Қишлоқ ва сув хўжалиги бошқармаларида тадбиқ этилган, диссертация натижалари бўйича олинган далолатномалар иқтисодий самарадорликни тасдиқлайди.

НАУЧНЫЙ СОВЕТ 16.07.2013.T/FM.29.01 при ТАШКЕНТСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ и НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ УЗБЕКИСТАНА ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

БАБОМУРАДОВ ОЗОД ЖУРАЕВИЧ

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ АЛГОРИТМОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ЦЕЛЕВОГО МОНИТОРИНГА СЛАБОФОРМАЛИЗОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ

05.01.02 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)

АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

город Ташкент – 2015

Тема докторской диссертации зарегистрирована за № 12.05.2015/B2015.1.T465 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Докторская диссертация выполнена в Центре разработки программных продуктов и аппаратно–программных комплексов при Ташкентском университете информационных технологий.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский) размещен на веб-странице Научного совета (www.tuit.uz) и образовательном информационном сети “ZIYONET” (www.ziyonet.uz).

Научный консультант:	**Бекмуратов Тулкун Файзиевич** доктор технических наук, академик АН РУз
Официальные оппоненты:	**Рахматуллаев Марат Алимович** доктор технических наук, профессор
	Игамбердиев Хусан Закирович доктор технических наук, профессор
	Рахимов Шавкат Хударгенович доктор технических наук, профессор
Ведущая организация:	Самаркандский государственный университет

Защита диссертации состоится « 11 » июля 2015 г. в 10^{00} часов на заседании научного совета 16.07.2013.T/FM.29.01 при Ташкентском университете информационных технологий и Национальном университете Узбекистана. (Адрес: 100202, Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-64-43; факс: (99871) 238-65-52; e-mail: tuit@tuit.uz).

С докторской диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского университета информационных технологий (регистрационный номер ___). Адрес: 100202, Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-65-44.

Автореферат диссертации разослан « 09 » июня 2015 года.
(протокол рассылки № 03 от « 09 » июня 2015 г.).

Х.К.Арипов
Председатель научного совета по присуждению учёной степени доктора наук д.т.н., профессор

М.С.Якубов
Ученый секретарь научного совета по присуждению учёной степени доктора наук д.т.н., профессор

Н.Равшанов
Заместитель председатель научного семинара при Научном совете по присуждению учёной степени доктора наук д.т.н.

Введение (Аннотация докторской диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. Стремительные темпы роста мирового информационного пространства неразрывно приводят к повышению уровня сложности процессов обработки информации. Становятся очевидными недостаточность и неадекватность традиционных математических аппаратов при решении задач анализа, выбора, классификации и прогнозирования по данным, описывающим процессы глобального социально-экономического развития. В связи с ежедневно возрастающими информационными потребностями человечества усиливаются требования к точности и оперативности обработки информации. Это обосновывает создание учеными новых подходов к обработке больших массивов данных со сложной структурой.

Для обеспечения интеграции Республики в глобальное информационное пространство, широкого внедрения соременных информационно-коммуникационных технологий в рамках требований к развитию социально-экономической сферы реализуются многочисленные научно-исследовательские работы.

Сложные интегрированные системы характеризуются большим числом входных-выходных данных и элементами, отношениям между которыми свойственна разнотипность и нелинейность, а часть информации о системе представляется в качественном, численном и количественном виде. В результате усложняется вывод закономерностей распределения параметров влияния на систему, а в некоторых случаях, например, когда предъявляются жесткие ограничения на время, вывести закономерность не представляется возможным.

Стремительное развитие современных информационно-коммуникационных технологий привело к повышению эффективности управления социально-экономическими процессами, экономии материальных, финансовых, временных и трудовых затрат. Это является одной из причин повышенного научного и практического интереса к методам интеллектуальной обработки данных при поддержке принятия решений. К методам интеллектуального анализа данных относятся, основанные на приближенных решениях модели нечеткого вывода, нейронных и гибридных нейронных сетей, иммунные, генетические и, алгоритмы имитирующие поведение животных, и в общем воплощающие в себе комбинированные модели средства «Мягких вычислений».

Расширение сферы охвата проблем в задачах управления процессами, а также развитие и усложнение состава функций, выполняемых при управлении, ставит требование достижения результатов поддержки принятия решений на уровне человеческого суждения. Нечеткие модели, в свою очередь, позволяют описывать процессы и события реального мира лингвистическими термами на естественных языках, а механизм нечетких решений является прозрачным и понятным для человека. Эти очевидные преимущества расширяют возможности решения задач в различных

прикладных отраслях науки, техники и экономики, связанных с решением задач анализа, выбора, принятия решений, классификации и прогнозирования в процессе автоматического управления и мониторинга.

Вышеуказанные утверждения и выделенные проблемы обосновывают актуальность поставленной в настоящем исследовании цели по решению задач создания систем интеллектуального анализа данных на основе моделей теории нечетких множеств и снижения погрешностей в альтернативах для поддержки принятия решений за счет правильного выбора и настройки параметров нечеткой модели.

Данная исследовательская работа служит для обеспечения выполнения задач, поставленных законами Республики Узбекистан «Об информатизации», «Об электронном документообороте», Постановлением Президента Республики Узбекистан ПП-1989 «О мерах по дальнейшему развитию Национальной информационно-коммуникационной системы Республики Узбекистан» от 27 июня 2013 года, а также постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан №355 «О мерах по внедрению оценки состояния развития информационно-коммуникационных технологий в Республике Узбекистан» от 31 декабря 2013 года.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Программа развития научных исследований по информационно-коммуникационным технологиям Республики Узбекистан на 2008-2015 гг.; ГНТП-14 – «Разработка современных информационных систем, интеллектуальных средств управления и обучения, БД и программных продуктов, обеспечивающих широкое развитие и внедрение информационных и телекоммуникационных технологий»; ГНТП-17 – «Разработка современных информационных систем, интеллектуальных средств управления и обучения, научно-технических БД и программных продуктов, обеспечивающих широкое развитие и внедрение информационных и телекоммуникационных технологий»; ППИ-5 – «Разработка информационных технологий, телекоммуникационных сетей, аппаратно-программных средств, методов и систем интеллектуального управления и обучения, направленных на повышение уровня информатизации общества».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации. Научные исследовании по применению средств «Мягких вычислений» и разработке нового поколения алгоритмов для интеллектуального анализа данных, классификации и прогнозирования процессов и объектов ведутся в ряде научно-исследовательских центрах и университетах, таких как Калифорнийский университет, Массачусетский технологический институт, академия Microsoft, Исследовательский центр Oracle (США), Киотский университет, Токийский технологический университет (Япония), Университет Инха, Сеульский национальный университет науки и технологий, Университет Инчо (Южная Корея), Технологический университет северного Китая (КНР), Москвский технический университет,

Московский государственный университет, Вычислительный центр РАН, Новосибирский государственный университет (Россия), Варшавский технологический университет (Польша).

В последние годы по направлений исследования диссертации получены следующие существенные результаты: разработка и внедрение систем интеллектуального анализа данных привели к уменьшению погрешности анализа данных и прогнозирования на 10-15% (Массачусетский технологический институт, академия Microsoft, Исследовательский центр Oracle, Московский государственный технический университет, Вычислительный центр РАН, Университет Инха, Сеульский Национальный университет науки и технологий, Университет Инчо); определено снижение погрешности классификации при применении средств «Мягких вычислений» в случае слабой формализованности признаков, описывающих объект, на 20-25% (Технологический университет северного Китая, Калифорнийский университет, Сеульский национальный университет науки и технологий, Новосибирский государственный университет).

В настояшее время активно ведутся исследования по развитию средств «Мягких вычислений» в рамках интеллектуального анализа данных, приоритетными направлениями являются исследования по расширению возможностей средств анализа, направленных на минимизацию погрешностей альтернатив поддержки принятия управленческих решений при увеличивающихся объемах обрабатываемой информации и характеристик ее элементов.

Степень изученности проблемы. В результате развернутых широкомасштабных исследований по разработке систем интеллектуального анализа данных описания объекта получены развитые теоретические и практические приложения. Весомые результаты теоретических основ построения и исследования вопросов практического внедрения систем поддержки принятия решений и целевого мониторинга в различных сферах на основе применения теории нечетких множеств, систем интеллектуального анализа и обработки информации, систем принятия решений получены в работах ведущих мировых ученых Л.Заде, Р.Ягера, А.Коффмана, Ж.Клира, Е.А.Мамдани, Терано, Сугено, Асаи, А.Н.Аверкина, А.Н.Борисова, Д.А.Поспелова, Р.А.Алиева, Ф.Херера, Т.Фукудо, Ч.Карра, М.Лозано, М.Сакава, О.Кордона, Ж.Касилласа, Ф.Хоффмана, Р.Янга, В.Круглова, А.Ротштейна, С.Штобва и т.д.

В нашей Республике также ведутся активные исследования по разработке систем интеллектуального анализа данных на основе моделей теории нечетих множеств. Уместно отметить результаты исследований в этой области Т.Ф.Бекмуратова, М.М.Комилова, М.А.Рахматуллаева, Ш.Х.Фозилова, Д.Т.Мухамедиевой, Н.А.Игнатьева, А.Х.Нишанова.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высших учебных заведений отражена в следующих проектах: государственный научно-технический проект

(ГНТП)-17: Разработка современных информационных систем, интеллектуальных средств управления и обучения, научно-технических баз данных и программных продуктов, обеспечивающих широкое развитие и внедрение информационных и телекоммуникационных технологий (2009-2011 гг.); государственный научно-технический проект (ГНТП)-5: Разработка информационных технологий, телекоммуникационных сетей, аппаратно-программных средств, методов и систем интеллектуального управления и обучения, направленных на повышение уровня информатизации общества (2012-2014 гг.).

Цель исследования разработка методов, моделей и программно-алгоритмического обеспечения систем интеллектуального анализа данных на основе механизмов математического аппарата теории нечетких множеств для поддержки решений управленческих задач целевого мониторинга слабоформализованных процессов и объектов, а также внедрение результатов исследований в системах поддержки принятия слабоструктурированных решений.

Для достижения цели сформулированы следующие **задачи исследования**:

изучение и системный анализ состояния исследований по проектированию систем целевого мониторинга и интеллектуального анализа;

исследование теоретико-методологических основ разработки модели и методов принятия решений в условиях нечеткости;

формирование математической постановки задачи построения стратегии принятия слабоструктурированных решений при логико-лингвистическом отображении данных;

разработка метода организации баз правил для построения нечеткой модели систем мониторинга и интеллектуального анализа данных;

построение нечеткой модели идентификации и разработка методов настройки параметров базы нечетких правил в системах интеллектуального анализа данных;

исследование и разработка методов нечеткого подхода при решении задач построения многокритериальных моделей принятия решений, классификации и прогнозирования в условиях нечеткости исходных данных и слабой структурированности задач;

внедрение разработанных методов, моделей, алгоритмических и программных средств интеллектуального анализа данных в системах поддержки принятия слабоструктурированных решений, проведение сопоставительного анализа полученных результатов и проверка эффективности разработок.

Объект исследования: системы мониторинга и интеллектуального анализа данных для поддержки принятия решений на основе данных описания объектов и процессов.

Предмет исследования – модели интеллектуального анализа данных для поддержки принятия решений при организации интеллектуальных

систем на основе нечетко-множественного подхода, а также методы, модели и алгоритмы настройки их параметров.

Методы исследований. В процессе исследования применены методы интеллектуального анализа данных, теории нечетких множеств, теории вероятности и управления, экспертные оценки, модели принятия слабоструктурированных решений, настройки параметров нечеткой модели, нечеткие методы прогнозирования и классификации, методы алгоритмизации и объектно-ориентированного программирования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработан метод построения баз правил для реализации нечеткой модели при создании систем мониторинга и интеллектуального анализа поддержки принятия решений;

разработана математическая модель построения стратегии принятия слабоструктурированных решений при логико-лингвистическом отображении для создания систем целевого мониторинга и интеллектуального анализа данных;

разработана методика настройки параметров нечетких баз знаний на основе модифицированного градиентного метода и марковской модели для повышения эффективности механизма поддержки принятия управленческих решений системы целевого мониторинга и интеллектуального анализа данных;

предложено описание методов и моделей интеллектуального анализа данных на основе нечеткого подхода в слабоформализованных задачах;

разработаны рекуррентные уравнения на основе аппарата теории нечетких множеств для нахождения оптимальной стратегии в нечетких моделях целевого мониторинга;

разработаны принципы, критерии и требования построения интеллектуальных систем принятия управленческих решений на основе методов и алгоритмов интеллектуального анализа данных;

разработаны модели и алгоритмы решения задач прогнозирования и классификации на основе интеллектуального анализа данных при принятии управленческих решений.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработанные на основе математического аппарата нечетких множеств для использования в качестве элементов систем интеллектуального анализа данных при решении слабоструктурированных управленческих задач программные средства «Классификация сложных объектов на основе нечетких правил принятия решений» и «ИКТ-мониторинг» обеспечивают повышение точности классификации и прогнозирования в задачах социальной и экономической сферы;

метод реализации базы нечетких правил при построении нечеткой модели поддержки принятия управленческих решений целевого мониторинга даёт возможность формирования знаний об объектах и формализации экспертных знаний. Настройка параметров баз нечетких правил и алгоритмы

выбора альтернатив повышают точность результатов до 97-99,3%, а производительность повышается в 1,5-2 раза исходя из характера задач;

разработан алгоритм и программное обеспечение решения задачи прогнозирования выращивания сельскохозяйственной продукции на основе разработанных методов и моделей интеллектуального анализа. Результаты превосходят существующие показатели на 0,5-3%. В частности, при решении задач прогнозирования себестоимости и урожайности хлопка-сырца точность составила 96,5-99,8%;

разработаны алгоритмы реализации целевого мониторинга, поддержки принятия решений на основе методов настройки параметров нечеткой модели, отображены результаты применения к задачам классификации. При решении прикладных задач отбора и классификации сортов хлопка в Управлении сельского и водного хозяйства, классификации документооборота в Управлении среднего специального профессионального образования Джизакского вилоята осуществлены экспериментальные исследования и зарегистрирована точность в 92-95%.

Достоверность результатов исследования обосновывается тем, что проведено математическое исследование предложенных методов и моделей интеллектуального анализа данных при целевом мониторинге и поддержке принятия управленческих решений, осуществлен сравнительный анализ полученных формул и выкладок с реальными и экспериментальными данными на основе общепринятых критериев. Для оценки результатов исследований на их непротиворечивость протестирована эффективность программных комплексов для решения задач классификации и прогнозирования по объединенным данным.

Сравнительный анализ эффективности программных средств для алгоритмов с нечетким подходом проведен по критерию минимизации ошибок целевого мониторинга, в альтернативах поддержки принятия управленческих решений в условиях нечеткости исходных данных и слабоформализованных сложных задач.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость полученных результатов исследования заключается в том, что предложенные методы, модели, алгоритмы и программные средства поддержки принятия решений слабоформализованных задач служат развитию теории построения систем целевого мониторинга и интеллектуального анализа данных с помощью настройки параметров нечеткой модели, методов идентификации, обеспечивающих прозрачность и простоту принятия решений в слабоформализованных задачах на основе нечеткой модели и логико-лингвистического отображения данных, интеллектуальной обработки исходной информации, классификации и прогнозирования.

Практическая ценность работы заключается в применении разработанных моделей и алгоритмов в составе систем интеллектуального анализа информационных ресурсов как средств формирования систем

поддержки принятия решений и в повышении показателей точности решений решения задач прогнозирования сельхоз культур при реализации разработок на 2-5%. Производительность анилиза данных при формировании решений для поддержки принятия управленческих решений повышена более чем в 1.5-2 раза. Разработанная база нечетких правил позволяет усовершенствовать аппарат нечетких выводов для принятия слабоструктурированных решений.

Внедрение результатов исследования. Автоматизированная информационная система «АКТ мониторинг» применена при мониторинге процессов внедрения информационно-коммуникационных технологий в национальной сети «Электронное образование», автоматизации элементов управления Министерства высшего и среднего специального образования, а методы, модели и алгоритмы поддержки принятия решений в системах управления применены при формировании комплекса информационных систем «Таълим» в рамках системы «Электронное правительство». Внедрение средств и методов обработки информации, информатизации, а также других научных разработок позволили достичь уменьшения расходов на организацию процесса на 12% (Справка Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан № 89-01-129 от 25.05.2015 года).

