

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**DSc.13/30.12.2019.T.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ШАРОФ РАШИДОВ НОМИДАГИ**  
**САМАРҚАНД ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ЖАББАРОВ ЖАМОЛИДДИН СИНДОРОВИЧ**

**МУРАККАБ ФРАКТАЛ ТУЗИЛИШЛИ ТИББИЙ ТАСВИРЛАРНИ**  
**РАҚАМЛИ ИШЛАШ УСУЛЛАРИ ЁРДАМИДА ГЕОМЕТРИК**  
**МОДЕЛЛАШТИРИШ**

05.01.01 - Муҳандислик геометрияси ва компьютер графикаси.  
Аудио ва видеотехнологиялари

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ДИССЕРТАЦИЯСИ**  
**АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2022**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси**

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

**Contents of Dissertation Abstract of the Doctor of Philosophy (PhD) on  
Technical Sciences**

**Жаббаров Жамолиддин Синдорович**

Мураккаб фрактал тузилишли тиббий тасвирларни рақамли ишлаш  
усуллари ёрдамида геометрик моделлаштириш..... 3

**Жаббаров Жамолиддин Синдорович**

Геометрическое моделирование медицинских изображений сложной  
фрактальной структуры с использованием методов цифровой обработки... 21

**Jabbarov Jamoliddin Sindorovich**

Geometric modeling of medical images of a complex fractal structure using  
digital processing methods..... 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 43

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**DSc.13/30.12.2019.T.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ШАРОФ РАШИДОВ НОМИДАГИ**  
**САМАРҚАНД ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ЖАББАРОВ ЖАМОЛИДДИН СИНДОРОВИЧ**

**МУРАККАБ ФРАКТАЛ ТУЗИЛИШЛИ ТИББИЙ**  
**ТАСВИРЛАРНИ РАҚАМЛИ ИШЛАШ УСУЛЛАРИ ЁРДАМИДА**  
**ГЕОМЕТРИК МОДЕЛЛАШТИРИШ**

05.01.01 - Муҳандислик геометрияси ва компьютер графикаси.  
Аудио ва видеотехнологиялари

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)**  
**ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2022.4.PhD/Т2635 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Шароф Рашидов номидаги Самарқанд давлат университетига бажарилган.  
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси (www.tuit.uz) ва «Ziyonet» Ахборот таълим порталига (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:** **Зайнидинов Хакимжон Насридинович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:** **Нуралиев Фахриддин Муродиллаевич**  
техника фанлари доктори, доцент

**Мухиддинов Мухриддин Нуридинович**  
техника фанлари бўйича фалсафа доктори

**Етакчи ташкилот:** «Тошкент ирригация ва кишлок хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти» миллий тадқиқот университети

Диссертация химояси Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги DSc.13/30.12.2019.Т.07.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2023 йил «03» февраль соат 14.00 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100084, Тошкент шаҳри, Амир Темур кўчаси, 108-уй. Тел.: (99871) 238-64-43, e-mail: iktuit@tuit.uz).

Диссертация билан Тошкент ахборот технологиялари университети Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (259 рақам билан рўйхатга олинган.). (Манзил: 100084, Тошкент шаҳри, Амир Темур кўчаси, 108-уй. Тел.: (99871) 238-64-43).

Диссертация автореферати 2023 йил «09» январь куни тарқатилди.  
(2022 йил «20» декабрь даги 14 рақамли реестр баённомаси.)



*M. Musaev*  
*R. Rahimov*  
*Sh. Anarova*

**М.М. Мусаев**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

**Н.О. Рахимов**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д., доцент

**Ш.А. Анарова**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш ҳузуридаги илмий семинар раиси, т.ф.д., доцент

## КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда замонавий ахборот-коммуникация технологияларининг ривожланиши тиббиёт соҳасида жуда катта ютуқларга эришишга имкон яратмоқда. Инсон бош миёсида шикастланишлар натижасида пайдо бўладиган ўзгаришларни фракталлар назариясидан фойдаланиб аниқлаш замонавий тиббиётнинг асосий масалаларидан биридир. Шу сабабли, фрактал тузилишли тиббий тасвирларга рақамли ишлов беришда фрактал ўлчовлардан фойдаланиб катакчаларни санашнинг такомиллаштирилган усулини ишлаб чиқиб, тиббиётдаги муҳим масалаларни ечиш бугунги куннинг долзарб муаммоларидан ҳисобланади. Мазкур соҳа бўйича хорижий мамлакатларда, шу жумладан, АҚШ, Германия, Италия, Россия Федерацияси, Хитой, Япония, Исроил, Жанубий Корея каби мамлакатларда кўплаб илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Жаҳон соғлиқни сақлаш ташкилотининг 2021 йилги маълумотида кўра, «14 миллион кишига саратон ташхиси қўйилган, шундан ўпка саратони сабабли 71% беморнинг ҳаёти ўлим билан тугаган. Халқаро ташкилотнинг башорат қилишича, 2025 йилга бориб бу 19 миллион, 2030 йилда 22 миллион, 2035 йилга бориб эса 24 миллионга етиши мумкин. Саратон касаллигининг энг хавфли турларидан бири бош миёдаги ўсимталардир. Бу касалликка чалинганлар сони дунё бўйича 308 102 кишини ташкил қилиб, шундан 251 329 нафари оламдан ўтган»<sup>1</sup>. Шунинг учун ҳам фракталлар назариясидан фойдаланиб инсон тана аъзоларидаги ўсимталарни аниқлаш, эрта ва аниқ ташхис қўйиш долзарб масала ҳисобланади. Бундай масалаларни ечиш ҳамда юқори даражадаги аниқликларга эришиш учун фрактал тузилишли тиббий тасвирларни рақамли ишлаш жараёнини геометрик моделлаштириш, тиббий тасвирларнинг фрактал ўлчовларини аниқлаш усуллари ва алгоритмларини такомиллаштириш орқали ҳисоблашлар сонини камайтириш ҳамда аниқликни ошириш лозим бўлади.

Республикада фрактал тузилишли тиббий тасвирларга рақамли ишлов беришда уларнинг ўлчовлардан фойдаланган ҳолда илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Президентимизнинг 2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, жумладан, «Соғлиқни сақлаш тизимини ривожлантириш, аҳоли саломатлигини сақлаш, аҳолига кўрсатилаётган тиббий хизмат сифатини ошириш, бюджет маблағларидан самарали фойдаланиш, тиббий хизматларни марказлаштириш, соғлиқни сақлаш соҳасини рақамлаштиришнинг 2022-2026 йилларга мўлжалланган стратегиясини амалга ошириш...»<sup>2</sup> ва 2021 йил 5 майдаги ПҚ-6221-сон «Соғлиқни сақлаш тизимида олиб

<sup>1</sup><https://tma.uz/2021/02/04/4-fevral-butunzha-on-saraton-kasalligiga-arshi-kurash-kuni/>

<sup>2</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги «Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси» тўғрисидаги ПФ-60-сон Фармони

борилаётган ислоҳотларни изчил давом эттириш ва тиббиёт ходимларининг салоҳиятини ошириш учун зарур шарт-шароитлар яратиш тўғрисида»гиҳамда 2021 йил 28 июлдаги ПҚ–5199-сон «Соғлиқни сақлаш соҳасида ихтисослаштирилган тиббий ёрдам кўрсатиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарорлари 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 устивор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV. «Ахборотлаштириш ва ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантириш» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

**Диссертация тадқиқотнинг ўрганилганлик даражаси.** Фрактал тузилишли объектларни аниқлаш ва уларни геометрик моделлаштириш, фрактал ўлчовларини аниқлаш ҳамда шулар асосида алгоритмлар ишлаб чиқиш муаммолари илмий адабиётларда кенг ёритилган. Фрактал тузилишли объектларнинг ўлчовларини аниқлаш усуллари ва моделлари ёрдамида геометрик моделлаштириш бўйича хорижий олимлар: Б.Б.Мадельброт, Г.М.Жулиа, Г.О.Пейтген, А.Е.Кононюк, Ф.Хаусдорф, Ю.М.Валченко, К.Д.Фальконер, Ж.Баиш, А.Д.Морозов, Э.И.Могилевский, Э.К.Хоссеин, М.М.Таха, А.А.Потапов, Hye-Rim So, Gang-Gyoo Ji ва бошқа олимлар томонидан илмий-тадқиқотлар олиб борилган.

Республикамизда фракталлар назариясини ривожлантириш бўйича Б.А.Бондаренко ва Ш.А.Назировлар илмий-тадқиқот ишлари олиб борганлар. Профессор Ш.А.Назиров R-функция усулидан (RFM) фойдаланиб мураккаб тузилишдаги классик геометрик фракталларнинг тенгламаларини ва рекурсив алгоритмларини ишлаб чиққан.

Ҳозирги кунда Б.Хўжаёров, Х.Н.Зайнидинов, Ш.А.Анарова, Ф.М.Нуралиев, Ш.А.Садуллаева, О.М.Нарзуллоев каби бир қатор олимлар томонидан илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Профессор Б.Хўжаёровнинг каср тартибли дифференциаллаш ва интеграллашнинг тадбиқлари доирасида олиб бораётган илмий ишлари фракталлар назариясининг қўлланилиш соҳаларининг кенг қамровли эканлигидан далолат беради.

Мазкур соҳадаги тадқиқотларнинг ўрганилганлиги шуни кўрсатадики, ҳозирги вақтда фракталларни қуришда L-тизимлар, итерацион функциялар тизими (IFS) усуллардан кенг фойдаланилади. Бироқ фрактал тузилишли органларни аниқлаш, уларни қуриш, геометрик моделлаштириш, хусусан, фрактал ўлчовларни топиш ва шулар асосида беморларни ташхислаш етарли даражада ўрганилмаган.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Шароф Рашидов номидаги Самарқанд давлат университети ва Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот

технологиялари университетининг илмий тадқиқот ишлар режасининг №БВ-Атех-2018-249 «Биометрик сигналларга рақамли ишлов беришни самарали усуллари ва алгоритмларини ишлаб чиқиш» (2018-2020) ва №ФЗ-2019081212 «Ўзбек миллий нақшларида мураккаб фрактал тузилишларни баён этишни геометрик моделлаштириш технологиясини ишлаб чиқариш» (2020-2021) мавзуларидаги лойиҳалар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** мураккаб тузилишли тиббий тасвирларнинг фрактал ўлчовларини аниқлашнинг усулни такомиллаштириш ва алгоритмларини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

Мураккаб фрактал тузилишли геометрик объектларни куриш усуллариининг моделлари ва алгоритмларини таҳлил қилиш;

мураккаб фрактал тузилишли объектларни L-тизимлари усули асосида куриш ва бинар усули ёрдамида визуаллаштириш алгоритмини ишлаб чиқиш;

фракталлар назариясининг асосий тушнчалари ёрдамида инсон тана аъзоларидаги қон-томир тузилишнинг геометрик моделини ишлаб чиқиш;

мураккаб фрактал тузилишли тиббий тасвирларнинг фрактал ўлчовини аниқлашда катакчаларни санаш усулини касрий ўлчовни қўллаш асосида такомиллаштириш;

такомиллаштирилган усул ёрдамида мураккаб фрактал тузилишли тиббий тасвирларнинг ўлчовларини аниқлашнинг алгоритмлари ва дастурий мажмуасининг функционал схематик тузилишини ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида инсон тана аъзоларининг МРТ (магнитни резонансли томография) дан олинган тасвирлар асосида улардаги шикастланган қисмининг фрактал ўлчовини аниқлашга қаратилган.

**Тадқиқотнинг предмети** фрактал тузилишли органлар, уларнинг фрактал ўлчови, тиббий тасвирлар учун геометрик моделлар, алгоритмлар ва дастурий мажмуаси олинган.

**Тадқиқотнинг усуллари** фракталлар назарияси, фрактал ўлчовлар, фрактал вейвлетлар назарияси, фрактал тузилишли тиббий тасвирларга рақамли ишлов бериш назарияси, олинган натижаларни қиёсий таҳлиллаш ва дастурлаш технологиялардан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгиллиги** қуйидагилардан иборат:

мураккаб фрактал тузилишли объектлар L-тизимлари усули асосида курилган ва бинар усули ёрдамида визуаллаштириш алгоритми ишлаб чиқилган;

фракталлар назариясининг асосий тушнчалари ёрдамида инсон тана аъзоларидаги қон-томир тузилишнинг геометрик модели ишлаб чиқилган;

мураккаб фрактал тузилишли тиббий тасвирларнинг фрактал ўлчовини аниқлашда катакчаларни санаш усулини касрий ўлчовни қўллаш асосида такомиллаштирилган;

такомиллаштирилган усул ёрдамида мураккаб фрактал тузилишли тиббий тасвирларнинг ўлчовларини аниқлашнинг алгоритмлари ва дастурий мажмуасининг функционал схематик тузилиши ишлаб чиқилди.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

мураккаб тузилишли тиббий тасвирларнинг фрактал ўлчовини аниқлаш усуллари такомиллаштирилган ҳамда геометрик модели ишлаб чиқилган;

мураккаб тузилишли тиббий тасвирларнинг фрактал ўлчовларини аниқлашнинг усуллари ёрдамида геометрик моделлаштириш учун дастурий мажмуа ишлаб чиқилган;

фрактал тузилишли тиббий тасвирлар учун геометрик моделлар, алгоритмлар ва компьютерларда тажрибалар ўтказиш учун дастурий мажмуасининг функционал-схематик тузилмаси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги арифметик хусусиятли Люка учбурчагини қуриш усули, аналитик геометрия ва компьютер графикаси қоидаларига мослиги, МРТ дан олинган тасвирлар асосида инсон миясидаги шикастланган қисмининг фрактал ўлчовини аниқлаш, тана аъзоларининг қон айланиш тизими, нафас олиш тизимларининг фрактал тузилишли хусусиятларини аниқлаш ва алгоритмларини ишлаб чиқишда фрактал тузилишли тиббий тасвирли объектларни аналитик усулларда геометрик моделлаштириш ҳамда математик аппаратининг тўғри қўлланилиши билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти фрактал тузилишли тиббий тасвирли объектларни ва МРТ дан олинган тасвирлар асосида, инсон миясидаги шикастланган қисмининг фрактал ўлчовини аниқлашнинг такомиллаштирилган усул алгоритмларини ишлаб чиқиш учун назарий ва услубий асослар, тасвирларнинг фрактал ўлчовларини аниқлаш услубиятлари билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти такомиллаштирилган усул ёрдамида инсон тана аъзоларининг қон айланиш тизими, нафас олиш тизимларининг фрактал ўлчовларини аниқлаш ҳамда МРТ дан олинган тасвирлар ёрдамида, беморларнинг миясидаги шикастланган қисмининг фрактал ўлчовини аниқлаш алгоритмлари асосида ишлаб чиқилган дастурий мажмуа Республикамиз тиббиёт тадқиқот марказларида катта ҳажмдаги тиббий тасвирларни рақамли ишлаш ва миядаги шишларнинг чегара ўлчовларини аниқлаш билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Диссертация доирасида фрактал тузилишли тиббий тасвирларнинг фрактал ўлчовларини аниқлаш усуллари ёрдамида геометрик моделлаштириш бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида ишлаб чиқилган алгоритмлар ва дастурий мажмуа асосида:

