

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

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

РЎЗИБОВ ОРИҚ БАХТИЁРОВИЧ

КЎКРАК БЕЗИ ЎСМА КАСАЛЛИКЛАРИНИ ЭРТА АНИҚЛАШДА
СИМПТОКОМПЛЕКСЛАРНИ СИНФЛАШТИРИШНИНГ
АЛГОРИТМИК ТАЪМИНОТИ

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

ТЕХНИКА ФАНЛАР БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2017

A/2528

A

Р 95 Рузибоев, О.Б.
 Кукрас беги усма кааал-
 ликларини эрта аник-
 лашда симптокомплекс-
 ларни синфлаштириш
 нинг алгоритмик таъми-
 ноти: дис. авторефера-
 ти

Т. 2017

и (PhD) диссертацияси
 каси

диссертация
 математическим наукам

of philosophy (PhD)

симптокомплексларни
 3

симптокомплексов для
 19

ly diagnosis of breast
 35

..... 39

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

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

РЎЗИБОВ ОРИҚ БАХТИЁРОВИЧ

КЎКРАК БЕЗИ ЎСМА КАСАЛЛИКЛАРИНИ ЭРТА АНИҚЛАШДА
СИМПТОКОМПЛЕКСЛАРНИ СИНФЛАШТИРИШНИНГ
АЛГОРИТМИК ТАЪМИНОТИ

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

ТЕХНИКА ФАНЛАР БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.1.PhD/T50 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент ахборот технологиялари университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tuit.uz) ва "Ziynet" Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Нишанов Ахром Хасанович
техника фанлари доктори

Расмий оппонентлар:

Мухамедиева Дилноза Тулқиновна
техника фанлари доктори, профессор

Туракулов Холбўта Абилович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Тошкент Давлат техника университети

Диссертация ҳимояси Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги DSc.27.06.2017.T.07.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2017 йил «30» декабр соат 12⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтди. (Манзил: 100202, Тошкент шаҳри, Амир Темур кўчаси, 108-уй. Тел.: (99871) 238-64-43, факс: (99871) 238-65-52, e-mail: tuit@tuit.uz).

Диссертация билан Тошкент ахборот технологиялари университети Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин 25.12 рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100202, Тошкент шаҳри, Амир Темур кўчаси, 108-уй. Тел.: (99871) 238-65-44).

Диссертация автореферати 2017 йил «15» декабр да тарқатилди.
(2017 йил «25» январ даги 10 рақамли реестр баённомаси.)



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

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

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

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда соғлиқни сақлаш индустриясини ахборот-коммуникацион технологиялар ёрдамида изчил ривожланиши асосида аҳолига тиббий ёрдам кўрсатиш, касаллик турларини ва юзага келиш сабабларини эрта аниқлаш ҳамда мақсадли даволаш усулларини такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. ШУ жihatдан «Кўкрак беzi ўсма саратон касаллиги (КБЎСК) хар йили дунёда 1%-2% ўсиш кузатилиб, АҚШ ва Европа мамлакатларида кунлик ҳаётда маммографик скрининг ҳамда профилактик кўриқдан ўтказиш орқали КБЎСКларини эрта аниқлаш натижасида касалликлар миқдорини 2001 йилда 39%, 2012 йилга келиб 33% га камайтиришга эришилган»¹.

Жаҳонда катта ҳажмдаги тиббий маълумотларни қайта ишлаш ва кўкрак беzi ўсма касалликларини эрта аниқлашда симптокомплексларни синфлаштириш учун тимсолларни аниқлашнинг эвристик усул ва алгоритмларини ишлаб чиқиш билан боғлиқ амалий масалаларни ечишга йўналтирилган илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан маълумотларни интеллектуал таҳлил қилиш усул ва алгоритмларидан фойдаланган ҳолда тадқиқот ишида кўкрак беzi ўсма касалликларини ташхислаш жараёнларини тиббий маълумотлар таҳлилинини алгоритмик дастурий таъминот ёрдамида автоматлаштириш, дифференциялаш ва компьютерли ташхислаш тизимларини ишлаб чиқиш муҳим вазибалардан бири ҳисобланади.

Республикаимиз мустақилликга эришгач ахборот-коммуникация технологиялари имкониятларидан фойдаланилган ҳолда аҳолига тиббий хизмат кўрсатиш қулайлиги ва сифатини оширишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу борада тиббий касалликларни эрта аниқлаш ва мукамал даволаш сифатини оширишда компьютерли ташхислаш тизимларини такомиллаштиришда сезиларли натижаларга эришилиб, жумладан саратон касалликларини ташхис қўйиш бўйича қарор қабул қилишни қувватловчи тиббий автоматлаштирилган ташхислаш тизимлари яратилди. Шулар билан бир қаторда инсоннинг ўсма касалликларга (ЎК) мойиллигида эрта ташхис қўйиш имконини берувчи мазкур тизимларни такомиллаштириш талаб этилмоқда.

2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасида янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... тиббий-ижтимоий ёрдам кўрсатиш тизимини янада ривожлантириш ва такомиллаштириш, ... илғор ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш ва улардан фойдаланиш»² вазибалари белгиланган. Ушбу вазибаларни бажариш, жумладан кўкрак беzi ўсма касалликларини эрта аниқлаш ва олдини олиш жараёнларини автоматлаштирилган дастурий мажмуаларини яратиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

¹ <http://www.oncoforum.ru/o-rake/statistika-raka/statistika-raka-molochnykh-zhelez-v-mire-i-rossii.html>

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2017 йил 4 апрелдаги ПҚ-2866-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасида онкология хизматини янада ривожлантириш ва аҳолига онкологик ёрдам кўрсатишни такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2012 йил 21 мартдаги ПҚ-1730-сон «Замонавий ахборот-коммуникация технологияларни жорий этиш ва янада ривожлантиришнинг чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари ва Вазирлар Маҳкамасининг 2012 йил 1 февралдаги 24-сон "Жойларда компьютерлаштириш ва ахборот-коммуникацион технологияларини бундан кейинги ривожлантиришга шароитлар яратиш учун чора-тадбирлар тўғрисида"ги қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Синфлаштириш масаласини ҳал этишда белгилар фазосини шакллантириш ва объектларни бошланғич тавсифини самарали танлаш ҳамда объектларни характерловчи белгилар фазоси ўлчамини камайтириш, яъни информатив белгилар фазосини шакллантириш ва тиббий маълумотларни интеллектуал таҳлил қилиш масалаларининг ривожланиши ва уларнинг қўлланилиши билан боғлиқ тадқиқотлар қуйидаги бир қатор олимлар: R.E.Bellman, R.O.Duda, K.Fukunaga, R.C.Gonzalez, P.E.Hart, A.K.Jain, T.I.Tang, J.T.Tou, C.A.Айвазян, М.А.Айзерман, Э.М.Браверман, Б.С.Бессмертный, В.Н.Вапник, В.И.Васильев, А.А.Генкин, А.Л.Горелик, Ю.И.Журавлев, Н.Г.Загоруйко, В.И.Кант, Г.С.Лбов, Б.Г.Миркин, Л.А.Растринин, В.А.Сойфер, Я.З.Цыпкин ва бошқаларнинг ишида кўриб чиқилган.

Ўзбекистонда М.М.Камилов, Т.Ф.Бекмуратов, Ф.Б.Абуталиев, Э.М.Алиев, Ш.Е.Туляганов, Ш.Х.Фозилов, З.Т.Адилова, Ф.Т.Адилова, Р.Х.Ҳамдамов, М.А.Раҳматуллаев, А.Х.Нишанов, Н.А.Игнатъев, Д.Т.Мухамедиева, А.Р.Ахатов ва бошқаларнинг тиббий маълумотларни интеллектуал таҳлили, тимсолларни аниқлаш назарияси, тиббий маълумотларни қайта ишлов бериш усуллари ишлаб чиқишга катта ҳисса қўшганлар.

Ҳозирги кунда тиббий маълумотларни интеллектуал таҳлил қилиш масалаларини ҳал этиш учун тадқиқ қилинаётган объектларни характерловчи симптокомплекслар мажмуасидан энг муҳимларини танлаб олиш, жумладан, симптокомплексларни синфлаштириш усул ва алгоритмлари ҳамда дастурий мажмуалари яратилган. Шунга қарамай, тиббий маълумотларни интеллектуал таҳлил қилишда симптокомплексларни синфлаштириш ва

кластерлаштириш масалаларини ечишнинг такомиллашган гибрид усул ва алгоритмларини яратиш муаммолари етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Мухаммад Ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг ФА-А17-Ф056 «Объект ҳақидаги ахборот ноаниқ шароитида маълумотларни интеллектуал таҳлил қилиш учун мослашувчан тимсолларни таниб олиш тизимининг алгоритмик таъминоти» (2009-2012); БА-5-017 «Маълумотлар интеллектуал таҳлил қилиш усуллари асосида кўкрак бези ва бачадон бўйни саратонни ташхислаш алгоритмлари ва дастурий таъминотини яратиш» (2017-2019) мавзуларидаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади кўкрак бези ўсма касалликларини эрта аниқлашда симптокомплексларни синфлаштиришнинг модел, усул, алгоритм, дастурий восита ва ҳисоблаш воситалари орасида бўлган ўзаро функционал боғланишларни ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазибалари:

кўкрак бези ўсма касалликлари клиник белгиларини шакллантириш усулини такомиллаштириш ва алгоритминини ишлаб чиқиш;

информатив белгиларни танлашнинг қисман танлов усули ва объектларни синфлаштиришнинг “Аполлон шари” ҳал қилувчи қондасига асосланган алгоритм ишлаб чиқиш;

симптокомплексларни синфлаштиришнинг гибрид алгоритминини ишлаб чиқиш;

кўкрак бези ўсма касалликларини эрта аниқлашда информатив симптокомплексларни танлаш ва синфлаштириш усул, алгоритмларига асосланган дастурий восита ишлаб чиқиш;

дастурий восита архитектураси, дастур ва ҳисоблаш воситаларининг функционал боғлиқлиги, техник жиҳозларга қўйиладиган талаблар ва тизим фаолияти натижаларини таҳлил қилиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида кўкрак бези ўсма касаллик симптокомплекслари, маълумотлар базалари, касалликни эрта аниқлашда маълумотларни интеллектуал таҳлил қилиш жараёнлари қаралган.

Тадқиқотнинг предмети кўкрак бези ўсма касалликларида информатив симптокомплексларни самарали танлаш ва уларни синфлаштириш усуллари ва ҳисоблаш экспериментларини ўтказиш дастурий таъминоти, синфлаштиришнинг классик модел масалалари, кўкрак бези ўсма касалликларини эрта аниқлаш учун беморларнинг синфлаштирилган клиник белгилари асосида кластерлаш усулларида иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида маълумотларни интеллектуал таҳлил қилиш усуллари, тимсолларни аниқлаш назарияси, математик статистика усуллари ва моделлаштириш ҳамда объектгайўналтирилган дастурлаш усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

кўкрак бези ўсма касалликлари ҳолатини баҳолаш учун тимсолларни

аниқлаш статистик усуллари асосида классификатор яратилган;
объектларни синфлаштиришнинг “Апполон шари” ҳал қилувчи қоида сига асосланган модификацияланган алгоритми ишлаб чиқилган;
берилган объектларни синфлаштириш масаласини ечиш учун энг информатив симптомларни танлаб олиш қисман танлов усул ва алгоритми ишлаб чиқилган;

кўкрак беzi ўсма касалликлари симптомлар мажмуасини оптималлаштириш ҳисобига Байес, KNN, “Апполон шари” алгоритмларини биргаликда қўллаш асосида гибрид алгоритм ишлаб чиқилган;

информатив симптокомплексларни танлаш ва синфлаштириш усул, алгоритмларига асосланган дастурий восита, дастур архитектураси ва ҳисоблаш воситаларига талаблар ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

кўкрак беzi ўсма касаллигини эрта аниқлаш клиник белгиларини шакллантирилиш самарали усули, диагностик симптокомплексларни синфлаштириш масаласини ечиш усул ва алгоритмлари йшлаб чиқилган;

тиббий диагностик симптокомплексларни самарали танлашнинг эвристик усул ва алгоритмлари асосида кўкрак беzi ўсма касалликларини эрта аниқлашнинг дастурий таъминоти яратилган;

тимсолларни аниқлашда ҳал қилувчи қоида “Апполон шари” ёрдамида симптокомплексларни синфлаштиришнинг дастурий воситаси яратилган;

