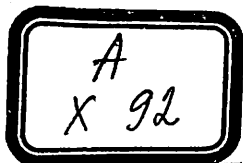


**SHAROF RASHIDOV NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.03/29.12.2023.T.02.12 RAQAMLI ILMY KENGASH**



**SHAROF RASHIDOV NOMIDAGI
SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI**

XURAMOV LATIF YAKUBBOY O'G'LI

**GASTROENTEROLOGIK SIGNALLAR VA TIBBIY TASVIRLARNI
KOIFLET VEYVLETI ASOSIDA RAQAMLI ISHLASH ALGORITMLARI**

05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash

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

Samarqand – 2024

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

**SHAROF RASHIDOV NOMIDAGI
SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI**

XURAMOV LATIF YAKUBBOY O'G'LI

**GASTROENTEROLOGIK SIGNALLAR VA TIBBIY TASVIRLARNI
KOIFLET VEYVLETI ASOSIDA RAQAMLI ISHLASH ALGORITMLARI**

05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash

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

A/2900

MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
AXBOROT-RESURS MARKAZI

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.1.PhD/T4549 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya ishi Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.samdu.uz) va "Ziyonet" Axborot-ta'lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar: Zayniddinov Xakimjon Nasridinovich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar: Anarova Shabzoda Amanbayevna
texnika fanlari doktori, professor

Suvonov Olim Omonovich
texnika fanlari nomzodi, dotsent

Yetakchi tashkilot: Toshkent davlat transport universiteti

Dissertatsiya himoyasi Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi PhD.03/29.12.2023.T.02.12 raqamli ilmiy kengashning 2024-yil «27» avgust soat 14:00 dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 140104, Samarqand sh., Universitet xiyoboni, 15., Tel.: (99866) 239-11-40; Faks: (99866) 239-11-40; E-mail: devonxona@samdu.uz).

Dissertatsiya bilan Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (70 -raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 140104, Samarqand sh., Universitet xiyoboni, 15., Tel.: (99866) 239-11-40; Faks: (99866) 239-11-40.

Dissertatsiya avtoreferati 2024-yil «13» avgust kuni tarqatildi.
(2024-yil «12» avgust dagi 1 -raqamli reyestr bayonnomasi).



A.R.Axatov
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash raisi,
texnika fanlari doktori, professor

F.M.Nazarov
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash ilmiy kotibi,
texnika fanlari bo'yicha
falsafa doktori, dotsent

X.A.Primova
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash qoshidagi
ilmiy seminar raisi,
texnika fanlari doktori

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasining annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda, bugungi kunda sog'liqni saqlash tashkilotining 2023-yildagi statistik ma'lumotlariga asosan oshqozon-ichak kasalliklariga chalingan bemorlarning erta o'limlar soni 28,2% ni tashkil etgan. Ushbu muamoni bartaraf etish maqsadida gastroenterologik signallarni tiklash, raqamli ishlov berish masalalarini yechishda takomillashgan algoritmlardan foydalanish va optimal yechimlarini topish uchun unumdorligi yuqori, samarali hisoblash algoritmlarini ishlab chiqish masalalarga alohida ahamiyat berilmoqda. Hozirgi kunda rivojlangan mamlakatlarda jumladan, AQSH, Germaniya, Fransiya, Buyuk Britaniya, Yaponiya, Avstraliya, Janubiy Koreya, Xitoy, Hindiston, Rossiya kabi dunyoning yetakchi mamlakatlarida oshqozon va qizil o'ngach bilan bog'liq gastroezofagial buzilishlarni oldini olish, oshqozon, o'n ikki barmoqli ichakning o'tkir yoki surunkali yallig'lanishni davolash, oshqozon ichak metazit saraton kasalliklarini oldini olishda gastroenterologik signallarga raqamli ishlov berishning adekvat matematik modellari asosida samarali algoritmlarni ishlab chiqish hamda amaliyotga joriy etish bo'yicha ilg'or tadqiqotlar amalga oshirilmoqda. Bu borada, jumladan veyvlet funksiyalarni qurishda hisoblashlarning kamligi, aniqlik darajasini yuqoriligi, raqamli ishlash algoritmlarining moslashuvchanligi, optimal differensial va ekstremal xossalari, parametrlarni hisoblashning soddaligi, xatoliklarning yaxlitlashga ta'sir darajasi pastligi tufayli signallarga raqamli ishlov berish, ular asosida takomillashgan algoritmlarini yaratishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda, bugungi kunda, inson organizmidan olinadigan signallarni raqamli ishlov berish va tahlil qilish, bugungi kunning dolzarb muammolaridan hisoblanadi. Mazkur masalalarni yechish, hamda yuqori darajadagi aniqliklarga erishish uchun gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni veyvlet usullari asosida raqamli ishlashga qaratilgan ilmiy tadqiqot ishlari jadal olib borilmoqda. Bu yo'nalishda gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni raqamli ishlashning model va algoritmlarini ishlab chiqish ustuvor hisoblanmoqda. Shu bilan birga, Koiflet veyvlet usuli asosida gastroenterologik signallarni raqamli ishlov berish jarayonlarining matematik modelini takomillashtirish, hamda ularga mos masalalarni yechish uchun samarali hisoblash algoritmlari va dasturlarini ishlab chiqish muhim vazifalardan hisoblanadi.

Respublikamizda gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni raqamli ishlov berish bilan bog'liq bo'lgan murakkab jarayonlarni matematik modellashtirish, sonli modellar va algoritmlarni ishlab chiqish hamda amaliyotga tatbiq etish chora-tadbirlarini ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Xususan, 2022-2026-yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida raqamli texnologiyalarni ham jamiyatning barcha sohalarida keng joriy etish yuzasidan bir qator vazifalar belgilab berildi. Raqamlashtirish texnologiyalarini tibbiyot, iqtisodiyot, ijtimoiy soha va boshqaruv tizimlariga joriy etish shular jumlasidandir. Jumladan O'zbekiston Respublikasi Prezidentining farmonida "Sog'liqni saqlash tizimini rivojlantirish, aholi salomatligini saqlash, sog'liqni saqlash sohasini raqamlashtirishni 2022-2026-yillarga mo'ljallangan strategiyasini amalga