МРТ дан олинган тасвирлар асосида инсон миясидаги шикастланган қисмининг фрактал ўлчовини аниқлаш усуллари, алгоритмлари ва улар асосида яратилган дастурий восита «Республика суд тиббий экспертиза илмий амалий маркази Самарқанд филиали»га жорий қилинган (Ўзбекистон

Республикаси Соғлиқни сақлаш вазирлигининг 2022 йил 5 декабрдаги 08-38607 сон маълумотномаси). Натижада МРТ дан олинган тасвирлар асосида инсон миясидаги шикастланган қисмининг фрактал ўлчовини аниқлашнинг вақт сарфи 4 баробарга ва хатолик 6-14% га камайди, меҳнат унумдорлиги эса 4-6% га ошиш имконини берган;

кўз қон-томирларининг фрактал ўлчовини аниқлаш орқали беморларнинг кўз соҳасидаги босим касаллигини ташхислашнинг алгоритмлари ва улар асосида яратилган дастурий восита Самарқанд вилояти Булунғур тумани «Stoma Denta Munavvar» МЧЖ га жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Соғлиқни сақлаш вазирлигининг 2022 йил 5 декабрдаги 08-38607 сон маълумотномаси). Натижада кўз қон-томирларининг фрактал ўлчовини аниқлаш ва ташхислаш учун кетадиган вақт 2 баробарга ва хатолик 7-10% га камайди, меҳнат унумдорлиги эса 5-7% га ошди;

инсон қон-томирларининг фрактал ўлчовини аниқлаш орқали беморларнинг қандли диабет касаллигини ташхислашнинг алгоритмлари ва улар асосида яратилган дастурий восита «Академик Ё.Х.Тўракулов номидаги РИИИАТМ Самарқанд вилоят филиали»га жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Соғлиқни сақлаш вазирлигининг 2022 йил 5 декабрдаги 08-38607 сон маълумотномаси). Натижада қон томирларининг фрактал ўлчовини аниқлаш вақти 3 баробарга ва хатолик 5-11% га камайди, меҳнат унумдорлиги эса 3-6% га ошиш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 10 та, жумладан, 4 та халқаро, 6 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

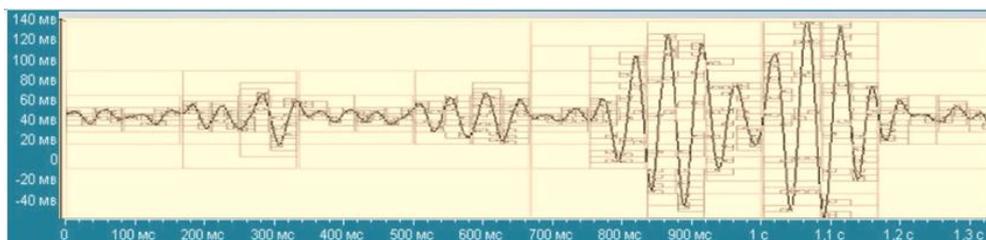
**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Тадқиқот мавзуси бўйича жами 24 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 11 та мақола, шуларнинг 5 таси хорижий журналларда ва 6 таси республика журналларда чоп этилган ҳамда 3 та ЭҲМ учун яратилган дастурий воситаларни қайд қилиш гувоҳномалари олинган.

**Диссертациянинг тузилиш ва ҳажми.** Диссертация иши кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг умумий ҳажми 116 бетни ташкил этади.

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ**

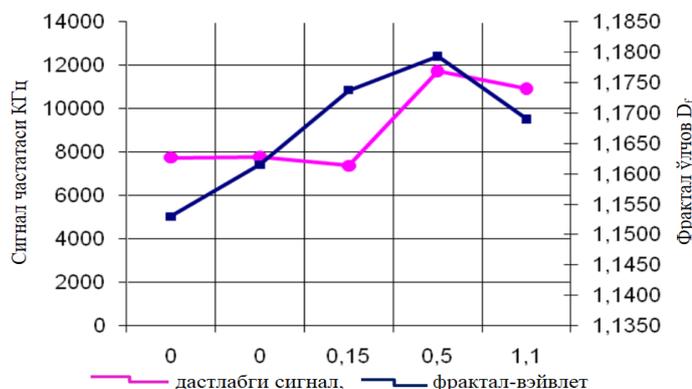
**Кириш қисмида** диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган. Тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари белгилаб олинган ҳамда тадқиқот объекти ва предмети аниқланган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асослаб берилган, уларнинг назарий ва амалий аҳамияти кўрсатилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш ҳолати, нашр этилган ишлар ва диссертация





2-расм. Дастлабки кириш параметирлари:  $D=92.0$ ,  $s=0.11$ ,  $t=0.75$ ,  $n=315$

Шу кичик сегментларнинг фрактал ўлчови орқали беморлардаги касалликларни башорат қилиш мумкин.



3-расм.Сигнал частотасининг фрактал ўлчовга боғлиқлиги

Фрактал тузилишли геометрик шаклларни қуришнинг усуллари ва фрактал-вэйвлетлар усуллари таҳлил этилиб, тадқиқот масаласини қўйилиши шакллантирилган.

Диссертациянинг «Мураккаб фрактал тузилишли тасвирларни рақамли ишлашни геометрик моделлаштириш» деб номланган иккинчи бобида фрактал усуллар асосида тиббий ностационар сигналларни таҳлил қилиш геометрик моделлаштирилган, катталаштириш масштабига боғлиқ бўлмаган фрактал ўлчовлар геометрик моделлаштирилган ҳамда фрактал ўлчовни аниқлаш усуллари асосида орган ва организмларининг фрактал ўлчовлари ҳисобланган.

ЭГЭГ (электрогастроэнтерограмма) сигналининг фрактал таҳлилинини ошқозон-ичак фаолиятининг носитационар сигналлар тизими шаклида ўрганиш ва статистик таҳлил қилиш мумкин.

Ҳозирги кунда компютерлаштирилган электрогастроэнтерография маълумотларини очиш учун  $(\eta_i, K_i, K_{rim(i)})$  параметр тўпламлар қўлланилади ва рақамли филтрлаш ёрдамида олинган ЭГЭГ сигналдан ажратилган ошқозон-ичак фаолиятини турли қисмларининг фаоллигини тавсифловчи сигналларни олиш ва таҳлил қилиши мумкин.

Рақамли филтрлаш учун анъанавий филтрлар қўлланилади:

$$X_{ChiqFS}(n) = \sum_{k=-N/2}^{N/2} X_{KirishFS}(k)h(n-k), \quad (1)$$

бу ерда  $X_{KirishFS}(k)$  – киришдаги рақамли филтър,  $k$  – киришдаги сигнал сони,  $X_{ChiqFS}(n)$  – чиқишдаги рақамли филтър,  $n$  – чиқишдаги сигнал сони,  $h$  – рақамли филтърнинг импульслар сони.

Куйидаги жадвалда соғлом одамнинг ЭГЭГдан олинган ўртача сигнал параметрлари келтирилган.

**1-жадвал.**

**Ошқозон-ичак фаолиятига мос фрактал параметрлар**

Ошқозон-ичак йўллари	$\eta_i$	$K_i$	$K_{ritm(i)}$
Ошқозон	$22.41 \pm 11.2$	$10.4 \pm 5.7$	$4.85 \pm 2.1$
Ўн икки бармоқли ичак	$2.1 \pm 1.2$	$0.6 \pm 0.3$	$0.9 \pm 0.5$
Ингичка ичак <sub>1</sub>	$3.35 \pm 1.65$	$0.4 \pm 0.2$	$3.43 \pm 1.5$
Ингичка ичак <sub>2</sub>	$8.08 \pm 4.01$	$0.13 \pm 0.08$	$4.99 \pm 2.5$
Йўғон ичак	$64.04 \pm 32.01$	$0.14 \pm 0.06$	$22.85 \pm 9.08$

ЭГЭГ сигналларини таҳлил қилиш учун фрактал усуллардан фойдаланиш мумкинлиги келтирилди, бу эса вақт шкаласини ўзгартирганда ўзгармаслик хусусияти туфайли ошқозон-ичак фаолият ҳолатини таҳлил қилиш имконини беради.

Қон-томир тизимининг асосий вазифаси тананинг барча хужайраларини кислород ва бошқа муҳим озукалар билан таъминлашдир. Ушбу вазифани қон-томир тизимлари самарали амалга оширади. Бундан ташқари, касалликларни аниқлаш учун нормал ривожланиш мезони зарур. Ушбу муаммоларни ҳал қилиш учун турли хил соғлом ва патологик қон айланиш тизимларини баҳолашнинг фрактал таҳлили ишлатилган.

Томир узунлигининг қисқариш индекси ( $\lambda$ ) билан тавсифланади:

$$L_{2i+1,2i+2} = \lambda L_i. \tag{2}$$

Артериал қон томир радиуси билан ўнг ва чап томирлар радиуслари ўртасида боғлиқлик мавжуд, бу боғлиқлик қуйидаги формула билан аниқланади:

$$R_i^\gamma = R_{2i+1}^\gamma + R_{2i+2}^\gamma, \tag{3}$$

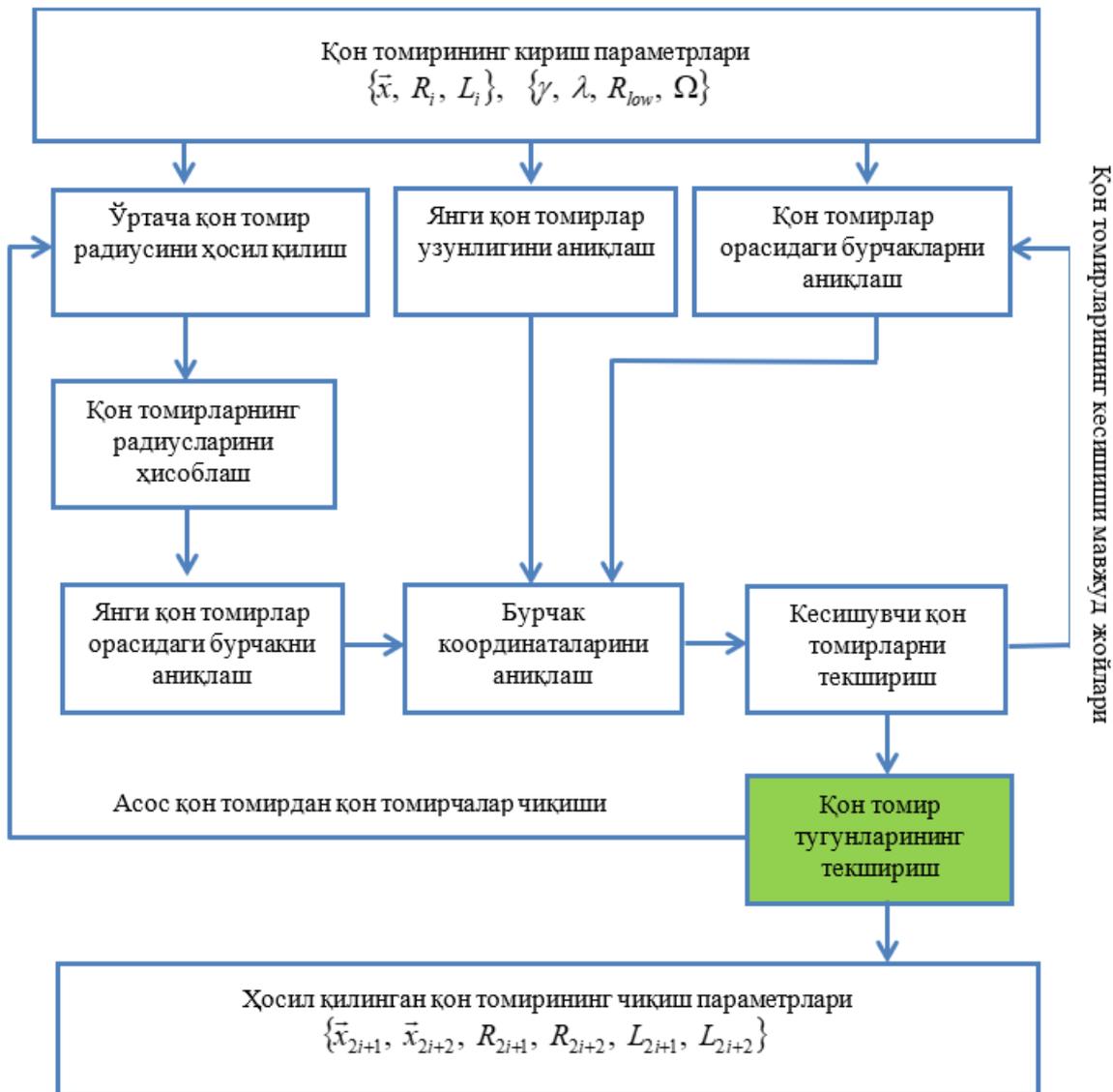
бу ерда  $\gamma$  – томирларнинг тарқалиш кўрсаткич унинг қийматлари иккидан учгача ўзгаради. Ҳосил бўлган томирларининг ўртача ўлчовдаги радиуслари артериал қон томирининг минимал радиус ўлчови билан аниқланади:

$$\left\{ \begin{array}{l} r_{low} = \frac{R_{low}}{R_i} \\ r_{high} = (1 - r_{low}^\gamma)^{\frac{1}{\gamma}} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} r_{2i+1} = r_{low} + (r_{high} - r_{low}) \cdot U(0,1) \\ r_{2i+2} = (1 - r_{2i+1}^\gamma)^{\frac{1}{\gamma}} \end{array} \right., \tag{4}$$

бу ерда  $R_{low}$  – артериал тизимдаги томирнинг минимал радиуси,  $U(0,1)$  – стандарт бир хил тақсимотдир.

Кириш параметрлари сифатида радиуси, қон томир узунлиги ва артериал томир тугунларининг координаталари, шунингдек, қон-томирнинг

шоҳланишнинг геометрик ўлчовларини аниқлайдиган модель параметрлари 4-расмда келтирилган.