кўкрак беzi ўсма касалликларини эрта аниқлаш алгоритмлари ва дастурий воситаси яратилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Масаланинг математик жиҳатдан тўғри қўйилиши, маълумотларни интеллектуал таҳлил қилиш ва тимсолларни аниқлаш усулларининг тўғри қўлланилиши, шунингдек назарий ва амалий тадқиқотлардан олинган натижалар ва уларнинг мувофиқлиги орқали изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқотда олинган натижаларнинг илмий аҳамияти кўкрак беzi ўсма касаллигини эрта аниқлашда симптокомплексларни шакллантириш, эвристик усул асосида самарали танлаш, синфлаштириш, кластерлаштириш масалаларини ечиш усул ва алгоритмлари тиббий қарор қабул қилиш тизимларини такомиллаштириш имконини берган. Олинган назарий илмий натижаларни тиббий ташхислаш, симптокомплексларни синфлаштириш ва симптомлар мажмуасини яратилиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти, ишлаб чиқилган усул ва алгоритмлар асосида кўкрак беzi ўсма касалликларини эрта аниқлашда симптокомплексларни синфлаштириш учун тиббий хизмат кўрсатиш сифатини янги даражага кўтаришга хусусан кўкрак беzi ўсма касалликларини эрта аниқлаш учун ташхис самарадорлигини оширишга, хизмат қилади. Ишлаб чиқилган усул ва алгоритмлари беморлар ҳолатини ўрганилаётган касалликлар синфларидан бирига тегишлилигини аниқлаш ва ташхис жараёнини рационал баҳолашга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Кўкрак беzi ўсма касалликларини эрта аниқлашда симптокомплексларни синфлаштириш усул ва алгоритмлари ҳамда тадқиқ қилинаётган тиббий объектларни характерловчи симптокомплекслар мажмуасидан муҳимларини танлашнинг эвристик усуллари асосида:

кўкрак беzi ўсма касалликларини эрта аниқлашда симптокомплексларни синфлаштириш дастурий таъминоти Республика онкология ва радиология ихтисослаштирилган илмий-амалий тиббиёт маркази Хоразм вилояти филиалига жорий этилган. (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2017 йил 28 сентябрдаги 33-8/6501-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида кўкрак беzi ўсма касалликларини эрта аниқлаш ва ташхислашда, муаммал даволаш қарорларини қабул қилишда касаллик даражасига қараб симптокомплексларини синфлаш имконини берган;

симптокомплексларни синфлаштириш усул ва алгоритмлари Хоразм вилояти, Хазорасп тумани марказий кўп тармоқли шифохонасига жорий этилган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2017 йил 28 сентябрдаги 33-8/6501-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида тиббий хизматлар кўрсатиш жараёнини оптималлаштириш ҳамда беморларни моделли сўровнома асосида кўкрак беzi ўсма касалликларини эрта аниқлаш даражасини 1,15 мартага ошириш имконини берган;

касалик даражасини тоифалаш усуллари ва дастурий таъминоти соғлиқни сақлаш амалиётига жумладан, Самарқанд вилояти, Самарқанд шаҳри 2-сон шифохонасига жорий этилган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2017 йил 28 сентябрдаги 33-8/6501-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида беморлар ҳақида жамланган маълумотлар базасини математик қайта ишлаш кўкрак беzi ўсма касалликларни эрта аниқлаш, башоратлаш ва дифференциал ташхислаш имконини берган;

кўкрак беzi ўсма касалликлари симптомларини синфлаштириш ва эрта ташхислашда тимсолларни аниқлаш моделлари Республика онкология ва радиология ихтисослаштирилган илмий-амалий тиббиёт марказига жорий қилинган. (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2017 йил 28 сентябрдаги 33-8/6501-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида кўкрак беzi ўсма касалликларини ташхислашда тимсолларни аниқлаш моделлари эрта ташхислаш аниқлигини ошириш, компьютерли ташхислаш орқали ташхис вақтини қисқартириш ва касалликни бошланғич босқичида даволаш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари, жумладан 4 та халқаро ва 24 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 40 та илмий иш чоп этилган, Ўзбекистон Республикаси

Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 12 та мақола, 4 таси хорижий ва 8 таси республика журналларида нашр қилинган шунингдек, 6 та ЭҶМ учун яратилган дастурий воситаларни қайд қилиш гувоҳномалари олинган.

Диссертациясининг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, учта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

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 очиб берилган, тадқиқот натижаларини жорий қилиш рўйхати, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг “Маълумотларни интеллектуал таҳлил қилишда синфлаштириш масаласини ечиш математик усул ва алгоритмлари таҳлили” деб номланган биринчи бобида масаланинг қўйилиши, диссертация мавзусига тааллуқли тадқиқотларнинг умумлаштирувчи қисқача маълумоти, шунингдек келгусида олинган натижаларни муҳокамаси учун асосий таърифлар ва ёрдамчи тасдиқлар келтирилган.

Кўкрак беzi ўсма саратони билан касалланган беморларнинг клиник белгиларини шакллантирилиш ва симптокомплексларни синфлаштириш масаласининг математик қўйилиши баён этилган. Тиббиётда математик усуллар – тиббиёт ва соғлиқни сақлаш муаммолари билан боғлиқ бўлган тадқиқот объектларининг ҳолатини аниқлаш мезонлари, баҳолаш, таҳлил этиш ва миқдорий ўзгарувчи белгилар тўпланини шакллантириш усул ва алгоритмларининг мажмуасидир.

Берилган $X = \{x\}$ объектларнинг кесишмайдиган X_1, X_2, \dots, X_m қисм тўпламлар (синфлар)га ажратилган ўргатувчи танлови берилган бўлсин. Ҳар бир объект N белгилар тўплами билан $X = \{x^1, x^2, \dots, x^N\}$ кўринишда берилади. Ҳар бир X_p синф m_p та $x_{p_1}, \dots, x_{p_{m_p}}$ объектлардан тузилган бўлсин, бу ерда $x_{p_i} = (x_{p_i}^1, x_{p_i}^2, \dots, x_{p_i}^N)$, $i = \overline{1, m_p}$.

Берилган ўқув танланмалар $x_{p_1}, x_{p_2}, \dots, x_{p_{m_p}} \in X_p$, $p = \overline{1, r}$ учун информатив белгилар, симптокомплекслар - қисм фазосини бир қийматли характерловчи $\lambda_p = (\lambda_p^1, \lambda_p^2, \dots, \lambda_p^N)$, $\lambda_i \in \{0; 1\}$, $i = \overline{1, N}$ векторни киритиб оламиз. Бу ерда x_{p_i} - N -ўлчовли белгилар фазоси вектори. Бунда λ_p векторнинг бирга тенг бўлган компоненталарига мос келувчи симптомлар ажратиб олинаётган қисм фазода

симптокомплексларни билдирса, нолга тенг бўлган симптомлари эса унга мос белгиларни ажратиб олинаётган симптокомплексда иштирок этмаслигини билдиради.

Таъриф 1. Евклид фазоси R^N симптокомплекслар фазосида $R^N|_{\lambda_p} = \{x|_{\lambda_p} = (\lambda_p^1, \lambda_p^2, \dots, \lambda_p^N)\}$ кўринишда ифодаланади ва симптокомплекслар $R^N = \{x = (x^1, x^2, \dots, x^N)\}$ Евклид фазонинг λ_p бўйича акслантирмаси дейилади.

R^N фазодаги x, y объектлар орасидаги акслантирма масофа сифатида $R^N|_{\lambda_p}$ фазодаги икки $x|_{\lambda_p}$ ва $y|_{\lambda_p}$ объектлар орасидаги $\|x - y\|_{\lambda_p} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \lambda_i (x_i - y_i)^2}$

Евклид масофасини оламир.

Таъриф 2. λ_p вектор ℓ -информатив дейилади, агарда унинг компоненталари йигиндиси ℓ га тенг бўлса, яъни мавжуд симптокомплекслардаги симптомлар сони $\sum_{i=1}^N \lambda_i' = \ell$ га тенг.

Ҳар бир симптокомплексдаги λ_p ℓ -информатив вектор учун унга мос ℓ -ўлчовли белгилар қисм фазоси аниқланган ва бу қисм фазоларда λ_p мос

$\|x\|_{\lambda} = \sqrt{\sum_{j=1}^N \lambda_j (x^j)^2}$ Евклид нормасини киритамиз.

X_p синфнинг характерловчи ўртача объекти \bar{x}_p қуйидагича аниқланади:

$$x_p = \frac{1}{m_p} \sum_{i=1}^{m_p} x_{pi}, \quad p = \overline{1, r}.$$

Қуйидаги функцияни киритиб оламиз:

$$S_p(\lambda_p) = \sqrt{\frac{1}{m_p} \sum_{i=1}^{m_p} \|x_{pi} - \bar{x}_p\|_{\lambda}^2}.$$

$S_p(\lambda)$ функция X_p синфдаги λ вектор асосида ажратиб олинган объектларнинг ўртача тарқоқлигини ифодалайди. Информативлик мезони сифатида қуйидаги функционални оламиз:

$$I_1(\lambda_p) = \frac{\sum_{p,q=1}^r \|\bar{x}_p - \bar{x}_q\|_{\lambda}^2}{\sum_{p=1}^r S_p^2(\lambda_p)}. \quad (1)$$

Бу функционал Фишер функционалининг содда кўринишини ифодалайди.

Қуйидаги белгилашларни киритиб оламиз: $a = (a^1, a^2, \dots, a^N)$, $b_p = (b_p^1, b_p^2, \dots, b_p^N)$, $a^j = \sum_{p,q=1}^r (x_p^j - \bar{x}_q^j)^2$, $j = \overline{1, N}$, $b_p^j = \frac{1}{m_p} \sum_{i=1}^{m_p} (x_{pi}^j - \bar{x}_p^j)^2$, $j = \overline{1, N}$.

У ҳолда (1) функционал қуйидаги кўринишга келади $I(\lambda_p) = \frac{(a, \lambda_p)}{(b_p, \lambda_p)}$ (2)

бу ерда $(*,*)$ -векторларнинг скаляр кўпайтмаси, a' , b' коэффициентлар λ_p га боғлиқ бўлмагани учун олдиндан ҳисоблаб олиш мумкин. $I(\lambda_p)$ мезонни ҳар бир λ_p га мос қийматини топиш учун N тартибли амаллар бажариш зарур бўлади.

Диссертация ишининг мақсад ва вазифаларидан келиб чиқиб, ҳар бир берилган ўқув танланмаси объектлари синфига мос ўзларининг симптокомплексларини аниқлаш, яъни симптомларни синфлаштириш талаб этилади.

Юқорида киритилган белгилашлар асосида берилган синфга мос сифат мезони $I(\lambda_p)$ ва талаб этилаётган симптокомплекслардаги симптомлар сони ℓ_p -ни, λ_p информатив симптомлар фазосида номаълум объектларни классификация ёки кластеризация масаласини ечиш учун ҳар бир $\ell_p = \overline{1, N}$ учун оптимал ℓ_p -информатив λ_p векторлар мажмуаси қурилади

$$\Lambda' = \{ \lambda_p : \sum_{k=1}^N \lambda_p^k = \ell_p, \lambda_p^k \in \{0,1\}, p = \overline{1, r} \}.$$

Ушбу мажмуада ҳар бир синфга мос λ_p векторлар куйидаги оптимизация масаласини ечиш натижасида ҳосил қилинади

$$\begin{cases} I(\lambda_p) = \frac{(a, \lambda_p)}{(b_p, \lambda_p)} \rightarrow \max \\ \lambda_p \in \Lambda' \end{cases} \quad (3).$$

Диссертациянинг “Информатив белгиларни танлаш ва уларни синфлаштириш алгоритмларини ишлаб чиқиш” деб номланган иккинчи бобида информатив белгиларни самарали танлашнинг қисман танлов усул ва алгоритмлари ва тимсолларни аниқлашда ҳал қилувчи қоида “Апполон шар” ёрдамида объектларни синфлаштириш усуллари ишлаб чиқишга бағишланган.

Дастлаб информатив белгиларни самарали танлашнинг, информатив ифодасини аниқлашнинг таклиф қилинган эвристик алгоритмга асосланган усулни қараб чиқамиз. Фараз қилайлик $x = (x^1, \dots, x^n)$ — ҳолати аниқланувчи бемор бўлсин ва $\lambda_p = (\lambda_p^1, \dots, \lambda_p^n)$ — p -чи синфга мос симптокомплекс бўлсин. У

ҳолда $d_p(x)_{\lambda_p} = \frac{\|x - \overline{x_p}\|}{r_{p\lambda_p}}$, $d_p(x)_{\lambda_p}$ функция x объектни λ_p бўйича қисқартиришга

нисбатан x_p синфга тегишлилик ўлчовини аниқлайди.