oshirish...¹ bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, jumladan gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni raqamli ishlov berish hamda ulardagi shovqinlarni bartaraf etish jarayonlarini modellashtirish, Koiflét veyvlet usullari bilan gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlar sifatiga ta'sir qilish, mavjud algoritmlarni takomillashtirish, hisoblash tajribalarini o'tkazish imkoniyatini beruvchi samarali algoritmlar va dasturiy ta'minotini yaratish muhim vazifalardan biridir.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktyabrdagi PF-6079-son "Raqamli O'zbekiston-2030" Farmoni, 2021-yil 25-maydagi PQ-5124-son "Sog'liqni saqlash sohasini kompleks rivojlantirishga doir qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida", 2023-yil 1-maydagi PQ-140-son "Sog'liqni saqlash tizimini raqamlashtirishga doir qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida", 2021-yil 23-fevraldagi PQ-5000-son "Sog'liqni saqlash sohasida raqamlashtirish ishlarini samarali tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining IV-"Axborotlashtirish va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirish" ustuvor yo'nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Xorijiy va yurtimiz olimlari tomonidan tibbiy signallar va tasvirlarning raqamli ishlash, ularning tabiiy va sun'iy, ichki va tashqi xalaqitlardan tozalash va qayta tiklash, asl signalni ajratib olish, to'g'ri tashxislash bo'yicha ko'plab tadqiqotlar olib borilmoqda. Shunday tadqiqotlarni quyidagi olimlarning ilmiy izlanishlarida ko'rish mumkin. Raqamli signallar va tasvirlarga ishlov berishda uning nazariy va amaliy rivojlanishida statsionar bo'lmagan signallarni qayta ishlash va siqishning uzatish hamda veyvlet modellarida signallarga raqamli ishlov berish bo'yicha samarali algoritmlar bilan xorijda J.Morlet, A.Grossman, I.Meer, S.Malla, G.Lam, J.Clellan, A.Oppenxaymlar tadqiqotlar olib borgan. Veyvletlar tahlilining rivojlanishi bo'yicha A.Haar, I.Daubechi, Yu.Zavyalov, C.Chui, V.Vasilenko, S.Svinin, S.Stechkin, Yu.Subbotin, V.Miroshnichenko, A.Grebennikov, P.Shukla, O.Zenkevich, D.Singh, Dj.Fiks, U.Michael, G.Streng va boshqa olimlar tomonidan ilmiy-tadqiqotlar olib borilgan.

Shuningdek, O'zbekistonda M.Musayev, Sh.Fozilov, X.Zaynidinov, U.Xamdamiyov, X.Shodimetov, J.Jurayev signallar va tasvirlarga raqamli ishlov berish bo'yicha tadqiqotlarga katta hissa qo'shib kelmoqda. Bugungi kunda olimlar tomonidan gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni raqamli ishlash bo'yicha tibbiyot sohaslarida turli tadqiqot ishlari olib bormoqdalar. Shunday bo'lsada, tibbiy signallar va tasvirlarni raqamli ishlashda optimal boshqarish, samarali filtrlash usul va algoritmlarini ishlab chiqish hamda takomillashtirish muammosi yetarli darajada o'rganilmagan.

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son "2022-2026-yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi farmoni // lex.uz/uz/docs/-5841063

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejaları bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti va Muhammad-al Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining № BVF-Atex-2018-249 "Biometrik signallarga raqamli ishlov berish usullari va algoritmlarini ishlab chiqish" (2018-2023) va № FZ-20200930404 "Bo'lak-polinomial bazislarda signallar va tasvirlarga raqamli ishlov berishning intellektual dasturiy-texnik tizimlarini yaratishning nazariy metodologik asoslari" (2021-2024) mavzularidagi ilmiy loyihalari doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni Koiflet veyvlet usullari asosida raqamli ishlov berish algoritmlari va dasturiy vositasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni veyvlet usullari asosida raqamli ishlash masalasining tizimli tahlil qilish;

gastroenterologik signallarni veyvlet usullari asosida raqamli ishlashning boshqaruv algoritmini ishlab chiqish;

Xaarning bo'lak chiziq, Dobeshi va Koiflet veyvlet koeffitsiyentlarini hisoblash asosida gastroenterologik signallarga raqamli ishlov berishning modellarini ishlab chiqish;

gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni raqamli ishlash uchun Xaarning bo'lak chiziq, Dobeshi va Koiflet veyvlet usullariga asoslangan algoritmlarni ishlab chiqish;

gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni veyvlet usullari asosida raqamli ishlov berishning dasturiy vositasini yaratish va joriy qilishdan iborat.

Tadqiqotning obykti gastroenterologik signallar va laboratoriya sharoitida olingan spermogramma tibbiy tasvirlarini raqamli ishlov berish jarayoni qarab o'tilgan.

Tadqiqotning predmeti gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni raqamli ishlov berish va ularni aniqligini oshirishning model va algoritmlari belgilab olingan.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot davomida matematik modellashtirish, funksional tahlil, veyvlet tahlil, vektorli va matritsali hisoblash, signallarga raqamli ishlov berish nazariyasi, sonli hisoblash usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

signallarga raqamli ishlov berishda Koiflet veyvletining turli filtr darajalaridan foydalanish mumkin ekanligi hamda ushbu darajalar vaqt va sifat ko'rsatkichiga ta'sir etishi sababli uning optimal darajasini to'g'ri tanlashni hisobga olgan holda gastroenterologik signallarni Koiflet veyvleti yordamida raqamli ishlov berishning boshqaruv algoritmi ishlab chiqilgan;

insonning ovqat hazm qilish organlaridan olingan turli shovqinlarga ega gastroenterologik signallarni hamda erkak urug' unumdorligini aniqlash uchun spermogramma tasvirining xususiyatlari murakkabligini hisobga olgan holda gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarga raqamli ishlov berish uchun Xaarning bo'lak chiziq, Dobeshi va Koiflet veyvlet koeffitsiyentlarini hisoblash model va algoritmlari ishlab chiqilgan;

gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni Koiflet veyvlet usulida raqamli ishlov berish murakkab hisoblash jarayonlarini talab etishini hamda Malla hisoblash usuli ushbu jarayoni soddalashtirish mumkinligini hisobga olgan holda Koiflet veyvletiga Malla hisoblash usulini qo'llash asosida tez hisoblash algoritmi ishlab chiqilgan;

tibbiy tasvirlarda ichki va tashqi omillar asosida turli xil shovqinlar qo'shilishi natijasida uning sifat ko'rsatkichi pasayishi hamda ushbu tasvirdagi obyektlarni tanib olishda xatoliklar yuz berishini hisobga olgan holda spermatozoidlarning hayotiyligini aniqlash uchun ikki o'zgaruvchili takomillashtirilgan Koiflet veyvleti asosida spermogramma tasvir sifatini oshirish algoritmi ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