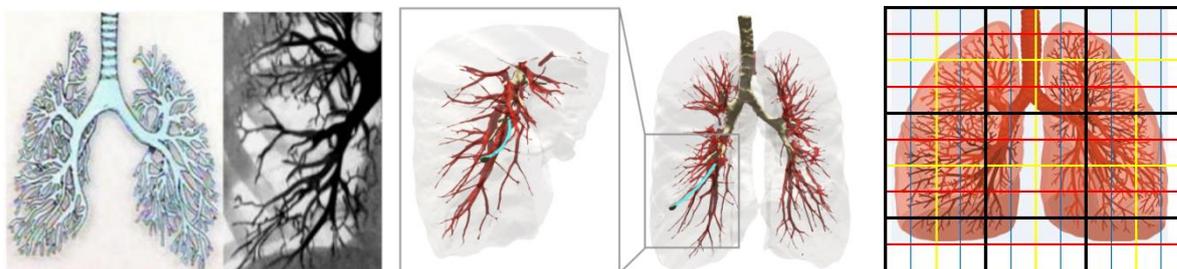


4-расм. Қон-томирларини бўлинишини моделлаштириш схемаси

Фрактал ўлчовнинг олинган қийматлари томирларнинг ҳақиқий геометриясини ҳисобга олган ҳолда артериал қон-томирларнинг хусусиятларини тўлиқ акс эттиради ва турли даражадаги мураккабликдаги артериал қон-томирларнинг фрактал ўлчовини баҳолашга ва фрактал тузилишини тасвирлашга имкон беради. Қон-томирнинг фрактал ўлчов қиймати эса беморларнинг инсулт олиш даражасини белгилашда муҳим ҳисобланади.

Диссертациянинг «Мураккаб фрактал тузилишли объектларнинг фрактал ўлчовларини аниқлаш алгоритмлари» деб номланган учинчи бобида фрактал тузилишли тасвирларнинг фрактал ўлчовини аниқлашнинг Хаусдорф-Безикович, Минковский-Булиган, катакчаларни санашнинг такомиллаштирилган усули, шунингдек, инсон организмларининг фрактал ўлчовларини аниқлаш ва ташхислаш алгоритмлари ишлаб чиқилган.

Тиббиётда ўпка нафас йўллариининг фрактал тузилиши чуқур ўрганилган. Ўпка инсон танасида кислород ва карбонатангидрид алмашинуви ва нафас олиш функциясини бажарадиган муҳим органлардир. Ўпка тузилишига кўра учта асосий таркибий элементни ўз ичига олади: булар бронхлар, бронхиолалар ва ўпка қон томирлари. Ўпканинг сирти бронхларнинг тарқалган тизимидир.



5-расм. Инсон ўпканининг фрактал ўлчовини аниқлаш

Шунинг учун инсон ўпкани фрактал тузилишга эга ва унинг фрактал ўлчови катакчаларни санаш ҳамда муаллиф тамонидан таклиф этилган катакчаларни санашнинг такомиллаштирилган усуллари асосида аниқланди.

2-жадвал.

#### Катакчаларни санаш усули

Катакчанинг ўлчови $a$	9	16	48
Катакчалар сони $N$	89	27	8
$y = \ln N$	4,4886	3,2958	2,0794
$x = \ln a$	2,1972	2,7726	3,8712

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i - n \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2} = 1,5626.$$

3-жадвал.

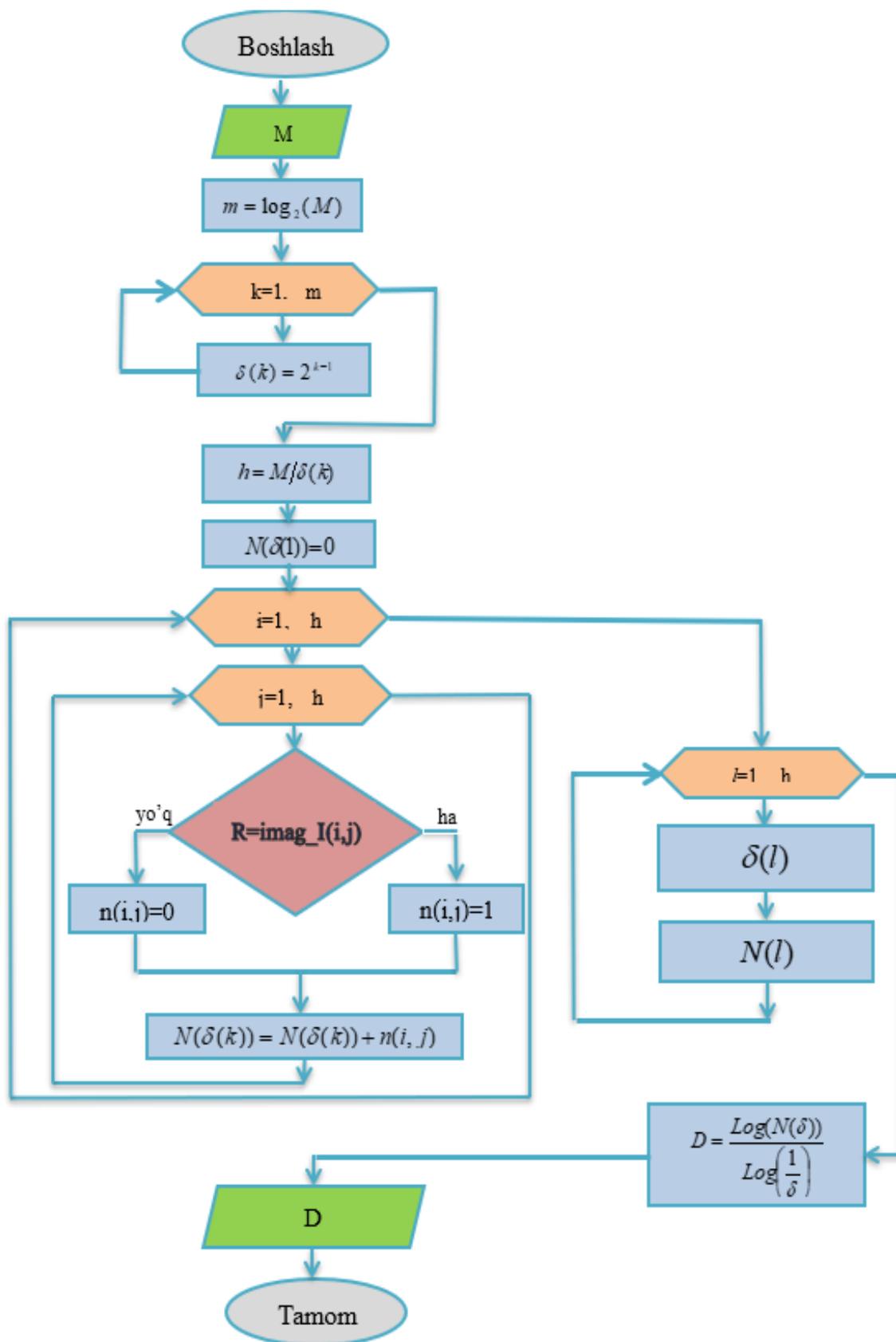
#### Катакчаларни санашнинг такомиллаштирилган усули

Қадамлар сони $\delta$	1	2	4	8
Катакчалар сони $N(\delta)$	134	85,52	33,25	4,055

$$D = \frac{\log(N_1(\delta)) - \log(N_n(\delta))}{\log(\delta_1) - \log\left(\frac{1}{\delta_n}\right)} = \frac{\log(134) - \log(4,055)}{\log(1) - \log\left(\frac{1}{8}\right)} = 1,6821$$

Экспериментал натижалар шуни кўрсатадики, тадқиқ этилаётган катакчаларни санашнинг такомиллаштирилган усули, катакчаларни санаш усулидан фарқи шундаки, қаралаётган катакчалар тўлиқ олинмаган, яъни фақат тасвир жойлашган қисми ҳисобга олинади ва фрактал тасвирнинг

қандай қисми жойлашган бўлса ўша қисмининг фрактал ўлчови аниқланади. Бунинг учун қуйидаги амаллар кетма-кетлиги бажарилади:



6-расм. Катакчаларни санаш усули асосида фрактал ўлчовини ҳисоблаш алгоритми

Катакчалар ўлчамининг кичиги  $L = \min(M, N)$  аниқланади. Сўнг  $\delta = 2, 4, \dots, 2^{l-1}$  топилади. Бу ерда  $l = \log_2(L)$  га тенг.  $m = \text{int}(M/\delta)$  ва  $n = \text{int}(N/\delta)$  каби аниқланади.

Катакчаларни қуйидаги шартлар асосида ўлчамлари аниқланади.

$M = m\delta$  ва  $N = n\delta$  катакчаларни санаш усули қўлланилади.

$$M > m\delta \text{ ва } N = n\delta \text{ бўлса } n_{i,j} = \min\left(\frac{p_{i,j}}{p_\delta}, 1\right) \times \frac{(M - m\delta)}{\delta};$$

$$M = m\delta \text{ ва } N > n\delta \text{ бўлса } n_{i,j} = \min\left(\frac{p_{i,j}}{p_\delta}, 1\right) \times \frac{(N - n\delta)}{\delta};$$

$$M > m\delta \text{ ва } N > n\delta \text{ бўлса } n_{i,j} = \min\left(\frac{p_{i,j}}{p_\delta}, 1\right) \times \frac{(M - m\delta) \times (N - n\delta)}{\delta^2}.$$

Инсон миясининг шикастланган қисми фрактал тузилишга эга ва статистик жиҳатдан ўзига-ўзи ўхшашдир. Унинг чегара қисми синиқ чизиқлардан иборат, лекин чекланган ўсиш жараёнига тўғри келади ва ўша шикастланган қисм вақт ўтган сари қандайдир суяқ моддаларни йиға бошлайди, бу эса инсон мия фаолиятининг бузилишига олиб келади. Бироқ шикастланган қисм инсон миясининг қаерида жойлашганлиги жуда муҳим ҳисобланади. Миядаги шикастланган қисм қон-томир устига ёки ёнига яқин жойлашган бўлса тўпланган суяқ модда қон-томир тизимининг эмбриологик ривожланишига таъсир кўрсатиши мумкин. Бундан ташқари, инсоннинг бошқа ҳаракат соҳаларига ҳам ўз таъсирини сезиларли даражада кўрсатади. Тадқиқот ишида МРТ дан олинган инсон миясининг тўрт хил масштабдаги тасвирлари келтирилган ва ўрганилган.

Шу боис, инсон миясидаги шикаст етган соҳанинг фрактал ўлчовини аниқлаш ва шу маълумотлар асосида таъхислаш муҳим ҳисобланади.

#### 4-жадвал.

#### Инсон миясидаги шикастланган қисмининг фрактал ўлчовини аниқлаш

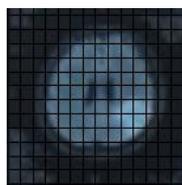
Қадамлар сони $\delta$	1	2	4	8
Фрактал тасвир мавжуд катакчалар сони $N(\delta)$	63	13	5	1



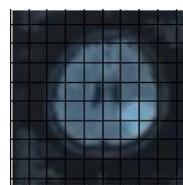
а<sub>1</sub>)



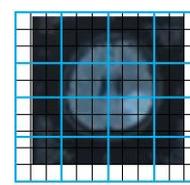
а)  $\delta=1$



б)  $\delta=2$



с)  $\delta=4$



д)  $\delta=8$

7-расм. Инсон миясидаги шикастланган қисмининг фрактал ўлчовини аниқлаш

Бунда  $\delta = 8$  бўлиб,  $m = \text{int}(21/8)$  ва  $n = \text{int}(17/8)$  тенг. Ўртача қиймат  $\bar{p} = 7.15$  ва  $p_{2,3} = 7$  аниқланди. Демак, охирги катакчадаги фрактал ўлчов қиймати  $n_{2,3} = \min\left(\frac{p_{2,3}}{p_\delta}, 1\right) \times \frac{(N-m\delta)}{\delta} = \frac{7}{7.25} \times \frac{5}{8} = 0.6119$  тенг экан. Бундан  $N(\delta) = 1 + 0.6119 = 4.6119$  аниқланди.

Олинган натижалардан фойдаланиб, инсон миясидаги ўсма чегара қисмининг мураккаблик даражаси яъни фрактал ўлчов қиймати аниқланди.