Агар $d_q(x)_{\lambda} = \min_{p=1, m} d_p(x)_{\lambda}$ бўлса, у ҳолда x объектни юқори эҳтимол билан

X_q синфга тегишли деб ҳисоблаймиз. Бу муносабатни $x \xrightarrow{\lambda} x_q$ каби белгилаймиз. λ_p векторнинг ℓ -информативлиги учун танишнинг ишончлилик ўлчовини киритамиз. Ҳар бир X_p синф m_p объектлардан тузилган.

Объектларнинг умумий сони $\sum_{p=1}^n m_p$ га тенг. $\mu(\lambda)$ – шундай объектларнинг умумий сони бўлсинки, бунда қуйидаги иккита муносабатлар $x \xrightarrow{\lambda} x_q$, $x \in X_p$, бир вақтда бажарилсин, яъни $\mu(\lambda_p)$ – объектларнинг умумий сонидан тўғри танилганлари сонини ифодалайди. Танишнинг ишончлилик ўлчови сифатида

$$P(\lambda_p) = \frac{\mu(\lambda_p)}{\sum_{p=1}^n m_p} 100\% \text{ катталики қўлланилади.}$$

Кўриб чиқилган усул $P(\lambda_p(\ell)) = \max\{P(\lambda_p(1)), P(\lambda_p(2)), \dots, P(\lambda_p(n))\}$ муносабатида энг кичик ℓ ни танлашга мўлжалланган.

Қуйидаги $S(x, y, \rho) = \left\{ z \in R^n : |z - y| \leq \frac{1}{\rho} |z - x| \right\}$, $x \in coX, y \in coY, \rho - const, \rho > 1$, тўпلام “Апполон шари” деб аталади. Биз қуйида $\rho > 1$ ҳолатни кўриб чиқамиз.

Тасдиқ. $S(x, y, \rho)$ тўпلامي x, y аниқ векторлар учун унинг маркази $a = \frac{\rho^2 y - x}{\rho^2 - 1}$ нуктада, радиуси $r = \frac{\rho |y - x|}{\rho^2 - 1}$ ва ρ параметри билан $|z - a| \leq r$ шар кўринишида қуйидагича ифодалаш мумкин “Апполония шари”ни куриш услуби учта параметрга боғлиқ: $x \in coX, y \in coY, \rho > 1$. Масалан, агар барча $x_i \in X$ лар учун $|x_i - x| \leq |x_i - y|$ бўлса, у ҳолда $\rho > 1$ параметрнинг ρ_x қиймати $\rho_x \leq \max_i \frac{|x_i - y|}{|x_i - x|}$ тенгсизлик орқали танланади, бу ерда $x \in coX, y \in coY$ - мос синфларда $x \in coX, y \in coY$ ўрталаштирилган объектлар.

Ҳосил қилинган “Апполон шари”дан фойдаланиб ҳал қилувчи қондани кураимиз. Бунинг учун $\rho_r, \rho_x > 1$ ($\rho_x, \rho_r > 1$) сонини юқорида кўрсатилган усулга кўра танланган деб оламиз ва $Y(X)$ синфга мос келади. Назорат объекти w , R^n дан олинган бўлсин. Агар қуйидаги эквивалент тенгсизликлардан бири бажарилса

$$\left| w - \frac{\rho_r^2 y - x}{\rho_r^2 - 1} \right| \leq \frac{\rho_r |x - y|}{\rho_r^2 - 1}, \quad |w - y| \leq \frac{1}{\rho_r} |w - x|, \quad (4)$$

у ҳолда $w \in S(x, y, \rho_r)$ ва w объект Y синфга тегишли бўлади деб айтаимиз. Агар (4) тенгсизлик бажарилмаса, бироқ қуйидаги эквивалент тенгсизликлардан бири бажарилса

$$\left| w - \frac{\rho_x^2 x - y}{\rho_x^2 - 1} \right| \leq \frac{\rho_x |y - x|}{\rho_x^2 - 1}, \quad |w - x| \leq \frac{1}{\rho_x} |w - y|, \quad (5)$$

у ҳолда $w \in S(x, y, \rho_x)$ ва w объект X синфга тегишли бўлади деб айтаимиз. Агарда w объект учун (4)-(5) тенгсизликлардан бирортаси ҳам бажарилмаса, унда w объект таниб олинмади деб ҳисобланади.

Учта x_1, x_2, x_3 синфларга мос, $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3$ ўртача векторлар бўйича “Аполлония шари” алгоритмини қўллаб куйидаги

$$S_{1,2} = \left\{ x : |x - \bar{x}_1| \leq \frac{1}{\rho_{x_1}} |x - \bar{x}_2| \right\}, S_{1,3} = \left\{ x : |x - \bar{x}_1| \leq \frac{1}{\rho_{x_1}} |x - \bar{x}_3| \right\},$$

$$S_{2,1} = \left\{ x : |x - \bar{x}_2| \leq \frac{1}{\rho_{x_2}} |x - \bar{x}_1| \right\}, S_{2,3} = \left\{ x : |x - \bar{x}_2| \leq \frac{1}{\rho_{x_2}} |x - \bar{x}_3| \right\},$$

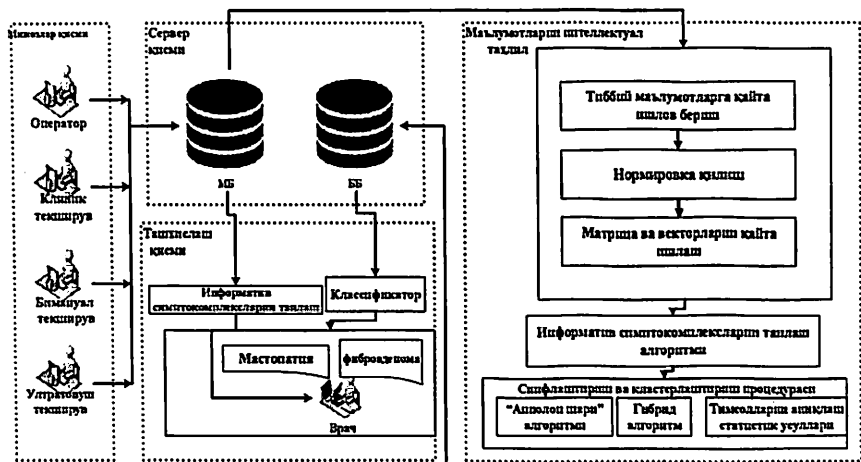
$$S_{3,1} = \left\{ x : |x - \bar{x}_3| \leq \frac{1}{\rho_{x_3}} |x - \bar{x}_1| \right\}, S_{3,2} = \left\{ x : |x - \bar{x}_3| \leq \frac{1}{\rho_{x_3}} |x - \bar{x}_2| \right\},$$

тўпламни аниқлаб оламиз, бу ерда $\rho_{x_1}, \rho_{x_2}, \rho_{x_3}$ – константалар ва $\bar{x}_1 \in coX_1, \bar{x}_2 \in coX_2, \bar{x}_3 \in coX_3$ эканлиги маълум. Агар x_1, x_2, x_3 синфлар учун тўпламларнинг coX_1, coX_2, coX_3 қавариқ қобиклари қатъий ажралувчи бўлса, у ҳолда тўпламларнинг аниқланишидан айтиш мумкинки, $S_{1,2}, S_{1,3}$ учун $X_1 \subset S_{1,2}, X_1 \subset S_{1,3}, X_2 \subset S_{2,1}, X_2 \subset S_{2,3}, X_3 \subset S_{3,1}, X_3 \subset S_{3,2}$ бўлади. Шунинг учун куйидаги $X_1 \subset K_1 = S_{1,2} \cap S_{1,3}, X_2 \subset K_2 = S_{2,1} \cap S_{2,3}, X_3 \subset K_3 = S_{3,1} \cap S_{3,2}$ муносабатларга эга бўламиз. Шундай қилиб, ихтиёрий w объект учун куйидаги $w \in K_1 \Rightarrow w \in X_1, w \in K_2 \Rightarrow w \in X_2, w \in K_3 \Rightarrow w \in X_3$ муносабатлардан бири ўринли. Ҳал қилувчи қондаси куйидагича аниқланади:

$$\left\{ \begin{array}{l} |w - \bar{x}_1| \leq \frac{1}{\rho_{x_1}} |w - \bar{x}_2| \\ |w - \bar{x}_1| \leq \frac{1}{\rho_{x_1}} |w - \bar{x}_3| \end{array} \right. \quad (6), \quad \left\{ \begin{array}{l} |w - \bar{x}_2| \leq \frac{1}{\rho_{x_2}} |w - \bar{x}_1| \\ |w - \bar{x}_2| \leq \frac{1}{\rho_{x_2}} |w - \bar{x}_3| \end{array} \right. \quad (7), \quad \left\{ \begin{array}{l} |w - \bar{x}_3| \leq \frac{1}{\rho_{x_3}} |w - \bar{x}_1| \\ |w - \bar{x}_3| \leq \frac{1}{\rho_{x_3}} |w - \bar{x}_2| \end{array} \right. \quad (8)$$

Шундай қилиб, учта синф учун ҳал қилувчи қоида (6), (7), (8) тенгсизликлар тизимидан бири бўлади. Бунда агар w вектор (6), (7), (8) тенгсизликлар тизимидан бирортасини ҳам қаноатлантирмаса, у ҳолда у таниб олинмаган деб ҳисобланади.

Диссертациянинг «“STS” дастурий воситани яратиш ва уни классик модел масалалари асосида тажриба-синовдан ўтказиш» деб номланган учинчи бобда дастурий воситаси функционал тузилмаси ва модулларининг ўзаро боғланиши, ўқув ва назорат танланмалари ҳамда симптокомплексларни шакллантириш усули ва классик модел масалаларни ечиш ҳамда дастурий воситани кўкрак беги ўсма касаллиги модел масаласига тадбиқи каби амалий масалалар қаралган. Дастурий восита MVC (Model View Controller) архитектураси асосида ишлаб чиқилди. “STS” дастурий восита модуллари ёрдамида синфларга ажратиш аниқлигини солиштиришдан ташқари, алгоритмлар томонидан объектларни синфларга ажратиш ва ўқитиш учун кетган вақтни таҳлил қилиш, кўкрак беги ўсма касалликларини эрта аниқлашда информатив симптокомплексларни танлаш ва синфлаштириш каби имкониятларга эга. “STS” дастурий воситанинг функционал тузилмаси имкониятлари 1-расмда келтирилган.



1-Расм. «STS» дастурий воситанинг функционал тузилмаси

Юқорида келтирилган “STS” дастурий воситанинг функционал тузилмаси турли модуллардан ташкил топган. Ҳар бир модулда алгоритм алоҳида динамик кутубхона кўринишида жорий этилган ва дастур бошқа модулларга тегмаган ҳолда модернизация қилиниши мумкин. Бундай тузилиш яна бир устунлиги дастурий воситага янги объектларни синфларга ажратиш алгоритмларини қўшиш модули мавжудлигидир. Қуйидаги 1-жадвалда санаб ўтилган модел масалаларнинг формал кўриниши келтирилган.

1-жадвал.

Модел масалаларнинг формал берилиши

Масаланинг номи	Синфлар сони	Белгилар сони	Объектлар сони
Хаберман	7	9	214
Диабет (Pima)	2	8	768
Кўкрак беzi саратон (Breast cancer)	2	9	699

Қуйидаги 2-жадвалда “Апполон шари” ҳал қилувчи қоида усули бошқа усуллар билан солиштирма таҳлил натижалари шунини кўрсатдики, “диабет”, “Хаберман”, “кўкрак беzi саратони” масалаларини ечишда тақлиф этаётган усул бир қатор мавжуд синфлаштириш алгоритмлари (SVM, KNN, Navie Bayes) натижаларига қараганда самаралироқ.

2-жадвал.

“Апполон шари” ҳал қилувчи қоида усулини мавжуд усуллар билан солиштирма таҳлили

Масаланинг номи	“Апполон Шари”	SVM	KNN	Naive Bayes
Диабет	93,21%	92,33%	91,12%	89,62%
Хаберман	93,5%	92,11%	90,7%	88,56%
Кўкрак беzi саратони	94,72%	91,5%	93,5%	92,89%

Шунингдек 3-жадвалда ишлаб чиқилган ҳал қилувчи қоида “Апполон шари” алгоритмида $\rho > 1$ бўлгандаги параметр турли қийматларида олинган натижалар келтирилган.