Программные комплексы «ПРАСК-2» и «Нечеткая классификация» применены при решении задач формирования альтернатив поддержки принятия решения в управлении Сельского и водного хозяйства, а также в управлении среднего специального профессионального образования Джизакского вилоята. В результате прогнозирования себестоимости продукции и урожайности достигнута рачительность ресуров на 5% за счет классификации оптимального состава электронных документов и контингента сотрудников производительность работ увеличена на 12%, общая годовая экономическая эффективность составила 215,5 млн. сум (Справка хокимята Джизакского вилоята №04-229 от 02.04.2015 года).

Апробация результатов исследования. Результаты исследования апробированы на 15 научно-практических конференциях, в том числе на 12 международных симпозиумах и семинарах, в частности на «ICEIC 2008». The 9th International conference on Electronics, information, and Communication (Tashkent-2008), «WCIS-2008» World conference on Intelligent Systems for Industrial Automation. (Tashkent-2008, 2010), Международном Симпозиуме «Интеллектуальные системы» (INTELS'2008, 2010 - г.Нижний Новгород, г.Владимир, Россия), II Всероссийской конференции «Знания – Онтологии – Теории» (Новосибирск-2009), Международной конференции «Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий – Ал Хоразмий 2009» (Ташкент-2009), Республиканской научной конференции «Новые теоремы молодых математиков – 2009» (Наманган-2009), The 4th international conference on «Application of information and communication technologies» (Tashkent-2010), Ninth International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing: (ICAFS-2010. – Prague, Czech Republic-

2010), Республиканских научно-практических конференциях «Инфокоммуникационные технологии» (Ташкент-2010), Современное состояние и перспективы развития информационных технологий (Ташкент-2011), Международной Азиатской школе «Проблемы оптимизации сложных систем» (Ташкент-2011), Объединенном семинаре «Методы управления и моделирования» Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирского государственного университета и Новосибирского государственного технического университета.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 41 научных работ, в том числе 4 научных статьи в международных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав с выводами, списка использованной литературы, заключения, 13 приложений, содержит 200 страниц текста, включает 54 рисунка и 14 таблиц.

Основное содержание диссертации

Во введении приводятся обоснование актуальности и востребованности диссертационного исследования, описание цели и основных задач, а также объектов и предметов, соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, научная новизна и практические результаты, теоретическая и прикладная значимость результатов, сведения об опубликованности работ и структуре диссертации.

В первой главе «Системный анализ современной состоянии систем интеллектуального анализа данных» приведен анализ работ по разработке и использованию систем интеллектуального анализа данных и применения аппарата теории нечетких множеств при решении различных прикладных задач. Описаны вопросы реализации основных целей и задач диссертационной работы. В частности, проведен анализ подходов к решению задач прогноза и классификации, являющихся составными элементами систем интеллектуального анализа, изучены методы формирования баз нечетких правил при реализации этих подходов, а также методы и модели разработки систем поддержки принятия решений при нечеткости исходных данных, сформулирована общая математическая постановка задачи построения стратегии принятия слабоструктурированных решений при логико-лингвистическом отображении данных.

Описаны теоретические основы построения интеллектуальных систем, приводятся организационные элементы и функциональные составляющие интеллектуальных систем. Изложены обоснованные соответствующими утверждениями нечеткие подходы к построению интеллектуальных систем.

На примере задач прогнозирования и классификации осуществлен анализ работ по организации систем поддержки принятия решений, которые являются одной из основных подсистем интеллектуальных систем.

Проведен системный анализ моделей и методов принятия решений в нечетких условиях, классификации и систематизации. Описаны статические

и динамические модели систем принятия решений, составные части пяти взаимосвязанных подмножеств принятия решений по конкретной предметной области и четыре этапа процедуры принятия решений по предметной области. Изложены три состояния нечеткого описания задачи принятия решений.

Далее сформулирована общая математическая постановка задачи построения стратегии принятия слабоструктурированных решений при логико-лингвистическом отображении данных, описаны определения и процедуры нечетких множеств, размерности вероятностей, нечеткие отношения последовательностей.

Наряду с этими приведена обобщенная структура системы принятия решений на основе проведенного системного анализа и определений. Обобщенная структура реализации системы принятия решений служит основой для предлагаемых подходов построения нечетких моделей. (рис.1.)

Осуществлена реализация настройки параметров нечеткой модели путем идентификации нечеткой модели и решены задачи структурной и параметрической идентификации. В процессе настройки, нечеткой модели, а также с ее помощью сформировывается нечеткая база правил, что является ключевым моментом формирования баз знаний.

Вторая глава «Методы интеллектуального анализа данных, поддерживающие принятия решений в системах целевого мониторинга» посвящена разработке нечетких моделей задач идентификации на основе нечетких правил при построении интеллектуальных систем, разработан подход к формированию экспертных оценок при идентификации нечетких моделей.

При построении идентификационной модели рассмотрены задачи, связанные с разработкой системы нечетких выводов и предложено для получения выводов использовать модели Мамдани и Синглтона.

Рисунок 1. Обобщенная структура реализации системы принятия решений

Для структурной идентификации предложен подход кластерного анализа и субъективного распределения данных, на основе которых разработан метод решения задачи проектирования нечетких баз правил.

Решены задачи, связанные с формированием экспертных оценок при построении нечеткой идентификационной модели. Разработан алгоритм построения модели прогнозирования урожайности в условиях нечеткости исходных данных, использующий механизм и процедуры логических выводов.

В общем виде задача прогнозирования в условиях неопределенности формулируется следующим образом.

Заданы: $X = (x_1, x_2, ..., x_n)$ – входные параметры, характеризующие значения внешней среды прогнозируемой ситуации и описывающие варианты решений; $Y = (y_1, y_2, ..., y_m)$ – выходные параметры, характеризующие значения прогнозируемой ситуации и описывающие последствия (исходы), возможные в результате реализации решений; $W = (W_1, W_2, ..., W_l)$ – параметры оценок решений и их исходов; $P = (P_1, P_2, ..., P_k)$ – параметры неопределенности во входных и выходных параметрах и их оценках.

Модель прогнозирования описана в виде

$$\mathrm{M}_{prog} = < X, Y, W, P > . \qquad (1)$$

Модель прогнозирования (1) включает:

- модель проблемной ситуации прогнозирования

$$\mathrm{M}_Y = < X, Y, P_{Y,X} > ;$$

- модель оценки прогнозных значений Y

$$\mathrm{M}_W = < \mathrm{M}_Y, W, P_{W,Y} > , \qquad (2)$$

где $P_{Y,X}$ – параметры неопределенности входных и выходных параметров;

$P_{W,Y}$ – параметры неопределенности оценок Y; $P = (P_{Y,X}, P_{W,Y})$.

Модель (2) реализует отображение $F : (X, W, P) \to Y$. С учетом этого рассматриваемую задачу прогнозирования можно представить в виде

$$Y = F(X, W, P). \qquad (3)$$

Оператор F при наличии параметров неопределенности $P = (P_{Y,X}, P_{W,Y})$ представляется, как правило, в виде мягких моделей. Наиболее распространенными моделями такого типа являются продукционные и нейросетевые, входные и выходные параметры которых представляются в виде нечетких термов.

В работе исследуется задача прогнозирования урожайности хлопчатника, в которой структура общей модели (3) описывается нечеткой моделью типа Сугэно. В рассматриваемой постановке предлагаемая модель представляется совокупностью нечетких правил продукций (лингвистических высказываний) следующего вида

ЕСЛИ $[(x_1 = a_1^{j1}) И (x_2 = a_2^{j1}) И ... И (x_n = a_n^{j1})]$ (с весом w_{j1})

ИЛИ $[(x_1 = a_1^{j2}) И (x_2 = a_2^{j2}) И ... И (x_n = a_n^{j2})]$ (с весом w_{j2})

.
.
.

(4)

ИЛИ $[(x_1 = a_1^{jp_j}) И (x_2 = a_2^{jp_j}) И ... И (x_n = a_n^{jp_j})]$ (с весом w_{jp_j}),

.
.
.

ИЛИ $[(x_1 = a_1^{jk_j}) И (x_2 = a_2^{jk_j}) И ... И (x_n = a_n^{jk_j})]$ (с весом w_{jk_j}),

ТО $y_j = b_{j,0} + b_{j,1} \cdot x_1 + b_{j,2} \cdot x_2 + ... + b_{j,n} \cdot x_n$ для всех $j = \overline{1,m}$,

где: $j = \overline{1,m}$ – номер правила;

$a_i^{jp_j}$ – лингвистический терм, которым оценивается переменная x_i в строке-конъюнкции с номером $p_j = \overline{1,k_j}$ j – го правила;

k_j – количество строк-конъюнкций, соответствующих классу заключений y_j, значения которых оцениваются лингвистическим термом d_j;

w_{jp_j} – число в диапазоне [0,1], которое характеризует вес высказывания с номером jp_j.

x_i, $i = \overline{1,n}$ – входные переменные;

y_j – выходная переменная (прогнозное значение урожайности).

В общем случае в качестве термов для оценки входных и выходных параметров нечетких моделей прогнозирования используются квантификаторы типа: Очень низкий, Низкий, Ниже среднего, Средний, Выше среднего, Высокий, Очень высокий. Система продукционных правил (4), описывающая модель прогнозирования общего вида (1), представляется в нечеткой базе знаний систем принятия решений по прогнозной оценке урожайности.

Порядок правил матрицы экспертных знаний отражает связи выходного (прогнозируемого) терма модели исходя из начальных условий (4) периода посева и вегетации в сельском хозяйстве. Начальные условия (4), в свою очередь, описывают конкретную комбинацию термов входных переменных модели.

Далее изложены вопросы разработки модели идентификации в виде системы нечетких выводов, состоящей из нечетких правил путем реализации систем выводов в моделях типа Синглтона и Мамдани.

Приведены метод и алгоритм решения задачи построения модели на основе предложенных баз нечетких правил. Метод и алгоритм являются составными элементами систем интеллектуального анализа данных для поддержки приянтия решений.

Предложен метод построения базы нечетких правил, на основе численных данных, достоинства которого заключаются в простоте и высокой эффективности. Этот метод позволяет объединять количественную информацию в форме обучающих данных с лингвистической информацией,

имеющей вид базы правил, за счет дополнения имеющейся базы правилами, созданными на основе численных данных.

Допустим, что мы создаем базу правил для нечеткой системы с n входами и одним выходом. Очевидно, что для этого необходимы обучающие данные в виде множества пар

$$(x_1(i), x_2(i), \ldots, x_n(i), d(i)),\ i=1,2,\ldots,$$

где $x_1(i), x_2(i), \ldots, x_n(i)$ – сигналы, подаваемые на вход модуля нечеткого управления, а $d(i)$ – ожидаемое (эталонное) значение выходного сигнала.

Пусть X – метрическое пространство и $r : X \to R$ определенная на нем метрика, $(X_1, \ldots, X_n) \subset X$ – последовательность элементов из X.

Тогда для каждого индекса i можно определить функцию, описывающую меру сходства j-ого элемента последовательности с i-ым элементом:

$$\xi_i : \{1, \ldots, n\} \to [0,1],$$

$$\xi_i(j) := 1 - \frac{d(X_i, X_j)}{\max\{d(X_i, X_k) \mid k \in \{1, \ldots, n\}\}}.$$

Для каждого индекса i определяется функция, описывающая меру сходства k-ого и l-ого элемента относительно i-ого элемента:

$$\varsigma_i : \{1, \ldots, n\}^2 \to [0,1],$$

$$\varsigma_i(k,l) := 1 - \left|\xi_i(X_k) - \xi_i(X_l)\right|.$$

Определяется рекурсивная функция для $k = 1, 2, \ldots, n$

$$\mu : \{1, \ldots, n\}^2 \to [0,..1],$$

$$\begin{cases} \mu^{(1)}(i,j) := \mu(i,j), \\ \mu^{(k)}(i,j) := \max\left\{\min\left\{\mu^{(k-1)}(i,s), \mu^{(k-1)}(s,j)\right\} \mid s \in \{1, \ldots, n\}\right\}. \end{cases} \tag{5}$$

$$\mu^{(k)}(i,i) = 1, \forall i, k. \tag{6}$$

$$\mu^{(k)}(i,j) \geq \mu^{(k-1)}, \forall k > 2.$$

Для $\alpha \in [0,1]$ и $i, j_1, \ldots, j_k, j \in \{1, \ldots, n\}$ справедливо:

$$\mu(i, j_1), \ldots, \mu(j_k, j) \geq \alpha \Rightarrow \mu^{(k)}(i,j) \geq \alpha.$$

Пусть $\alpha \in [0,1]$, $i, j, k \in \{1, \ldots, n\}$ и $\mu^{(k)}(i,j) \geq \alpha$. Тогда существует такое число m и индексы $j_1, \ldots, j_m \in \{1, \ldots, n\}$, что

$$\mu(i, j_1), \ldots, \mu(j_m, j) \geq \alpha.$$

Пусть $\alpha \in [0,1]$, $i, j, m \in \{1, \ldots, n\}$ и $\mu^{(n)}(i,j) \geq \alpha, \mu^{(n)}(j,m) \geq \alpha$.

Тогда

$$\mu^{(n)}(i,m) \geq \alpha \quad .$$

Для $\alpha \in [0,1]$ определим на множестве $\{X_1, \ldots, X_n\}$ бинарное отношение $R_\alpha \subset \{X_1, \ldots, X_n\}^2$ следующим образом:

$$\left(X_i, X_j\right) \in R_\alpha :\Leftrightarrow \mu^{(n)}(i,j) \geq \alpha.$$

Отношение R_α является отношением эквивалентности, которое разбивает множество $\{X_1,...,X_n\}$ на непересекающиеся классы эквивалентности. Два элемента X_i, X_j входят в один класс эквивалентности тогда и только тогда, когда значение функции $\mu^{(n)}$ от этих элементов велико, что на основании (5), (6) эквивалентно существованию последовательности пар элементов $(X_i, X_{j_1}),(X_{j_1}, X_{j_2}),...,(X_{j_r}, X_j)$, на которых значение функции μ велико. По определению μ означает близость элементов каждой пары друг другу, т.е. два элемента входят в один класс эквивалентности тогда и только тогда, когда между ними есть последовательность попарно близких друг к другу элементов.

Задача системы интеллектуального анализа данных для поддержки принятия управленческих решений заключается в формировании таких нечетких правил, чтобы сконструированный на их основе модуль управления при получении входных сигналов генерировал имеющие наименьшую погрешность выходные сигналы. Ниже приводится алгоритм построения базы нечетких правил:

Шаг 1. Разделение пространств входных и выходных данных на области.

Представим, что известно минимальное и максимальное значение каждой входной и выходной информации. По ним можно определить интервалы, в которых находятся допустимые значения. Для входного сигнала x_i такой интервал обозначим через $[x_i^-, x_i^+]$. Если значения x_i^- и x_i^+ неизвестны, то можно воспользоваться обучающими данными и выбрать из них соответственно минимальное и максимальное значения. Аналогично для эталонного сигнала d определим интервал $[d^-, d^+]$. Пользуясь введенными качественными термами и знаниями эксперта представим соотношения в виде таблицы.

Шаг 2. Построение нечетких правил на основе обучающих данных. Вначале определим степени принадлежности обучающих данных $(x_1(i), x_2(i),...,x_n(i), d(i))$, *i=1,2,...,* к каждой области, выделенной на шаге 1. Эти степени будут выражаться значениями функций принадлежности соответствующих нечетких множеств для каждой группы данных.

Аналитическая модель функции принадлежности имеет вид:

$$\tilde{\mu}^j(u) = \frac{1}{1+\left(\frac{u-b}{c}\right)^2}.$$

Шаг 3. Назначение каждому правилу степени истинности.

Как правило, в наличии имеется большое количество пар обучающих данных, по каждой из них может быть сформулировано одно правило, поэтому существует высокая вероятность того, что некоторые из этих правил окажутся противоречивыми. Это относится к правилам с одним и тем же условием, но с разными выводами. Один из методов решения этой проблемы заключается в назначении каждому правилу так называемой степени

истинности с последующим выбором из противоречащих друг другу правил того, у которого эта степень окажется наибольшей. Таким образом, не только разрешается проблема противоречивых правил, но и значительно уменьшается их общее количество.

Шаг 4. Создание базы нечетких правил.