$$D = \frac{\lg(N(\delta))}{\lg\left(\frac{1}{\delta}\right)} = 1.8793$$

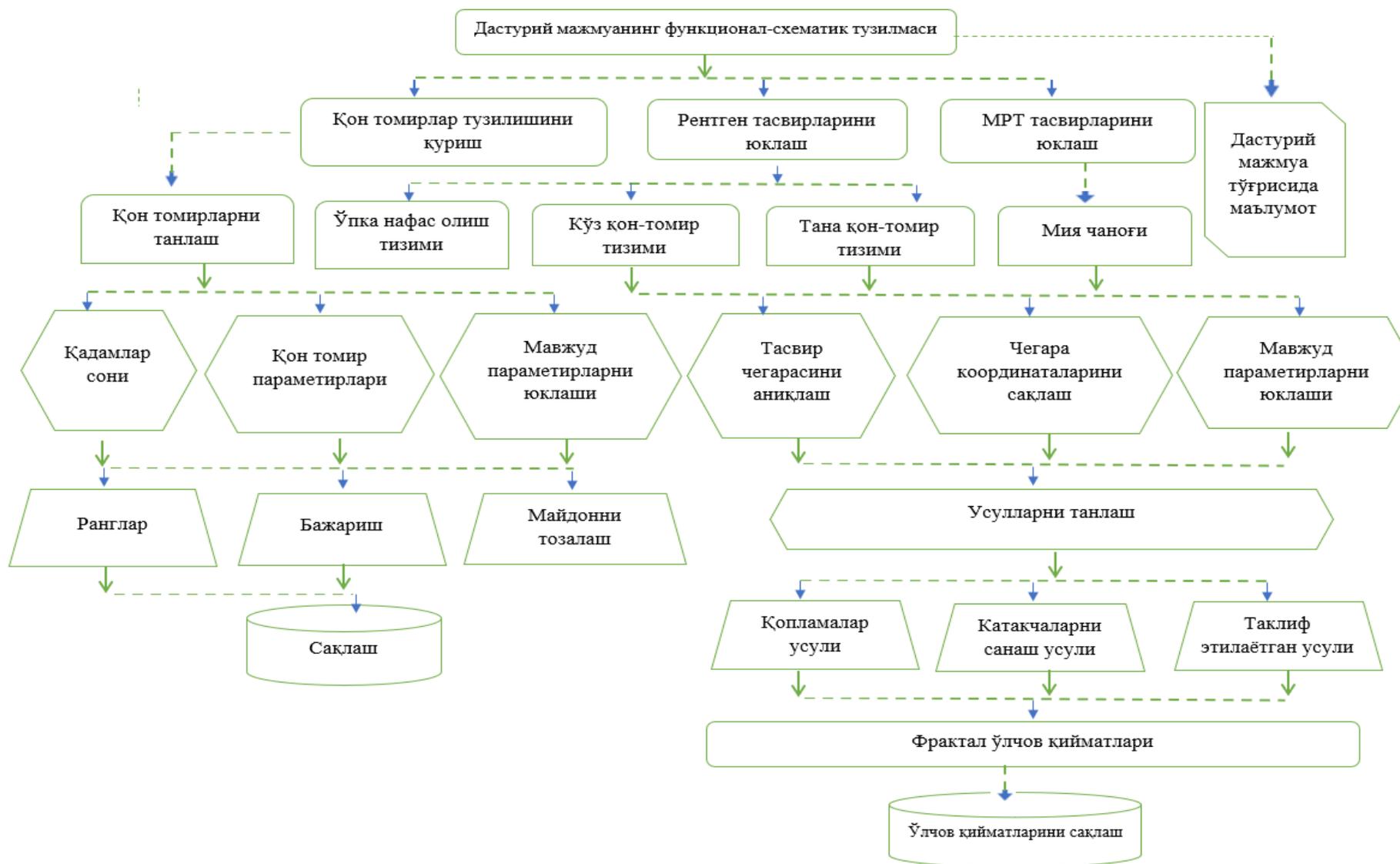
**5-жадвал.**

**Инсон миясидаги шикастланган қисмининг фрактал ўлчовини турли усулларда аниқлашнинг солиштирма таҳлили**

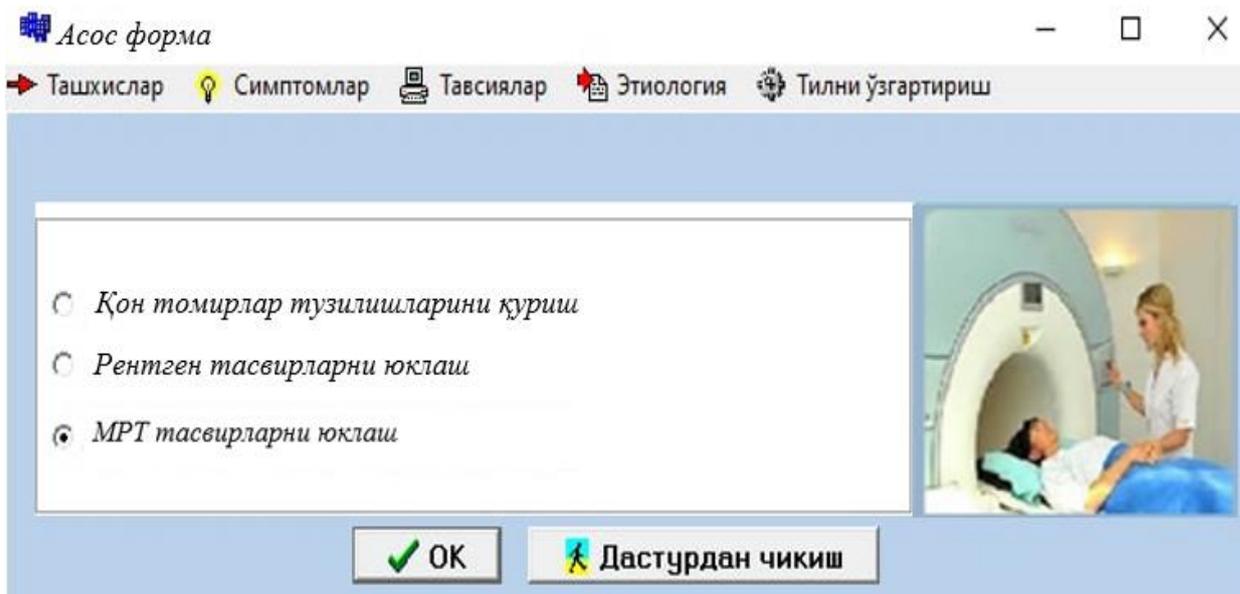
Қўлланилаётган усуллар	Тапологияк ўлчов	Фрактал ўлчовлар	Абсолют хатолик
Призма усули	2	1.6323	0.3677
Қоплама усули	2	1.7184	0.2816
Катакчаларни санаш усули	2	1.8033	0.1967
Катакчаларни санашнинг такомиллаштирилган усули	2	1.8793	0.1207

Шуни айтиб ўтиш жоизки, фрактал ўлчовни аниқлашда қаралаётган эгри чизиқнинг қанчалик кичик сегменти ҳисобга олинса, у шунчалик тўғри чизиқ бўлади ва бу фрактал ўлчовнинг аниқлигини оширади. Шу нуқтаи назардан, МРТ дан олинган тасвирлар асосида инсон миясидаги шикастланган қисмининг фрактал ўлчовини аниқлаш ва ташхислаш учун такомиллаштирилган катакчаларни санаш усули қўлланилди.

Диссертациянинг «**Фрактал тузилишли тиббий тасвирларни рақамли ишлашнинг дастурий мажмуаси**» деб номланган тўртинчи бобида олиб борилган тадқиқотлар жараёнида мураккаб фрактал тузилишли тиббий тасвирларнинг фрактал ўлчовини катакчаларни санашнинг такомиллаштирилган усули билан аниқловчи дастурий мажмуаси ишлаб чиқилди. Фрактал ўлчовдан фойдаланган ҳолда, мия касалликларини текшириш ёки турли хил мия функцияларини диагностик таҳлил қилиш учун алгоритм ишлаб чиқилди. Умумий ҳолатда дастурий мажмуа учта асосий дастурни ўз ичига олади:



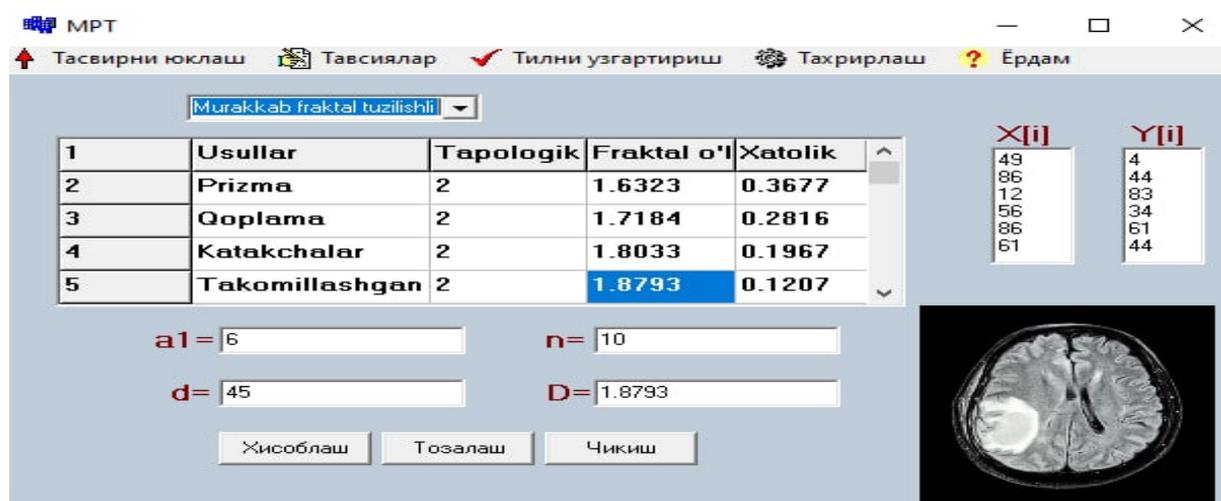
**8-расм. Дастурий мажмуанинг функционал-схематик тузилиши**



**9-расм. Фрактал тасвирларни қуриш ва тиббий тасвирларнинг фрактал ўлчовини аниқлаш дастурий мажмуасининг бош ойнаси**

MPT дан олинган тасвирлар асосида инсон миёсидаги шикастланган қисмининг фрактал ўлчовини аниқлаш дастурининг иловаси келтирилди. 9-расм дастурий мажмуанинг бош ойнаси бўлиб, у ерда “Геометрик фракталларни қуриш” фаоллаштирилиб “OK” тугмаси босилса, фрактал тузилишли геометрик тасвирларни қуриш усуллари амалга оширилади. Иккинчи сатрдаги “MPT тасвирини фрактал ўлчови” банди танланганда тиббий тасвирларни юклаш ойнаси ҳосил бўлиб, шишларнинг чегара ўлчовларининг координаталари аниқланиб призма, қопламалар, катакчаларни санаш ва катакчаларни санашнинг такомиллаштирилган усуллари банди ҳосил бўлади.

Танланган усул асосида шишнинг чегара ўлчови аниқланади.



**10-расм. Тиббий тасвирларнинг фрактал ўлчовини аниқлашнинг дастурий воситаси**

## ХУЛОСА

“Мураккаб фрактал тузилишли тиббий тасвирларни рақамли ишлаш усуллари ёрдамида геометрик моделлаштириш” мавзусидаги диссертация иши бўйича олиб борилган тадқиқотлар доирасида қуйидаги асосий натижалар олинди:

1. Фрактал тузилишли тиббий тасвирларни рақамли ишлашнинг аналитик усуллари ва геометрик моделлари такомиллаштирилди. Ушбу усуллар ва моделлар тиббий тасвирларнинг фрактал ўлчовларини аниқлаш алгоритмларини ишлаб чиқиш учун асос бўлиб хизмат қилади;

2. Хаусдорф-Безикович, Минковский-Булиган, катакчаларни санаш ва катакчаларни санашнинг муаллиф томонидан таклиф этилган такомиллаштирилган усули асосида фрактал тузилишли тиббий тасвирларнинг ўлчовларини аниқлаш алгоритмлари ишлаб чиқилди. Ушбу алгоритмлар инсон нафас олиш тизими, кўз тўр пардасидаги қон-томир тизими, тана қон-томир тизимларининг фрактал тузилишга эга эканлиги ҳамда фрактал ўлчовларини аниқлашда қўлланилди;

3. Муаллиф томонидан таклиф этилган тиббий тасвирларни фрактал-рақамли ишлаш алгоритми асосида инсон ўпкаси, кўз тўр пардасидаги қон-томир тизими, тана қон-томир тизимларининг фрактал ўлчовлари аниқланди, улар мос равишда 1.57 – 1.68 оралиқларда, 1.7021 – 1.8083 оралиқларда ва 1.7 га тенглиги тадқиқ қилинди. Мазкур аниқланган ўлчовлар орқали инсоннинг қандли диабет касалликка чалинганлигини ташхисланди;

4. Мураккаб фрактал тузилишли тиббий тасвирларнинг фрактал ўлчовини аниқлашнинг функционал схемаси ва дастурий восита тузилиши ишлаб чиқилди. Мазкур дастурий восита МРТдан олинган инсон мия чаноғидаги шишларнинг фрактал ўлчовини призмалар, қопламалар, катакчаларни санаш усуллари ёрдамида аниқлаш ва беморларга бирламчи ташхислашлар қўйишга имкон берди;

5. Мураккаб фрактал тузилишли тиббий тасвирларнинг фрактал ўлчовини аниқлашнинг геометрик моделлари, алгоритмлари ва улар асосида ишлаб чиқилган дастурий мажмуа «Республика суд тиббий экспертиза илмий амалий маркази Самарқанд филиали»га, Самарқанд вилояти Булунғур тумани «Stoma Denta Munavvar» МЧЖга ва «Академик Ё.Х.Тўрақулов номидаги РИЕИАТМ Самарқанд вилоят филиали»га жорий қилинган. Натижада тиббий тасвирларнинг фрактал ўлчовини аниқлашнинг вақт сарфи 4 баробарга ва хатолик 6-14% га камайган, меҳнат унумдорлиги эса 4-6% га ошиш имконини берган, кўз қон-томирларининг фрактал ўлчовини аниқлаш ва ташхислаш учун кетадиган вақт 2 баробарга ва хатолик 7-10% га камайган, меҳнат унумдорлиги эса 5-7% га ошган, қон-томирларининг фрактал ўлчовини аниқлаш вақти 3 баробарга ва хатолик 5-11% га камайган, меҳнат унумдорлиги эса 3-6% га ошиш имконини берган. Мазкур тадқиқот ишининг натижалари беморларнинг касалликларни аниқ ташхислашга хизмат қилади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.13/30.12.2019.Т.07.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

---

**САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ШАРОФА РАШИДОВА**

**ЖАББАРОВ ЖАМОЛИДДИН СИНДОРОВИЧ**

**ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕДИЦИНСКИХ  
ИЗОБРАЖЕНИЙ СО СЛОЖНОЙ ФРАКТАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ**

05.01.01 - Инженерная геометрия и компьютерная графика.  
Аудио и видеотехнологии

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

**Ташкент -2022**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2022.4.PhD/T2635.

Диссертация выполнена в Самаркандском государственном университете имени Шарофа Рашидова.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета ([www.tuit.uz](http://www.tuit.uz)) и на Информационно-образовательном портале «Zionet» ([www.zionet.uz](http://www.zionet.uz)).

**Научный руководитель:**

**Зайнидинов Хакимжон Насридинович**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Нуралиев Фахриддин Муродиллаевич**  
доктор технических наук, доцент

**Мухиддинов Мухриддин Нуриддинович**  
доктор философии в области технических наук

**Ведущая организация:**

**Национальный исследовательский университет  
«Ташкентский институт инженеров ирригации и  
механизации сельского хозяйства»**

Защита диссертации состоится «03» февраля 2023 г. в 14:00 часов на заседании Научного совета DSc.13/30.12.2019.T.07.01 при Ташкентском университете информационных технологий, (Адрес: 100084, г.Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-64-43, e-mail: [iktuit@tuit.uz](mailto:iktuit@tuit.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского университета информационных технологий (зарегистрирован номером № 259). (Адрес: 100084, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-64-43).

Автореферат диссертации разослан «09» января 2023 года.  
(Протокол рассылки № 14 от «20» декабря 2022 года).



**М.М. Мусаев**  
Председатель научного совета по присуждению  
учёных степеней, д.т.н., профессор

**Н.О. Рахимов**  
Ученый секретарь научного совета  
по присуждению учёных степеней, д.т.н., доцент

**Ш.А. Анарова**  
Председатель научного семинара при научном  
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Развитие современных информационных и коммуникационных технологий в мире позволяет добиться больших достижений в области медицины. Определение изменений головного мозга человека в результате травм с помощью теории фракталов является одной из основных проблем современной медицины. Поэтому решение важных задач медицины путем разработки усовершенствованного метода подсчета клеток с использованием фрактальных размерностей при цифровой обработке медицинских изображений с фрактальной структурой является одной из актуальных проблем современности. В зарубежных странах, в этой области проводятся множество научных исследований, в том числе в США, Германии, Италии, Российской Федерации, Китае, Японии, Израиле, Южной Корее.

По данным Всемирной организации здравоохранения за 2021 год, «у 14 миллионов человек был диагностирован рак, из них 71% умерли от рака легких. Международная организация прогнозирует, что к 2025 году этот показатель достигнет 19 миллионов, в 2030 году 22 миллионов, а к 2035 году 24 миллионов. Одним из самых опасных видов рака является опухоль головного мозга. Число людей, страдающих этим заболеванием, составляет 308 102 человека во всем мире, из них 251 329 человек умерли»<sup>1</sup>. Поэтому использование теории фракталов для выявления опухолей в организме человека, для постановки раннего и точного диагноза является актуальной задачей. Для решения подобных задач и достижения высоких показателей точности необходимо сократить количество вычислений и повысить точность за счет совершенствования методов и алгоритмов определения фрактальных размерностей медицинских изображений.