3-Жадвал.

“Апполон шари” ҳал қилувчи қоида усулида ρ танлашда турли қийматларида синфлаштириш аниқлиги кўрсаткичлари

Маълумотлар тўплами	ρ - параметри турли қийматлари					
	$\rho=1.1$	$\rho=1.05$	$\rho=1.04$	$\rho=1.03$	$\rho=1.02$	$\rho=1.01$
Кўкрак беzi саратони	93,50%	94,00%	94,70%	94,72%	94,73%	94,72%
Диабет	83,43%	84,36%	89,13%	87,49%	88,53%	93,21
Хаберман	83,43%	84,36%	89,13%	87,49%	88,53%	93,5%

Диссертациянинг «“STS” дастурий воситасини кўкрак беzi ўсма касалликларини эрта аниқлаш масаласига тадбиқи» деб номланган тўртинчи бобда информатив симптокомплексларни танлаш ва синфлаштиришда тажрибаларни ўтказиш босқичлари, кўкрак беzi ўсма касалликларини синфлаштириш масаласида “STS” дастурий восита модулларининг (“Апполон шари”, KNN, гибрид алгоритмлари) солиштирма таҳлили жадвал кўринишида келтирилган.

Ишлаб чиқилган усул ва алгоритмларни тажриба-синовдан ўтказиш мақсадида Хоразм вилояти, онкология диспансери маслаҳат поликникасида 2014-2015 йиллар мобайнида 82 та мурожат қилган аёлларни текшириш натижасида 45 та аёлда мастопатия, 32 тасида фиброаденома, симптомлари асосида ҳолда “Апполон шари” ҳал қилувчи қоида, KNN ва гибрид алгоритмлари тажриба синовдан ўтказиш учун синфлаштириш масаласи ечилди. Дастлабки маълумотлар жадвал кўринишида келтирилган бўлиб, 2 та синф объектлари мастопатия ва фиброаденома ҳар бир объектларни тавсифловчи 28 та белгилардан иборатдир. Ҳар бир синфда 45-41 тадан объект бор, яъни X_1, X_2 синфлар рўйхати, $x_j = (x_{j1}^i, x_{j2}^i, \dots, x_{j28}^i)$ - кўкрак беzi ўсма касалликлари объекти бўлиб, бу ерда x_{jk}^i - i - синф j -объектнинг k -симптоми; m, i - синф беморлар сони ($i = \overline{1,2}; j = \overline{1,m}; k = \overline{1,28}$).

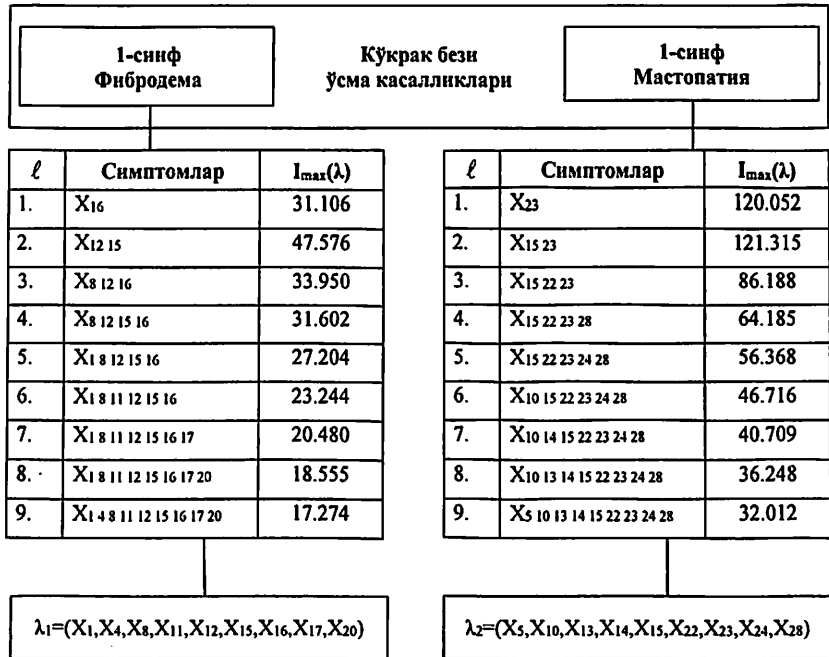
Юқорида қаралаётган масалада $x = (x^1, x^2, \dots, x^{28})$ объектнинг кўрсаткичлари, яъни симптомларининг тиббий изоҳи диссертацияда келтирилган. Олинган натижалар “STS” дастурий-восита ёрдамида тажриба-синовдан ўтказилди ва солиштирма таҳлилинини ўтказиш мақсадида синфлаштириш масаласини ечишда ҳал қилувчи қоида “Апполон шари”, KNN, гибрид алгоритмларини солиштирма таҳлили 5-жадвалда келтирилган.

Натижалар шуни кўрсатдики, кўкрак беzi ўсма касалликларини эрта аниқлаш масаласида алгоритмлар жуда яхши натижа бермоқда, жумладан байес, “Апполон Шари”, KNN алгоритмларига асосланган синфлаштириш гибрид алгоритмида (92.88 %) натижага эришилди (5-жадвал).

Синфлаштириш аниқлиги натижалари

Алгоритмлар	Синфлаштириш аниқлиги
KNN	89,55%
“Апполон шари”	90,33%
Гибрид	92,88%

Кўкрак беzi ўсма касалликларида информатив симптомлар гуруҳини танлаш масаласи, ҳар бир синфларнинг ўзлари учун алоҳида симптокомплексларни аниқлаш натижалари 2-расмда келтирилган.



2-Расм. Фиброаденома ва мастопатия касалликлари учун алоҳида информатив симптомлар гуруҳи

2-Расмда келтирилган биринчи устун элементлари ℓ -талаб қилинган симптомлар сонини ва симптокомплекслар гуруҳида қатнашадиган информатив симптокомплекслар гуруҳини кўрсатади ва иккинчи устун эса функционал кийматини кўрсатади. Натижага кўра, $\ell=9$ да симптокомплекслар гуруҳи фиброаденома синфи учун $\lambda_1 = (x_1, x_4, x_8, x_{11}, x_{12}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{20})$ гуруҳини ташкил этади ва мастопатия синфи учун ва $\lambda_2 = (x_5, x_{10}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{22}, x_{23}, x_{24}, x_{28})$ га тенг. Таҳлил шуни кўрсатадики, ҳар бир синф учун ўзининг бир бирига боғлиқ бўлмаган симптокомплекслари мавжуд. Ушбу симптокомплекслар ичидан фақатгина $\ell=9$ симптом умумий.

ХУЛОСА

«Кўкрак беги ўсма касалликларини эрта аниқлашда симптокомплексларни синфлаштиришнинг алгоритмик таъминоти» мавзусидаги диссертация бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Кўкрак беги касалликлари клиник белгилари (диагностик симптокомплекслари)ни шакллантирилиш усул ва алгоритмларини такомиллаштирилиши предмет соҳа масалалари объектларни синфлаштириш ва кластерлаштиришни самарали ечиш имконини беради;
2. Информатив белгиларни синфлаштиришда ҳал қилувчи қоида “Апполон шари” ёрдамида ўқув танланмаси синфларига мос симптокомплекслар мажмуасини танлашнинг қисман танлов усул ва алгоритми ишлаб чиқилган. Кўкрак беги ўсма касалликларини эрта аниқлаш ва ташхислашда, мукамал даволаш қарорларини қабул қилишда касаллик даражасига қараб симптокомплексларини синфлаш имконини беради;
3. Тимсолларни аниқлашда KNN, Байес усуллари ва ҳал қилувчи қоида “Апполон шари” ёрдамида яратилган симптомларни синфлаштириш гибрид алгоритми ишлаб чиқилган. Натижада тимсолларни аниқлаш усуллари эрта ташхислаш аниқлигини ошириш, яратилган дастурий восита орқали ташхис вақтини қисқартириш ва касалликни бошланғич босқичида даволаш имконини беради.
4. Симптокомплексларни танлаш, синфлаштириш дастурий восита ишлаб чиқилиши, дастур ёрдамида экспериментал тажрибаларни ўтказиш босқичлари ва классик модел масалалари ечилиши ҳамда мавжуд алгоритмлар натижалари солиштирилиши ишлаб чиқилган усул ва алгоритмларнинг самандорлигини оширишга хизмат қилади.
5. Кўкрак беги ўсма касалликларини эрта аниқлашда симптокомплексларни синфлаштириш усул ва алгоритмлари ишлаб чиқилган. Натижада тиббий хизматлар кўрсатиш жараёнини оптималлаштириш яъни беморларни модели сўровнома асосида кўкрак беги ўсма касалликларини эрта даражасини 1,15 мартага ошириш имконини беради.
6. Симптокомплексларни синфлаштириш дастурий воситаси ишлаб чиқилган. Натижада беморлар ҳақида жамланган маълумотлар базасини математик қайта ишлаш ва касалликларни эрта аниқлаш, башоратлаш ва дифференциал ташхислаш имконини беради.
7. Симптокомплексларни синфлаштириш дастурий воситаси, дастур архитектураси, дастур ва ҳисоблаш воситаларининг функционал боғланиши ишлаб чиқилган. Натижада, беморлар ҳақида жамланган маълумотлар базасини математик қайта ишлаш ва касалликларни эрта аниқлаш, башоратлаш ва дифференциал ташхис қўйиш ҳамда дастур ва ҳисоблаш воситаларининг биргаликда мукамал ишлаш имконини беради.

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

**ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

РУЗИБОВ ОРТИК БАХТИЁРОВИЧ

**АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ
СИМПТОМОКОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ОПУХОЛЕЙ
МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ**

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

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

Ташкент – 2017

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2017.1.PhD/TSO.

Диссертация выполнена в Ташкентском университете информационных технологий.

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

Научный руководитель: Нишанов Ахром Хасанович
доктор технических наук

Официальные оппоненты: Мухамедиева Дилноза Тулкиновна
доктор технических наук, профессор

Туракулов Холбута Абилович
доктор технических, профессор

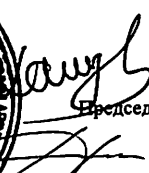
Ведущая организация: Ташкентский государственный технический университет

Защита диссертации состоится «30 декабря 2017 г. в 12⁰⁰ часов на заседании научного совета DSc.27.06.2017.T.07.01 при Ташкентском университете информационных технологий. (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-64-43; факс: (99871) 238-65-52; e-mail: tuit@tuit.uz).


С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского университета информационных технологий (регистрационный номер № 2598 (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-65-44).

Автореферат диссертации разослан «15 декабря 2017 года. (протокол рассылки № 10 от «25» каб 2017 г.).




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

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


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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире индустрия здравоохранения особое внимание уделяет предоставлению населению качественной медицинской помощи, раннему диагностированию заболеваний и причин их возникновения, а также совершенствованию методов целевого лечения на основе последовательного развития с помощью информационно-коммуникационных технологий. Вместе с тем, «заболеваемость раком молочной железы (РМЖ) в большинстве стран растет ежегодно на 1-2%. В результате проведения повседневногo маммографического скрининга и профилактического осмотра в странах Европы и США, ранней диагностики РМЖ, достигнуто снижение уровня заболеваемости в 2001 году на 39%, а к 2012 году – на 33%»¹.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на решение практических задач, связанных с обработкой медицинских данных больших объемов и разработкой эвристических методов и алгоритмов определения симптомов для классификации симптомокомплексов с целью получения возможности ранней диагностики опухолевых заболеваний молочной железы. В связи с этим, вопросы разработки систем компьютерной диагностики, автоматизации и дифференциации анализа медицинских данных с помощью алгоритмического программного обеспечения, процессов диагностики заболевания при опухолях молочной железы с помощью методов и алгоритмов интеллектуального анализа данных являются важными и востребованными.

С приобретением независимости в нашей республике особое внимание уделяется вопросам повышения качества и оптимизации предоставления населению медицинских услуг с использованием возможностей информационно-коммуникационных технологий. Достигнуты значительные результаты в совершенствовании систем ранней диагностики и повышения качества лечения заболеваний, в частности ведется создание и разработка систем автоматизированной диагностики онкологических заболеваний. Вместе с тем, необходимо усовершенствовать данные системы, позволяющие осуществить раннюю диагностику предрасположенности человека к злокачественным новообразованиям (ЗН). В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 гг., в частности, определены такие задачи, как «... повышение доступности и качества медицинского и социально-медицинского обслуживания населения, ... внедрение информационно-коммуникационных технологий и их использование»². Выполнение данных задач, в частности создание автоматизированных программных комплексов для ранней диагностики опухолей молочной железы является одним из важнейших вопросов в настоящее время.