Создать таблицу $\beta(l)=0$; $l=\overline{1,L}$.

Выбрать очередную пару данных $(x_1(i),x_2(i),\ldots,x_n(i),d(i))$, *i=1,2,…,*

Установить степень истинности правила

$$\mu^{d_j^*}\left(x_1^*,x_2^*,\ldots,x_n^*\right)=\max_{j=\overline{1,n}}\left[\mu^{d_j}\left(x_1^*,x_2^*,\ldots,x_n^*\right)\right].$$

Если $\beta(l)<\mu^{d_j^*}\left(x_1^*,x_2^*,\ldots,x_n^*\right)=\max_{j=\overline{1,n}}\left[\mu^{d_j}\left(x_1^*,x_2^*,\ldots,x_n^*\right)\right]$,

то $\beta(l)=\mu^{d_j^*}\left(x_1^*,x_2^*,\ldots,x_n^*\right)=\max_{j=\overline{1,n}}\left[\mu^{d_j}\left(x_1^*,x_2^*,\ldots,x_n^*\right)\right]$

Шаг 5. Дефаззификация.

Для вычисления выходного значения y применяется метод дефаззификации по среднему центра.

Третья глава «Методы построения нечеткой базы правил интеллектуального анализа данных в системах целевого мониторинга» посвящена разработке методов параметрической идентификации при представлении моделей, исследуемых объектов в виде нечетких баз правил.

Предложен градиентный метод с n переменными для настройки параметров баз нечетких правил. Для нечетких моделей типа Синглтон с n входными переменными, разделенными на l лингвистических термов, рассмотрен градиентный алгоритм обучения. Здесь для обучающих выборок, заданных в виде $(x_1^*,x_2^*,\ldots x_n^*,y^*)$, предложена целевая функция минимизации погрешности решений:

$$E=\frac{1}{2}(y^*-y)^2,$$

где y^* – желаемое выходное значение, y – выходное значение $y=(y_1,\ldots,y_m)$ полученное в результате нечеткого вывода.

Здесь:

$$y_{\dot{k}}=(\mu_{\dot{k}^1}r_{i_1}+\mu_{\dot{k}^2}r_{i_2}+\ldots+\mu_{\dot{k}^l}r_{i_l})/(\mu_{\dot{k}^1}+\mu_{\dot{k}^2}+\ldots+\mu_{\dot{k}^l}).$$

Значение консеквента правила r_{ij} на $t+1$-ом шаге определяется следующим образом:

$$r_{ij}(t+1)=r_{ij}(t)-\gamma\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial y_{ij}(t)}=y_{i+1}(t)+\gamma(y^*-y)\cdot\frac{\prod_{k=1}^{h}\partial\mu_{ij}(x_i^*)}{(\sum_{k=1}^{l}\mu_{i\dot{k}})^2}.$$

Значения параметров на $t+1$-ом шаге определяются следующим образом:

$$\grave{a}_{ij}(t+1) = a_{ij}(t) - \alpha(y^* - y) \cdot \frac{r_{ij}\sum_{\dot{k}=1}^{l}\mu_{i\dot{k}} - \sum_{\dot{k}=1}^{l} r_{i\dot{k}}\mu_{i\dot{k}}}{(\sum_{\dot{k}=1}^{l}\mu_{i\dot{k}})^2} \cdot \frac{(x_i^* - a_{ij}) \cdot \mu_{ij}(x_i^*)}{b_{ij}^2};$$

$$b_{ij}(t+1) = b_{ij}(t) - \beta(y^* - y) \cdot \frac{r_{ij}\sum_{\dot{k}=1}^{l}\mu_{i\dot{k}} - \sum_{\dot{k}=1}^{l} r_{i\dot{k}}\mu_{i\dot{k}}}{(\sum_{\dot{k}=1}^{l}\mu_{i\dot{k}})^2} \cdot \frac{(x_i^* - a_{ij})^2 \cdot \mu_{ij}(x_i^*)}{b_{ij}^3}.$$

В работе также реализованы подходы для колоколообразной, параболических, треугольных, трапециевидных функций принадлежностей.

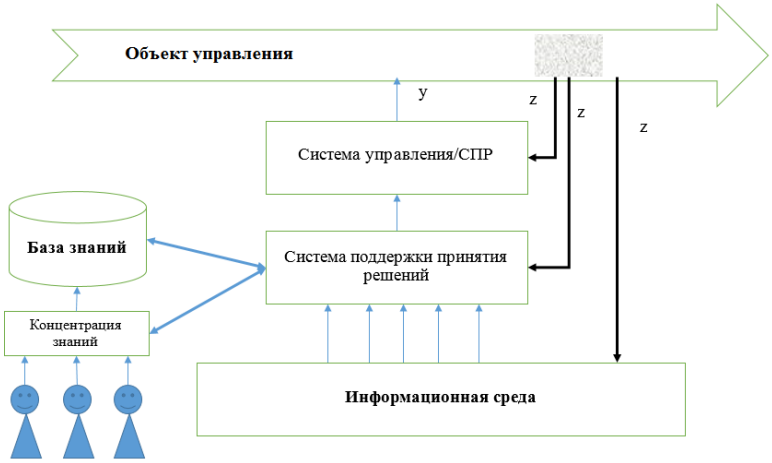


Рисунок 2. Взаимосвязанность элементов при реализации управления

Наряду с этим обоснована взаимосвязь между элементами при автоматизации процесса управления в рамках исследования (рис.2).

Здесь информационная среда создаёт систему поддержки принятия решений с помощью базы знаний и системы концентрации знаний, в свою очередь эта система является составляющей системы управления, с помощью которого вырабатывается управляющая воздействия.

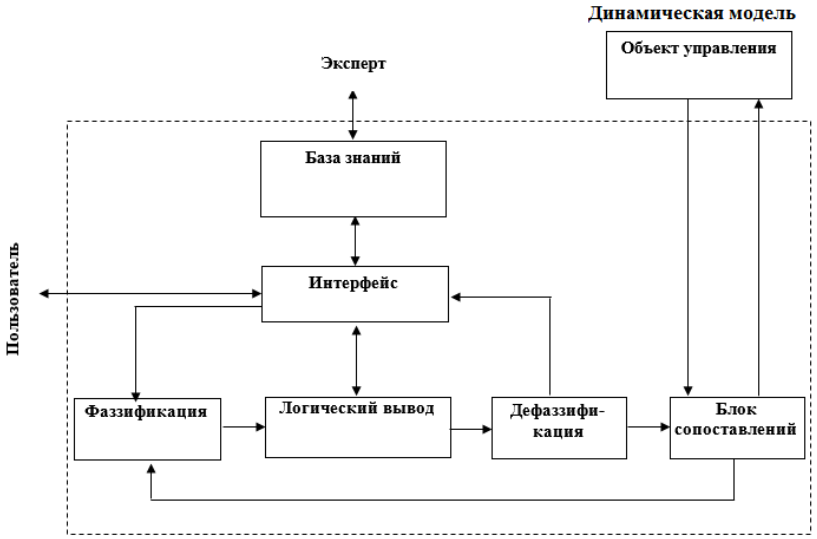


Рисунок 3. Структура системы поддержки принятия решений с подходам теории нечетких множеств

Структура механизма управления основанная на теории нечетких множеств приведена на рис.3. Блок сопоставления уточняет степень истинности решений в соответствие с альтернативом решений полученных логическим выводам сформированные экспертами по предметной области, а также динамической модели управляемого объекта. После этого альтернативы решений предоставляются пользователю или лицу принимающему решения.

Четвертая глава «Модели принятия решений в системах интеллектуального анализа данных» посвящена разработке методов принятия решений в системах интеллектуального анализа данных.

Дана формальная постановка задачи принятия решений в четких и нечетких условиях и описаны модели принятия решений в условиях нечеткости исходной информации.

Введение понятий нечетких множеств и отношений позволило построить модель среды принятия решений С с нечетко заданными характеристиками в виде формальной схемы $\{\Phi, \Theta, F\}$.

Модель-1. Рассматривается нечеткое множество $A_\Theta = \{(\theta_j, \mu_j)\}_{\theta_j \in \Theta}$, выводимое из заданного полноценного множества $\Theta = \{\theta_1, ..., \theta_n\}$ в допустимом состоянии среды С, где функция принадлежности μ в Θ определяется как $\mu(\theta) = \mu_j \ при\ \theta = \theta_j \quad (j = 1, ..., n)$.

В качестве интерпретации такого нечеткого множества A_Θ орган управления Y реализует разделение состояний среды C, в которых возможно полноценное множество Θ, затем на основе функции принадлежности $\mu\ (\theta)$ выводимой из нечетких отношений, определяется нечеткое множество A_Θ.

Модель-2. Рассматривается нечеткое полноценное вероятностное событие $A_\Theta = \{(\theta, \mu_A(\theta)) : P\{\theta = \theta_j\} = p_j (j = 1, ..., n)\}$, которое возникает по данным полноценных множеств $\Theta = \{\theta_1, ..., \theta_n\}$ в допустимых состояниях среды С и распределений $p = (p_1, ..., p_n)$ (здесь за функцию принадлежности $\mu_A(\theta)$ принимается принадлежность элемента $\theta \in \Theta$ к A_Θ).

В качестве интерпретации такого нечеткого полноценного случайного события $\grave{A}_\Theta$ в состоянии принятия решений $\{\Phi, A_\Theta, F\}$ орган управления Y распределяет допустимые состояния среды С на полноценное множество Θ, затем вычисляет среду случайного распределения вектора $p = (p_1, ..., p_n)$, далее на основе функции принадлежности $\mu^0(\theta)$ четкое множество Θ заменяется на нечеткое множество $\{(\theta \mu^0(\theta))\}_{\theta \in \Theta}$, и наконец орган управления Y рассматривает нечеткое полноценное случайное событие $\grave{A}_\Theta$ в $\mu_A(\theta) = \mu_0(\theta)$ как модель характеристик среды С.

Модель-3. Рассматривается нечеткое случайное событие $A_\Theta = \{(\Theta_j, \mu_j), P(\theta \in \Theta) = \overline{p}_i \quad (i = 1, ..., \overline{n})\}$, возникающее по данным полноценного

множества $\Theta = \{\theta_1, ..., \theta_n\}$ при допустимых состояниях среды С и из распределения $\overline{p} = (\overline{p}_1, ..., \overline{p}_n^-)$, где μ_i – функция принадлежности по $\theta\, k\, \Theta_i$. В качестве интерпретации такого нечеткого полноценного случайного события $\grave{A}_\Theta$ в состоянии принятия решений $\{\Phi, A_\Theta, F\}$ орган управления Y определяет полноценное множество Θ, затем разделяет Θ на подмножества Θ_i, далее принимается, что θ попадает в Θ_j с вероятностью $\overline{p}_i$. На последнем этапе орган управления Y заменяет четкое множество Θ на объединение $\bigcup \Theta_i$ подмножеств Θ_i, или на нечеткое множество $\{(\Theta_i, \mu_i)\}_{i=1}^n$, при этом в качестве модели характеристик среды С выступает нечеткое случайное событие $\grave{A}_\Theta$.

Модель-4. Рассматривается нечеткое множество $A_\Theta = \{(\theta_i, \theta_j), \mu_{S_A}(\theta_i, \theta_j)\}_{i,j=1}^n$, определяющееся по данным полноценного множества $\Theta = \{\theta_1, ..., \theta_n\}$ в допустимых состояниях среды C и из нечеткого бинарного отношения $B(\mu, \varphi_\kappa)$, выводимого функцией принадлежности $\mu_{S_A}(\theta_i, \theta_j)$ на $\Theta \times \Theta$. В качестве нечеткого бинарного отношения можно использовать нечеткую подпоследовательность, нечеткую линейную последовательность и другие нечеткие отношения.

Модель-5. Рассматривается нечеткое случайное событие $A_\Theta = \{((\theta_i, \theta_j), \mu_{S_A}(\theta_i, \theta_j) : P\{\theta = \theta_j\} = p_j \ (j = 1, ..., n)\}$ определяющееся по данным данным полноценного множества $\Theta = \{\theta_1, ..., \theta_n\}$ в допустимых состояниях среды C и из распределений $\overline{p} = (\overline{p}_1, ..., \overline{p}_n^-)$ выводимых на Θ, а также нечетких отношений S_A с функцией принадлежности μ_{S_A}. Интерпретация модели реализуется также как в модели-2 с учетом интерпретации в модели-4.

В качестве результата исследований приводится алгоритм, разработанный на основе рекуррентных уравнений для нахождения оптимальных стратегий в простых моделях процесса принятия слабоструктурированных решений.

Для использования марковской модели (ММ) при распознавании образов необходимо решить три задачи:

вычислить эффективность $p(O|\lambda)$ – вероятности последовательности при заданных параметрах модели, если заданы последовательность наблюдений $O = O_1, O_2, ... O_T$ и модель $\lambda = (\grave{A}, G, \ddot{I})$;

определить соответствующую последовательность внутренних состояний $Q = q_1, q_2, ... q_T$, если заданы последовательность наблюдений $O = O_1, O_2, ... O_T$ и модель $\lambda = (\grave{A}, G, \ddot{I})$;

определить параметры модели $\lambda = (A, G, \Pi)$, исходя из критерия максимизации $p(O|\lambda)$.

Для решения основных задач ММ использованы следущие методы:

- эффективное вычисление вероятности генерации заданной последовательности;

- отыскание оптимальной последовательности состояний;
- обучение марковских моделей тестовыми последовательностями.

Пятая глава «Системы целевого мониторинга поддерживающие принятия решений анализа слабоструктурированных данных основанные на теории нечетких множеств» посвящена описанию разработанных систем формирования поддержки принятия решений на основе нечетко-множественного подхода, проведению вычислительных экспериментов и сопоставительному анализу полученных результатов. Приведены результаты применения разработанных систем на основе нечетко-множественного подхода в решениях задач анализа данных, отбора, классификации и прогноза в различных предметных областях.

Разработан алгоритм построения нечеткой базы знаний и системы нечетких выводов, в котором для настройки нечеткой модели использован метод горной кластеризации. Реализация алгоритма осуществлена на примере решения задачи прогнозирования урожайности хлопка сырца. Экспериментальные исследования проведены в среде Matlab.

На рис.4 проиллюстрированы полученные графические изображения, по которым без труда можно определить промежутки достижения высокой плодородности. При этом исходные данные задавались в следующем порядке: вход-1 – по типам почвы; вход-2 – по сортам; вход-3 – данные по режимам удобрений.

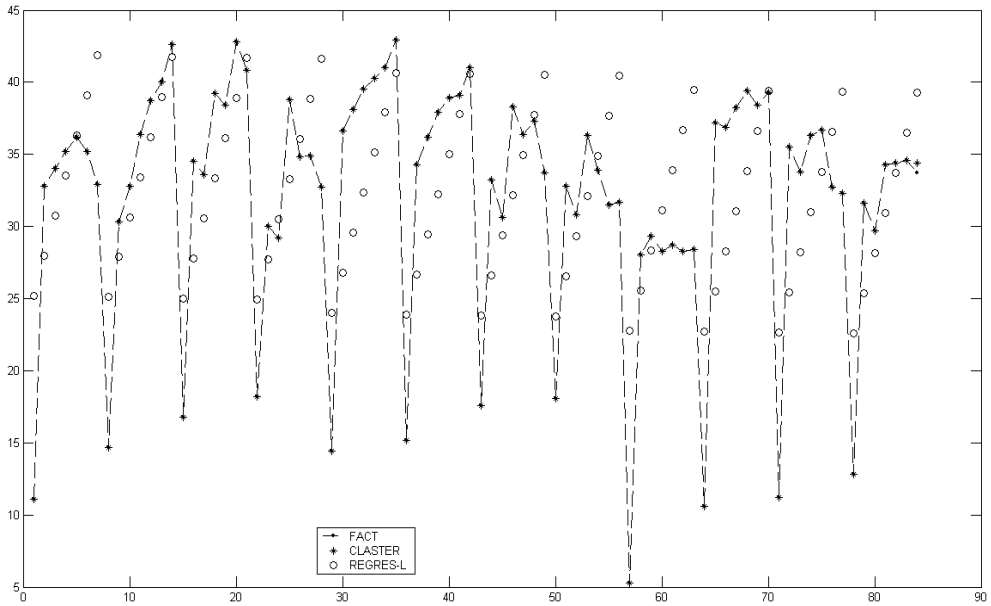


Рисунок 4. График реальных и прогнозных данных выращивания хлопка

Здесь:

- FACT – реальные показатели урожайности хлопка;
- CLUSTER – показатель урожайности хлопка, полученный с помощью нечеткой модели;
- REGRES-L – показатель урожайности хлопка, полученный с помощью регрессионной модели.