В нашей республике проводятся научные исследования с использованием фрактальных размерностей при цифровой обработке медицинских изображений с фрактальной структурой. В новой стратегии развития Президента Республики Узбекистан на 2022-2026 годы определены задачи, в том числе «Развитие системы здравоохранения, сохранение здоровья населения, повышение качества медицинских услуг, оказываемых населению, эффективное использование бюджетных средств, централизация медицинских услуг, реализация стратегии цифровизации здравоохранения на 2022-2026 годы...»<sup>2</sup> в определенной степени исследование данной диссертации служит реализации задач, поставленных в решениях РП- № 6221 от 5 мая 2021 года «О создании необходимых условий для последовательного продолжения реформ в системе здравоохранения и повышения квалификации медицинских кадров» и РП № 5199 от 28 июля

---

<sup>1</sup><https://tma.uz/2021/02/04/4-fevral-butunzha-on-saraton-kasalligiga-arshi-kurash-kuni/>

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 28- января 2022 года УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022 - 2026 годы»

2021 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы специализированной медицинской помощи в сфере здравоохранения» и других нормативных правовых актах, связанных с этой деятельностью.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в рамках IV приоритетного направления развития науки и техники республики «Информация и развитие информационно-коммуникационных технологий».

**Степень изученности проблемы.** Проблемы идентификации органов с фрактальной структурой и их геометрического моделирования, определения фрактальных размерностей и разработки на их основе алгоритмов широко освещены в научной литературе. Научные исследования по геометрическому моделированию с использованием методов и моделей определения размера объектов с фрактальной структурой проводились такими зарубежными учеными как: Б.Б.Мадельброт, Г.М.Жулиа, Г.О.Пейтген, А.Е.Кононюк, Ф.Хаусдорф, Ю.М.Валченко, К.Д.Фальконер, Ж.Баиш, А.Д.Морозов, Э.И.Могилевский, Э.К.Хоссеин, М.М.Таха, А.А.Потапов, Hye-Rim So, Gang-Gyoo Ji и другие.

Б.А.Бондаренко и Ш.А.Назиров вели научно-исследовательскую работу по развитию теории фракталов в нашей республике. Профессор Ш.А.Назиров разработал уравнения и рекурсивные алгоритмы классических геометрических фракталов сложной структуры с использованием метода R-функций (RFM).

В настоящее время ряд ученых, таких как Б.Хўжаёров, Х.Н.Зайнидинов, Ш.А.Анарова, Ф.М.Нуралиев, Ш.А.Садуллаева, О.М.Нарзуллоев ведут научно-исследовательскую работу в данной области. Научная работа профессора Б.Хужаёрова в области дробного дифференцирования и интегрирования показывает, что область применения теории фракталов достаточно широка.

Изучение исследований в этой области показывает, что в настоящее время при построении фракталов широко используются L-системы и методы систем итерационных функций (IFC). Однако выявление органов с фрактальной структурой, их построение, геометрическое моделирование, в частности, нахождение фрактальных размерностей и диагностика больных на их основе изучены недостаточно.

**Связь темы диссертационного исследования с научноисследовательскими работами высшего учебного заведения, в котором выполняется диссертация.** Диссертационное исследование выполнено на основе плана научно-исследовательских работ Самаркандского государственного университета имени Шарофа Рашидова и Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразми, в рамках проектов таких как, №БВ-Атех-2018-249 «Разработка эффективных методов и алгоритмов цифровой обработки биометрических сигналов» (2018-2020 гг.) и №ФЗ-2019081212 «Разработка технологии геометрического моделирования для описания сложных фрактальных структур в узбекских национальных узорах» (2020 -2021 гг.)

**Цель исследования** усовершенствования метод и разработка алгоритмов определения фрактальных размерностей сложных медицинских изображений.

**Задачи исследования:**

Анализ моделей и алгоритмов методов построения геометрических объектов со сложной фрактальной структурой;

построение объектов со сложной фрактальной структурой на основе метода L-систем и разработка алгоритма визуализации с использованием бинарного метода;

с помощью основных понятий фрактальной теории разработана геометрическая модель сосудистой структуры органов человеческого тела;

совершенствование метода подсчета клеток при определении фрактальной размерности медицинских изображений со сложной фрактальной структурой на основе использования дробной размерности;

разработка функционально-схематической структуры алгоритмов и программного комплекса для определения размеров медицинских изображений со сложной фрактальной структурой с использованием усовершенствованного метода.

**Объектом исследования** является, определение фрактальной размерности поврежденной части частей тела человека на основе изображений, полученных с помощью МРТ (магнитно-резонансной томографии).

**Предметом исследования** являются, органы с фрактальной структурой, их фрактальная размерность, геометрические модели медицинских изображений, алгоритмы и программный комплекс.

**Методы исследования.** теория фракталов, фрактальные измерения, теория фрактальных вейвлетов, теория цифровой обработки медицинских изображений с фрактальной структурой, сравнительный анализ полученных результатов и технологии программирования.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

построены объекты со сложной фрактальной структурой на основе метода L-систем и разработан алгоритм визуализации с использованием бинарного метода;

с помощью основных понятий фрактальной теории разработана геометрическая модель сосудистой структуры органов человеческого тела;

была усовершенствована методика подсчета клеток при определении фрактальной размерности медицинских изображений со сложной фрактальной структурой на основе использования дробной размерности;

для определения размеров медицинских изображений со сложной фрактальной структурой с помощью усовершенствованного метода разработана функционально-схематическая структура алгоритмов и программного комплекса.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

были усовершенствованы методы определения фрактального измерения медицинских изображений сложной структуры и разработана геометрическая модель;

разработан программный комплекс для геометрического моделирования с использованием методов определения фрактальных размерностей медицинских изображений сложной структуры;

разработаны геометрические модели медицинских изображений с фрактальной структурой, алгоритмы и функционально-схематическая структура программного комплекса для проведения экспериментов на компьютере.

**Достоверность результатов исследования** основана на методе построения треугольника Люка с арифметическими характеристиками, соблюдении правил аналитической геометрии и компьютерной графики, определении фрактальной размерности поврежденного участка головного мозга человека по изображениям, полученным с МРТ, определении характеристик фрактальной структуры системы кровообращения органов тела и разработка алгоритмов фрактальной структуры, объясняемая геометрическим моделированием объектов медицинского изображения в аналитических методах и правильным использованием математического аппарата.

**Научная и практическая значимость результатов.** Научная значимость результатов исследования объясняется теоретическими и методологическими основами разработки алгоритмов усовершенствованного метода определения фрактального измерения поврежденной части человеческого мозга, основанного на объектах медицинской визуализации фрактальной структуры и изображениях с МРТ, методах определения фрактальных измерений изображений.

Практическая значимость результатов исследования заключается в определении фрактальных размерностей системы кровообращения и дыхательной системы органов человека с помощью усовершенствованной модели, а программный комплекс, разработанный на основе алгоритмов определения фрактальной размерности поврежденного участка головного мозга пациентов по изображениям, полученным с помощью МРТ, объясняется цифровой обработкой крупномасштабных медицинских изображений и определением порога измерения отеков головного мозга в медицинских научных центрах нашей республики.

**Внедрение результатов исследования.** В рамках диссертационной работы на основе разработанных в результате исследований алгоритмов геометрического моделирования с использованием методов определения фрактальных размерностей медицинских изображений с фрактальной структурой и созданного комплекса программ были выполнены следующие работы:

В «Самаркандском филиале Республиканского научно-практического центра судебно-медицинской экспертизы» внедрены методы, алгоритмы и программные средства, созданные на основе изображений, полученных с

МРТ, для определения фрактальной размерности поврежденного участка головного мозга человека (справка № 08-38607 от 5 декабря 2022 года Министерства здравоохранения Республики Узбекистан). В результате время, затрачиваемое на определение фрактальной размерности поврежденного участка головного мозга человека по МРТ-изображениям, уменьшилось в 4 раза, погрешность уменьшилась на 6-14%, а производительность труда увеличилась на 4-6%;

Алгоритмы диагностики пролежневой болезни в области глаз пациентов путем определения фрактальной размерности сосудов глаза и созданный на их основе программный продукт внедрены в ООО «Stoma Denta Munavvar», Самаркандская область, Булунгурский район (справка № 08-38607 от 5 декабря 2022 года Министерства здравоохранения Республики Узбекистан). В результате время, необходимое для определения и диагностики фрактальной размерности сосудов глаза, сокращается в 2 раза, погрешность уменьшается на 7-10%, а производительность труда повышается на 5-7%;

Алгоритмы диагностики сахарного диабета у больных путем определения фрактальной размерности сосудов человека и созданный на их основе программный продукт внедрены в Самаркандское областное отделение Республиканского специализированного эндокринологического научно-практического медицинского центра имени академика Ё.Х.Туракулова (справка № 08-38607 от 5 декабря 2022 года Министерства здравоохранения Республики Узбекистан). В результате время определения фрактальной размерности сосудов сократилось в 3 раза, погрешность уменьшилась на 5-11%, а производительность труда увеличилась на 3-6%.

**Аппробация результатов исследования.** Результаты исследования обсуждались на 10, в том числе 4 международных и 6 республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследований.** Всего по теме исследования опубликовано 24 научных работ, из них 5 опубликовано в зарубежных журналах и 6 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, получены 3 свидетельства о регистрации программных средств, созданных для ЭВМ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем диссертации составляет 116 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

В введении обосновывается актуальность и необходимость темы диссертации, показывается соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и техники республики. Определены цели и задачи исследования, а также определены объект и предмет исследования, обоснованы достоверность полученных результатов, показаны их теоретическая и практическая значимость, представлена информация о

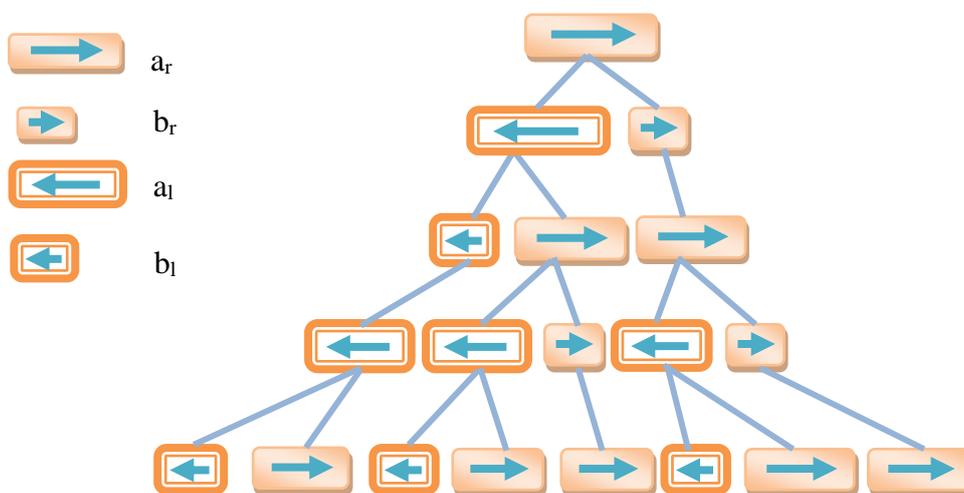
состоянии внедрения результатов исследований, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием «**Анализ построения сложных геометрических фракталов и области их применения**» описаны и проанализированы области применения и использование фрактальной графики при изображении природных объектов, методы построения сложных геометрических фракталов, фрактальные расчеты и их применения, цифровая обработка медицинских изображений с помощью фрактал-вейвлета, построение и применение сложных геометрических фракталов.

В работе раскрываются широкие практические возможности фрактальной геометрии и определяются образы с фрактальной структурой на основе фрактальных измерений и фрактальных расчетов значительное сокращение объема данных, необходимых для хранения предельных значений измерений, определенных на основании расчетов, в памяти компьютера.

Метод L-систем. Проложило путь к построению новых фракталов с помощью L-систем и дало возможность строить и широко использовать модели фрактальных изображений в компьютерной графике.

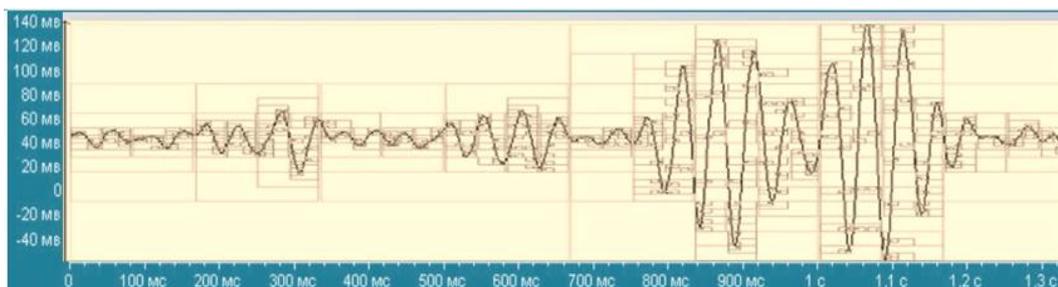
Графическое моделирование на основе L-систем показано на рис 1.



**Рис.1. На изображении представлена структура деления (размножения) клеток в организме человека**

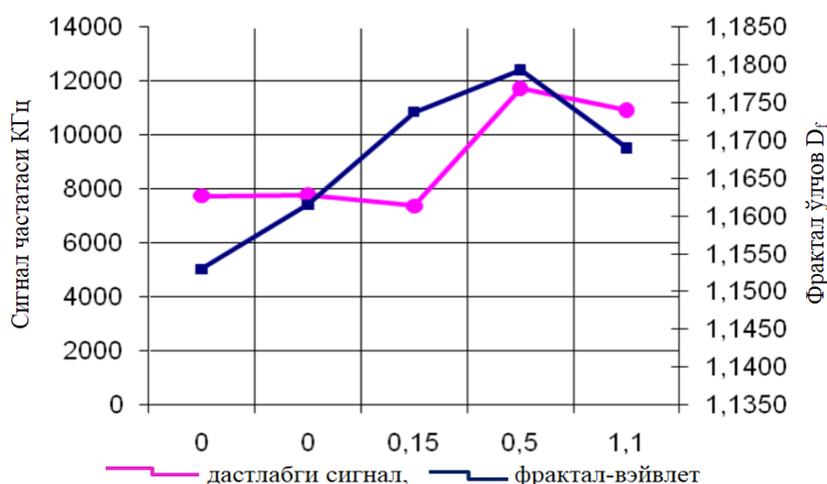
Символы а и b выше являются цитологией клетки (изучают деление клеток, строение и взаимосвязанность тканей), то есть представляют размер и готовность к разделению.