gastroenterologik signallarni raqamli ishlashda Xaarning bo'lak-chiziq, Dobeshi, Koiflet veyvlet usulini tatbiq etish natijasida signallarni raqamli ishlashning xatoligi kamaytirilgan va natijalar aniqligi oshirilgan;

gastroenterologik signallarni raqamli ishlov berish jarayonida Koiflet veyvletining filtr koeffitsiyentlarini tez hisoblash algoritmi ishlab chiqilgan; Xaarning bo'lak-chiziq, Dobeshi, Koiflet veyvlet usullari asosida gastroenterologik

signallar va tibbiyot tasvirlarni raqamli ishlov berishning dasturiy vositasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi qo'yilgan muammoning matematik jihatdan aniq ifodalanishi, muammoni o'rganish va tahlil qilish natijasida tibbiyot sohasida gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni raqamli ishlov berish uchun qo'llaniluvchi veyvlet usullarining samaradorligiga qo'yiladigan yuqori talablar, aniqlik ko'rsatkichlari bo'yicha signallarning raqamli ishlash qoidasining qat'iyligi, olingan guvoynomalar va ishlab chiqilgan algoritmlarning amaliyotda joriy etilganligi haqidagi dalolatnomalarda tasdiqlangan natijalarning samaradorlik ko'rsatkichlari jihatdan baholanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot ishida olingan natijalarining ilmiy ahamiyati ishlab chiqilgan hisoblashning matematik modellari, usullari va algoritmlari, gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni raqamli ishlashda Koiflet veyvlet usulining filtr koeffitsiyentlarini hisoblash algoritmlarini ishlab chiqish bilan izohlanadi.

Tadqiqot ishida olingan natijalarining amaliy ahamiyati tez hisoblash algoritmi yordamida gastroenterologik signallarga raqamli ishlov berish orqali undagi shovqinlarni tozalash, hamda ikki o'zgaruvchili Koiflet veyvletida spermogramma tasvirini raqamli ishlov berish orqali undagi spermatozoidlarni sonini aniqlash algoritmlari asosida ishlab chiqilgan dasturiy vosita spermatozoidlarning sonini aniqlashda vaqtni minimallashtirish bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni raqamli ishlash tadqiqoti doirasida ishlab chiqilgan algoritmlar asosida:

signallarga raqamli ishlov berishda Koiflet veyvletining turli filtr darajalaridan foydalanish mumkin ekanligi hamda ushbu darajalar vaqt va sifat ko'rsatkichiga ta'sir etishi sababli uning optimal darajasini to'g'ri tanlashni hisobga olgan holda gastroenterologik signallarni Koiflet veyvleti yordamida raqamli ishlov berishning boshqaruv algoritmi dasturiy vositasi Samarqand viloyat 1-son shahar shifoxonasida

oshqozon-ichak funksional o'zgarishini muntazam nazorat qilib borish, hamda uning diagnostik tahlil qilish maqsadida foydalanilgan (O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligining 2024-yil 7-fevral 02-38/2546 -son ma'lumotnomasi). Natijada, oshqozon va ichaklardagi tuzilmalardagi o'zgarishlarni aniqlashga ketgan vaqt 1.5 barobarga kamayishi, xatolik 2-6%ga kamayishi va mehnat unumdorligini oshish imkonini bergan;

insonning ovqat hazm qilish organlaridan olingan turli shovqinlarga ega gastroenterologik signallarni hamda erkak urug' unumdorligini aniqlash uchun spermogramma tasvirining xususiyatlari murakkabligini hisobga olgan holda gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarga raqamli ishlov berish uchun Xaarining bo'lak chiziq, Dobeshi va Koiflet veyvlet koeffitsiyentlarini hisoblash model va algoritmlari dasturiy vositasi Samarqand davlat tibbiyot universitetining 1-klinikasida oshqozon-ichak kasalliklarini tashxislash va erkak urug' unumdorligini aniqlash maqsadida foydalanilgan (O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligining 2024-yil 7-fevral 02-38/2546-son ma'lumotnomasi). Natijada, tibbiyot institutidagi foydalanib kelinayotgan an'anaviy usulga nisbatan xatoliklar 2-7%ga kamaydi, ketgan vaqt 1.5 barobarga kamaydi, mehnat unumdorligi oshishi kuzatilgan;

tasvirdagi turli xil shovqinlar qo'shilishi natijasida uning sifat ko'rsatkichi pasayishini hisobga olgan holda spermatozoidlarning hayotiyiligini aniqlash uchun ikki o'zgaruvchili Koiflet veyvlet usuli asosida spermogramma tasvir sifatini oshirish algoritmining dasturiy vositasi Samarqand shahar Yevromedik xususiy klinikasida erkak urug' unumdorligini aniqlash uchun spermogramma tasviridagi shovqinlarni bartaraf etish va spermatozoidlar hayotiyiligini aniqlash maqsadida foydalanilgan (O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligining 2024-yil 7-fevral 02-38/2546-son ma'lumotnomasi). Natijada, spermogrammadagi spermatozoidlar sonini aniqlash vaqti 2.5 barobarga va xatolikni 3-5%ga kamaytirish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprotatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 12 ta anjumanlarda, jumladan 7 ta xalqaro va 5 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 20 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 6 ta ilmiy maqola, 2 tasi xorijiy va 4 tasi Respublika jurnallarida nashr qilingan hamda 2 ta EHM uchun yaratilgan dasturiy vositalarni qayd qilish guvohnomalari olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 113 betni tashkil etadi.