Результаты вычислительного эксперимента показали (рис.4) более высокую эффективность прогнозирования на основе моделей Сугэно (ошибка прогноза составляет (0,0-2,77) %) по сравнению с прогнозированием по регрессионной модели (ошибка прогноза равна (7,5-79,5) %).

Разработан алгоритм оценки и выбора альтернатив, применяемый при принятии решений в нечеткой среде. В качестве практической реализации решены задачи оценки зависимостей и выбора альтернатив прогнозирования урожайности хлопка.

Алгоритм решения задачи оценки и выбора альтернатив выполняется последовательностью следующих шагов:

1. Строятся матрицы предпочтений R_k с учетом только признака p_k.

2. Предполагая, что рассматриваемые признаки имеют различную степень важности, т.е. одни из них являются наиболее существенными, другие играют второстепенную роль, важность признаков характеризуется с помощью нечеткого отношения предпочтения признаков R.

3. Находится пересечение нечетких отношений $R_1,...,R_k$, которое обозначается через Q_1:

$$Q_1 = R_1 \cap R_2 \cap \cdots \cap R_k .$$

4. Аналогично находится для R недоминируемое множество $R^{НД}$. Полученные степени принадлежности $\mu_{R^{НД}}(p_1), \mu_{R^{НД}}(p_2),..., \mu_{R^{НД}}(p_k)$ обозначаются соответственно через $l_1, l_2,..., l_k$, которые используются при вычислении весовых коэффициентов $\lambda_m, m = \overline{1,m}$ для каждого из признаков.

5. Составляется матрица Q_2, элементы которой вычисляются по формуле:

$$\mu_{Q_2}(x, y) = \sum_{m=1}^{k} \lambda_m \mu_{R_m}(x, y).$$

6. Находится $Q_2^{НД}$ по алгоритму, описанному выше.

7. Строится пересечение $Q = Q_1^{НД} \cap Q_2^{НД}$.

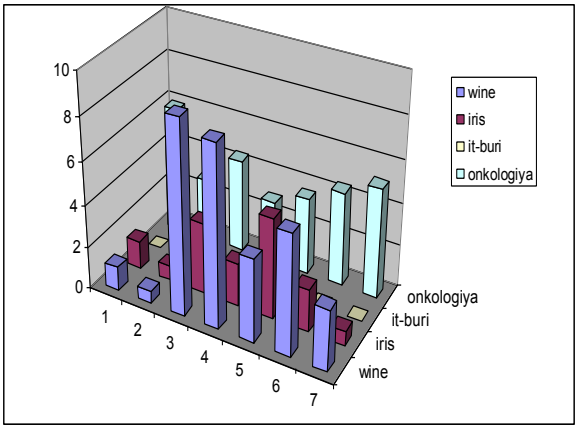
Выбор альтернативы, имеющей максимальное значение степени принадлежности в Q, считается рациональным.

Эксперимент проведен для задачи выбора лучшего из четырех селекционных сортов хлопчатника ($X = \{x_1, x_2,..., x_4\}$): С-4727, Ташкент 1, 108-Ф, 159-Ф по характеристикам ($P = \{p_1, p_2,..., p_5\}$): урожайность, длина волокна, прочность волокна, абсолютная масса семян, масличность семян.

Результаты ранжирования всех селекционных сортов показали, что сорт 108-Ф является наилучшим среди предложенных селекционных сортов хлопчатника, поскольку результирующее значение степени принадлежности этого сорта нечеткому множеству Q является наибольшим (0,96).

Далее в работе для практической реализации разработанных во второй главе методов и алгоритмов решены задачи классификации путем настройки

параметров модели при проектировании нечетких баз знаний. Приведен десятишаговый алгоритм построения модели типа Сугено, который реализован на примере решения задачи распознавания образов.



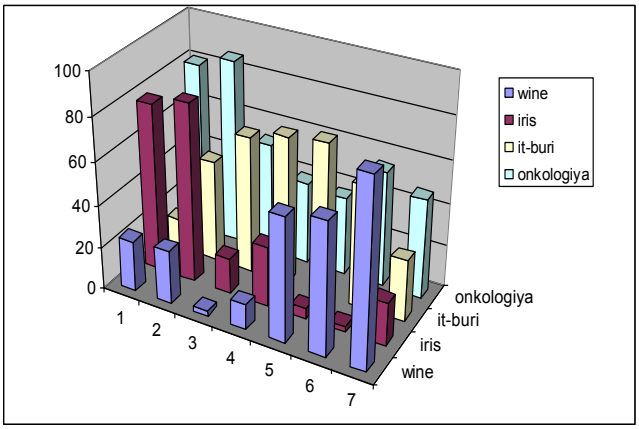


Рисунок 5. Результаты и сравнительные графики показателей выбора правил для четырех задач

При проведении экспериментальных исследований (на примере задач распознавания образов) особое внимание уделено реализации метода с нечетко-множественным подходом и решены следующие задачи:

- Использование нечетко-множественного подхода для решения поставленной задачи классификации.
- Формирование базы нечетких правил и достижение высокой эффективности результатов (высокий процент распознаваемости) наряду с сокращением множества правил путем настройки параметров нечеткой модели в процессе формирования баз нечетких правил.
- Проведение сравнительного анализа полученных результатов по разным задачам в виде таблиц и графиков (рис.5).

Рассмотрены четыре разные задачи: IRIS (150 объектов; 4 признака; 3 класса), WINE (177 объектов; 13 признаков; 3 класса), Собака-волк (42 объекта; 6 признаков; 2 класса), задача диагностики «Онкология» (136 объектов; 11 признаков; 4 класса).

Можно констатировать, что использование разработанного алгоритма построения баз правил на основе метода настройки нечеткой модели при решении задач распознавания образов приводит к следующим результатам:

1. Осуществлена настройка параметров баз нечетких правил.
2. Сокращена база нечетких правил.
3. Разработано программное обеспечение распознающей системы на основе нечетко-множественного подхода, проведены экспериментальные исследования.
4. В решениях задачи IRIS при количестве 20% и 83 % баз правил точность распознавания составляет 99,3%; в задаче WINE при количестве 24% баз правил точность распознавания составляет 99,4%; в задаче «Собака-волк» при количестве 15% баз правил точность распознавания составляет

100%; в задаче «Онкология» при количестве 39,7% баз правил точность распознавания составляет 97,1%.

5. Средний показатель полученных результатов (по выборкам из семи элементов) по погрешности распознавания составляет для IRIS – 2,09%; WINE – 4,48%; «Собака-волк» - 0 %; «Онкология» – 4,18%.

В **приложении** приводятся статистические данные, документы, подверждающие результаты внедрений теоретических исследований и практических разработок в деятельности организаций и предприятий, свидетельства на программные продукты Патентного Ведомства РУз.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе проведен системный анализ, разработаны методы, модели и алгоритмы интеллектуального анализа данных, реализующие комплексный подход к построению систем поддержки принятия решений.

Основными результатами исследований являются следующие:

1. Анализ научно-технической литературы, раскрывающей современное состояние проблем построения систем интеллектуального анализа данных на основе нечетко-множественного подхода позволили сформировать и обосновать концептуальные принципы, конструктивные подходы, методы, модели и алгоритмы построения систем поддержки принятия решений.

2. Сформулирована математическая постановка задач принятия слабоструктурированных управленческих решений и нахождения оптимальных решений сложно структурированных задач, что способствует повышению эффективности обеспечения альтернатив решений для системы поддержки принятия решений в целевом мониторинге.

3. Разработан метод построения нечеткого вывода для модели идентификации при построении систем целевого мониторинга и интеллектуального анализа данных, в которых реализованы модели параметрической и структурной идентификации. Для параметрической идентификации разработаны модели идентификации типа Синглтона и Мамдани, модель структурной идентификации реализована на основе алгоритмов кластерного анализа и методов субъективного разделения, основной функцией которых является выявление структурных характеристик нечеткой модели при построении базы нечетких правил, которые служат методической основой разработки моделей на основе подходов теории нечетких множеств.

4. Разработанный метод и алгоритм решения задачи построения нечеткой модели с эффективной реализацией базы нечетких правил обосновывает возможность создания эффективно функционирующих интеллектуальных систем анализа данных.

5. Для повышения эффективности функционирования систем целевого мониторинга, интеллектуального анализа данных при работе с большими

массивами входных данных на основе применения метода настройки параметров при нечетком подходе разработан градиентный метод параметрической идентификации. Применение таких подходов повышает достоверность решений слабоформализованных задач моделями нечетко-множественного подхода и элементами базы нечетких правил.

6. Предложено пять моделей принятия решений с описанием нечетких множеств и событий для разрешенных состояний среды при реализации интеллектуальных систем. Разработаны методы и модели отображения исходных данных слабоформализованных задач в нечетко-множественном виде, оценки альтернатив, поиска и нахождения оптимальных стратегий. Разработана марковская модель с нечетким подходом для решения задачи классификации в системах поддержки принятия решений. Приведённые методы и модели определяют характер слабоформализованных задач, и позволяют повысить точность и эффективность формирования альтернатив решений в системах поддержки принятия решений.

7. На основе предложенных методов и моделей разработан алгоритм решения задачи прогнозирования в хлопководстве и осуществлена его программная реализация. Предложен десятишаговый алгоритм построения нечеткой модели, результаты прогнозирования по которому на 0,5-3% эффективнее по сравнению с существующими алгоритмами. В частности, достигнута точность результатов 96,5-99,8% при решении задачи прогнозирования себестоимости и урожайности хлопка сырца.

8. Разработан алгоритм на основе методов настройки параметров нечеткой модели для реализации поддержки принятия решений и обоснованы положительные результаты. Точность классификации объектов в модельных задачах (IRIS, WINE, «Собака-волк», диагностике онкологических заболеваний) составила 97-100%, в прикладных задачах (прогноз урожайности хлопка-сырца, выбор соответсвующего сорта хлопчатника, классификации в системе документообороте) – 92-98%.

9. Программные средства, ориентированные на реализацию систем поддержки принятия решений на основе разработанных подходов теории нечеткого множества были внедрены в Министерстве высщего и средного специального образования Республики Узбекистан, Управлении сельского и водного хозяйства Джизакского вилоята, на которые получены акты внедрения, подтверждающие экономический эффект от реализации результатов иследований диссертации.

SCIENTIFIC COUNCIL 16.07.2013.T/FM.29.01 at TASHKENT UNIVERSITY of INFORMATION TECHNOLOGIES and NATIONAL UNIVERSITY of UZBEKISTAN on AWARD of SCIENTIFIC DEGREE of DOCTOR of SCIENCES

TASHKENT UNIVERSITY of INFORMATION TECHNOLOGIES

BABOMURADOV OZOD

DEVELOPMENT OF THE METHODS AND MODIFIED ALGORITHMS FOR THE DATA MINING OF TARGET MONITORING OF SEMI STRUCTURED PROCESSES AND OBJECTS

05.13.01 – System analysis, management and information processing (technical sciences)

ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION

Tashkent city – 2015

The subject of doctoral dissertation is registered on № 12.05.2015/B2015.1.T465 at the Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.

Doctoral dissertation is carried out at the Center of development of software products and hardware-software complexes under Tashkent University of informational technologies.

Abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English) is placed on web page Scientific council (www.tuit.uz) and Educational information sets “ZIYONET” (www.ziyonet.uz)

Scientific consultant:	**Bekmuratov Tulkun Fayziyevich** doctor of technical sciences, professor
Official opponents:	**Rakhmatullaev Marat Alimovich** doctor of technical sciences, professor
	Igamberdiev Khusan Zakirovich doctor of technical sciences, professor
	Rakhimov Shavkat Khudargenovich doctor of technical sciences, professor
Leading organization:	Samarkand State University

Defense will take place « 11 » July 2015 at 10^{00} at the meeting of scientific council number 16.07.2013.T/FM.29.01 at Tashkent University of Information Technologies and National University of Uzbekistan. (Address: 100202, Tashkent, 108, Amir Temur str. Ph.: (99871) 238-64-43; fax: (99871) 238-65-52; e-mail:tuit@tuit.uz).

Doctoral dissertation can be reviewed in Information-resource centre at Tashkent university of information technology (registration number ____). Address: 100202, Tashkent, Amir Temur str., 108. Ph.: (99871) 238-65-44.

Abstract of dissertation sent out on « 09 » June 2015 year
(mailing report № 03 on « 09 » June 2015)

X.K.Aripov
Chairman of scientific council on award of scientific degree of doctor of sciences D.T.S., professor

M.S.Yakubov
Scientific secretary of scientific council on award of scientific degree of doctor of sciences D.T.S., professor

N.Ravshanov
Vice chairman of scientific seminar under scientific council on award of scientific degree of doctor of sciences, D.T.S.

Introduction (Annotation of doctoral dissertation)

The topicality and significance of the subject of dissertation. The rapid growth of the information world rates inextricably leads to increasing levels of complexity while processing information. Insufficiency and lack of the traditional mathematical tools while solving problems of analysis, selecting, classifing and predicting according to data which describe the processes of global social and economic development is becoming obvious. Demand for accuracy and responsiveness of information processing is reinforced in connection with daily increasing information needs of mankind. This encourages scientists to create new approaches to processing large amounts of data with complex structure.

Numerous research works are implemented to ensure the integration of the republic into the global information space besides implementation of modern information and communication technologies within the demands for the development of social and economic sphere.

Complex integrated systems are characterized as a large amount of input and output of dates and elements, which have heterogeneous and non-linear relationships among each other. Information about the system is presented in numerical, qualitative and quantitative forms. As a result, the output of the distribution mechanism of parameters impacting on the system becomes complicated. In some cases, for instance, when severe restrictions on time are imposed it is impossible to figure out the regularity of relationships.

The rapid development of modern information and communication technologies has led to more effective management of production processes. Due to it material, financial, time and labor costs can be saved. It is one of the reasons which increased scientific and practical interest to data mining in support to decision making. The methods of mining information resources are the fuzzy inference models, neural networks and hybrid neural, immune, genetic and imitating animal behavior, algorithms of optimization, and generally which embodies the combined model means "Soft Computing" all of which are based on approximate solutions.

Expanding the scope of the problem in controlling processes, and the development and complexity of the function structure performed by the management requires achieving supporting results in making decision at the level of human opinion. In their turn fuzzy models allow us to describe processes and events of the real world in linguistic terms in natural languages, and the mechanism of fuzzy-decisions is transparent and understandable for people. These obvious advantages extend the capabilities of solving problems in various application fields of science, technology and economics connected with the tasks of analysis, choice, decision-making, classification and prediction in automatic control and monitoring.

The above mentioned statements and highlighted problems justify the actuality of the problem which is the aim of the research meets the challenges of creating systems of data mining models based on the theory of fuzzy sets and

reduce errors in alternatives to support decision making by proper selection and configuration of fuzzy model.

This research work is fulfilled to ensure the implementation of that objectives mentioned in the laws of the Republic of Uzbekistan «On Informatization», «On electronic document circulation», the Decree of the President of the Republic of Uzbekistan DP-1989 «On measures for further development of national information and communication system of the Republic of Uzbekistan» dated June 27, 2013 as well as the Decree of the Cabinet of Ministers №355 «On measures of implementation of assess of development state of information and communication technologies in the Republic of Uzbekistan» dated December 31, 2013 to enhance the effectiveness of information in society and the widespread introduction of it in social and economic sectors.

The relevance of the dissertation is characterized by the fact that while managing social and economic processes it is very important to pay a special attention to the development of algorithmic means with powerful mathematical tool that implements the elements of artificial intelligence in solving problems of processing and analysis of dates in the formation of alternatives for decision support with minimum errors.

Research conformity to the priority directions of sciences development and technologies of the Republic. The development program of research on Information and Communication Technologies of the Republic of Uzbekistan for 2008-2015 within the framework of long-term trends, «Analysis and creation of knowledge and machine learning»; SPST-14 – «Development of modern information systems, intelligent tools of management and training, database and software products that provide wide development and implementation of information and telecommunication technologies»; SPST-17 - «Development of modern information systems, intelligent tools of management and training of scientific and technical databases and software products that provide wide development and implementation of information and telecommunication technologies»; PPS-5 - «Development of information technology, telecommunication networking, hardware programming means, methods and systems for intelligent control and training aimed at increasing the informatization level of the society».