Изучение сигнала с помощью фрактально-вейвлетной функции позволяет различать характеристики сигнала. На рис.2 показан аналитический вид сигнала пациента, где изображение с фрактальной структурой разбито на сегменты.



**Рис. 2. Исходные входные параметры:  $D=92,0$ ,  $s=0,11$ ,  $t=0,75$ ,  $n=315$**

Путем фрактального измерения этих подсегментов можно прогнозировать заболевания у пациентов.



**Рис. 3. Зависимость частоты сигнала от фрактальной размерности**

Анализируются методы построения геометрических фигур с фрактальной структурой и фрактально-вейвлетные методы и сформулирована постановка задачи исследования.

Во второй главе диссертации под названием «Геометрическое моделирование цифровой обработки изображений со сложной фрактальной структурой» геометрически моделирован анализ медицинских нестационарных сигналов на основе фрактальных методов, геометрически моделированы фрактальные размеры, не зависящие от масштаба увеличения, и фрактальные размерности органов и организмов вычислены на основе методов определения фрактальной размерности.

Фрактальный анализ сигнала ЭГЭГ (электрогастроэнтерограммы) может быть изучен и подвергнут статистическому анализу как система нестационарных сигналов желудочно-кишечной деятельности.

В таблице ниже приведены средние параметры сигнала, полученные от ЭГЭГ здорового человека.

Таблица -1.

**Фрактальные параметры, соответствующие желудочно-кишечной деятельности**

Желудочно-кишечный тракт	$\eta_i$	$K_i$	$K_{rim(i)}$
Желудок	$22.41 \pm 11.2$	$10.4 \pm 5.7$	$4.85 \pm 2.1$
двенадцатиперстная кишка	$2.1 \pm 1.2$	$0.6 \pm 0.3$	$0.9 \pm 0.5$
Тонкая кишка <sub>1</sub>	$3.35 \pm 1.65$	$0.4 \pm 0.2$	$3.43 \pm 1.5$
Тонкая кишка <sub>2</sub>	$8.08 \pm 4.01$	$0.13 \pm 0.08$	$4.99 \pm 2.5$
Толстая кишка	$64.04 \pm 32.01$	$0.14 \pm 0.06$	$22.85 \pm 9.08$

Таким образом, в настоящее время для открытия данных компьютерной электрогастроэнтерографии используются  $(\eta_i, K_i, K_{rim(i)})$  множества параметров и позволяют извлекать и анализировать сигналы, характеризующие деятельность различных отделов желудочно-кишечного тракта, выделенные из сигнала ЭГЭГ, полученного с помощью цифровой фильтрации. Для цифровой фильтрации используются традиционные фильтры:

$$X_{ChiqFS}(n) = \sum_{k=-N/2}^{N/2} X_{KirishFS}(k)h(n-k), \quad (1)$$

где  $X_{KirishFS}(k)$  – цифровой фильтр на входе,  $k$  – количество сигналов на входе,  $X_{ChiqFS}(n)$  – цифровой фильтр на выходе,  $n$  – номер выходного сигнала,  $h$  – количество импульсов цифрового фильтра.

Для анализа сигналов ЭГЭГ можно использовать фрактальные методы, что позволяет анализировать состояние желудочно-кишечной деятельности за счет ее неизменности при изменении временной шкалы.

Основной функцией кровеносной системы является снабжение всех клеток организма кислородом и другими важными питательными веществами. Эту задачу эффективно выполняет кровеносная система. Кроме того, критерий нормального развития необходим для диагностики заболеваний. Для решения этих задач был использован фрактальный анализ оценки состояния различных здоровых и патологических систем кровообращения.

Индекс укорочения длины сосуда характеризуется ( $\lambda$ ):

$$L_{2i+1, 2i+2} = \lambda L_i. \quad (2)$$

Между радиусом артериального кровеносного сосуда и радиусами правой и левой вен существует зависимость, определяемая по следующей формуле:

$$R_i^\gamma = R_{2i+1}^\gamma + R_{2i+2}^\gamma, \quad (3)$$

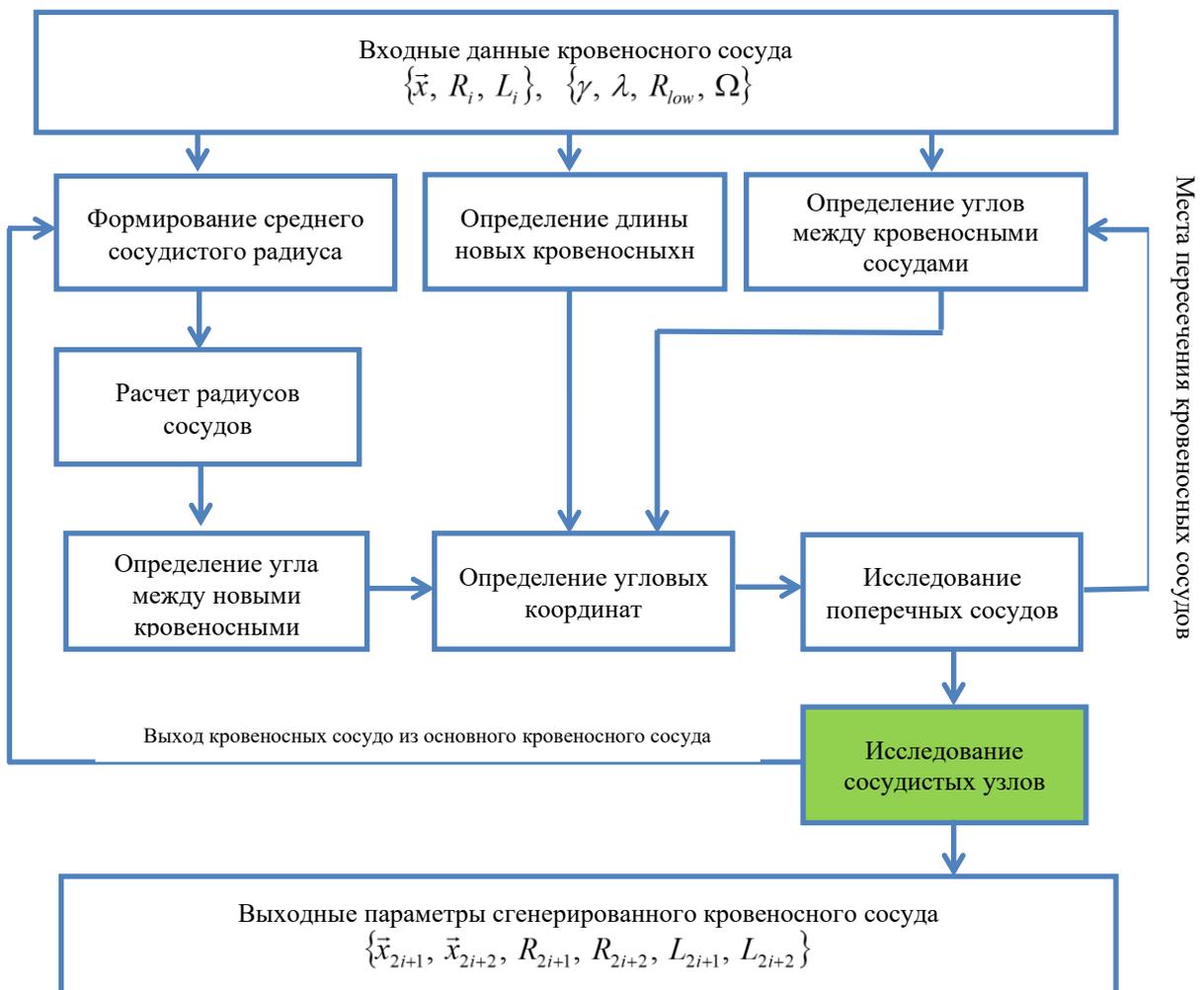
тут  $\gamma$  – индекс сосудистого распределения, его значения колеблются от двух до трех. Средний радиус получившихся сосудов определяют по минимальному измерению радиуса артериального кровеносного сосуда:

$$\begin{cases} r_{low} = \frac{R_{low}}{R_i} \\ r_{high} = (1 - r_{low}^\gamma)^{\frac{1}{\gamma}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_{2i+1} = r_{low} + (r_{high} - r_{low}) \cdot U(0,1) \\ r_{2i+2} = (1 - r_{2i+1}^\gamma)^{\frac{1}{\gamma}} \end{cases}, \quad (4)$$

где  $R_{low}$  – минимальный радиус сосуда в артериальной системе;

$U(0,1)$  – стандартом является равномерное распределение.

В качестве входных параметров на рис.4 представлены радиус, длина кровеносного сосуда и координаты узлов артериального сосуда, а также параметры модели, определяющие геометрические размеры разветвления кровеносного сосуда.



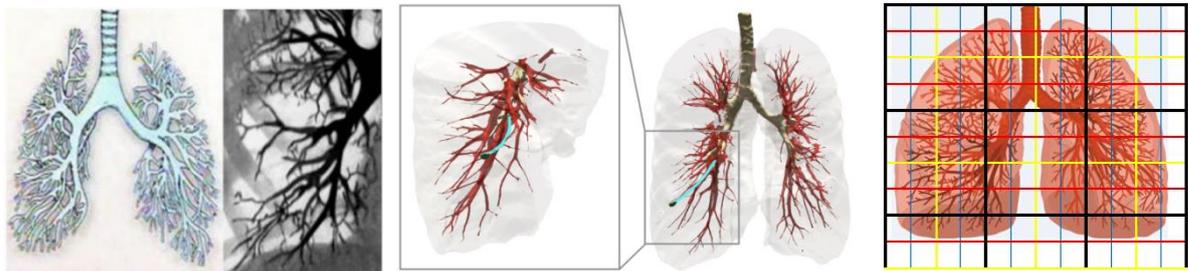
**Рис.4. Схема моделирования деления кровеносных сосудов**

Полученные значения фрактальной размерности полностью отражают свойства артериальных сосудов с учетом реальной геометрии сосудов и позволяет оценить фрактальную размерность артериальных сосудов разного

уровня сложности и описать фрактальную структуру. Значение фрактального измерения инсульта имеет важное значение при определении степени инсульта у пациентов.

В третьей главе диссертации «Алгоритмы определения фрактальной размерности объектов со сложной фрактальной структурой» описан усовершенствованный метод Хаусдорфа-Безиковича, Минковского-Булигана, подсчета клеток для определения фрактальной размерности изображений со сложной фрактальной структурой, разработаны также алгоритмы определения и диагностики фрактальных размерностей организмов человека.

В медицине глубоко изучена фрактальная структура легочных дыхательных путей. Легкие – важный орган в организме человека, выполняющий функцию дыхания и кислородного и углекислого обмена. По строению легкие включают три основных структурных элемента: это бронхи, бронхиолы и легочные кровеносные сосуды. Поверхность легких представляет собой распределенную систему бронхов.



**Рис.5. Определение фрактальной размерности легкого человека**

Поверхность легкого представляет собой распределенную систему бронхов, поэтому легкое человека имеет фрактальное строение, и его фрактальная размерность определена на основе методов подсчета клеток и усовершенствованных методов подсчета клеток, предложенных автором.

**Таблица-2.**

**Метод подсчета клеток**

Размер клетки $a$	9	16	48
Количество клеток $N$	89	27	8
$y = \ln N$	4,4886	3,2958	2,0794
$x = \ln a$	2,1972	2,7726	3,8712

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i - n \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2} = 1,5626.$$

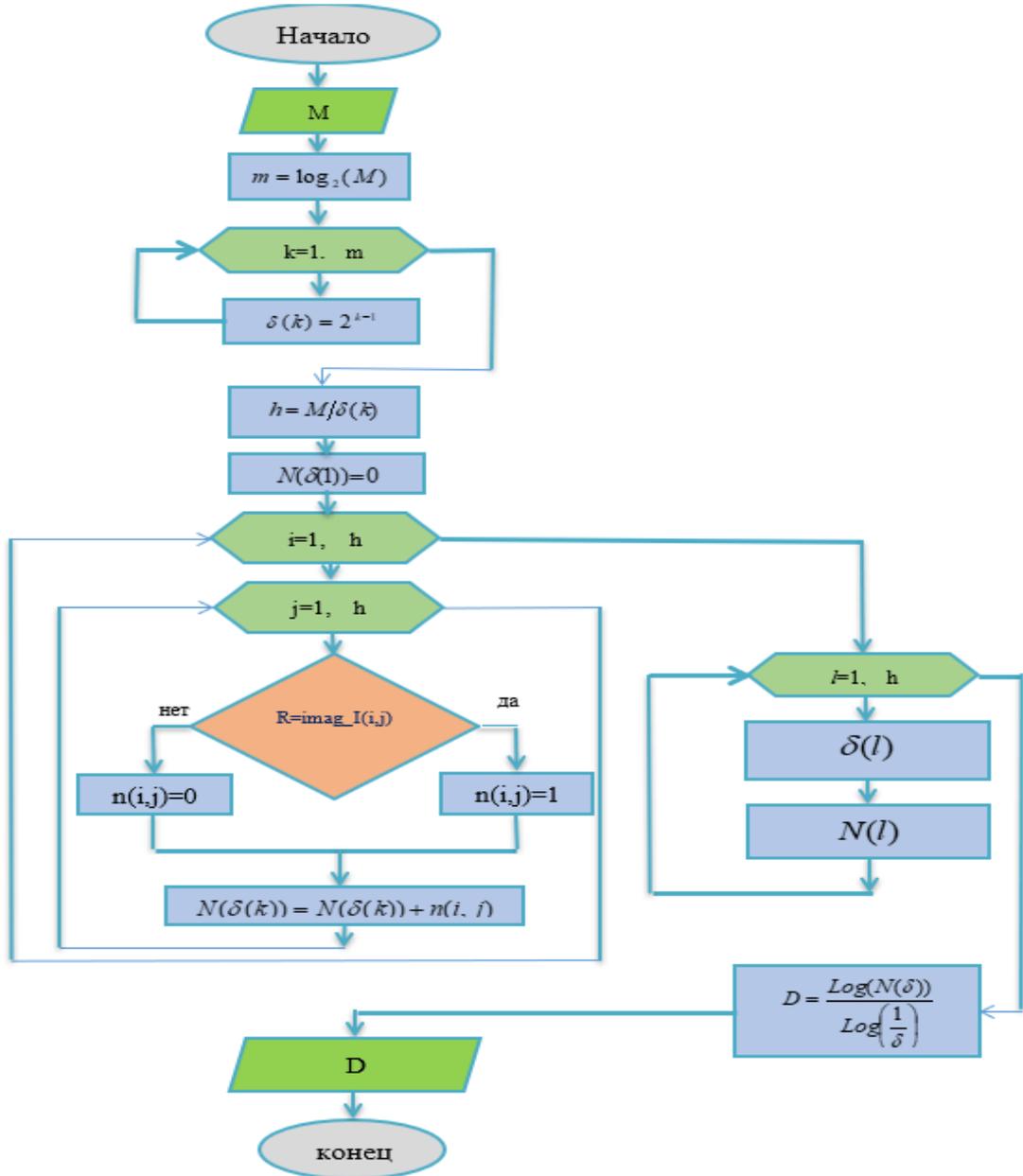
**Таблица-3.**

**Улучшенный способ подсчета клеток**

Количество шагов $\delta$	1	2	4	8
Количество клеток $N(\delta)$	134	85,52	33,25	4,055

$$D = \frac{\log(N_1(\delta)) - \log(N_n(\delta))}{\log(\delta_1) - \log\left(\frac{1}{\delta_n}\right)} = \frac{\log(134) - \log(4.055)}{\log(1) - \log\left(\frac{1}{8}\right)} = 1,6821$$

$$A_{xamo} = |D_{KCV} - D_{KCTV}| = |1,5627 - 1,6821| = 0,1194$$



**Рис. 6. Алгоритм определения фрактальной размерности с использованием усовершенствованного метода подсчета клеток**

Экспериментальные результаты показывают, что отличие усовершенствованного метода подсчета исследуемых клеток от метода подсчета клеток заключается в том, что рассматриваемые клетки берутся не полностью, то есть учитывается только та часть, где находится изображение и определяется фрактальная размерность этой части фрактального

изображения. Для этого выполняется следующая последовательность действий:

Наименьший размер клеток определяется  $L = \min(M, N)$  формулой. После этого находим  $\delta = 2, 4, \dots, 2^{l-1}$ . Здесь  $l = \log_2(L)$  равен,  $m = \text{int}(M/\delta)$  и  $n = \text{int}(N/\delta)$

Размеры клеток определяются на основе следующих условий.