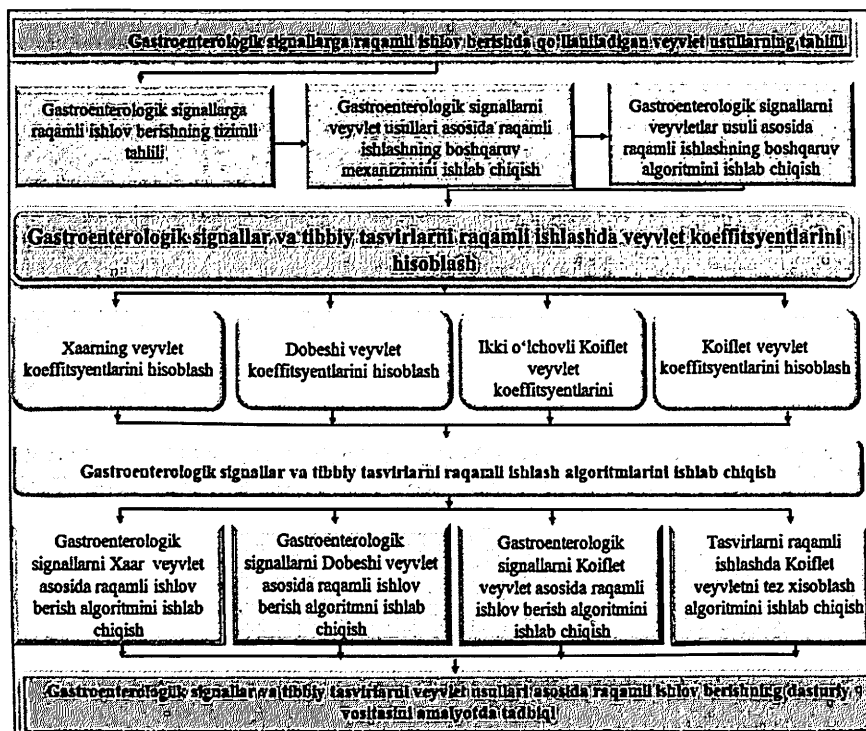
DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirishda dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati asoslangan, tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari taraqqiyotining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan. Tadqiqotning maqsad va vazifalari belgilab olingan hamda tadqiqot obyekti, predmeti aniqlangan. Shular asosida olingan natijalarning ishonchliliigi asoslab berilgan, ularning nazariy va amaliy ahamiyati ko'rsatilgan,

tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish holati, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning "Gastroenterologik signallarga raqamli ishlov berishda qo'llaniladigan veyvlet usullarining tizimli tahlili" deb nomlangan birinchi bobi, to'rt paragrafdan iborat bo'lib, unda gastroenterologik signallarga raqamli ishlov berish, saqlash va qayta ishlashning tizimli tahlili hamda boshqaruv algoritmlari haqida so'z yuritilgan. Mazkur tadqiqot ishida bir o'lchovli tibbiy signal hisoblanadigan gastroenterologik signallar va ikki o'lchovli signal hisoblanadigan spermogramma tibbiy tasvirini raqamli ishlash qaralgan. Gastroenterologik signallar va spermogramma tibbiy tasvirini raqamli ishlash, tahlil qilish, kerakli xususiyatlarini ajratib olish, qayta ishlashda ham vaqt jihatdan ham aniqlik jihatdan samarali algoritmlarni ishlab chiqish bugungi kunning dolzarb tadqiqot mavzularidan biri hisoblanadi..

Ushbu qo'yilgan maqsadga erishish quyidagi 1-rasmda keltirilgan qadamlar ketma-ketligi asosida amalga oshirilgan.

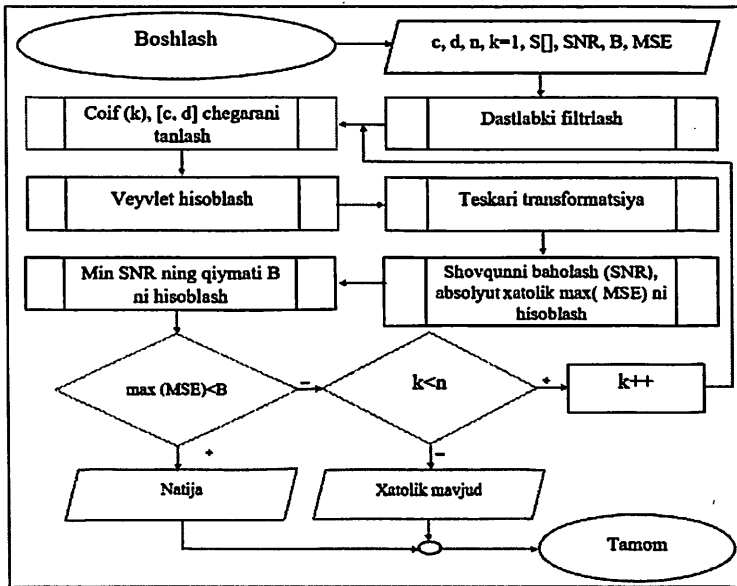


1-rasm. Gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni veyvlet usullari asosida raqamli ishlash jarayonining qadamlari

Gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni Koiflet veyvlet asosida raqamli ishlashning boshqaruv masalasining matematik qo'yilishi quyidagicha ifodalanadi:

$$\begin{cases}
 S_i \in R, k > 0, \tau > 0, \\
 q_i = \sum_{k=0}^{n-1} \frac{1}{\sqrt{2^k}} \int_R S_i \cdot \varphi_k(2t-k) dt + \sum_{k=0}^{n-1} \frac{1}{\sqrt{2^k}} \int_R S_i \cdot \psi_k(2t-k) dt, \\
 q_i > 0, i = \overline{0, n-1}, \\
 |y(t') - y'(q_i)| < \tau, \\
 \max(|S_i - q_i|) \rightarrow \min,
 \end{cases} \quad (1)$$

bu yerda S_i – dastlabki signal, q_i – veyvlet o'zgartirish, k – boshqaruv parametri, τ – shovqun darajasining minimum qiymati. (1) ko'rinishdagi sistemaga asosan gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni raqamli ishlashning boshqaruv algoritmi ishlab chiqildi. U quyidagi 2-rasmda keltirilgan blok-sxema ko'rinishida ifodalandi.



2-rasm. Gastroenterologik signallarni Koiflet veyvleti asosida raqamli ishlashni boshqaruv algoritmi blok-sxemasi

Ushbu algoritmnining birinchi qadamida gastroenterologik signalning dastlabki ma'lumotlari olinadi va $s[]$ massivda saqlanadi. Ikkinchi qadamda $s[]$ massiv elementlari uchun dastlabki raqamli filtrlash amalga oshiriladi hamda $SL[]$ massivda saqlanadi. Uchinchi qadamda $SL[]$ massivning elementlari uchun Koiflet veyvletining

birinchi darajali (coif1) o'zgartirish amalga oshiriladi va SL1[] massivda saqlanadi. To'rtinchi qadamda s[] va SL[] massiv elementlari uchun shovqinga nisbatan baholash (SNR) hisoblanadi hamda eng kichik SNR aniqlanadi. Beshinchi qadamda SL[] va SL1[] massiv elementlari uchun absolyut xatolik (MSE) hisoblanadi hamda max (MSE) aniqlanadi. Oltinchi qadamda agar max (MSE) min (SNR)dan kichik bo'lsa natija namoyish qilinadi aks holda yettinchi qadamda o'tadi. Yettinchi qadamda agar parchalanish darajasi (k) Koiflet veyvleti uchun mavjud parchalanishdan katta bo'lsa xatolik mavjud deb nomlanuvchi natija chiqadi, aks holda teskari aloqa orqali Koiflet veyvletining keyingi darajasini tanlash va chegara oralig'ini o'zgartirish orqali max (MSE) minimallashtiriladi.