Review of international scientific researches related to the subject of dissertation. Scientific studies on the use of resources «Soft Computing» and development of a new algorithms generation for data mining, classification and forecasting processes and facilities are maintained in a number of research centers and universities, such as University of California, Massachusetts Institute of Technology, Microsoft academy, Oracle Research Center (USA), Kyoto University, Tokyo University (Japan), Inha University, Seoul National University of Science and Technology (SeoulTech), University of Incho (South Korea), South China Technological University (China), Moscow Technical University, Moscow State University, Computing Center of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk State University (Russia), Warsaw University of Technology (Poland).

In recent years, in the direction of research thesis, the following significant results are obtained: development and implementation of data mining has led to a reduction in errors of data analysis and prediction in 10-15% (Massachusetts Institute of Technology, Microsoft academy, Research Center for Oracle, Moscow State Technical University, Computing Center of RAS, Inha University, Seoul National University of Science and Technology, University of Incho); the reduction of the classification error is defined in the application of resources of «Soft Computing» in the case of weak formalization of signs describing the object, in 20-25% (South China Technological University, University of California, Seoul National University of Science and Technology, Novosibirsk State University).

In the present time researches are actively being done on the development of «Soft Computing» means in data mining. Priority directions are the researches on expanding possibilities of the analysis means aimed for minimizing errors of alternatives of support management decisions at the increasing volume of information and the characteristics of its elements.

Level of the study the problem. As a consequence of large-scale researches on the development of data mining describing the object, highly developed theoretical and practical applications are obtained. Significant results of the theoretical bases of construction and research issues of practical implementation of decision support systems and targetmonitoring in various fields on the basis of application of the theory of fuzzy sets, systems, data mining and processing information, decision-making systems were obtained by leading scientists L.Zadeh, R.Yager, A.Koffman, Zh.Klira, E.A.Mamdani, Terano, Sugeno, Asai, A.N.Averkin, A.N.Borisov, D.A.Pospelov, R.A.Aliev, F.Herrera T., Fukudo, Ch.Karr, M.Lozano, M.Sakava, O.Kordon, Zh.Kasillas, F.Hoffman, R.Yang, V.Kruglov, A.Rotshteyn, S.Shtobv etc.

In our Republic active research facilities are also being done on data mining system based on the theory of fuzzy sets. The results of researches by T.F.Bekmuratov, M.M.Komilov, M.A.Rakhmatullaev, Sh.H.Fozilov, D.T.Muhamedieva, N.A.Ignatev, A.H.Nishanov and other schientists can be included to the works in this area.

Connection of dissertational research with the plans of scientific-research works is reflected in the following projects:

State Science and Technology Project (SPST -17: Development of modern information systems, intelligent tools of control and training, scientific and technical databases, and software products that provide wide development and implementation of information and communication technologies (2009-2011.).

SPST-5: Development of information technologies, telecommunications networks, hardware and software tools, methods and systems for intelligent control and training aimed at improving the informatization of society (2012-2014.).

Purpose of the research is to develop methods, models and algorithmic software of data mining on the basis of mechanism of mathematical tools, for the theory of fuzzy sets for decision-making support of management tasks also the

implementation of research results into systems of decision-making for semistructured decisions.

Tasks of the research. To achieve thesis's aims the following tasks are set and realized:

study and systematic analysis of the research in condition on development of data mining;

study the theoretical and methodological bases of the development of models and methods of decision-making under uncertain conditions;

forming mathematical problem statement of constructing a strategy decision making in semistructured logical-linguistic mapping representative of heterogeneous information resources;

developing a method for the organization database rules to create the fuzzy model system of monitoring and data mining;

constructing the fuzzy model of identification and development of methods for parameters of fuzzy set rules bases in the systems of data mining;

research and development of the fuzzy approach methods in solving the problems of constructing multi-criteria decision-making models, classification and forecasting in the uncertain conditions of the original data and the weak structuring of the tasks;

implementation of the developed methods, models, algorithms and software systems of data mining in the systems of semi-structured decision-making, a comparative analysis of the results, and testing the effectiveness of development.

Object of the research: systems of monitoring and data mining for the decision-making support on the basis of representative information resources.

Subject of the research: models of data mining for the decision-making support in organization of intellectual systems on the basis of fuzzy set approach, models and algorithms of setting its parameters.

Methods of the research. Methods of data mining, fuzzy set theory, probability theory and management, expert evaluation, model of semi-structured decision-making, settings fuzzy model, fuzzy predictive methods and classification algorithms and methods of object-oriented programming are used in the research process.

Scientific novelty.

A method of constructing database rules to implement fuzzy model in creating systems mining decision support is established;

A mathematical model of constructing a strategy decision making in semi-logical-linguistic mapping systems to create a system of target monitoring and data mining is developed;

A method of setting the parameters of fuzzy knowledge bases on a modified gradient method and the Markov model to improve the efficiency of the mechanism to support management decision-making system of target monitoring and data mining is formulated;

A description of the methods and data mining models on the basis of fuzzy approach in weakly formalized problems is proposed;

The recurrent equations on the basis of the fuzzy sets theory to find the optimal strategy in fuzzy models in target monitoring are advanced;

The principles, criteria and requirements for constructing intelligent systems management decision-making based on methods and algorithms of data mining are established;

Models and algorithms for solving classification and forecasting problems based on data mining in management decisions are developed

Practical results of the research are developed on the basis of the mathematical tools of fuzzy sets as elements of data mining in solving semi-structured management problems software tools, such as «Classification of complex objects based on fuzzy decision rules» and «ICT-monitoring» are to be used to improve the accuracy of classification and prediction problems in the social and the economic sphere;

The method of implementing fuzzy rule base in the construction of the fuzzy model to support management decision-making enables the formation of knowledge about objects and formalization of expertise. Settings of database of fuzzy rules and algorithms for choosing alternatives can improve the accuracy of the results to 97-99,3%, while productivity increased by 1.5-2 times depending on the nature of tasks;

The algorithm and software for solving the problem of forecasting crop production on the basis of the developed methods and mining models are developed. The results are superior to existing indicators at 0.5-3%. In particular, the solution of forecasting problems of costs and yield of raw cotton was 96,5-99,8% in accuracy;

The algorithms for the implementing the target monitoring, decision-support methods based on fuzzy model parameter settings, display the results applied to the problem of classification are worked out. While solving applied problems of selection and classification of cotton varieties in the Office of Agriculture and Water Resources, the classification of documents in the Office of secondary special and professional education of Jizzakh region experimental studies have been performed and 92-95% accuracy was registered.

Reliability of obtained results are based on the fact that the mathematical study of the proposed methods and mining models representative of heterogeneous information resources with the support of management decision-making have been developed besides a comparative analysis of the formulas and calculations with real and experimental data on the basis of common criteria are carried out. To evaluate the results of the research on effectiveness, the consistency of software systems is tested on order to solve classification tasks and prediction in combined date. A comparative analysis of the effectiveness of software algorithms for fuzzy approach are undertaken by the criterion of error minimization alternatives in support of decision-making under the uncertain conditions of information resources and weakly formalized challenges.

Theoretical and practical value.

The theoretical significance of the results of the study is that the methods, models, algorithms and software serve for the development of the theory of the construction of data mining by setting the parameters of fuzzy model identification methods for transparency and ease of decision-making in semi-structured problems based on fuzzy model and logical-linguistic display representative of heterogeneous information resources, intelligent processing of initial information, classification and prediction.

The practical value lies in the application of the developed models and algorithms as a part of mining systems information resources as a means of formation of decision support systems and improve the performance of precision solutions meet the challenges of forecasting of agricultural crops in the implementation of development at 2-5%. The performance of data analysis in forming solutions for the support of decision making process is increased by more than 1.5-2 times. Developed base of fuzzy rules can help improve machine fuzzy conclusions for adoption semi-structured decisions.

Realization of the results. Automated Information System «ICT - monitoring» is applied in the monitoring to implement information and communication technologies in the national network of «e-Education», automation of managerial elements and sphere of Ministry of Higher and Secondary Special Education, and methods, models and algorithms for decision support in the managerial systems is applied in the formation of a complex information system of «Ta'lim» within the systems of «e-Government». The implementation of means and methods of information processing, information technology and other scientific developments have led to decrease the costs of organizing the process by 12% (Information report of Ministry of Higher and Secondary Special Education of the Republic of Uzbekistan № 89-01-129 from 05.25.2015 years).

Software systems «PRASK-2» and «Fuzzy classification» are used to solve problems while formation of alternative decision support in the management of agriculture and water resources, as well as in the management of secondary specialized vocational education of Jizzakh region. As a result of forecasting the cost of production and productivity, the prudence of resources is increased by 5%, due to the classification of the optimal composition of electronic documents and contingent of employees, the work productivity is increased by 12%, the total annual economic efficiency is amounted to 215.5 million. UZS (according to Information №04-229 from 02.04.2011 by Jizzakh region)

Approbation of the work. Results of research are approved in 15 scientific and practical conferences, as well as in 12 international symposia and seminars, in particular at «ICEIC 2008», The 9th International conference on Electronics, information, and Communication (Tashkent-2008); «WCIS-2008» Seventh world conference on Intelligent Systems for Industrial Automation. (Tashkent-2008); International Symposium «Intellectual systems» (INTELS'2008 – Nizhny Novgorod, Russia); «Knowledge – Ontology – Theories» II All-Russia conference (Novosibirsk-2009); «Actual problems of applied mathematics and informational

technologies – Al Khorezmi 2009» International conference (Tashkent-2009); «New theorems of young mathematicians – 2009» Republican scientific conference (Namangan-2009); International symposium on «Intellectual systems» (INTELS'2010) (Russia, Vladimir, Moscow-2010); The 4th international conference on «Application of information and communication technologies» (Tashkent-2010); Ninth International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing: (ICAFS-2010. – Prague, Czech Republic-2010); «WCIS-2010» Sixth world conference on Intelligent Systems for Industrial Automation. (Tashkent-2010); «Info communication technologies» Republican scientific-practical conference (Tashkent-2010); Joint Workshop «Methods of control and simulation» of the Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS, Novosibirsk State University and Novosibirsk State Technical University.

Publication of the results. 36 scientific papers, including 4 research papers in international journals are published on the topic of the dissertation.

Structure and volume. The thesis consists of an introduction, five chapters with conclusions, bibliography, conclusion, it also includes 13 applications, 200 pages of text, 54 pictures and 14 tables.

The main content of dissertation

In the introduction part relevance of a subject is proved, degree of study of a problem is considered, the purpose and the main objectives of thesis, the scientific and practical importance, scientific novelty of researches and structure of the dissertation are described.

In the first chapter «System analysis of modern state systems, data mining» the analysis of work on development and use of methods of the data mining and use of the device of an fuzzy set while solving various applied tasks is carried out. Realization questions of main objectives and problems of dissertation work are described. In particular, the analysis of approaches to the solution of predicting tasks and the classification which are components of the data mining is carried out. Methods of formation fuzzy bases of at realization of these approaches, methods and models of development of systems of support of decision-making at an illegibility of basic data rules are also studied. The general mathematical problem definitions of creation a strategy adopting semi-structured decisions are formulated at logical-linguistic display of data.

Theoretical bases of creation of intellectual systems are described; organizational elements and functional components of intellectual systems are given. Fuzzy approaches to creation of intellectual systems which are proved by the corresponding statements are stated.

On the example of problems of predicting and classification the analysis of works on the organization of systems of support of decision-making which are one of the main subsystems of intellectual systems is carried out.

A systematic analysis of models and methods of decision-making in fuzzy conditions, classification and systematization is analyzed. The static and dynamic

models of decision-making systems, the components of the five interconnected subsets of decision-making on a specific subject area and the four stages of decision-making on the subject area are described. Three conditions of fuzzy description decision-making problems have been set up.

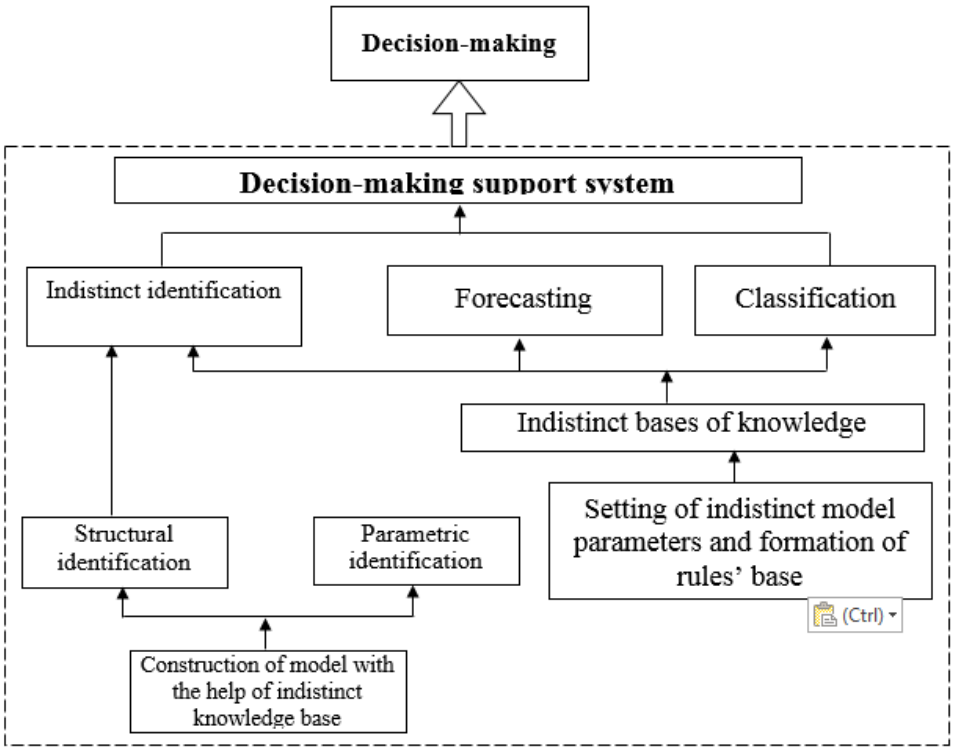
Next a general mathematical formulation of the problem of constructing a strategy decision-making in semi-logical-linguistic mapping data is formulated. Definitions and procedures described in fuzzy sets, dimension of probabilities, fuzzy relationship sequences are described.

Along with these a generalized structure of the system of decision-making based on the system analysis and definitions is shown. Generalized structure of the implementation of decision-making system is the basis for the proposed approaches for constructing fuzzy models. (Pic.1.)

Implemented implementation settings fuzzy model set up by identifying fuzzy model is realized and the problem of structural and parametric identification is solved. During fuzzy model setup and also formed with the help of it fuzzy rule base that is a key point of forming knowledge bases.

The second chapter «Methods of data mining decision support systems target monitoring» devoted to the development of fuzzy models identification problems based on fuzzy rules in the construction of intelligent systems and an approach to the formation of expert assessments in identifying fuzzy models is developed.

In constructing the identification model problems considered related to the development of fuzzy conclusions and proposed to infer the model used Mamdani and Singleton.



Picture 1. Generalized structure of decision-making system realization

For the structural identification of the approach of cluster analysis and subjective data distribution is developed on the basis of this method of solving the problem of designing the fuzzy rule bases.

The tasks connected with formation of expert estimates at creation of fuzzy identification model are considered. The algorithm of modeling of forecasting productivity in the condition of fuzzy initial data is elaborated.

In a general view, the problem of forecasting in the conditions of uncertainty is formulated as follows.

There are set: $X = (x_1, x_2, ..., x_n)$ - the input parameters characterizing values of environment of the predicted situation and describing versions of decisions; $Y = (y_1, y_2, ..., y_m)$ - the output parameters characterizing values of the predicted situation and describing consequences (outcomes), possible as a result of implementation of decisions; $W = (W_1, W_2, ..., W_l)$ - parameters of decisions' estimates and their outcomes; $P = (P_1, P_2, ..., P_k)$ - parameters of uncertainty in input and output parameters and their estimates.