используется  $M = m\delta$  и  $N = n\delta$  метод подсчета клеток

$$\text{если } M > m\delta \text{ и } N = n\delta \text{ то } n_{i,j} = \min\left(\frac{p_{i,j}}{p_\delta}, 1\right) \times \frac{(M - m\delta)}{\delta};$$

$$\text{если } M = m\delta \text{ и } N > n\delta \text{ то } n_{i,j} = \min\left(\frac{p_{i,j}}{p_\delta}, 1\right) \times \frac{(N - n\delta)}{\delta};$$

$$\text{если } M > m\delta \text{ и } N > n\delta \text{ то } n_{i,j} = \min\left(\frac{p_{i,j}}{p_\delta}, 1\right) \times \frac{(M - m\delta) \times (N - n\delta)}{\delta^2}.$$

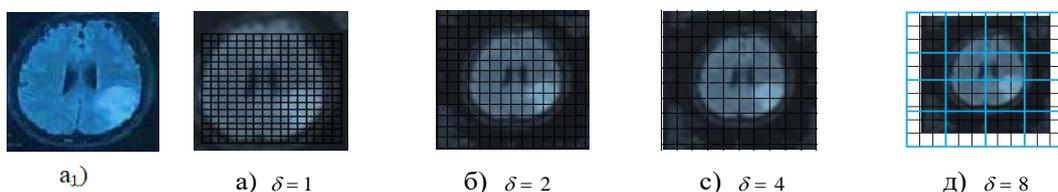
Поврежденная часть человеческого мозга имеет фрактальную структуру и статистически самоподобна. Его граница состоит из прерывистых линий, но это соответствует ограниченному процессу роста, и эта поврежденная часть со временем начинает накапливать некоторую жидкость, что вызывает сбои в работе человеческого мозга. Однако очень важно знать, где в мозгу человека находится поврежденная часть. Если поврежденный участок мозга расположен на кровеносном сосуде или рядом с ним, скопившееся жидкое вещество может повлиять на эмбриональное развитие сосудистой системы. Кроме того, она существенно влияет на другие сферы деятельности человека. В диссертационной работе представлены и рассмотрены четыре разных масштаба изображений человеческого мозга, полученных с помощью МРТ.

Таблица - 4.

**Определение фрактальной размерности поврежденного участка головного мозга человека**

количество шагов $\delta$	1	2	4	8
Количество клеток во фрактальном изображении $N(\delta)$	63	13	5	1

Поэтому важно определить фрактальную размерность поврежденного участка головного мозга человека и поставить диагноз на основе этой информации.



**Рис. 7. Определение фрактальной размерности поврежденного участка головного мозга человека**

Здесь  $\delta = 8$ , и  $m = \text{int}(21/8)$  и  $n = \text{int}(17/8)$  равен. Среднее значение определяется  $\bar{p} = 7.15$  и  $p_{2,3} = 7$ . Значит, значение фрактальной размерности в последней ячейке равно  $n_{2,3} = \min\left(\frac{p_{2,3}}{p_\delta}, 1\right) \times \frac{(N-m\delta)}{\delta} = \frac{7}{7.25} \times \frac{5}{8} = 0.6119$ . Из этого определили что  $N(\delta) = 1 + 0.6119 = 4.6119$ .

По полученным результатам определяли степень сложности границы опухоли в головном мозге человека, то есть величину фрактальной размерности.

$$D = \frac{\lg(N(\delta))}{\lg\left(\frac{1}{\delta}\right)} = 1,8793$$

Таблица - 5.

**Определение фрактальной размерности поврежденного участка головного мозга человека**

Используемые методы	Топологическое измерение	Фрактальные размеры	Абсолютная погрешность
метод призмы	2	1.6323	0.3677
метод покрытия	2	1.7184	0.2816
метод подсчета клеток	2	1.8033	0.1967
улучшенный способ подсчета клеток	2	1.8793	0.1207

Стоит отметить, что чем меньше сегмент кривой рассматривается при определении фрактальной размерности, тем более прямолинейным он будет, а это повысит точность определения фрактальной размерности. В связи с этим был использован усовершенствованный метод подсчета клеток для определения и диагностики фрактальной размерности поврежденного участка головного мозга человека на основе изображений, полученных с помощью МРТ.

В рамках исследований, выполненных по четвертой главе диссертации с названием «**Программный комплекс цифровой обработки медицинских изображений со сложной фрактальной структурой**», был разработан программный комплекс, определяющий фрактальную размерность медицинских изображений со сложной фрактальной структурой по предложенному автором методу подсчета клеток. С помощью фрактальной размерности был разработан алгоритм обследования заболеваний головного мозга или диагностического анализа различных функций мозга. В целом программный комплекс состоит из трех основных программ:

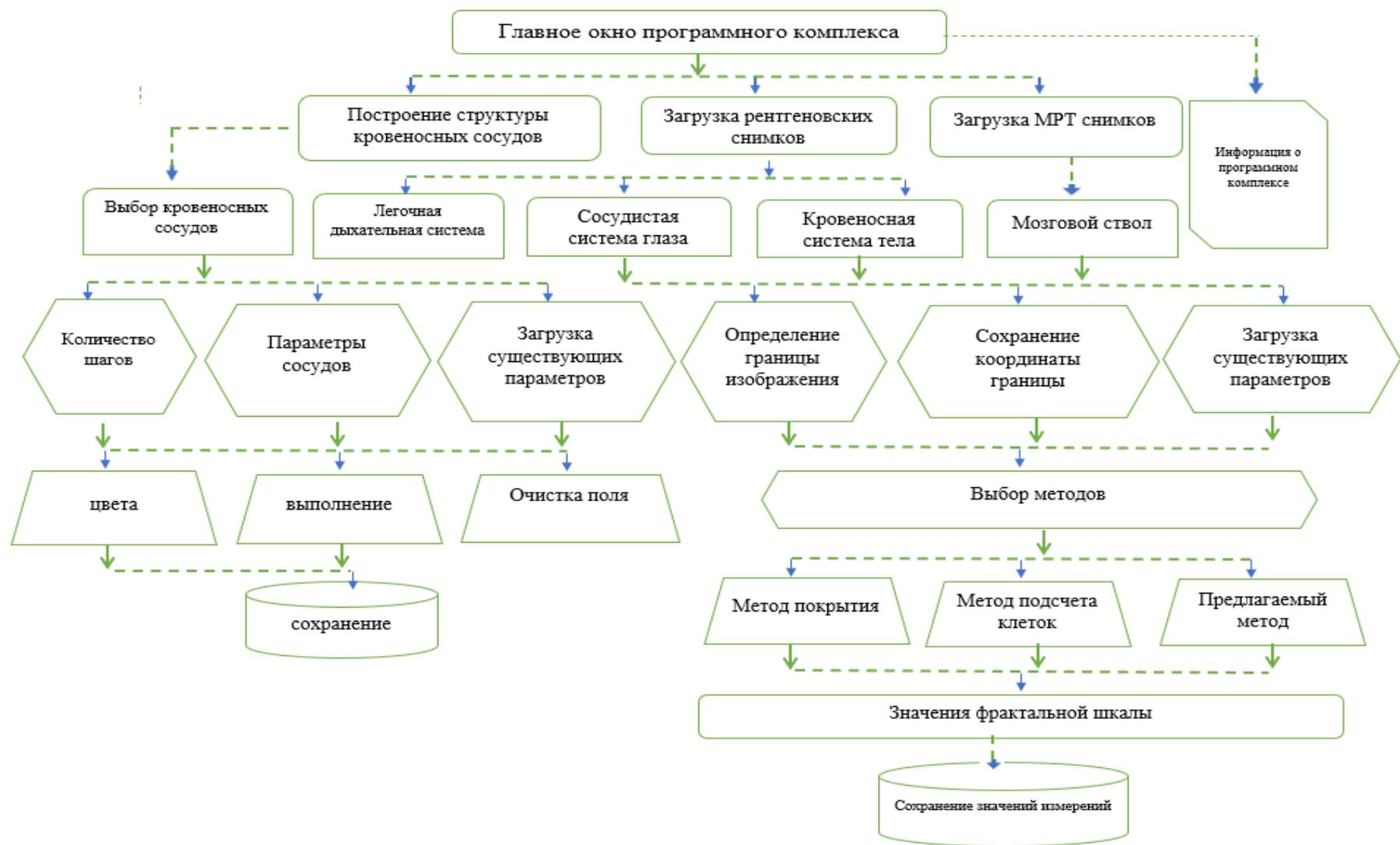
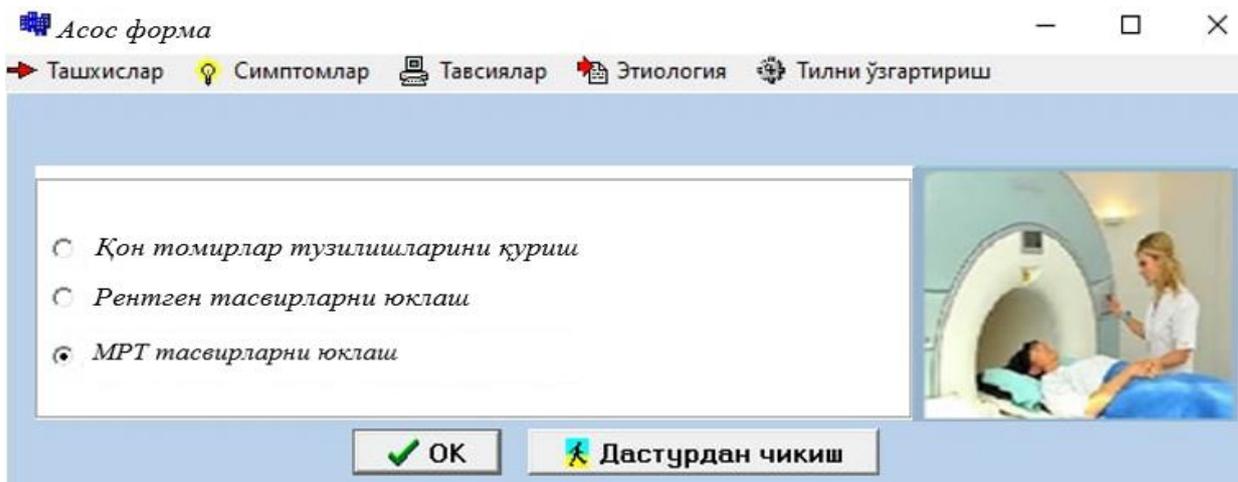


Рис. 8. Функционально-схематическая структура программного комплекса

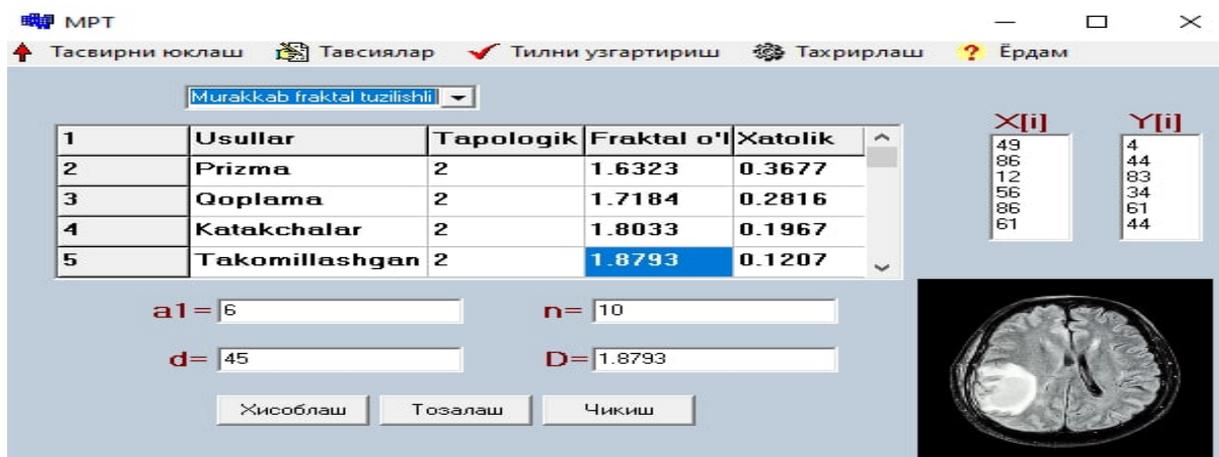
Приведено приложение программы для определения фрактальной размерности поврежденного участка головного мозга человека по изображениям, полученным с помощью МРТ.



**Рис.9. Главное окно программного комплекса построения фрактальных изображений и определения фрактальной размерности медицинских изображений**

На рис. 9 представлено главное окно программного комплекса, в котором выполняются методы построения геометрических изображений с фрактальной структурой при активированном «Построении геометрических фракталов» и нажатии кнопки «ОК». При выборе во второй строке пункта «Фрактальное измерение МРТ-изображения» создается окно загрузки медицинских изображений, определяются координаты измерений границ опухоли, создаются призмы, наложения, подсчет клеток и усовершенствованные методы подсчета клеток.

Основаниями этого выбранного метода определяют пороговый размер опухоли.