Dissertatsiyaning "Gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarini raqamli ishlashda veyvlet koefitsiyentlarini hisoblash" deb nomlangan ikkinchi bobi 4 paragrafdan iborat bo'lib, gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarini Xaar, Dobeshi va Koiflet veyvletlari asosida raqamli ishlashning matematik modellari va ularni hisoblash jarayonlari keltirilgan.

Ushbu veyvletlar asosida gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarini raqamli ishlashda filtr koefitsiyentlarini aniqlash bir muncha murakkab jarayon hamda approksimatsiya va detalizatsiya qiymatlarini hisoblash integrallash orqali amalga oshirishni talab etiladi. Tadqiqot davomida iteratsiyalar soni oshishi va hisoblash jarayoni murakkablashib ketishi aniqlandi. Bu muammoni bartaraf etish maqsadida Koiflet veyvleti asosida gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarini raqamli ishlashda Malla tez hisoblash algoritmini qo'llash orqali gastroenterologik signallarni raqamli ishlashning tez hisoblash modeli ishlab chiqildi.

$$\omega_i(t) = \sqrt{2} \cdot \sum_r f(t) \cdot s_r, \quad (2)$$

$$\varpi_i(t) = \sqrt{2} \cdot \sum_r f(t) \cdot e_r, \quad (3)$$

bunda

$\omega_i(t)$ – approksimatsiya koefitsiyentlari;

$\varpi_i(t)$ – detalizatsiya koefitsiyentlari;

$f(t)$ – dastlabki signal ma'lumotlari;

s_r – past chastotali filtr koefitsiyentlari;

e_r – yuqori chastotali filtr koefitsiyentlari;

$\sqrt{2}$ - normallashtirish u o'zgarimas (constant).

(2) va (3) ko'rinishlardagi past va yuqori chastotali filtr koefitsiyentlari quyidagicha aniqlandi (4):

$$s_r = \frac{1}{\sqrt{2}} (-1)^r \sum_{n=0}^{2N-1} q_n \cdot \frac{(2N-1)!}{(n!)^2 (2N-1-2n)!} \cdot \left(\frac{(2n+1)(2N-1-2n)}{2N} \right) \quad (4)$$

bunda q_n – normallashtirish koefitsiyenti. U quyidagicha aniqlanadi (5):

$$q_n = \frac{(-1)^n}{(2n+1)^2}, \quad n=0,1,\dots,2N-1 \quad (5)$$

Yuqoridagi (5) formulani (4) ga qo'yib quyidagi (6) tenglik hosil qilindi.

$$s_r = \frac{1}{\sqrt{2}} (-1)^r \sum_{n=0}^{2N-1} \frac{(-1)^n}{(2n+1)^2} \cdot \frac{(2N-1)!}{(n!)^2 (2N-1-2n)!} \cdot \left(\frac{(2n+1)(2N-1-2n)}{2N} \right) \quad (6)$$

Ushbu (6) tenglik Koiflet veyvletining past o'tkazuvchi filtr koeffitsiyentlari, unda hosil bo'lgan filtr koeffitsiyentlarini (7) tenglikka qo'yish orqali Koiflet veyvletining yuqori o'tish filtr koeffitsiyentlari aniqlandi.

$$e_r = (-1)^r s_{N-r} \quad (7)$$

(6) va (7) ifoda ko'rinishdan aniqlangan filtr koeffitsiyentlarini (2) va (3) tenglikda qo'yish orqali Koiflet veyvleti asosida gastroenterologik signallarni raqamli ishlashning matematik modeli (8) ko'rinishda ifodalandi.

$$K_i(t) = \sum_{i=0}^N (\omega_i(t) + \varpi_i(t)), \quad t > 0 \quad (8)$$

(8) tenglik Koiflet veyvleti asosida gastroenterologik signallarga raqamli ishlov berishni tez hisoblash, vaqt va xotira hajmiga nisbatan samarali ko'rsatkichga erishish imkonini beradi. Tasvirlarni qayta ishlash jarayoni ko'plab afzalliklarga ega bu jarayon xalaqatlarni va buzilishlarning paydo bo'lishi kabi muammolarni oldini olishga xizmat qiladi. $M \times N$ o'lchamdagi $f(x, y)$ diskret veyvlet o'zgartirishning masshtablash funksiyasi quyidagicha (9).

$$W_\omega(j_0, m, n) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \omega_{j_0, m, n}(x, y) \quad (9)$$

bu yerda $W_\omega(j_0, m, n)$ - approksimatsiya koeffitsiyenti, tasvirlarning gorizontal, vertikal va diagonal qiymatlariga mos keladigan veyvlet funksiyasi quyidagicha bo'ladi:

gorizontal past tarmoqli filtrlar (10)

$$W_\omega^G(j, m, n) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \varpi_{j, m, n}^G(x, y) \quad (10)$$

vertikal past tarmoqli filtrlar (11)

$$W_\omega^V(j, m, n) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \varpi_{j, m, n}^V(x, y) \quad (11)$$

diagonal past tarmoqli filtrlar (12).