¹ <http://www.oncoforum.ru/o-rake/statistika-raka/statistika-raka-molochnykh-zhelez-v-mire-i-rossii.html>

² Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017г № УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

Данная работа в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О Стратегии по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», постановлениями Президента Республики Узбекистан № ПП-2866 от 4 апреля 2017 г. «О мерах по дальнейшему развитию онкологической службы и совершенствованию онкологической помощи населению Республики Узбекистан на 2017-2021 годы», № ПП-1730 от 11 марта 2012 г. «О мерах по дальнейшему внедрению и развитию современных информационно-коммуникационных технологий», постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан №24 от 1 февраля 2012 г. «О мерах по созданию условий для дальнейшего развития компьютеризации и информационно-коммуникационных технологий на местах» и другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологии IV. «Развитие информатизации и инфокоммуникационных технологий».

Степень изученности проблемы. Исследования, связанные с формированием пространства признаков при решении вопросов классификации и эффективного выбора первоначальной характеристики объектов, а также их сокращения, характеризующих объекты, то есть формирование информативных признаков и интеллектуального анализа медицинских данных и их применение, проводились в работах: R.E.Bellman, R.O.Duda, K.Fukunaga, R.C.Gonzalez, P.E.Hart, A.K.Jain, T.I.Tang, J.T.Tou, C.A.Айвазяна, М.А.Айзермана, Э.М.Бравермана, Б.С.Бессмертного, В.Н.Вапника, В.И.Васильева, А.А.Генкина, А.Л.Горелика, Ю.И.Журавлева, Н.Г.Загоруйко, В.И.Канта, Г.С.Лбова, Б.Г.Миркина, Л.А.Растригина, В.А.Сойфера, Я.З.Цыпкина и др.

В Узбекистане большой вклад в разработку методов интеллектуального анализа медицинских данных, теории распознавания образов, обработки медицинских данных внесли такие ученые как М.М.Камилов, Т.Ф.Бекмуратов, Ф.Б.Абуталиев, Э.М.Алиев, Ш.Е.Туляганов, Ш.Х.Фазылов, З.Т.Адылова, Ф.Т.Адылова, Р.Х.Хамдамов, М.А.Рахматуллаев, А.Х.Нишанов, Н.А.Игнатъев, Д.Т.Мухамедиева, А.Р.Ахатов и др.

К настоящему времени для решения задач интеллектуального анализа медицинских данных разработаны методы, алгоритмы и программные средства выбора наиболее важных из множества симптокомплексов, характеризующих изучаемые объекты, в частности для их классификации. Несмотря на это, вопросы разработки усовершенствованных гибридных методов и алгоритмов решения задач классификации и кластеризации симптокомплексов при интеллектуальном анализе медицинских данных изучены недостаточно, что определяет задачи, поставленные в настоящем исследовании

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках проектов плана научно-исследовательских работ Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий: ФА-А17-Ф056 «Алгоритмическое обеспечение адаптивной распознающей системы интеллектуального анализа данных в условиях неопределенности информации об объектах» (2009-2012); БА-5-017 «Создание алгоритмов и программного обеспечения диагностики рака молочной железы и шейки матки на основе методов интеллектуального анализа данных» (2017-2019).

Цель исследования заключается в разработке моделей, методов, алгоритмов, программного средства и вычислительных средств классификации симптомокомплексов для ранней диагностики опухолевых заболеваний молочной железы и определении функциональных взаимосвязей между ними.

Задачи исследования:

усовершенствование метода формирования клинических признаков (диагностических симптомокомплексов) опухолевых заболеваний молочной железы и разработка на основе этого метода алгоритма;

разработка алгоритма выделения информативных признаков методом частичного перебора и классификации объектов на основе решающего правила “шар Аполлония”;

разработка гибридного алгоритма классификации симптомокомплексов; создание программного средства на основе методов и алгоритмов выделения информативных симптомокомплексов и классификации объектов для ранней диагностики опухолевых заболеваний молочной железы;

разработка архитектуры программного средства, функциональные связи программ с вычислительными средствами, требования к техническим устройствам и анализ результатов работы системы.

Объект исследования – симптомокомплексы и базы данных при опухолевых заболеваниях молочной железы, процессы интеллектуального анализа для ранней диагностики этой патологии.

Предмет исследования – методы эффективного выделения информативных симптомокомплексов опухолевых заболеваний молочной железы и их классификации, программное средство для проведения вычислительных экспериментов, классические модельные классификационные задачи, методы кластеризации классифицированных клинических признаков больных для их ранней диагностики.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы методы интеллектуального анализа данных, теории распознавания образов, методы математической статистики и моделирования, а также объектно-ориентированного программирования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

на основе статистических методов распознавания образов создан классификатор для оценки состояния опухолевых заболеваний молочной

железы;

разработан модифицированный алгоритм классификации объектов на основе решающего правила “шар Аполлония”;

разработан метод и алгоритм частичного перебора для выбора самых информативных симптомов для решения задачи классификации объектов;

разработан гибридный алгоритм на основе совместного применения алгоритмов Байеса, KNN, «шара Аполлония» путем оптимизации клинических признаков опухолевых заболеваний молочной железы;

разработаны требования к архитектуре программы и вычислительным средствам, программному обеспечению, основанному на алгоритмах, методах выбора информативных симптомокомплексов и их классификации.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны эффективный метод формирования клинических признаков для ранней диагностики опухолевых заболеваний молочной железы, методы и алгоритмы решения задачи классификации диагностических симптомокомплексов;

создано программное средство для ранней диагностики опухолевых заболеваний молочной железы на основе эвристического метода и алгоритмов эффективного выбора медицинских диагностических симптомокомплексов;

создано программное средство классификации симптомокомплексов с помощью решающего правила “шар Аполлония”;

создано программное средство и алгоритмы ранней диагностики опухолевых заболеваний молочной железы.

Достоверность результатов исследования обосновывается адекватной математической постановкой задачи, корректным применением методов интеллектуального анализа данных и распознавания образов, а также полученными результатами теоретических и практических исследований и их согласованностью.

Научная значимость результатов исследования заключается в создании возможностей по формированию симптомокомплексов для ранней диагностики опухолевых заболеваний молочной железы, совершенствованию систем принятия медицинских решений с помощью алгоритмов и методов решения задач эффективного выбора, классификации и кластеризации на основе эвристического метода. Полученные теоретические научные результаты обосновываются созданием комплекса симптомов и классификации симптомокомплексов медицинского диагностирования.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что они могут поднять на качественно новый уровень оказываемые медицинские услуги при классификации симптомокомплексов для ранней диагностики опухолевых заболеваний молочной железы, в частности повысить её эффективность, ускорив процессы дифференциальной диагностики и распознавания болезни. Разработанные метод и алгоритмы служат рациональной оценкой процесса диагностики и определения принадлежности состояния больных к известным классам заболеваний.

Внедрение результатов исследования. Результаты диссертационного

исследования в виде программных средств, алгоритмов и метода классификации симптокомплексов для ранней диагностики опухолевых заболеваний молочной железы, а также эвристических методов выбора важных симптомов из их комплекса, характеризующих изучаемые медицинские объекты, внедрены:

программное средство классификации симптокомплексов ранней диагностики опухолевых заболеваний молочной железы внедрено в Хорезмский областной филиал Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра онкологии и радиологии (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций №33-8/6501 от 28 сентября 2017 года). Внедрение позволило классифицировать симптокомплексы в зависимости от стадии протекания болезни при ранней диагностике и принятии решения по оптимальной диагностике для начала своевременного лечения опухолевых заболеваний молочной железы;

алгоритмы и метод классификации симптокомплексов внедрены в многопрофильную центральную больницу Хазараспского района Хорезмской области (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций №33-8/6501 от 28 сентября 2017 года). Результаты внедрения позволили оптимизировать процесс оказания медицинских услуг, а также повысить в 1,15 раза точность ранней диагностики опухолевых заболеваний молочной железы на основе модельного опроса больных;

методы и программное средство категоризации уровня заболевания внедрены в практику здравоохранения, в частности в больницу №2 города Самарканда Самаркандской области (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций №33-8/6501 от 28 сентября 2017 года). Результаты внедрения позволили осуществить раннюю диагностику, прогнозирование и дифференциальную диагностику опухолевых заболеваний молочной железы на основе математической обработки базы данных, собранных у больных;

модели распознавания образов для ранней диагностики и классификации симптомов опухолевых заболеваний молочной железы внедрены в Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр онкологии и радиологии (справка Министерства по развитию информационных технологий и коммуникаций №33-8/6501 от 28 сентября 2017 года). Результаты внедрения показали возможность применения модели распознавания образов для повышения точности ранней диагностики опухолевых заболеваний молочной железы, проводить лечение заболевания на начальном этапе его развития и сократить время проведения диагностических мероприятий за счет наличия программного продукта, созданного на основе разработанных алгоритмов.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования обсуждены на 4 международных и 24 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме исследования

опубликовано 40 научных работ, из них 12 статей в журнальных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 4-в иностранных и 8-в республиканских журналах. Также получены 6 свидетельств о регистрации программных продуктов для ЭВМ.

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

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан. Сформулированы цель и задачи, указаны объект и предмет исследования, изложены научная новизна и практические результаты исследования. Обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта теоретическая и практическая значимость полученных результатов. Приведен перечень внедрений в практику результатов исследования, сведения об опубликованных работах и структура диссертации.

В первой главе диссертации «Анализ математических методов и алгоритмов решения задачи классификации при интеллектуальном анализе данных» проведена постановка задачи, краткий обзор исследований и литературы, посвященных теме диссертации, а также даны основные определения и вспомогательные утверждения, необходимые для дальнейшего обсуждения результатов исследования.

Приводится математическая постановка задачи классификации симптокомплексов и формирования клинических признаков больных опухолевыми заболеваниями молочной железы. Математические методы в медицине – совокупность методов количественного изучения и анализа состояния и (или) поведения объектов и систем, относящихся к медицине и здравоохранению.

Пусть задана обучающая выборка объектов $X = \{x\}$, разбитая на непересекающиеся подмножества (классы) X_1, X_2, \dots, X_m . Каждый объект задается набором из N признаков $X = \{x^1, \dots, x^N\}$. Пусть каждый класс X_p содержит m_p объектов $x_{p_1}, \dots, x_{p_{m_p}}$, где $x_{p_i} = (x_{p_i}^1, x_{p_i}^2, \dots, x_{p_i}^N)$, $i = \overline{1, m_p}$.

Введем вектор информативных признаков $\lambda_p = (\lambda_p^1, \lambda_p^2, \dots, \lambda_p^N)$, $\lambda_i \in \{0; 1\}$, $i = \overline{1, N}$, являющийся подпространством симптокомплексов и однозначно характеризующий объекты заданной обучающей выборки $x_{p_1}, x_{p_2}, \dots, x_{p_{m_p}} \in X_p$, $p = \overline{1, r}$. Здесь x_{p_i} – N -мерный вектор пространства признаков. При этом компоненты вектора λ_p со значением 1 означают, что отбираются соответствующие симптомы для формирования подпространства симптокомплекса, а компоненты того же вектора со значением 0, означают,

что соответствующие симптомы не отбираются.

Определение 1. Евклидово пространство R^N в пространстве симптокомплексов выражается в виде $R^N = \{x = (x^1, x^2, \dots, x^N)\}$ и симптокомплексы $R^N|_{\lambda_p} = \{x|_{\lambda_p} = (\lambda_p^1, \lambda_p^2, \dots, \lambda_p^N)\}$ называют усечением евклидова пространства по λ_p .

В качестве расстояния между двумя объектами x и y в пространстве R^N возьмем расстояние между объектами $x|_{\lambda_p}$ и $y|_{\lambda_p}$ в пространстве $R^N|_{\lambda_p}$ в виде евклидова расстояния $\|x - y\|_{\lambda_p} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \lambda_i (x_i - y_i)^2}$.

Определение 2. Вектор λ_p называется ℓ -информативным, если сумма его компонентов равна ℓ , то есть количество симптомов в симптокомплексах равно $\sum_{i=1}^N \lambda_i = \ell$.

В каждом симптокомплексе λ_p для ℓ -информативного вектора определено ℓ -мерное подпространство признаков. Введем в этих подпространствах евклидову норму $\|x\|_{\lambda} = \sqrt{\sum_{j=1}^{\ell} \lambda_j (x^j)^2}$, соответствующую λ_p .