**Рис.10. Программный инструмент для определения фрактальной размерности медицинских изображений**

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках выполнения диссертационной работы по теме «Геометрическое моделирование медицинских изображений со сложной фрактальной структурой с использованием методов цифровой обработки» получены следующие основные результаты:

1. усовершенствованы аналитические методы и геометрические модели цифровой обработки медицинских изображений с фрактальной структурой. Эти методы и модели служат основой для разработки алгоритмов определения фрактальных размерностей медицинских изображений;

2. на основе метода подсчета клеток по Хаусдорфу-Безиковичу, Минковскому-Булигану и предложенного автором усовершенствованного метода подсчета клеток разработаны алгоритмы определения размеров медицинских изображений с фрактальной структурой. С помощью этих алгоритмов определены фрактальная структура и фрактальные размерности дыхательной системы человека, системы сосудов сетчатки, системы сосудов тела;

3. на основе предложенного автором алгоритма фрактально-цифровой обработки медицинских изображений определены фрактальные размеры легких человека, кровеносной системы сетчатки и кровеносных систем организма, которые оказались равны 1,7 в пределах 1,57-1,68 и 1,7021-1,8083 соответственно. Благодаря этим определенным измерениям было диагностировано, что у человека диабет;

4. разработаны функциональная схема и структура программных средств для определения фрактальной размерности медицинских изображений со сложной фрактальной структурой. Этот программный инструмент позволял определять фрактальную размерность опухолей ствола головного мозга, полученных с помощью МРТ с использованием призм, наложений, методов подсчета клеток и ставить первичный диагноз пациентам;

5. геометрические модели, алгоритмы определения фрактальной размерности медицинских изображений со сложной фрактальной структурой и разработанный на их основе программный комплекс внедрён в «Самаркандский филиал Республиканского научно-практического центра судебно-медицинской экспертизы», в ООО «Stoma Denta Munavvar», Самаркандская область, Булунгурский район и в Самаркандское областное отделение Республиканского специализированного эндокринологического научно-практического медицинского центра имени академика Ё.Х.Туракулова. В результате время, затрачиваемое на определение фрактальной размерности медицинских изображений, сократилось в 4 раза, погрешность уменьшилась на 6-14 %, а производительность труда увеличилась на 4-6 %, время, необходимое для определения и диагностики фрактальной размерности сосудов глаза сокращается в 2 раза, погрешность уменьшилась на 7-10%, а производительность труда увеличилась на 5-7%, время определения фрактальной размерности сосудов сокращается в 3 раза, а погрешность на 5-11%, а производительность труда увеличилась на 3-6%. Результаты этого исследования служат для точной диагностики заболеваний пациентов.

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

---

**SAMARKAND STATE UNIVERSITY  
NAMED AFTER SHAROF RASHIDOV**

**JABBAROV JAMOLIDDIN SINDOROVICH**

**GEOMETRIC MODELING OF MEDICAL IMAGES WITH  
COMPLEX FRACTAL STRUCTURE USING DIGITAL PROCESSING  
METHODS  
ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

05.01.01 – Engineering geometry and computer graphics.  
Audio and videotكنولوجies

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

**Tashkent -2022**

**The theme of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered with the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under the number B 2022.4.PhD/T2635.**

The dissertation has been prepared at Samarkand State University named after Sharof Rashidov.

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

**Scientific adviser:**

**Zainidinov Khakimjon Nasridinovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:**

**Nuraliyev Faxriddin Murodillayevich**  
doctor of technical sciences, docent

**Muxiddinov Muxriddin Nuriddinovich**  
doctor of philosophy in technical sciences

**Leading organization:**

**National Research University «Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers»**

The defense will take place «03» February 2023 at 14:00 on the meeting of Scientific council No. DSc.13/30.12.2019.T.07.01 at Tashkent University of Information Technologies (Address: 100084, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Tel.: (+99871) 238-64-43, e-mail: [iktuit@tuit.uz](mailto:iktuit@tuit.uz)).

The dissertation is available at the Information Resource Centre of Tashkent University of Information Technologies (is registered under No. 259). (Address: 100084, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Ph.: (+99871) 238-64-43).

Abstract of dissertation sent out on «09» January 2023 y.  
(mailing report No. 14 on «20» December 2022 y.).



**M.M. Musaev**  
Chairman of the scientific council awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

**N.O. Rakhimov**  
Scientific Secretary of Scientific Council awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Docent

**Sh.A. Anarova**  
Chairman of the academic seminar under the scientific council, Doctor of Technical Sciences, Docent

## INTRODUCTION (abstract of the PhD dissertation)

**The aim of the research** is the develop methods and algorithms for determining the fractal dimensions of medical images with a complex fractal structure.

**The object of the research** was to determine the fractal dimension of the damaged area of the human brain based on images obtained using MRI (magnetic resonance imaging).

**The scientific novelty of the research work:**

algorithms for constructing and visualizing geometric images with a complex fractal structure have been developed;

an improved method for determining the fractal dimension of medical images with a complex fractal structure is proposed;

developed geometric models of the circulatory system of parts of the human body, the circulatory system of the retina, the definition of fractal structural features of the respiratory system;

using the proposed method, algorithms for determining the fractal dimensions of medical images with a complex fractal structure and a schematic structure of the software package were developed.

**Implementation of research results.** As part of the dissertation work, based on the geometric modeling algorithms developed as a result of research using methods for determining the fractal dimensions of medical images with a fractal structure and the created software package, the following works were performed:

The "Samarkand branch of the Republican Scientific and Practical Center for Forensic Medical Examination" introduced methods, algorithms and software tools created on the basis of images obtained from MRI to determine the fractal dimension of the damaged area of the human brain (reference No. 02 / D-456 dated 25 October 2022 of the Samarkand Regional Health Department of the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan). As a result, the time spent on determining the fractal dimension of the damaged area of the human brain using MRI images decreased by 4 times, the error decreased by 6-14%, and labor productivity increased by 4-6% ;

Algorithms for diagnosing pressure ulcers in the eye area of patients by determining the fractal dimension of the vessels of the eye and the software tool created on their basis have been implemented in Stoma Denta Munavvar LLC, Samarkand region, Bulungur district (certificate No. 02 / D-456 dated October 25, 2022 of the Samarkand regional Health Department of the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan). As a result, the time required to determine and diagnose the fractal dimension of the eye vessels is reduced by 2 times, the error is reduced by 7-10%, and labor productivity is increased by 5-7%;

Algorithms for diagnosing diabetes mellitus in patients by determining the fractal dimension of human vessels and the software product created on their basis were implemented in the Samarkand Regional Department of the Republican Specialized Endocrinological Scientific and Practical Medical Center named after academician Y.Kh. 2022 of the Samarkand Regional Department of Health of the

Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan). As a result, the time for determining the fractal dimension of vessels was reduced by 3 times, the error decreased by 5-11%, and labor productivity increased by 3-6%.

**The structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, three chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The total volume of the dissertation is 116 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**  
**I бўлим (I часть; I part)**

1. Zaynidinov H.N., Anarova Sh.A., Jabbarov J.S. Fractal dimension and prospects of its application. // Problems of computational and applied mathematics No. 3(33) 2021. 106-115 p. (05.00.00, №23).

2. Zaynidinov H.N., Urakov Sh.U., Shamatov I.Yo., Jabbarov J.S. Fractal Measurement of Human Bodies by Calculating Boxes. // International Journal of Special Education Vol. 37 No. 3 (2022): (№2; Journal Impact Factor; IF=0.513).

3. Зайнидинов Х.Н., Анарова А.Ш., Жаббаров Ж.С. Геометрик объектларнинг фрактал ўлчовлари. // Муҳаммад Ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети Муҳаммад Ал-Хоразмий авлодлари. Илмий-амалий ва ахборот-таҳлилий журнал. № 1(19)/03/2022. 189-193 б (05.00.00, №10).

4. Зайнидинов Х.Н., Жураев Ж.У., Юсупов И., Жаббаров Ж.С. Цифровая обработка медицинских изображений в кусочно-полиномиальных базисах Хаара. // Автоматика и программная инженерия №3(33) 2 июля 2020, журнал. <http://www.jurnal.nips.ru> (№4; Journal Citation Reports; IF=0.508)

5. Jabbarov J.S. Fractal structure and fractal measurement of pulmonary vascular systems. // Ra journal of applied research ISSN: 2394-6709 DOI:10.47191/rajar/v7i12.03 Volume: 07 Issue: 12 December-2021. 843-849 p. (№5; Global Impact Factor; IF=0.541).

6. Зайнидинов Х.Н., Анарова А.Ш., Жаббаров Ж.С. Ўхшашлик ёрдамида геометрик шаклларнинг фрактал ўлчовлари. // Ўзбекистон миллий ахборот агентлиги – ЎЗА илм-фан бўлими (электрон журнал) 2021 йил май. 317-326 б (05.00.00: ОАК Риёсатининг 2019 йил 28 мартдаги 263/7.1 ва 263/7.4 сон қарори).

7. Zaynidinov H.N, Yusupov I, Juraev J.U, Jabbarov J.S. Applying Two-Dimensional Piecewise-Polynomial Basis for Medical Image Processing// International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering Vol. 9, №6. 2020. – P.5259-5265. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/156942020> (№5; Global Impact Factor; IF=0.789)

8. Зайнидинов Х.Н., Анарова А.Ш., Жаббаров Ж.С. Фрактал ўлчов ва унинг қўлланилиш истиқболлари. // ТАТУ хабарлари. 2(58)2021. 99-112 б. (05.00.00, №31)

9. Jabbarov J.S. Fractal structure and fractal measurement. // Samarqand davlat universiteti ilmiy tadqiqotlar axborotnomasi 2021 yil 5-son. 120-122 b. (05.00.00, №8)

10. Жаббаров Ж.С. Фрактал графика ва фрактал объектларнинг ўлчовларини ҳисоблаш. // Ўзбекистон миллий ахборот агентлиги – ЎЗА илм-фан бўлими (электрон журнал) 2021 й. 366-378 б. (05.00.00: ОАК Риёсатининг 2019 йил 28 мартдаги 263/7.1 ва 263/7.4 сон қарори).

11. Zaynidinov H.N., Anarova Sh.A., Jabbarov J.S. Determination of Dimensions of Complex Geometric Objects with Fractal Structure. // 13th International Conference on Intelligent Human Computer Interaction 21-22 December-2021. 437-447 p. doi.org/10.1007/978-3-030-98404-5\_41 - USA, (№3; Scopus; IF=0.7).

## II бўлим (II часть; II part)

12. Жаббаров Ж.С. Кубик сплайн ёрдамида математик функцияларни интерполяциялаш хатоликларини камайтирувчи алгоритим ва дастурий воситалар. // Инновацион ва замонавий ахборот технологияларини таълим, фан ва бошқарув соҳаларида қўллаш истиқболлари. Республика илмий-амалий анжумани маърузалар тўплами. Самарқанд, 15 май 2020 й., 120-122 б.

13. Жаббаров Ж.С. Фрактал ўлчов асосида геометрик шаклларнинг ўлчовлари. // Инновацион ёндошувлар асосида миллий таълим тизимини такомиллаштириш. Ҳалқаро илмий- амалий конференция. Навоий, 23 апрель 2021 й., 179-182 б.

14. Жаббаров Ж.С. Инсон тўр пардасидаги қон томир тизимларининг фрактал тузилиши ва фрактал ўлчови. // Янги Ўзбекистонда ислохотларни амалга оширишда замонавий ахборот-коммуникатсия технологияларидан фойдаланиш. Ҳалқаро илмий-амалий конференция. Андижон, 29 октябрь 2021 й., 98-101 б.

15. Жаббаров Ж.С. Инсон миясининг фрактал ўлчовни аниқлаш. // Научные основы использования информационных технологий нового уровня и современные проблемы автоматизации. Международная научная конференция. Тошкент, 25-26 апрель 2022 й., 274-276 б.

16. Жаббаров Ж.С. Геометрик шаклларнинг фрактал ўлчовлари. // Рақамли технологиялар: соҳаларда амалий жорий этишнинг ечимлари ва муаммолари. Республика илмий-техник анжуманининг. ТАТУ, Тошкент, 29 апрель 2021 й., 69-72 б.

17. Жаббаров Ж.С. Юрак қон томир тизимларининг фрактал ўлчов. // Дифференциал тенгламалар ва анализнинг турдош масалалари. Республика илмий-техник анжуман. Бухоро, 5 ноябрь 2021 й., 349-351 б.

18. Жаббаров Ж.С. Фрактал тузулиш ва фрактал ўлчов. // Замонавий ахборот, коммуникация технологиялари ва ат-таълим татбиқи муаммолари мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани маърузалар тўплами. ТАТУ Самарқанд филиали, Самарқанд, 24-25 ноябрь 2021 й., 36-38 б.

19. Жаббаров Ж.С. Хаусдорф-Безикович ва Минковский-булиган улчовлари асосида геометрик фракталларни ўлчаш. // Замонавий алоқа ва ахборотлаштириш воситаларининг қуроли кучларда тутган ўрни мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани маърузалар тўплами. Самарқанд, 18 ноябрь 2021 й., 28-30 б.

20. Жаббаров Ж.С., Мелиев Ф.Ф. Баъзи геометрик шаклларнинг фрактал ўлчовлари. // Ахборот-коммуникация технологиялари ва

телекоммуникация-ларнинг замонавий муаммолари ва ечимлари. Республика илмий-техник анжуманининг. ТАТУ Фарғона филиали, Фарғона, 17 апрель 2021 й., 40-43 б.

21. Жаббаров Ж.С., Амонова А.О. Катакчаларни санаш усули асосида фрактал ўлчовларни аниқлаш. // Замонавий ахборот, коммуникация технологиялари ва ат-таълим татбиқи муаммолари мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани маърузалар тўплами. ТАТУ Самарқанд филиали, Самарқанд, 9 апрель 2022 й., 28-30 б.

22. Зайнидинов Х.Н., Анарова А.Ш., Жаббаров Ж.С. Фракталлар асосида график объектларни яратиш дастури. // Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. Свидетельство об официальной регистрации программы для электронно вычислительных машин. № DGU 11300. 12.04.2020.

23. Зайнидинов Х.Н., Анарова А.Ш., Жаббаров Ж.С. Мураккаб фрактал тузулишли тасвирларнинг ўлчовини аниқлаш дастури // Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. Свидетельство об официальной регистрации программы для электронно вычислительных машин. № DGU 14464. 06.12.2021.

24. Зайнидинов Х.Н., Жаббаров Ж.С., Ураков Ш.У. Функцияларни полиномиал кубик сплайнлар ёрдамида интерполяциялаш дастури // Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. Свидетельство об официальной регистрации программы для электронно вычислительных машин. № DGU 08200. 16.03.2020.

Автореферат «Муҳаммад ал-Хоразмий авлодлари» Ўзбекистон илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ҳамда ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнларини мослиги текширилди (14.12.2022 й.).