It is required to build the forecasting model

$$\mathrm{M}_{prog} = < X, Y, W, P > . \qquad (1)$$

Forecasting model (1) includes:

- model of problem situation forecasting

$$\mathrm{M}_Y = < X, Y, P_{Y,X} > ;$$

- model of an assessment of expected values Y

$$\mathrm{M}_W = < \mathrm{M}_Y, W, P_{W,Y} > . \qquad (2)$$

here: $P_{Y,X}$ - parameters of uncertainty in input and output parameters; $P_{W,Y}$ - parameters of uncertainty of estimates Y; $P = (P_{Y,X}, P_{W,Y})$.

The model (2) realizes display of $F : (X, W, P) \to Y$. Taking into account it the considered problem of forecasting generally can be presented as following

$$Y = F(X, W, P). \qquad (3)$$

The operator F in the presence of parameters of uncertainty represented, as a rule, in the form of soft models. The most widespread models of this kind are productional and neural network, input and output parameters of which represented in the form of fuzzy terms.

In work the problem of predicting the yeild cotton is investigated, in which the structure of the general model (3) described by fuzzy Sugeno model. In considered statement the offered model represented by a set of fuzzy rules of production (linguistic statements) of following view

IF $[(x_1 = a_1^{j1}) И (x_2 = a_2^{j1}) И ... И (x_n = a_n^{j1})]$ (with weight w_{j1})

OR $[(x_1 = a_1^{j2}) И (x_2 = a_2^{j2}) И ... И (x_n = a_n^{j2})]$ (with weight w_{j2})

.

.

. (4)

OR $[(x_1 = a_1^{jp_j}) И (x_2 = a_2^{jp_j}) И ... И (x_n = a_n^{jp_j})]$ (with weight w_{jp_j}),

.

.

.

OR $[(x_1 = a_1^{jk_j}) И (x_2 = a_2^{jk_j}) И ... И (x_n = a_n^{jk_j})]$ (with weight w_{jk_j}),

THEN $y_j = b_{j,0} + b_{j,1} \cdot x_1 + b_{j,2} \cdot x_2 + ... + b_{j,n} \cdot x_n$ for all $j = \overline{1,m}$,

where: $j = \overline{1,m}$ - number of a rule; $a_i^{jp_j}$ -a linguistic term by which the variable x_i in line conjunction with number is estimated $p_j = \overline{1,k_j}$ of $j-$rule; k_j - quantity of the lines-conjunctions corresponding to a class of the conclusions y_j, which values are estimated by a linguistic term d_j; w_{jp_j} - number in the range [0,1] which characterizes statement weight with number jp_j. x_i, $i = \overline{1,n}$ - entrance variables; y_j - output variable (expected value of productivity).

In considered model (4) entrance variables x_1 - weather conditions when sowing, x_2 - water availability, x_3 - weather conditions at vegetation, x_4 - weather conditions when cleaning correspond to fuzzy variables $П_{kij}$, BO_{kij}, B_{kij}, $УБ_{kij}$ models of productivity forecasting.

Generally as terms for an assessment of input and output, parameters of fuzzy forecasting models the following type of quantifiers are used: Very Low, Low, Below an average, Average, Above average, High, Very high. The system of productional rules (4) which describes forecasting model of a general view (1), is represented in the fuzzy knowledge base (FKB) of systems of decision-making on productivity projection.

In FKB the system of productional rules (4) represented in the form of one, their modifications of TP called the expert matrix of knowledge (EMK). The fragment of structure of EMK.

Further questions of development of model identification in the form of fuzzy system consisting of fuzzy rules by realization of systems of conclusions in models like Singleton and Mamdani are stated.

A method and algorithm of the solution of a problem in creation a model based on the offered fuzzy bases of rules are carried out.

A method of creation of fuzzy rules base based on the numerical data which advantages consist in extraordinary simplicity and very high efficiency is offered. It is a method that allows uniting the numerical information provided in the form of training data, with the linguistic information having the appearance of base of rules, due to addition of available base with the rules created based on numerical data.

Let's say that we create base of rules for fuzzy system with n entrances and one exit. It is obvious that training data in the form of a set of couples is necessary for this purpose

$$(x_1(i), x_2(i), \ldots, x_n(i), d(i)),\ i=1,2,\ldots,$$

where $x_1(i), x_2(i), \ldots, x_n(i)$ - the signals given on an entrance of the module of fuzzy management, and $d(i)$ - expected (reference) value of an output signal.

Let X – is a metric space and $r : X \to R$ defined on it metrics, $(X_1, \ldots, X_n) \subset X$ - sequence of elements from X.

Thus, for each index i we can define the function describing a measure of similarity of an element of sequence j with an element i:

$$\xi_i : \{1, \ldots, n\} \to [0,1],$$

$$\xi_i(j) := 1 - \frac{d(X_i, X_j)}{\max\{d(X_i, X_k) \mid k \in \{1, \ldots, n\}\}}.$$

For each i index we will define the function, describing a measure of similarity of elements k and l in comparison with element i:

$$\varsigma_i : \{1, \ldots, n\}^2 \to [0,1],$$

For k=1,2,…,n we will define functions recursively $\mu^{(k)} : \{1, \ldots, n\}^2 \to [0,1]$,

$$\begin{cases} \mu^{(1)}(i, j) := \mu(i, j), \\ \mu^{(k)}(i, j) := \max\{\min\{\mu^{(k-1)}(i, s), \mu^{(k-1)}(s, j)\} \mid s \in \{1, \ldots, n\}\}. \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu^{(k)}(i, i) = 1, \forall i, k. \quad (6)$$

$$\mu^{(k)}(i, j) \geq \mu^{(k-1)}, \forall k > 2.$$

For $\alpha \in [0,1]$ и $i, j_1, \ldots, j_k, j \in \{1, \ldots, n\}$ is correct:

$$\mu(i, j_1), \ldots, \mu(j_k, j) \geq \alpha \Rightarrow \mu^{(k)}(i, j) \geq \alpha.$$

Let $\alpha \in [0,1]$, $i, j, k \in \{1, \ldots, n\}$ and $\mu^{(k)}(i, j) \geq \alpha$. Then, there exists such number as m and indexes $j_1, \ldots, j_m \in \{1, \ldots, n\}$, that

$$\mu(i, j_1), \ldots, \mu(j_m, j) \geq \alpha.$$

Let $\alpha \in [0,1]$, $i, j, m \in \{1, \ldots, n\}$ and $\mu^{(n)}(i, j) \geq \alpha, \mu^{(n)}(j, m) \geq \alpha$.

As a result

$$\mu^{(n)}(i, m) \geq \alpha \quad .$$

For $\alpha \in [0,1]$ we will define binary relation of $R_\alpha \subset \{X_1, \ldots, X_n\}^2$ on a set $\{X_1, \ldots, X_n\}$ by the following way:

$$(X_i, X_j) \in R_\alpha :\Leftrightarrow \mu^{(n)}(i, j) \geq \alpha.$$

The relation R_α is relation of equivalence, which divides the set $\{X_1, \ldots, X_n\}$ on non-crossed classes of equivalence. Two elements X_i, X_j enter one class of equivalence only in that case, when value of function $\mu^{(n)}$ is larger from these elements, that is on the basis (5), (6) is equivalent to existence of elements' pairs $(X_i, X_{j_1}), (X_{j_1}, X_{j_2}), \ldots, (X_{j_r}, X_j)$, on which value of function μ is rather large. According to μ definition it means proximity of elements of each couple to each other, i.e. two elements enter one class of equivalence in only case when between them there is a sequence of elements in pairs close to each other.

The task consists in formation of such fuzzy rules that the module of managements designed on their basis when receiving entrance signals will generate output signals having the smallest error.

Step 1. Division of entrance spaces and output data into areas.

Let's imagine that we know the minimum and maximum value of each entrance and output information. It is possible to determine intervals in which there are admissible values by them. For an entrance signal x_i we will designate such interval as $[x_i^-, x_i^+]$. If values x_i^- and x_i^+ are unknown, it is possible to use training data and to choose from them respectively the minimum and maximum values.

Similarly, for a reference signal d we will define an interval $[d^-, d^+]$.

Using the entered qualitative terms and knowledge of the expert let us imagine ratios in the form of the table.

Step 2. Creation of the fuzzy rules based on training data. In the beginning we will define degrees of accessory of training data $(x_1(i), x_2(i), \ldots, x_n(i), d(i))$, i=1,2, …, to each area allocated on a step 1. These degrees will be expressed by values of functions of accessory of the corresponding fuzzy sets for each group of data.

The analytical model of the membership functions has the following view:

$$\tilde{\mu}^j(u) = \frac{1}{1 + \left(\frac{u-b}{c}\right)^2}.$$

The choice of such functions is caused by that they are good approximations of functions of the accessory received from the expert by a method of pair comparisons.

Step 3. Assigning each rule the degree of truth.

As a rule, there are a large number of couples of training data and from each of them one rule can be formulated, therefore there is a high probability of that some of these rules will be inconsistent. It refers to rules with the same condition, but with different conclusions. One of the methods to solve this problem is attributing to each rule of so-called degree of the validity with the subsequent choice from contradicting each other ruled at what this degree will appear the greatest. Thus, not only the problem of inconsistent rules is resolved, but also their total considerably decreases.

Step 4. Creation of fuzzy base rules.

To create a table $\beta(l) = 0$; $l = \overline{1, L}$.

To choose next pair of data $(x_1(i), x_2(i), \ldots, x_n(i), d(i))$, *i=1,2,…,*

To establish degrees of data belonging to fuzzy sets and to create the corresponding rule.

To establish degree of the validity of the rule

$$\mu^{d_j^*}\left(x_1^*, x_2^*, \ldots, x_n^*\right) = \max_{j=\overline{1,n}}\left[\mu^{d_j}\left(x_1^*, x_2^*, \ldots, x_n^*\right)\right].$$

If $\beta(l) < \mu^{d_j^*}\left(x_1^*, x_2^*, \ldots, x_n^*\right) = \max\limits_{j=\overline{1,n}}\left[\mu^{d_j}\left(x_1^*, x_2^*, \ldots, x_n^*\right)\right]$,

then

$$\beta(l) = \mu^{d_j^*}\left(x_1^*, x_2^*, \ldots, x_n^*\right) = \max_{j=\overline{1,n}}\left[\mu^{d_j}\left(x_1^*, x_2^*, \ldots, x_n^*\right)\right]$$

Step 5. Defuzzification.

To calculate output value y on a center average a defuzzification method is used.

The chapter three «Methods of constructing fuzzy rule base of data mining in the systems of target monitoring» is devoted to the development of parametrical identification methods at representation models of studied objects in the form of fuzzy bases of rules.

The gradient method with *n* variables for control of parameter of fuzzy bases of rules is offered. For fuzzy Singleton models with *n* the entrance variables divided into *l* of linguistic terms gradient algorithm of training is considered. Here for the training selections, which have been set in a view of $(x_1^*, x_2^*, \ldots x_n^*, y^*)$, target function for minimization decisions error is offered

$$E = \frac{1}{2}(y^* - y)^2,$$

where y^* - is desirable entrance value, y – entrance value $y = (y_1, \ldots, y_m)$ results in the fuzzy conclusion.

Here:

$$y_{\dot{k}} = (\mu_{\dot{k}^1} r_{i_1} + \mu_{\dot{k}^2} r_{i_2} + \ldots + \mu_{\dot{k}^l} r_{i_l}) / (\mu_{\dot{k}^1} + \mu_{\dot{k}^2} + \ldots + \mu_{\dot{k}^l}).$$

Value of a consequent of the rule r_{ij} on $t+1$ step is defined as follows:

$$r_{ij}(t+1) = r_{ij}(t) - \gamma \frac{\partial \mathrm{E}}{\partial y_{ij}(t)} = y_{i+1}(t) + \gamma(y^* - y) \cdot \frac{\prod\limits_{k=1}^{h} \partial \mu_{ij}(x_i^*)}{(\sum\limits_{k=1}^{l} \mu_{i\dot{k}})^2}.$$

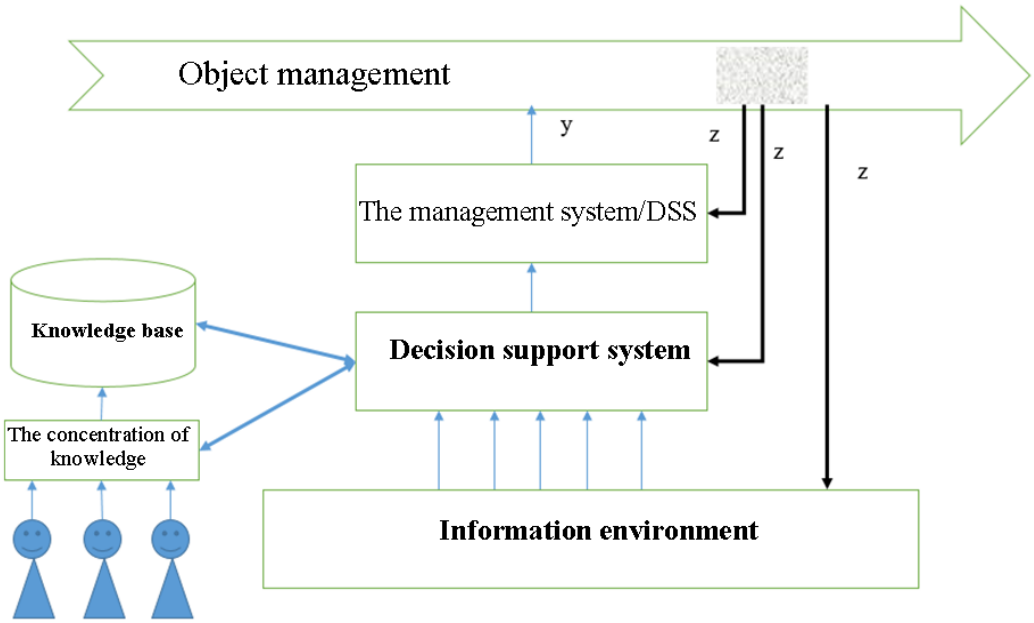
Values of parameters t+1 are defined as follows:

$$\grave{a}_{ij}(t+1) = a_{ij}(t) - \alpha(y^* - y) \cdot \frac{r_{ij}\sum\limits_{\dot{k}=1}^{l} \mu_{i\dot{k}} - \sum\limits_{\dot{k}=1}^{l} r_{i\dot{k}} \mu_{i\dot{k}}}{(\sum\limits_{\dot{k}=1}^{l} \mu_{i\dot{k}})^2} \cdot \frac{(x_i^* - a_{ij}) \cdot \mu_{ij}(x_i^*)}{b_{ij}^2};$$

$$b_{ij}(t+1) = b_{ij}(t) - \beta(y^* - y) \cdot \frac{r_{ij}\sum\limits_{\dot{k}=1}^{l} \mu_{i\dot{k}} - \sum\limits_{\dot{k}=1}^{l} r_{i\dot{k}} \mu_{i\dot{k}}}{(\sum\limits_{\dot{k}=1}^{l} \mu_{i\dot{k}})^2} \cdot \frac{(x_i^* - a_{ij})^2 \cdot \mu_{ij}(x_i^*)}{b_{ij}^3}.$$

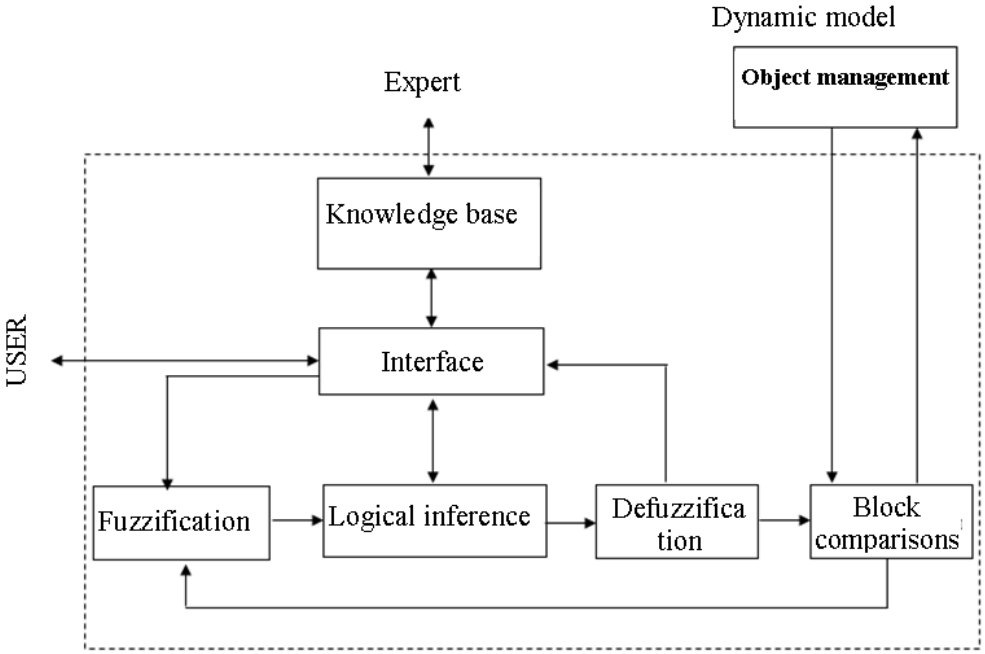
In addition, the research realizes approaches for bell-shaped, parabolic, triangular, trapezoid functions of belongings.