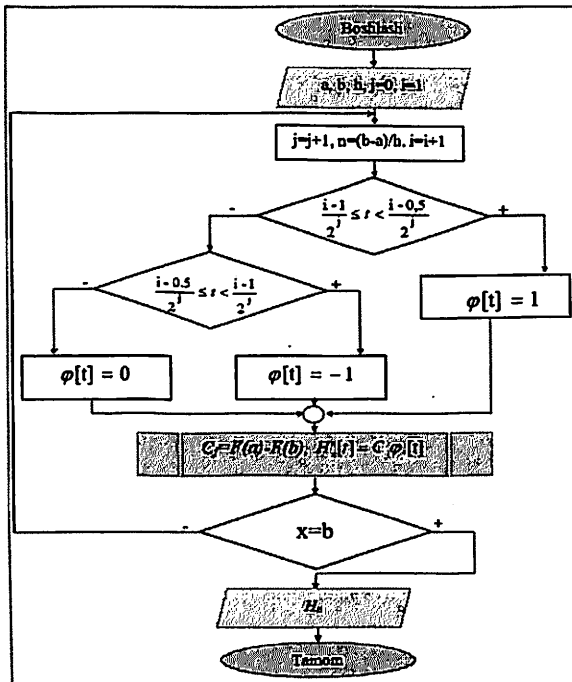
$$W_{\omega}^D(j, m, n) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \varpi_{j, m, n}^D(x, y) \quad (12)$$

Yuqorida keltirilib o'tilgan mashtablash va to'liqinli funksiyalardan teskari diskret veyvlet konvertatsiya qilish orqali tasvirni qayta tiklandi (13)

$$f(x, y) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_m \sum_n W_{\omega}(j_0, m, n) \varpi_{j_0, m, n}(x, y) + \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{i=G, V, D} \sum_{j=j_0}^{\infty} \sum_m \sum_n W_{\omega}^j(j, m, n) \varpi_{j, m, n}^i(x, y) \quad (13)$$

Dissertatsiyaning "Gastroentologik signallar va tibbiy tasvirlarni veyvlet usulida raqamli ishlash algoritmlari" deb nomlangan uchinchi bobi 4 paragrafdan iborat bo'lib ushbu bobda gastroentologik signallar va tibbiyot tasvirlarni Xaar, Dobeshi, Koiflet veyvlet usullarida raqamli ishlov berish algoritmlari ishlab chiqilgan hamda algoritmning absolyut xatoliklari baholangan.

Xaar veyvleti asosida gastroentologik signallarni raqamli ishlash algoritmi 3-rasmda keltirilgan blok-sxema orqali ifodalanadi.



3-rasm. Xaar veyvlet usulida EGEG signaliga raqamli ishlov berish algoritmining blok sxemasi

Gastroenterologik signallarni Xaar veyvlet usulida approksimatsiyalash dastlabki signalga nisbatan amalga oshirildi 1-jadvalda baholash natijalari keltirilgan.

1-jadval.

Xaar veyvlet usulida Gastroenterologik signallarni approksimatsiyalash natijalari

Gastroenterologik signallar	Max(Absolyut xatolik)	Max(Nisbiy xatolik)
Xaar	0,944	18,47

EGEG signallarni Dobeshi veyvleti asosida raqamli ishlash quyidagi algoritm asosida amalga oshiriladi.

Kiruvchi parametrlar $S(t), a, b, H$, chiquvchi parametr $D[f]$.

1-qadam: $S(t)$ EGEG signalning dastlabki qiymati kiritilsin;

2-qadam: $k=0$ deb olinsin;

3-qadam: $[a, b]$ oraliq chegaralari va H qadam kiritilsin;

4-qadam: $n = \frac{b-a}{H}$ qadamlar soni aniqlansin;

5-qadam: $k = k+1$ ning qiymati oshirilsin;

6-qadam: h_k filtr koeffitsiyenti hisoblansin;

7-qadam: g_k filtr koeffitsiyenti hisoblansin;

8-qadam: $\varphi_k(t) = \sqrt{2} \sum_k^n h_k \varphi(2t-k)$ masshtablash funksiyasi hisoblansin;

9-qadam: $\psi_k(t) = \sqrt{2} \sum_k^n g_k \varphi(2t-k)$ veyvlet funksiyasi hisoblansin;

10-qadam: $a_k = \langle f, \varphi_k \rangle$ approksimatsiyalash koeffitsiyentlari hisoblansin;

11-qadam: $d_k = \langle f, \psi_k \rangle$ detalizatsiya koeffitsiyentlari hisoblansin;

12-qadam: $D_l = \sum_{k=0}^n a_k + \sum_{k=0}^n d_k$ veyvlet koeffitsiyentlari hisoblansin;

13-qadam: tamom.

Gastroenterologik signallarni Dobeshi veyvlet usulida approksimatsiyalash dastlabki signalga nisbatan amalga oshirildi 2-jadvalda baholash natijalari keltirilgan.

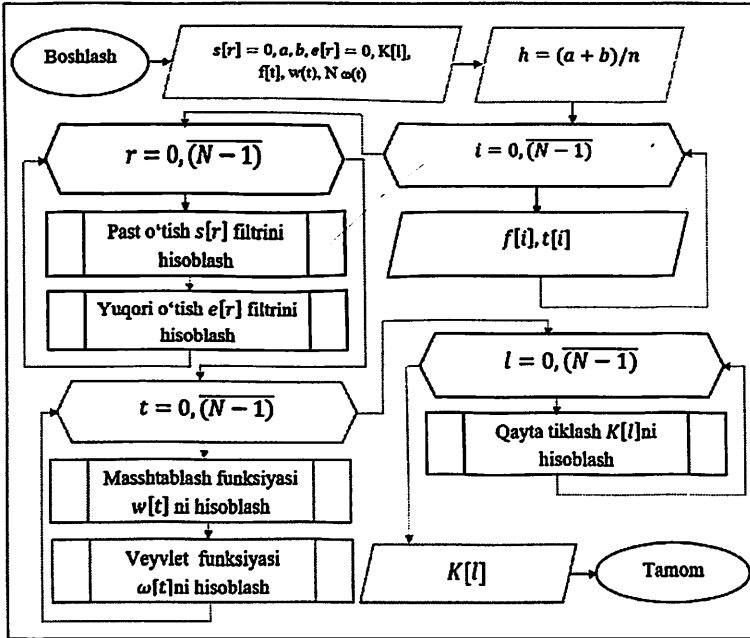
2-jadval.