Усредненный объект \bar{x}_p , характеризующий класс X_p , определяется по формуле:

$$x_p = \frac{1}{m_p} \sum_{i=1}^{m_p} x_{pi}, \quad p = \overline{1, r}.$$

Введем следующую функцию:

$$S_p(\lambda_p) = \sqrt{\frac{1}{m_p} \sum_{i=1}^{m_p} \|x_{pi} - \bar{x}_p\|_{\lambda}^2}.$$

Данная функция выражает среднеквадратичный разброс объектов в классе X_p относительно усечения по λ_p . В качестве критерия информативности возьмем следующий функционал:

$$I_1(\lambda_p) = \frac{\sum_{p=1}^r \|\bar{x}_p - \bar{x}_q\|_{\lambda}^2}{\sum_{p=1}^r S_p^2(\lambda_p)}. \quad (1)$$

Данный функционал является упрощенным видом функционала Фишера.

Введем следующие обозначения: $a = (a^1, a^2, \dots, a^N)$, $b_p = (b_p^1, b_p^2, \dots, b_p^N)$, $a^j = \sum_{p=1}^r (x_p^j - \bar{x}_q^j)^2$, $j = \overline{1, N}$, $b_p^j = \frac{1}{m_p} \sum_{i=1}^{m_p} (x_{pi}^j - \bar{x}_p^j)^2$, $j = \overline{1, N}$.

Тогда функционал (1) будет выглядеть в следующем виде

$$I(\lambda_p) = \frac{(a, \lambda_p)}{(b_p, \lambda_p)}, \quad (2)$$

где $(*, *)$ – скалярное произведение векторов, коэффициенты a' , b' можно заранее вычислить, т.к. они не связаны с λ_p . Для определения значения критерия $I(\lambda_p)$, соответствующего каждому λ_p , необходимо выполнить действия порядка N .

В соответствии с целью и задачами диссертационной работы, требуется определить собственные симптокомплексы, для каждого объекта заданной обучающей выборки. Необходимо выделить симптокомплексы, соответствующие классу этого объекта, то есть осуществить классификацию симптомов.

На основе введенных выше обозначений для решения задач нахождения критерия $I(\lambda_p)$, соответствующего заданному классу, нахождения числа ℓ_p симптомов в симптокомплексах, а также классификации или кластеризации неизвестных объектов в пространстве информативных симптомов λ_p для каждого ℓ_p ($\ell_p = \overline{1, N}$) формируется множество ℓ_p -информативных λ_p векторов

$$\Lambda^{\ell_p} = \{\lambda_p : \sum_{k=1}^N \lambda_p^k = \ell_p, \lambda_p^k \in \{0,1\}, p = \overline{1, r}\}.$$

В данном множестве векторы λ_p , соответствующие каждому классу, формируются в результате решения следующей оптимизационной задачи

$$\begin{cases} I(\lambda_p) = \frac{(a, \lambda_p)}{(b_p, \lambda_p)} \rightarrow \max \\ \lambda_p \in \Lambda^{\ell_p} \end{cases} \quad (3).$$

Вторая глава диссертации «Выбор информативных признаков и разработка алгоритма их классификации» посвящена разработке методов и алгоритмов частичного перебора эффективного выбора информативных признаков и методов классификации объектов с помощью решающего правила «шар Аполлония».

Сначала рассмотрим метод эффективного выбора информативных признаков, а также определения информативного выражения на основе предложенного эвристического алгоритма. Пусть $x = (x^1, \dots, x^N)$ – состояние больного и $\lambda_p = (\lambda_p^1, \dots, \lambda_p^N)$ – симптокомплекс, соответствующий p -ому классу.

Тогда $d_p(x)_{\lambda_p} = \frac{\|x - \lambda_p\|}{r_{\lambda_p}}$, функция $d_p(x)_{\lambda_p}$ определяет степень принадлежности объекта x классу x_p относительно усечения λ_p .

Если $d_q(x)_{\lambda_q} = \min_{p=1, \dots, m} d_p(x)_{\lambda_p}$, тогда объект x с большой долей вероятности принадлежит классу X_q . Это отношение обозначим через $x \xrightarrow{\lambda} x_q$.

Для ℓ -информативности вектора λ_p введем меру достоверности

распознавания. Каждый класс X_p состоит из объектов m_p , общее количество объектов равно $\sum_{p=1}^m m_p$. Пусть $\mu(\lambda)$ – общее количество объектов, для которых одновременно выполняются $x \xrightarrow{\lambda} x_q$ и $x \in X_q$, то есть $\mu(\lambda_p)$ – количество правильно распознанных объектов. В качестве меры достоверности распознавания использована величина:

$$P(\lambda_p) = \frac{\mu(\lambda_p)}{\sum_{p=1}^m m_p} 100\%.$$

Рассмотренный метод предназначен для выбора наименьшего значения ℓ в отношении $P(\lambda_p(\ell)) = \max\{P(\lambda_p(1)), P(\lambda_p(2)), \dots, P(\lambda_p(n))\}$.

Множество $S(x, y, \rho) = \left\{ z \in R^n : |z - y| \leq \frac{1}{\rho} |z - x| \right\}$, $x \in coX$, $y \in coY$, $\rho - const$, $\rho > 1$ называется “шаром Аполлония”. Рассмотрим случай при $\rho > 1$.

Утверждение. Множество $S(x, y, \rho)$ можно представить в виде шара $|z - a| \leq r$ с центром в точке $a = \frac{\rho^2 y - x}{\rho^2 - 1}$, радиусом $r = \frac{\rho |y - x|}{\rho^2 - 1}$, для конкретных значений векторов x, y и параметра ρ . Метод формирования “шара Аполлония” связан с тремя параметрами: $x \in coX, y \in coY, \rho > 1$. Например, если для всех $x, y \in X$ $|x_i - x| \leq |x_i - y|$, то для параметра $\rho > 1$ значение ρ_x выбирается с помощью неравенства $\rho_x \leq \max_i \frac{|x_i - y|}{|x_i - x|}$, где $x \in coX, y \in coY$ – усредненные объекты соответствующих классов $x \in coX, y \in coY$. Сформируем решающее правило, используя образованный “шар Аполлония”. Для этого предположим, что число $\rho_r, \rho_x > 1$ ($\rho_x, \rho_y > 1$) выбрано согласно вышеуказанному способу и соответствует классу $Y(X)$. Пусть w – некоторый объект из R^n . Тогда, если выполняется одно из эквивалентных неравенств

$$\left| w - \frac{\rho_r^2 y - x}{\rho_r^2 - 1} \right| \leq \frac{\rho_r |x - y|}{\rho_r^2 - 1}, \quad |w - y| \leq \frac{1}{\rho_r} |w - x|, \quad (4)$$

то $w \in S(x, y, \rho_r)$ и w является объектом класса Y . Если неравенство (4) не выполняется, но выполняется одно из эквивалентных неравенств

$$\left| w - \frac{\rho_x^2 x - y}{\rho_x^2 - 1} \right| \leq \frac{\rho_x |y - x|}{\rho_x^2 - 1}, \quad |w - x| \leq \frac{1}{\rho_x} |w - y|, \quad (5)$$

то $w \in S(y, x, \rho_x)$ и w является объектом класса X . Если же для объекта w не выполняется ни одно из неравенств (4)-(5), тогда объект w считается не распознанным.

По средним векторам $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3$, соответствующим трем классам X_1, X_2, X_3 , используя алгоритм “шар Аполлония”, определяем следующие множества

$$S_{1,2} = \left\{ x : |x - \bar{x}_1| \leq \frac{1}{\rho_{x_1}} |x - \bar{x}_2| \right\}, S_{1,3} = \left\{ x : |x - \bar{x}_1| \leq \frac{1}{\rho_{x_1}} |x - \bar{x}_3| \right\},$$

$$S_{2,1} = \left\{ x : |x - \bar{x}_2| \leq \frac{1}{\rho_{x_2}} |x - \bar{x}_1| \right\}, S_{2,3} = \left\{ x : |x - \bar{x}_2| \leq \frac{1}{\rho_{x_2}} |x - \bar{x}_3| \right\},$$

$$S_{3,1} = \left\{ x : |x - \bar{x}_3| \leq \frac{1}{\rho_{x_3}} |x - \bar{x}_1| \right\}, S_{3,2} = \left\{ x : |x - \bar{x}_3| \leq \frac{1}{\rho_{x_3}} |x - \bar{x}_2| \right\},$$

где $\rho_{x_1}, \rho_{x_2}, \rho_{x_3}$ – константы и известно, что $\bar{x}_1 \in \text{co}X_1, \bar{x}_2 \in \text{co}X_2, \bar{x}_3 \in \text{co}X_3$. Если для классов X_1, X_2, X_3 выпуклые оболочки $\text{co}X_1, \text{co}X_2, \text{co}X_3$ строго разделяются, тогда из определения множеств следует, что для $S_{1,2}, S_{1,3}$ верно $X_1 \subset S_{1,2}, X_1 \subset S_{1,3}, X_2 \subset S_{2,1}, X_2 \subset S_{2,3}, X_3 \subset S_{3,1}, X_3 \subset S_{3,2}$. Тогда имеем следующие отношения $X_1 \subset K_1 = S_{12} \cap S_{13}, X_2 \subset K_2 = S_{21} \cap S_{23}, X_3 \subset K_3 = S_{31} \cap S_{32}$. Таким образом, для произвольного объекта w справедливо одно из утверждений $w \in K_1 \Rightarrow w \in X_1, w \in K_2 \Rightarrow w \in X_2, w \in K_3 \Rightarrow w \in X_3$. Решающее правило задается следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} |w - \bar{x}_1| \leq \frac{1}{\rho_{x_1}} |w - \bar{x}_2| \\ |w - \bar{x}_1| \leq \frac{1}{\rho_{x_1}} |w - \bar{x}_3| \end{array} \right. \quad (6), \quad \left\{ \begin{array}{l} |w - \bar{x}_2| \leq \frac{1}{\rho_{x_2}} |w - \bar{x}_1| \\ |w - \bar{x}_2| \leq \frac{1}{\rho_{x_2}} |w - \bar{x}_3| \end{array} \right. \quad (7), \quad \left\{ \begin{array}{l} |w - \bar{x}_3| \leq \frac{1}{\rho_{x_3}} |w - \bar{x}_1| \\ |w - \bar{x}_3| \leq \frac{1}{\rho_{x_3}} |w - \bar{x}_2| \end{array} \right. \quad (8)$$

Таким образом, решающим правилом для трех классов будет одна из систем неравенств (6), (7), (8). При этом, если объект w не удовлетворяет ни одной из систем неравенств (6), (7), (8), то он считается нераспознанным.

В третьей главе диссертации «Разработка программного средства “STS” и его экспериментальная проверка на основе классических модельных задач» рассматриваются практические вопросы взаимосвязи функциональной структуры и модулей программного средства, приведен метод формирования обучающей и контрольной выборки, а также симптомокомплексов. Приведены результаты решения классических модельных задач и модельной задачи классификации рака молочной железы с помощью разработанного программного обеспечения. Функциональные возможности программного средства приведены на Рис.1. Программное средство “STS” разработано на основе архитектуры MVC (Model View Controller). Кроме возможности сравнения точности классификации с помощью модулей данное программное средство позволяет анализировать время, затраченное алгоритмами на обучение и классификацию, выбирать информативные симптомокомплексы и по ним классифицировать объекты для решения задачи ранней диагностики опухолевых заболеваний молочной железы. Функциональная структура приведенного выше программного средства “STS” состоит из различных модулей.

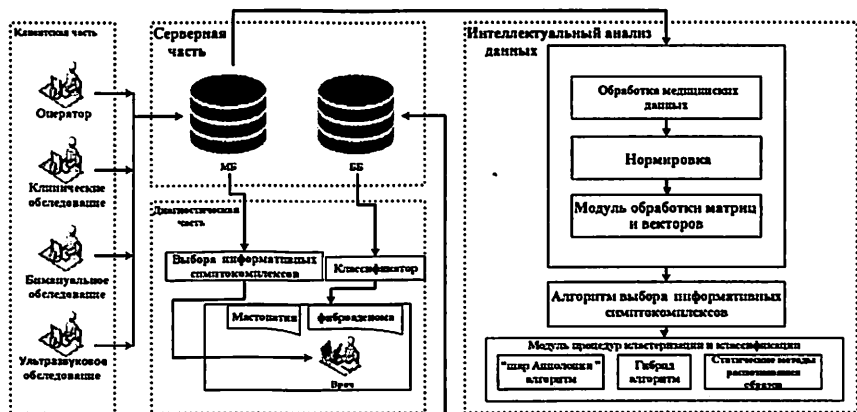


Рис. 1. Функциональная структура программного средства «STS»

В каждом модуле реализован алгоритм в виде библиотеки и каждый модуль программы может быть модернизирован автономно. Еще одним преимуществом такой структуры является модуль с возможностью добавления нового алгоритма классификации объектов.