At the same time intercoupling between elements at automation of the process management within the research is justified:



Picture 2.The interconnectedness of the elements at realization management

Here information environment creates a decision support system by means of knowledge base and system of the concentration of knowledge in turn this system is a component of the control system by means of which a control action is worked out.



Picture 3. The structure of decision support system approaches to the theory of fuzzy sets

The structure of the management mechanism based on the theory of fuzzy sets is shown in Pic.3 Matching block specifies the truth degree of a decision in accordance with the alternative solutions obtained logical conclusions formed by

domain experts, as well as the dynamic model of the controlled object. After that alternative solutions are available to the user or the host of solutions.

The fourth chapter «Models of decision-making systems, data mining» is dedicated to the development of decision-making methods in data mining system.

The formal problem definition of decision-making in clear and fuzzy conditions is given and decision-making models in the conditions of an illegibility of initial information are described.

Introduction of concepts of fuzzy sets and the relations allows creating a model of the environment C decision-making with fuzzy set characteristics in the form of the formal scheme $M_c = \{\Phi, \Theta, F\}$.

Model-1. The fuzzy set $A_\Theta = \{(\theta_j, \mu_j)\}_{\theta j \in \Theta}$ brought out of the set full-fledged set $\Theta = \{\theta_1, ..., \theta_n\}$ in an admissible condition of the environment C where belonging function μ in Θ defined as $\mu(\theta) = \mu_j$ npu $\theta = \theta_j$ $(j = 1, ..., n)$ is considered.

As interpretation of such fuzzy set A_Θ, the governing body Y realizes division of conditions of the environment C in which a full-fledged set Θ is probable, and then on the basis of function belonging μ (θ) removed from the fuzzy relations is defined a fuzzy set A_Θ.

Model-2. The fuzzy full-fledged probabilistic event $A_\Theta = \{(\theta, \mu_A(\theta)) : P\{\theta = \theta_j\} = p_j (j = 1, ..., n)\}$ which arises according to full-fledged sets $\Theta = \{\theta_1, ..., \theta_n\}$ in admissible conditions of the environment C and distributions $p = (p_1, ..., p_n)$ is considered (here considered element accessory $\mu_A(\theta)$ is accepted to function of accessory $\theta \in \Theta$ to A_Θ).

As an interpretation of such fuzzy full-fledged probabilistic event $\grave{A}_\Theta$ in a condition of decision-making $\{\Phi, A_\Theta, F\}$ the governing body Y distributes admissible conditions of the environment C on a full-fledged set Θ, then calculates the environment of casual distribution of a vector $p = (p_1, ..., p_n)$, further on the basis of membership function the clear set Θ is replaced with an fuzzy set $\{(\theta\mu^0(\theta))\}_{\theta \in \Theta}$, and at last the governing body Y considers as an fuzzy full-fledged casual event $\grave{A}_\Theta$ in $\mu_A(\theta) = \mu_0(\theta)$ as model of characteristics of C environment.

Model-3. The fuzzy casual event $A_\Theta = \{(\Theta_j, \mu_j), P(\theta \in \Theta) = \overline{p}_i \quad (i = 1, ..., \overline{n})\}$ arising according to a full-fledged set $\Theta = \{\theta_1, ..., \theta_n\}$ is considered at admissible conditions of the environment C and from distribution $\overline{p} = (\overline{p}_1, ..., \overline{p}_n^-)$, where μ_i - is belonging function according to θ k Θ_i.

As an interpretation of such fuzzy full-fledged probabilistic event $\grave{A}_\Theta$ in a condition of decision-making of $\{\Phi, A_\Theta, F\}$ the governing body Y defines a full-fledged set Θ, then divides Θ into subsets Θ_i, further it is accepted that θ gets into Θ_j with probability $\overline{p}_i$. At the last stage the governing body Y replaces an accurate set Θ with association $\bigcup \Theta_i$ of subsets Θ_i, or with an fuzzy set $\{(\Theta_i, \mu_i)\}_{i=1}^n$,

thus the fuzzy casual event $\grave{A}_{\Theta}$ acts as model of characteristics of the environment C.

Model-4. The fuzzy set $A_{\Theta} = \{(\theta_i, \theta_j), \mu_{S_A}(\theta_i, \theta_j)\}_{i,j=1}^{n}$ defined by data of a full-fledged set $\Theta = \{\theta_1, ..., \theta_n\}$ in admissible conditions of the environment C and from the fuzzy binary relation $B(\mu, \varphi_{\kappa})$ removed by membership function $\mu_{S_A}(\theta_i, \theta_j)$ on $\Theta \times \Theta$ is considered. As the fuzzy binary relation it is possible to use a fuzzy subsequence, fuzzy linear sequence and other fuzzy relations.

In model as interpretation of such fuzzy set A_{Θ} the following example is reviewed. $\Theta -$ the set of qualitative numbers $\theta_1, ..., \theta_n$, the binary relation S_A expresses in itself the order relation $\geq$ on a qualitative axis (R^1). In this case, for governing body Y we have expressions of type the set structure Θ is established, the relation S_A, is chosen, for establishment of degree of reliability of performance the relation S_A, there is chosen function $\mu_{S_A}(\theta_i, \theta_j)$. As a result, the governing body Y as model of characteristics of the environment C accepts an fuzzy set $\grave{A}_{\Theta}$.

Model-5. The fuzzy casual event $A_{\Theta} = \{((\theta_i, \theta_j), \mu_{S_A}(\theta_i, \theta_j) : P\{\theta = \theta_j\} = p_j \ (j = 1, ..., n)\}$ defined by data of a full-fledged set $\Theta = \{\theta_1, ..., \theta_n\}$ in admissible conditions of the environment C and from distributions $\overline{p} = (\overline{p}_1, ..., \overline{p}_n^-)$ removed on Θ, and also the fuzzy relations S_A with membership function μ_{S_A} is considered. Interpretation of such model is realized as in model 2 taking into account interpretation in model 4.

The simplified formation of characteristics of fuzzy models on a state $\{\Phi, A_{\Theta}, F\}$ environments C with use of models of a simple type on the basis of provisions of the theory of fuzzy sets is thus carried out.

As a result of the research algorithm developed on the basis of recurrent equation to search optimal in simple models strategy of multicriteria decision-making which is the process of multicriteria decision-making.

It is necessary to solve three problems in order to use the MM in Pattern Recognition.

To calculate affectivity $p(O|\lambda)$ - probability of sequence in parameters model if the sequence of observations $O = O_1, O_2, ...O_T$ and model $\lambda = (A, G, \Pi)$, are given;

To define the corresponding sequence of internal states $Q = q_1, q_2, ...q_T$ if the sequence of the observations $O = O_1, O_2, ...O_T$ and model $\lambda = (A, G, \Pi)$, are given;

To determine model parameters $\lambda = (A, G, \Pi)$, taking account criterion of maximizing $p(O|\lambda)$.

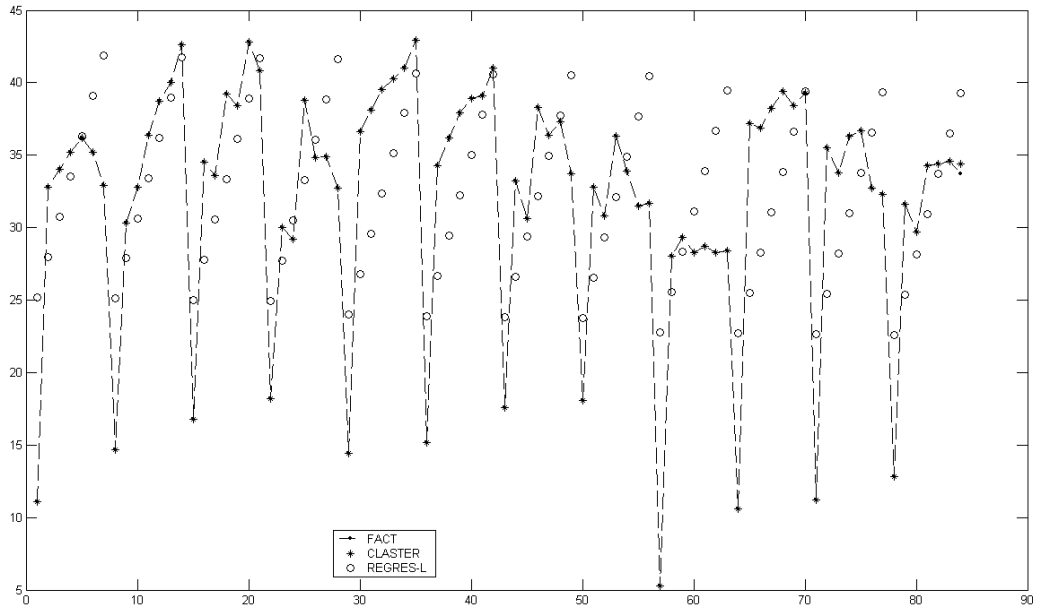
The following methods are used to solve principal tasks of MM

- Effective calculation of generation probability of the set sequence.
- Search of optimum sequence of states.
- Training of Markov models by test sequences.

The fifth chapter «Target monitoring systems support decision-making analysis of semi-structured data based on the theory of fuzzy sets» is devoted to describing the developed systems of formation support decision-making on the basis of fuzzy-set approach, conducting computational experiments and comparative analysis of the results. The results of the developed systems based on the fuzzy-set approach in the task of data analysis, selection, classification and prediction in various subject areas are also shown.

Algorithm for constructing of the fuzzy knowledge base and system of fuzzy conclusions is developed where in order to control of fuzzy model the mountain method of a clustering is used. The realization of algorithm is enabled according to the example of solving of forecasting problem of cotton productivity. Experimental researches are conducted in the environment of Matlab.

In Pic.4, the received graphics by which without effort it is possible to determine intervals of achievement of high fertility are illustrated. Thus, basic data were set in the following order: entrance-1 – on soil types; entrance-2 – on varieties; entrance-3 – data on modes of fertilizers.



Picture 4. Schedule of real and expected data of cultivation of cotton

Here:

- FACT – real indicators of cotton productivity ;
- CLUSTER – indicator of cotton productivity received with the help of fuzzy model;
- REGRES-L – indicator of cotton productivity received from the help of regression model.

Results of computing experiment showed higher forecasting effectiveness on the basis of Sugeno's models (the error of the forecast makes (0,0-2,77) %) in comparison with forecasting on regression model (the error of the forecast is equal (7,5-79,5) %)

The algorithm of an assessment and choice of the alternatives applied in decision-making in the fuzzy environment is developed. Assessment issues of

dependences and a choice of alternative forecasting of cotton productivity are solved as a practical realization.

The algorithm of a problem solving of an assessment and choice of alternatives is carried out in the following steps:

1. Matrixes of preferences R_k - taking into account only a sign p_k are built.

2. Assuming the considered signs have various degree of importance: one of them are the most essential, others – play a supporting role, importance of signs is characterized by means of the fuzzy relation of preference of signs of R.

3. There is a crossing of the fuzzy relations $R_1,...,R_k$, which is designated by Q_1:

$$Q_1 = R_1 \cap R_2 \cap \cdots \cap R_k .$$

4. Similarly there is for R not dominated set $R^{НД}$. The received degrees of belonging $\mu_{R^{НД}}(p_1), \mu_{R^{НД}}(p_2),..., \mu_{R^{НД}}(p_k)$ are designated respectively through $l_1, l_2,..., l_k$ which are used at calculation of weight coefficients $\lambda_m, m = \overline{1,m}$ for each of signs.

5. The matrix Q_2 which elements are calculated on a formula is formed:

$$\mu_{Q_2}(x, y) = \sum_{m=1}^{k} \lambda_m \mu_{R_m}(x, y).$$

6. $Q_2^{НД}$ is on algorithm which is described above.

7. The crossing $Q = Q_1^{НД} \cap Q_2^{НД}$ is built.

The choice of the alternative having the maximum value of degree of belonging in Q is considered rational.

Computing experiment is carried out to choose the best four selection grades: S-4727, Tashkent 1, 108-F, 159-F cottons ($X = \{x_1, x_2,..., x_4\}$) the best according to the following characteristics ($P = \{p_1, p_2,..., p_5\}$): productivity, fiber length, fiber durability, absolute mass of seeds, oil content of seeds.

Ranging results of all selection grades showed that the grade 108-F is the best among the offered selection grades of a cotton as resultant value of degree of accessory of this grade to an fuzzy set of Q is the greatest (0,96).

Further in the research problems of classification are solved by setting parameters of model in designing fuzzy knowledge bases for practical realization of the methods developed methods and algorithms in chapter 2. The ten-step algorithm for constructing Sugeno model which is realized on the example of problem solving of pattern recognition is given.

When carrying experimental studies (on the example of problem solving of pattern recognition) the special attention was paid to the realization of the method with fuzzy and multiple approach and the following tasks are solved:

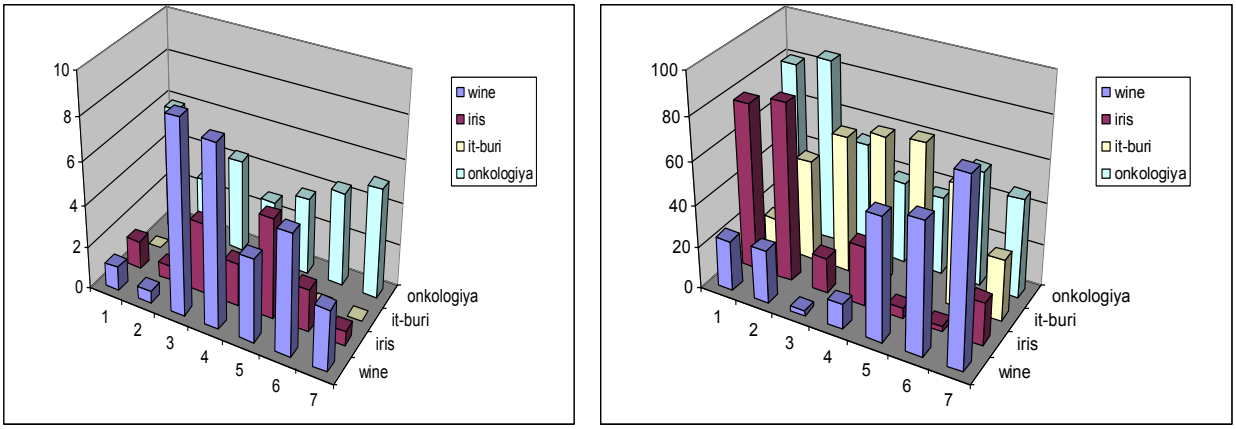
- Use of fuzzy-multiple approach for the solution of set objective.

• Formation of fuzzy base rules and achievement of high results (high percent of recognizability) along with reduction of a set of rules by a way of control of fuzzy model parameters in the course of formation fuzzy bases of rules.

• Carrying out the comparative analysis of the received results of different tasks in the form of tables and bar charts. (Pic.5.)

Four different tasks are considered: «IRIS» (amount of objects - 150; quantity of signs - 4; quantity of classes - 3), «Wine» (amount of objects - 177; quantity of signs - 13; quantity of classes - 3), «a dog – a wolf» (amount of objects – 42; quantity of signs – 6; quantity of classes – 2), a task of diagnostics «Oncology» (amount of objects – 136; quantity of signs – 11; quantity of classes – 4).

In Pic.5 comparative bar charts of the received results are illustrated.