Dobeshi veyvlet usulida Gastroenterologik signallarni approksimatsiyalash natijalari

Gastroenterologik signallar	Max(Absolyut xatolik)	Max(Nisbiy xatolik)
Dobeshi	0,635	18,66%

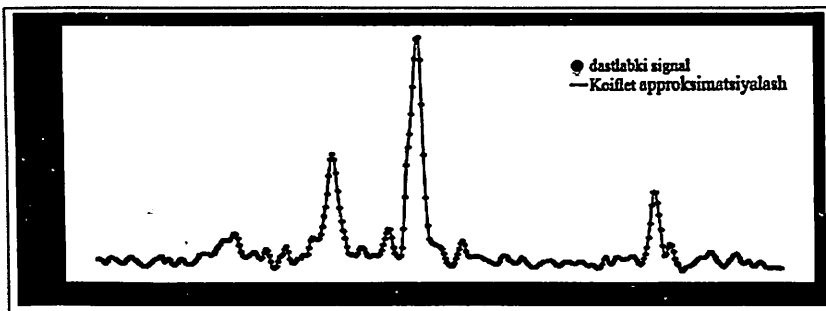
Baholash natijasidan ko'rish mumkinki. Dobeshi veyvlet asosida gastroenterologik signallarni raqamli ishlash Xaar veyvletiga nisbatan aniqlik ko'rsatkichi yaxshi ekanligini. Biroq tadqiqot ishida taklif etilayotgan Koiflet veyvleti Dobeshi veyvleti asosida qurilgan bo'lib, Dobeshi veyvletiga nisbatan masshtablash funksiyasini nolli momentlari hisobga olingan va silliqlik yuqori ammo hisoblashda

iteratsalar ko'payib ketishi vaqt va xotradan ko'p joy egalaydi. Ushbu muammoni bartaraf etish maqsadida tadqiqot ishida Mala tez hisoblash algoritmini qo'llash orqali Koiflet veyvletining tez hisoblash algoritmi ishlab chiqildi. EGEG signallarni Koiflet veyvleti asosida raqamli ishlashning tez hisoblash algoritmi quyidagi 4-rasmda keltirilgan blok-sxema orqali ifodalanadi.



4-rasm. Koiflet veyvlet usulida gastroenterologik signallarga raqamli ishlov berish algoritmining blok-sxemasi

Koiflet veyvleti asosida raqamli ishlashning tez hisoblash algoritmi asosida gastroenterologik signalarning approximations natijasi 5-rasmda keltirilgan.



5-rasm. EGEG signalni Koiflet veyvlet usulida approximations natijasi

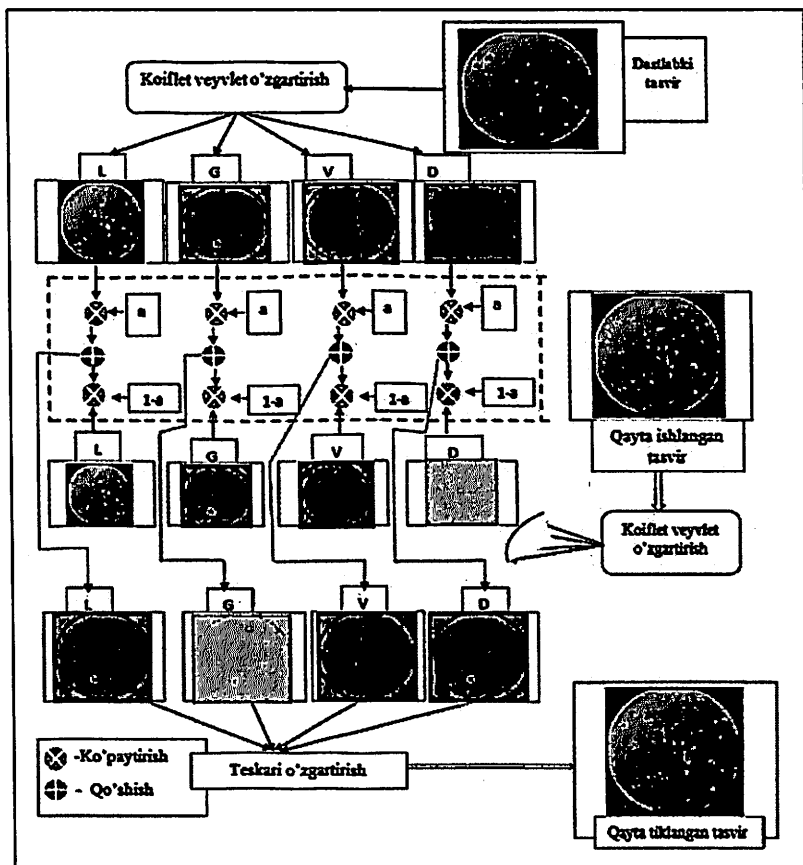
Keltirilgan matematik modellar va ishlab chiqilgan algoritmlar asosida gastroenterologik signalarni Koiflet veyvletining tez hisoblash algoritmi asosida aproksimatsiyalashning absolyut, nisbiy xatoliklari baholandi. Natijalar quyidagi 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval.

Gastroenterologik signalarni veyvlet usullari asosida raqamli ishlash algoritmi natijalari

Gastroenterologik signallar	Baholash usullari	
	Max(Absolyut xatolik)	Max(Nisbiy xatolik)
Dobeshi	0,0469	12,487%

Koiflet veyvleti asosida tibbiy tasvirlarni raqamli ishlashning funksional sxemasi 6- rasmda keltirilgan.



6-rasm. Tasvirlarni Koiflet veyvlet usulidagi raqamli ishlashning funksional sxemasi

TOSHKENT AXBOROT
 TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI 17
 AXBOROT-RESURS MARKAZI

Koiflet veyvleti asosida tasvirlarga raqamli ishlov berish uchun ishlab chiqilgan algoritmnning vaqt va xotra hajmi bo'yicha baholash 4-jadvalda keltirildi.

4-jadval.

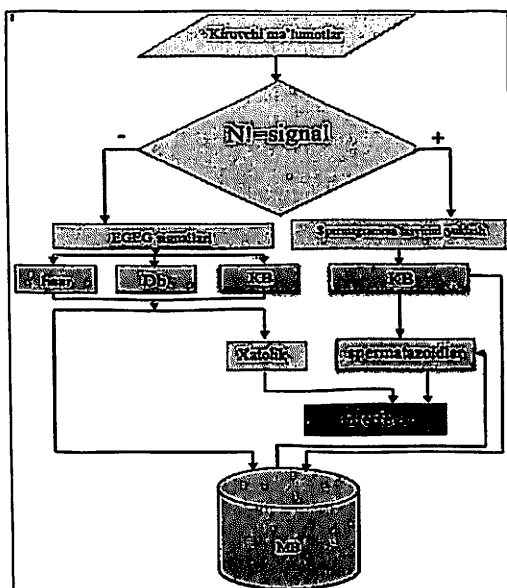
Koiflet veyvleti asosida tasvirlarga raqamli ishlov berishni baholash natijasi

Dastlabki parchalanish		Tasvir hajmi
Dastlabki tasvir o'lchami N=303, M=294	Tasvir elementlar soni K=89082	
16,4 KB		
Qayta ishlangan tasvir	Noldan farqli qiymat	Nol va nolga yaqin qiymatlar
	73214	15868
Natija	31KB	

Dissertatsiyaning "Gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni raqamli ishlash dasturiy vositasining modullari" deb nomlanuvchi bobi 4 ta paragrafdan iborat bo'lib, ushbu bobda olib borilgan tadqiqotlar jarayonida gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarini raqamli ishlash dasturi ishlab chiqildi. Ushbu dastur quyidagi modullardan iborat:

1. Xaar, Dobeshi, Koiflet veyvlet usullarida gastroenterologik signallari raqamli ishlov berish dasturi;
2. Koiflet veyvletida tibbiy tasvirlarga raqamli ishlov berish dasturi.