В таблице 1 приведена формализация классических классификационных модельных задач.

Таблица 1.

Формализация модельных задач

Наименование задачи	Количество классов	Количество признаков	Количество объектов
Хаберман	7	9	214
Диабет (Pima)	2	8	768
Опухоль молочной железы	2	9	699

В Таблице 2 приведены результаты решения задач «диабет», «Хаберман», «опухоль молочной железы» с помощью известных алгоритмов (SVM, KNN, Navie Bayes) и алгоритма на основе решающего правила «шар Аполлония». Из таблицы видно, что предлагаемый алгоритм решил указанные задачи эффективнее ряда перечисленных алгоритмов классификации.

Таблица 2.

Сравнительный анализ алгоритма на основе решающего правила «шар Аполлония» и других методов

Наименование задачи	«шар Аполлония»	SVM	KNN	Naive Bayes
Диабет	93,21%	92,33%	91,12%	89,62%
Хаберман	93,5%	92,11%	90,7%	88,56%
Опухоль молочной железы	94,72%	91,5%	93,5%	92,89%

Также в таблице 3 приведены результаты решения этих же задач алгоритмом на основе решающего правила «шар Аполлония» с различными значениями параметра ρ ($\rho > 1$).

Таблица 3.

Точность классификации объектов алгоритмом на основе «шар Аполлония» при различных значениях параметра ρ

Наименование задачи	Значения параметра ρ					
	$\rho=1.1$	$\rho=1.05$	$\rho=1.04$	$\rho=1.03$	$\rho=1.02$	$\rho=1.01$
Опухоль молочной железы	93,50%	94,00%	94,70%	94,72%	94,73%	94,72%
Диабет	83,43%	84,36%	89,13%	87,49%	88,53%	93,21
Хаберман	83,43%	84,36%	89,13%	87,49%	88,53%	93,5%

В четвертой главе диссертации «Применение программного средства «STS» для решения задачи ранней диагностики опухолевых заболеваний молочной железы» приведены этапы проведения экспериментальных исследований по выбору и классификации информативных симптомокомплексов, а также результаты сравнительного анализа модулей («шар Аполлония», KNN, гибридные алгоритмы) программного средства «STS» в виде таблицы. Для проверки работоспособности разработанных методов и алгоритмов, сравнительного анализа результатов решения задачи классификации на основе решающего правила «шар Аполлония», KNN и гибридных алгоритмов в консультативной поликлинике онкологического диспансера Хорезмской области в течение 2014-2015 гг. обследованы 82 женщины. Из них у 45 женщин выявлена мастопатия, у 32 женщин – фиброаденома.

Предварительные данные описаны в виде таблицы, которая включает в себя 28 признаков, характеризующих 2 класса объектов - мастопатию и фиброаденому. Первый класс X_1 состоит из 45 объектов, второй класс X_2 – из 41 объектов, $x_j = (x_{j1}^1, x_{j1}^2, \dots, x_{j1}^{28})$ – j -ый объект с опухолевым заболеванием молочной железы, где x_{jk}^i – k -ый симптом j -го объекта i -го класса; m_i – количество больных класса i ($i=1,2; j=1, m; k=1, 28$). Медицинская трактовка признаков объекта $x = (x^1, x^2, \dots, x^{28})$ рассматриваемой задачи приведена в диссертации.

Таблица 4.

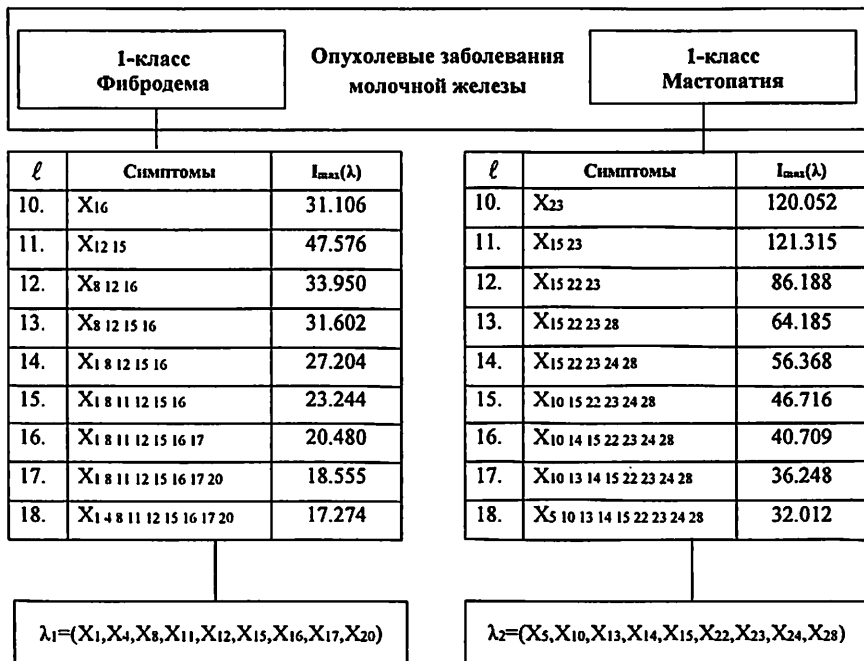
Результаты классификации

Алгоритм	Точность классификации
KNN	89,55%
«шар Аполлония»	90,33%
гибридный	92,88%

Данные классифицированы с помощью программного средства «STS» и проведен сравнительный анализ полученных результатов. В Таблице 4

приводятся результаты решения данной задачи с помощью алгоритма классификации на основе решающего правила “шар Аполлония”, алгоритма KNN, гибридного алгоритма (выделен лучший результат).

Выбор набора информативных симптомов при диагностике опухолевых заболеваний молочной железы для каждого класса приводятся на Рис. 2.



**Рис. 2. Набор информативных симптомов
фиброаденомы и мастопатии**

В первом столбце приведен набор информативных симптомокомплексов и количество требуемых ℓ -симптомов, участвующих в наборе симптомокомплексов. Во втором столбце приведено значение функционала (3). В результате, при $\ell=9$ набор симптомокомплексов для класса фиброаденомы представляет собой $\lambda_1 = (x_1, x_4, x_8, x_{11}, x_{12}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{20})$, для класса мастопатия – $\lambda_2 = (x_5, x_{10}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{22}, x_{23}, x_{24}, x_{28})$. Анализ результатов показывает, что для каждого класса свойственно наличие невязаных симптомокомплексов. Из этих симптомокомплексов общим является только симптом x_{15} .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного диссертационного исследования по теме: «Алгоритмическое обеспечение классификации симптомокомплексов для диагностики опухолей молочной железы» сводятся к следующим основным выводам:

1. Усовершенствование методов и алгоритмов формирования клинических признаков (диагностических симптомокомплексов) опухолевых заболеваний молочной железы позволяет эффективно решать задачи классификации и кластеризации объектов предметной области.

2. Разработаны метод и алгоритм частичного перебора комплекса симптомов, соответствующих классам обучающей выборки, с помощью решающего правила «шар Аполлония» для ранней диагностики опухолевых заболеваний молочной железы, что позволяет классифицировать симптомокомплексы в зависимости от стадии протекания болезни и принять решение по оптимальному лечению опухолевых заболеваний молочной железы.

3. Разработан гибридный алгоритм классификации симптомов на основе совместного использования алгоритмов Байеса, KNN, «шара Аполлония». Данный алгоритм позволяет повысить точность ранней диагностики, сокращая время затрачиваемое на диагностику за счет использования программного средства, а также начинать своевременное лечение заболевания на ранних этапах.

4. Разработанное программное средство классификации и выбора симптомокомплексов, этапы проведения экспериментальных испытаний с помощью программ и решения классических модельных задач, а также сравнительный анализ результатов с известными алгоритмами служат для повышения эффективности разработанных методов и алгоритмов.

5. Разработаны методы и алгоритмы классификации симптомокомплексов для ранней диагностики опухолевых заболеваний молочной железы. В результате этого можно оптимизировать процесс оказания медицинских услуг в плане диагностики опухолевых заболеваний, что позволяет повысить в 1,15 раза точность ранней диагностики опухолевых заболеваний молочной железы.

6. На основе математической обработки базы собранных данных о больных разработано программное средство классификации симптомокомплексов, позволяющее осуществить раннюю диагностику, прогнозирование и дифференциальную диагностику опухолевых заболеваний молочной железы.

7. Разработаны программное средство классификации симптомокомплексов, архитектура программы, определена функциональная связь между программным и вычислительными средствами. Проведенное исследование и разработанный программный средствам продукт дал возможность оптимального совместного использования программного комплекса и вычислительных средств, позволяющих проводить раннюю и дифференциальную диагностику, прогнозировать исход при опухолевых заболеваниях молочной железы.

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

TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES

RUZIBAEV ORTIK BAXTIYROVICH

**ALGORITHMIC SUPPORT CLASSIFICATION SYMPTOCOMPLEXES
FOR EARLY DIAGNOSIS OF BREAST TUMOR DISEASES**

**05.01.04 – Mathematical and software of computers, complexes and computer
networks**

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

Tashkent-2017

The theme of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2017.1.PHD/TSO.

The dissertation has been prepared at Tashkent University of Information Technologies.

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

Scientific supervisor: Nishanov Akhram Hasanovich
doctor of technical sciences

Official opponents: Muhamedieva Dilnoza Tulkinovna
doctor of technical sciences, professor

Turaqulov Xolbuta Abilovich
doctor of technical sciences, professor

Leading organization: Tashkent State Technical University

The defense will take place "30" *december* 2017 at "12⁰⁰" the meeting of Scientific council No. DSc.27.06.2017.T.07.01 at Tashkent University of Information Technologies (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Tel.: (+99871) 238-64-43, fax: (+99871) 238-65-52, e-mail: tuit@tuit.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Tashkent University of Information Technologies (is registered under No. *1528*). (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Tel.: (+99871) 238-64-43, fax: (+99871) 238-65-52).

Abstract of dissertation sent out on "15" *december* 2017 y.
(mailing report No. *10* on "25" *november* 2017 y.).



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

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

H.N.Zayniddinov
Chairman of the academic seminar under the
scientific council awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work is to develop functional dependencies between mathematical methods, algorithms and software for classification of symptocomplexes for early diagnosis of breast tumor diseases.

The object of the research work. symptocomplexes and databases of tumor diseases of the breast, intellectual analysis processes for the early diagnosis of these diseases.

Scientific novelty of the research work. The scientific novelty of the study is as follows:

The classifier has been created for assessing the state of oncological diseases of the breast on the basis of statistical methods of pattern recognition;

A modified algorithm for classifying objects has been developed on the base of decisive rule "Apollonius ball";

The method and the algorithm of a private search for choosing of the most informative symptoms have been developed for solving the problem of classification of objects;

The hybrid algorithm has been developed based on the joint application of Bayesian algorithms, KNN, "Apollonia ball" by optimizing the clinical features of breast tumor diseases;

The requirements for the architecture of the program and computing facilities, software based on algorithms, methods for selecting informative symptocomplexes and classification has been developed.