Picture 5. Results of comparative graphs and select indicators rules for four tasks

Besides, it is possible to note that usage the developed algorithm of constructing bases rules on the basis of a method setting a fuzzy model at the solution of images recognition problems leads to the following results:

1. Setting parameters of fuzzy bases rules is realized.
2. The fuzzy base of rules is reduced.
3. Software of recognizable system on basis of fuzzy and multiple approaches is developed. Experimental researches are conducted.
4. In solutions of a problem IRIS at number of 20% and 83% of bases of rules accuracy recognition makes 99,3%; in a problem WINE at number of 24% of bases of rules accuracy recognition makes 99,4%; in a task «A dog - a wolf» at number of 15% of bases of rules accuracy recognition makes 100%; in a task «Oncology» at number of 39,7% of bases of rules accuracy recognition makes 97,1%.
5. The average value of the received results (among seven elements) makes an error of recognition for IRIS – 2,09%; for WINE – 4,48%; for «a Dog - a wolf» - 0%; for «Oncology» – 4,18%.

The **application** contains statistical data, documents confirming the results of the introduction of theoretical research and practical developments in the activities of organizations and enterprises, and a certificate for software products of Patent Office in Uzbekistan.

Conclusion

In the dissertation work the system analysis is carried out. Methods, models and algorithms of data mining, realizing an integrated approach to creation of support systems of decision-making are developed.

The main results of researches are the following:

1. The analysis of scientific literature, revealing the current state of the problems of building Data Mining systems based on fuzzy-set approach will allow to generate and validate a conceptual framework, design approaches, methods, models and algorithms for constructing decision support systems in targetmonitoring.
2. The mathematical formulation of the problems of decision-making and semi-structured governing of finding optimal solutions to the complex structured tasks thereby provide effictive alternative solutions for the decision support systems.
3. A method of constructing fuzzy inference of model identification in the construction of target monitoring systems and data mining where the model of parametric and structural identification are implemented. Singleton and Mamdani models have been developed for parametric identification. Model structure identification is implemented on the basis of the algorithms of cluster analysis and subjective methods of separation, the main function of which is to identify the structural characteristics of the fuzzy model in the construction of fuzzy rule base, which serves as a methodological framework for the development of models based on the theory approaches of fuzzy sets.
4. This very method and algorithm of solving the problem of constructing a fuzzy model with the effective implementation of fuzzy rule base justifies the possibility of creating a well-functioning system of data mining.
5. To increase the efficiency of targetmonitoring and data mining while working with a large sets of input data by applying the settings with the fuzzy approach developed gradient method of parametric identification. Implementation of such approaches increases the reliability of decisions of the semistructured tasks by models of fuzzy approach and elements of the fuzzy rule base.
6. Five models of decision- making with the description of fuzzy sets and events for the allowed states of the environment in implementing intelligent systems are proposed. The methods and models display the source data semistructured problems in fuzzy-plural form, evaluating alternatives, searching and finding optimal strategies. A Markov model with fuzzy approach for solving the problem of classification in decision support systems is developed. The given methods and models determine the nature of ill-structured problems, and can improve the accuracy and efficiency of the formation of alternative solutions in systems support decisions.
7. On the basis of the proposed methods and models developed algorithm for problem solving of forecasting the cotton and its application is implemented . The results of prediction of proposed ten step algorithm to construct a fuzzy model are 0.5-3% more efficient than the existing algorithms. In particular, the accuracy of

the results achieved 96,5-99,8% in problem solving of predicting the yield and cost of raw cotton.

8. An algorithm based on the methods settings fuzzy model for the implementation of decision support is developed and positive results are justified. Accuracy of objects classification in model problems (IRIS, WINE, «dog-wolf», the diagnosis of cancer) comprises 97-100% in applied problems (forecast yield of raw cotton, cotton varieties selection of conformity, classification workflow system) - 92-98%.

9. The software-oriented to the implementation of decision support systems based on the developed fuzzy set theory approaches have been introduced in the Ministry of Higher and Secondary Special Education of the Republic of Uzbekistan, Department of Agriculture and Water Resources of Dzhizak region, which received acts of implementation and confirms economic benefit from the results of the research done in this dissertation.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (II часть; II part)

1. Бобомуродов О.Ж., Ахатов А.Р. Обработка информации в системах приобретения знаний. – Ташкент: «ФАН» АН РУз, 2009. – 136с.
2. Шарипов Ш., Бобомуродов О., Рахимов Н., Абдураҳимов Қ., Ҳайдаров О. Компьютерли ўқитиш тизимларида билимлар базасини ташкил этиш. – Тошкент: ЎзР ФА «ФАН» нашриёти, 2011.-112б.
3. Бобомуродов О.Ж., Рахимов Н.О. Объектнинг когнитив модели ва интеллектуал тизимини қуриш масалалари// ТАТУ хабарлари. – 2008. - №4. – Б. 27-31. (05.00.00; №10)
4. Акбаралиев Б.Б., Бобомурадов О.Ж. Об одном подходе к обработке данных в задачах распознавания образов// Узб.журн. «Проблемы информатики и энергетики». – Тошкент, 2008. - №6. – С. 41-43. (05.00.00; №5)
5. Бекмуратов Т.Ф., Мухамедиева Д.Т., Бобомурадов О.Ж. Нечеткая модель прогнозирования урожайности// Научный журнал СО РАН «Проблемы информатики». – Новосибирск, 2010. № 3. – С. 11-23. (05.00.00; №67)
6. Камилов М.М., Бобомуродов О.Ж. Подход к реализации задачи прогнозирования в условиях разнотипности исходных данных// Междунаровный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление» - Ташкент, 2010.-№3.-с.65-75. (05.00.00; №12)
7. Bekmuratov T.F., Mukhamedieva D.T., Bobomuradov O.J. Fuzzy Inference System for Forecasting problems// Ubiquitous Computing and Internationalization. - Republic of Korea, Seoul. - 2011. - vol. 3. -No1.- p.1-7. (05.00.00; №40)
8. Мухамедиева Д.Т., Бобомурадов О.Ж., Агзамходжаева М.Р. Подходы к решению основных задач марковского процесса при распознавании образов. // Вестник ТУИТ. – Ташкент, 2011. - №3. – С.10-16. (05.00.00; №10)
9. Бобомуродов О.Ж. Кучсиз тизимлашган қарорларни қабул қилиш жараёни оддий моделларида оптимал стратегияни топиш учун рекурент тенгламалар// «Информатика ва энергетика муаммолари» Ўзбек журнали. – Тошкент, 2011. - №3. – Б.23-29. (05.00.00; №5)
10. Бобомуродов О.Ж. Маълумотларни мантиқий-лингвистик акс эттиришда кучсиз тизимлаштирилган қарор қабул қилиш стратегиясини қуриш масаласи. // «Информатика ва энергетика муаммолари» Ўзбек журнали. – Тошкент, 2011. - №4. – Б.26-29. (05.00.00; №5)
11. Бобомурадов О.Ж. Построение базы нечётких правил при формировании параметров модели распознавания образов// Доклады Академии наук. – Ташкент, 2011. - №4. – С.27-29. (05.00.00; №9)

12. Бобомурадов О.Ж. Пременение процедуры подбора весовых коэффициентов в градиентом методе при решении задачи прогнозирования объектов с помощью модели Сугено// Международовный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». – Ташкент, 2011. - №4. – С.79 – 86. (05.00.00; №12)

13. Бобомурадов О.Ж. Система нечеткого вывода для задач прогнозирования// Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». – Ташкент, 2011. - №6. – С.73-78. (05.00.00; №12)

14. Бобомурадов О.Ж. Построение марковских моделей при решении задачи распознавания образов// Доклады Академии наук. – Ташкент, 2012. - №1. – С.17-20. (05.00.00; №9)

II бўлим (II часть; II part)

15. Бекмуратов Т.Ф., Мухамедиева Д.Т., Бобомурадов О.Ж. Модели нечетких критериев и алгоритм принятия слабоструктурированных решений// Электронное научно-техническое издание «Наука и образование». – Москва, 2010.- №7. - http://technomag.edu.ru/doc/151504.html

16. Бекмуратов Т.Ф., Мухамедиева Д.Т., Бобомурадов О. Ж. Нечеткий алгоритм принятия слабоструктурированных решений// Информационно – аналитический журнал «Актуальные проблемы современной науки». - Москва, изд–во «Спутник+», 2010.- №5(55) - С.124-127.

17. Бобомуродов О.Ж. Бошланғич ахборот норавшан бўлган ҳолатда қарор қабул қилиш моделини ишлаб чиқиш// «Фан, таълим ва амалиёт» мажмуасининг долзарб муаммолари. Жиззах Давлат педагогика институти илмий мақолалар тўплами. – Жиззах, 2011. -№6. – Б. 32-36.

18. Бобомуродов О.Ж. Марковские модели для решения задачи распознавания образов. // Илмий тадқиқотлар ахборотномаси. Илмий-назарий, услубий журнал. - СамДУ ахборотномаси, Самарқанд 2011, №3, Б.23-27.

19. Бобомурадов О.Ж. Подбор весовых коэффициентов в градиентом методе при построение модели типа Сугено// Вопросы вычислительной и прикладной математики. Аналитические методы и вычислительные алгоритмы решения задач математической физики. – Ташкент, 2011. -Выпуск 126. – С. 102-113.

20. Бобомуродов О.Ж. Норавшан модел параметрларини созлаш орқали таснифлаш масалаларини ҳал этиш// Вопросы вычислительной и прикладной математики. Аналитические методы и вычислительные алгоритмы решения задач математической физики. – Ташкент, 2011. – Выпуск 126. – С. 143-151.

21. Бекмуратов Т.Ф., Мухаммадиева Д.Т., Бобомурадов О.Ж., Акбаралиев Б.Б. Модели принятия слабоструктурированных решений// Труды Восьмой Международный симпозиум «Интеллектуальные системы» (INTELS'2008). – г.Нижний Новгород, Россия, 2008. – С. 437-441.

22. Бобомуродов О.Ж., Хамраев А.Ш. Ноаниқлик шароитида прогнозлаш масаласи//Амалий математика ва информацион технологияларнинг долзарб муаммолари – Ал Хоразмий 2009, 2-тўплам, 18-21 сентябрь 2009.-Б.76-77.

23. Ахатов А.Р., Бобомуродов О.Ж. Формирование стратегии обучения в интеллектуальной обучающей системе на основе обработки модели данных и знаний // II Всероссийская конференция «Знания – Онтологии – Теории», Том 2, 20–22 октября 2009г., Новосибирск, 2009. – С.129-134.

24. Бобомуродов О.Ж., Рахимов Н. Объектнинг когнитив модели ва интеллектуал ўқитиш тизимини ташкил этиш масалалари // Ёш математикларнинг янги теоремалари-2009, Наманган, 6-7 ноябрь 2009й. – Б.136-138.

25. Камилов М.М., Бобомуродов О.Ж. Оценка эффективности модели прогнозирования по горному методу субтрактивной кластеризации и линейной регрессии// Труды Девятого Международного Симпозиума «Интеллектуальные системы» (INTELS'2010). Россия, Владимир- Москва, 2010. – С. 461-464.

26. Bekmuratov T.F., Mukhamedieva D.T., Bobomuradov O.J. Model prediction of yieled with fuzzy initial conditions// Ninth International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing: ICAFS-2010. – August 26-27, 2010. b-Quadrat Verlag - Prague, Czech Republic, 2010. – p.321-328.

27. Бобомуродов О.Ж., Акбаралиев Б.Б., Рахимов Н. Билимларни ҳосил қилиш тизимларини ташкил этиш масаласи// «Инфокоммуникацион технологиялар» Республика илмий–техник конференцияси маърузалар тўплами. - Тошкент, 2010. – С. 131-136.

28. Бобомуродов О.Ж., Тавбоев С.А., Гулиев А.А. Аниқмас шароитда кўп мезонли оптималлаш масалаларини ечишнинг иерархик (шажарравий) таҳлил усули// «Инновацион лойиҳаларни ишлаб чиқаришга тадбиқ этиш муаммолари» III Республика илмий-техник конференцияси материаллари. – 6-7 май 2011й. – Жиззах, 2010. – Б.105-107.

29. Бобомурадов О.Ж. Решение задачи прогнозирования себестоимости хлопка-сырца. // «Современное состояние и перспективы развития информационных технологий» Материалы Республиканской научно-технической конференции. Ташкент 5-6 сентября 2011г., том-2, с.299-304.

30. Бобомуродов О.Ж. Норавшан қоидалар базаси ёрдамида модел қуриш масаласини ечиш усули ва алгоритми.// «Современное состояние и перспективы развития информационных технологий» Материалы Республиканской научно-технической конференции. 5-6 сентября 2011г., Ташкент, 2011. - том-2, - С.304-309.

31. Бобомурадов О.Ж., Хамроев А.Ш. Построение базы нечётких правил при формировании параметров модели в задачах распознавания образов.// Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Знания-Онтологии-Теории» (ЗОНТ-2011), 3-5 октября 2011г., Новосибирск, 2011. – С. 66-72.

32. Мухамедиева Д.Т., Бобомурадов О.Ж. Мингликулов З.Б. Алгоритм построения базы нечетких правил. // Доклады седьмой Международной Азиатской школы – семинар «Проблемы оптимизации сложных систем». - 17-27 октября 2011 г. - Ташкент, 2011. – С.164-168.

33. Бобомуродов О.Ж. Олий таълим тизими тармоқ ресурсларини ҳимоясини ташкил этиш масалалари.// «Алоқа, ахборотлаштириш ва телекоммуникация технологиялари соҳасида ахборот хавфсизлиги. Муаммо ва уларни ҳал қилиш йўллари» мавзусидаги Республика семинари. 2013 йил 29 октябрь, Б.72-75.

34. Бобомуродов О. Норавшан қоидалар базаси ёрдамида модел қуриш алгоритми ва тажрибавий тадқиқотлар.// Ахборот технологиялари ва телекоммуникация тизимларини самарали ривожлантириш истиқболлари. Республика илмий-техник конференцияси. – Тошкент, 13-14 март 2014 йил, 1-қисм.- Б.297-300.

35. Бобомуродов О.Ж., Тўрақулов О. Башоратлаш масаласини ечишга ёндашувлар/ Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни ишлаб чиқаришга тадбиқ этиш муаммолари/ Республика илми-техник конференция. Жиззах-2014, б. 448-451

36. Бобомуродов О.Ж., Хайдаров О.А. Построение базы нечётких правил при формировании параметров модели в задачах классификации// Международный симпозиум «Интеллектуальные системы» (INTELS’2014)/Москва-2014, 30 июня – 4 июля 2014 г. – Москва, – С.319-324.

37. Bekmuratov T.F., Babomuradov O.J., Rakhimov N.O. The methods of description fuzzy knowledge in intelligent systems.// «Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни амалиётга тадбиқ этиш муаммолари» мавзусидаги илмий-техник анжумани, 2015 йил 17-18 апрель, - Жиззах, - Б. 204-205.

38. Камилов М.М., Бобомуродов О.Ж., Худайбердиев М.Х., Хамроев А.Ш. Масофадан ўқитишнинг мослаштирилган тизими// ЎзР Патент идораси. №DGU 01589, 29.09.2008й.

39. Бекмуратов Т.Ф., Бобомуродов О.Ж., Рахимов Н.О., Мингликулов З.Б. “TAHSIL-IO’T” // ЎзР Патент идораси. DGU 02175, 19.04.2011й.

40. Мухамедиева Д.Т., Бобомуродов О.Ж., Мингликулов З.Б., Хамроев А.Ш. Қарор қабул қилишнинг норавшан қоидалари асосида мураккаб объектларни таснифлаш қилиш дастури// ЎзР Патент идораси. Дастурий гувоҳнома. DGU 02243, Берилган санаси 07.07.2011й.

41. Камилов М.М., Бобомуродов О.Ж., Худайбердиев М.Х., Хамроев А.Ш. Қисман прецедентлик алгоритмларига асосланган дастурий-таниб олувчи мажмуа (PRASK-2)// ЎзР Патент идораси. Дастурий гувоҳнома. DGU 02244, Берилган санаси 07.07.2011й.

Автореферат «ТАТУ хабарлари» таҳририятида таҳрирдан ўтказилди
(23.05.2015й.)

Босишга руҳсат этилди: 04.06.2015
Бичими 60x84 1/8. «Times Uz» гарнитураси. Офсет усулида босилди.
Шартли босма табоғи 9,75. Нашр босма табоғи 10,5.
Тиражи 100. Буюртма: №51 .

«Top Image Media» босмахонасида чоп этилди.
Тошкент шаҳри, Я.Ғуломов кўчаси, 74-уй