Implementation of the research results. Results of this research work in the form of software tools, algorithms and a method of classification of symptom complexes for early diagnosis of breast tumor diseases, as well as heuristic methods for selecting important symptoms from a complex of symptoms characterizing the medical facilities being studied, have been implemented:

The software tool for the classification of symptomatic complexes of early diagnosis of breast tumors was introduced into the Khorezm regional branch of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Oncology and Radiology (certificate No. 33-8/6501 of the Ministry for Development of Information Technologies and Communications on September 28, 2017). It's introduction allowed to classify the symptom complexes depending on the stage of the disease during early diagnosis and decision-making on the optimal treatment of breast tumors;

The algorithms and method for classification of symptocomplexes have been introduced into the multidisciplinary central hospital of the Khazorasp district of the Khorezm region (certificate No. 33-8 / 6501 of the Ministry for Development of Information Technologies and Communications on September 28, 2017). The results of the implementation made it possible to optimize the process of providing medical services, as well as to raise 1.15 times the accuracy of early diagnosis of breast tumors based on a model survey of patients;

The methods and a software tool for categorizing the level of the disease have been introduced into healthcare practice, in particular, in Samarkand city

hospital No. 2 in Samarkand region (certificate No. 33-8/6501 of the Ministry for Development of Information Technologies and Communications on September 28, 2017). The results of the implementation made it possible to carry out early diagnostics, prognostication and differential diagnostics of breast tumors on the basis of mathematical processing of the database of collected data on patients;

Pattern recognition models for the early diagnosis and classification of symptoms of breast tumors have been introduced into the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Oncology and Radiology (certificate No. 33-8 / 6501 of the Ministry for Development of Information Technologies and Communications on September 28, 2017). The results of the implementation showed the possibility of using the pattern recognition model to improve the accuracy of early detection of breast tumor diseases, to treat the disease at the initial stage and to shorten the time of diagnosis by software tools based on the developed algorithms.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, three chapters, conclusion, references and appendices. The volume of the dissertation is 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (Часть I; Part I)

1. Рўзибоев О.Б., Хўжаев О.Қ., У.А.Хасанов Таянч векторлар усули асосида классификациялаш хатоликлари таҳлили //Узб.журнал «Проблемы информатики и энергетики». – Ташкент, 2013. – №3-4. – С. 82-89. (05.00.00; №5).
2. Рўзибоев О.Б., Хўжаев О.Қ. Исследование и программная реализация метода ближайших соседей //Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2014. – №2. – С. 84-89. (05.00.00; №12).
3. Рахманов А.Т., Акбаралиев Б.Б., Рўзибоев О.Б., Хасанов У.А. Об одном модифицированном способе решения задачи классификации //Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2014. – №4(58). – С. 85-92. (05.00.00; №12).
4. Нишанов А.Х., Акбаралиев Б.Б., Рўзибоев О.Б., Хўжаев О.Қ. Сравнительный анализ алгоритмов на основе нечеткого метода k-средних с применением различных метрик //Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2014. – №6(60). – С. 78-82. (05.00.00; №12).
5. Уроков Ш.У., Рўзибоев О.Б. Методы решения задачи медицинской диагностики //Вестник ТУИТ. – Ташкент, 2015. – №3(35). – С. 103-107. (05.00.00; №10).
6. Рўзибоев О.Б. Методы нечеткой кластеризации данных с учётом ошибки разделения на кластеры //Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2017. – №1(73) – С. 75-82. (05.00.00; №12).
7. Nishanov A.X., Ro'zibayev O.B. Finding optimal k based on errors in nearest neighbor algorithm// Computing Science and Technology International Journal. USA, 2014. – №1. – С.1-6. (05.00.00; №7)
8. Рўзибоев О.Б., Бурхонов Р.А., Мардиев У.Р. Исследование и программная реализация метода усредняющего фильтра для обработки медицинских изображений// Узб. журнал «Проблемы информатики и энергетики». – Ташкент, 2014. – №3-4. – С. 112-116. (05.00.00; №5).
9. Латипова Н.Х., Рўзибаев О.Б., Караханов Н.А. Анализ основных видов архитектур информационных систем// Вестник ТУИТ. – Ташкент, 2015. - №2(34). – С. 52-56. (05.00.00; №10).
10. Рўзибоев О.Б., Эшметов С.Дж. Исследование и анализ алгоритмов на основе нечеткого метода k-ближайшего соседа с применением различных метрик при диагностике рака молочной железы //Наука и мир. – Волгоград, 2016. – С. 102-108. Global Impact Factor, №5, IF=0,325.

11. Акбаралиев Б.Б., Рўзибоев О.Б., Хўжаев О.К., Саидрасулов Ш.Н. Moodle тизими базаси элементлари кесимида data mining усулларидан фойдаланган ҳолда ўқитувчи фаолиятини баҳолаш// Вестник ТУИТ. – Ташкент, 2014. - №2(34). – С. 11-17. (05.00.00; №10).
12. Рахманов А.Т., Рўзибоев О.Б. К решению задачи классификации для трёх классов// Наука и мир. – Волгоград, 2015. – С. 21-26.
13. Алиева Д.А., Орзикулов С.Б., Рузибаев О.Б., Юсупов Б.Д. Информационное обеспечение онкологической службе Узбекистана// Журнал теоритической и клинической медицины. – Ташкент, 2016. - №(5). – С. 13-15. (14.00.00; №3).
14. Urokov Sh.U, Ruzibaev O.B. Methods of expert estimates of taking collegial diagnostic decisions// Наука и мир. – Волгоград, 2015. – С. 29-32.
15. Khujayev O.Q., Allamov O.T., Ruzibayev O.B. Selection of architecture and training algorithms of neural networks for classification task solutions// Международной конференции «The Next Generation of Mobile, Wireless and Optical Communication Networks with Application to Information and Communication Technologies ICI-2013», – Ташкент, 2013., www.ieeexplore.ieee.org
16. Khujayev O.Q., Allamov O.T., Ruzibayev O.B. Algorithm to the method of partial search in solving the problem of routing in telecommunication networks// Международной конференции «The Next Generation of Mobile, Wireless and Optical Communication Networks with Application to Information and Communication Technologies ICI-2013», – Ташкент, 2013. – www.ieeexplore.ieee.org
17. Рўзибаев О. Б., Ураков Ш.У., Мардиев У.Р. Методы решения задачи медицинской диагностики// Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации Сборник научных трудов XII-ой Международной научно-практической конференции. – Курск, 2015. – С. 398-403.
18. Ruzibaev O.B., Khujayev O.Q., Asrayev M.A. Comparing different data mining techniques for medical data classification// Международной конференции «Перспективы развития информационных технологий ИТРА-2014», – Ташкент, 2014. – С. 222-227.
19. Ruzibaev O.B., Sayfullayev SH.B. An overview of free data mining software tools// Международной конференции «Perspectives for the development of information technologies ИТРА-», – Ташкент, 2014. – С. 194-198.
20. Khujayev O.Q., Ruziboyev O.B., Allamov O.T. Vrachlar faoliyatini yaxshilash uchun CDSS (clinical decision support system) lar va ularning metodologik asoslari haqida// Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий Ал-Хорезми: Материалы Международной научной конференции. – Самарканд, 2014. – С. 117-118.
21. Рузибаев О.Б., Хужаев О.Б., Асраев М.А., Исследование метода нечетких c-средних используя среду MATLAB// Актуальные проблемы прикладной

- математики и информационных технологий Ал-Хорезми: Материалы Международной научной конференции. – Самарканд, 2014. – С. 146-150.
22. Ruzibayev O.B., Yaxshiboyev D.S., Sayfullayev Sh.B., Research and analysis decision tree algorithm classifier for breast cancer diagnosis// Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий Ал-Хорезми: Материалы Международной научной конференции. – Бухара, 2016. – С. 146-150.
23. Рўзибаев О.Б., Худоёров Л.Н., Хамракулов Ю.Б. Мобильные приложение медицинского справочника часто встречающихся// Информационные и коммуникационные технологии в образовании и науке Сборник материалов V Международной научно-практической конференции. – Бирск, 2016. – С. 147-149.
24. Ruzibayev O.B., Yaxshibaev D.S. Comparative study of Naive Bayes classifiers in breast cancer database// Перспективы развития информационных технологий Сборник материалов XXX Международной научно-практической конференции. – Новосибирск, 2016. – С. 128-134.
25. A.X.Nishanov, O.B.Ruzibaev, Nguyen H.Tran Modification of Decision Rules "Ball Apolonia" The Problem of Classification// International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2016. – Tashkent. – Session 3: Application of Information and Communications Technologies AICT.
26. Ruzibayev O.B., Boboyev L.B., Khujayev O.Q. Comparative analyzing features selection methods for data mining tasks// Интеллектуальные системы для индустриальной автоматизации: Материалы Восьмой Всемирной конференции WCIS-2014. – Tashkent, 2014. – P. 332-338.
27. Рўзибоев О.Б., Асраев М.А. KNN усулида эффеktiv К кийматини топиш ва дастурий таъминотини яратиш// Ахборот технологиялари ва телекоммуникация тизимларини самарли ривожлантириш истиқболлари. Республика илмий-техник конференцияси. Ташкент– 2014 – С. 274-276.
28. Нишанов А.Х., Рўзибоев О.Б., Мухсинов Ш.Ш., Классификация масаласини ечишда таянч вектор машинаси усули ва алгоритми// Инновацион гоълар, технологиялар ва лойиҳаларни ишлаб чиқишга тадбиқ этиш муаммолари мавзусидаги IV Республика илмий-техник конференцияси. Жиззах– 2012 – С. 255-256.
29. Рўзибоев О.Б., Караханов Н.А. Классификация масаласини ечишда “Аппалон шари” ҳал қилувчи қоида усули ва дастурий таъминоти ҳақида// Республика научно-техническая конференция «Фан, таълим ва ишлаб чиқариш интеграциясида ахборот-коммуникация технологияларини қўллашнинг ҳозирги замон масалалари», II-часть. – Нукус, 2015 – С.407-409.
30. Рўзибоев О.Б., Мардиев У.Р. Разработка и программная реализация по определения лицо объекта среде JAVA// Республиканская научно-техническая конференция «Проблемы информационных и телекоммуникационных технологий», II-часть. – Ташкент, 2016 – С.117-120.

31. Хўжаев О.Қ., Рўзибоев О.Б., Алламов О.Т. Маълумотларни интеллектуал таҳлили дастурий таъминотлари қўлланилиш соҳалари ва уларнинг қийсий таҳлили// Материалы Республиканского научно-практического семинара «XXI век – век инновационно – интеллектуальных идей», – Ташкент, 2014 – С.19-21.
32. Рўзибоев О.Б., Мардиев У.Р., Хамдамбеков У.О., Асамов М.К. Разработка программного обеспечения по определению лица объекта среде Python// VII Международная научно-практическая интернет-конференция «Актуальные научные исследования в современном мире»,– Переяслав-Хмельницкий, 2015 – С.21-27.
33. Nishanov A.H., Ruzibaev O.B., Amanova M.A. Image recognition APIs// VII Международная научно-практическая интернет-конференция «Актуальные научные исследования в современном мире»,– Переяслав-Хмельницкий, 2016 – С.5-10.
34. Нишанов А.Х., Рузибаев О.Б., Бегмербеков У. Об одном нечетком способе кластеризации данных с учётом ошибки разделения// «Алгебра, амалий математика ва ахборот технологиялари масалалари»,–Республика илмий конференцияси материаллари. - Наманган, 2016 – б. 222-225.
35. Рузибаев О.Б., Алламов О.Т., Хужаев О.Қ., Эгамбердиев Н.А., Программа определения степени ошибок с, помощью алгоритма ближайшего соседа// Свидетельство о депонировании объектов интеллектуальной собственности Регистрационной № 1426. г. Ташкент
36. Рузибаев О.Б., Караханов Н.А., Эгамбердиев Н.А., Юлдшаев З.Б., Нарзиев Н.Б. Программа разделения объектов на классы с помощью “Шар Апполона”// Свидетельство о депонировании объектов интеллектуальной собственности Регистрационной № 1942. г. Ташкент
37. Кабулов Р.В, Рузибаев О.Б. Программный комплекс для классификации и кластеризации интервальных данных// Свидетельство о депонировании объектов интеллектуальной собственности Регистрационной №2080. г. Ташкент
38. Нишанов А.Х., Хужаев О.Қ., Адамов Э.И., Рузибаев О.Б., Алламов О.Т. Фукарлар ўзини-ўзи бошқариш органлари ишини автоматлаштириш ва маълумотлар базасини интеллектуал таҳлил қилиш учун дастурий таъминот// Агентство по интеллектуальной собственности РУз, Свидетельство DGU 02901, 10.12.2014 г.
39. Рўзибоев О.Б., Маннонов Х.И., Хамракулов Ю.Б. “Android операцион тизими учун кўп учрайдиган касалликлар тиббий маълумотномасининг мобил иловаси// Агентство по интеллектуальной собственности РУз, Свидетельство DGU 04154, 05.01.2017 г.
40. Рўзибоев О.Б., Хўжаев О.Қ., Тажимов С.Ш. “CDSS” – клиникал қарор қабул қилишни қўллаб –қувватлаш дастури// Агентство по интеллектуальной собственности РУз, Свидетельство DGU 04667, 11.08.2017 г.

Автореферат "Муҳаммад ал-Хоразмий авлодлари" илмий-амалий ва ахборот таҳлилий журнали таҳририяи таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус тилларидаги матнларини мослиги текширилди.

**Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитура рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табоғи: 2,75. Адади 100. Буюртма № 35.**

**«ЎзР Фанлар академияси Асосий кутубхонаси» босмахонасида чоп этилди.
100170, Тошкент, Зиялилар кўчаси, 13-уй.**