Gastroenterologik signallar va spermagramma tasvirini raqamli ishlash dasturiy vositasining funksional sxemasi 7- rasmda keltirilgan.



7-rasm. EGEG signalini va spermagramma tasvirini raqamli ishlashning funksional sxemasi

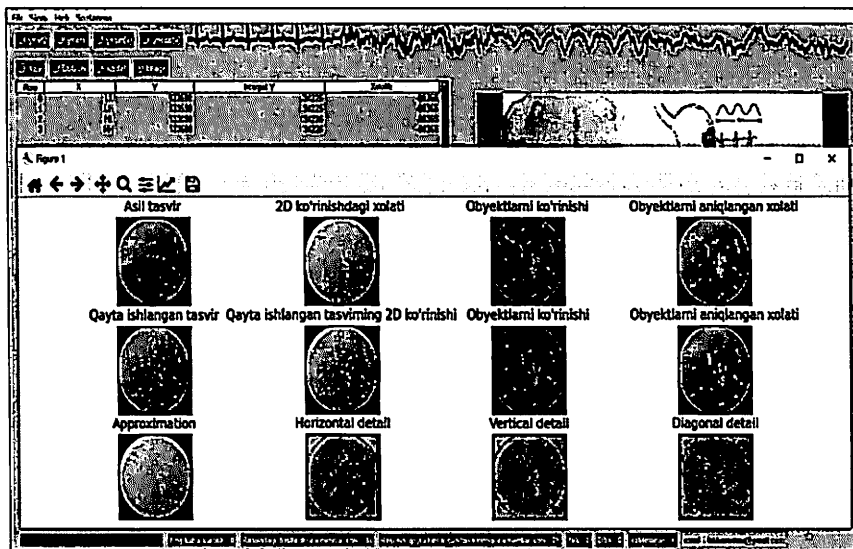
Ushbu funksional sxema yordamida ishlab chiqilgan dasturiy majmua Samarqand tibbiyot institutining 1-klinikasida EGEg signali va spermagramma tasvirlarini raqamli ishlash orqali bemorlarga tashxis qo'yish uchun dastlabki ma'lumotlarni shifokorga beradi. 5-jadvalda tajriba sinov natijalari keltirilgan.

5-jadval.

Spermatazoidlar soni aniqlash ko'rsatkichi bo'yicha baholash

Spermatazoidlar soni 167 ta			
	Tiriklar soni	Xatolik baholanishi $\frac{ABS(A) - B}{B} \cdot 100\%$	Samaradorlik
Ananaviy usulda	189	88,36%	3,19%
Dastur natijasi	154	91,56%	
Spermatazoidlar soni 101 ta			
Ananaviy usulda	129	78,29%	2,9%
Dastur natijasi	85	81,17%	
Spermatazoidlar soni 127 ta			
Ananaviy usulda	142	89,43%	5,6%
Dastur natijasi	121	95,04%	

Xaarning bo'lak chiziq, Dobeshi va Koiflet veyvlet usullari asosida signallarga raqamli ishlov berish dasturining interfeysi 8-rasmda keltirilgan.



8-rasm. Xaarning bo'lak chiziq, Dobeshi va Koiflet veyvletlarida tasvirlarga raqamli ishlov berish dasturining interfeysi

XULOSA

“Gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni Koiflet veyvleti asosida raqamli ishlash algoritmlari” mavzusidagi dissertatsiya ishi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar doirasida quyidagi natijalar va xulosalar taqdim etildi:

1. Signallar va tibbiy tasvirlarni raqamli ishlash jarayonini hamda ularni boshqarish yondashuvlari tahlili asosida vaqt, iqtisodiy jihatdan samarali yondashuvlar yetarli emasligi asoslandi.

2. Raqamli filtrlar va veyvlet usullaridan foydalanib gastroenterologik signallar hamda tibbiy tasvirlarni raqamli ishlash yondashuvining samaradorliklari aniqlandi. Natijada, Xaarning, Dobeshi, Koiflet veyvlet usullari tanlab olindi.

3. Tadqiqot masalasini qo‘yilishi belgilab olinib muammoni hal etishning funksional modeli taklif etildi. Gastroenterologik signallarni Koiflet veyvleti asosida raqamli ishlash jarayoni tadqiq qilinib, natijada, Koiflet veyvleti asosida gastroenterologik signallarni raqamli ishlashning boshqaruv algoritmi ishlab chiqildi.

4. Xaar, Dobeshi va Koiflet veyvletini qurish masalasi tadqiq qilindi. Natijada, gastroenterologik signallarni raqamli ishlash uchun Xaar, Dobeshi va Koiflet veyvlet koeffitsiyentlarini hisoblash jarayoni amalga oshirildi.

5. Gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni qayta ishlash uchun Xaar, Dobeshi va Koiflet veyvlet usullarining matematik modellari taklif etildi. Natijada, gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni qayta tiklashdagi xatoliklarini baholash jarayoni amalga oshirildi.

6. Xaarning bo‘lak-chiziq, Dobeshi, Koiflet veyvlet usullari yordamida EGEG signalini raqamli ishlash algoritmlari ishlab chiqildi va natijani grafik tasviri keltirildi hamda algoritmlar vaqt va xotira hajmi bo‘yicha baholandi.

7. Ikki o‘lchovli signallarni raqamli ishlashda Koiflet veyvlet koeffitsiyentlarini hisoblash algoritmi ishlab chiqildi va natijalar olindi. Natijada, raqamli ishlanayotgan tasvirning approksimatsiya va detalizatsiya koeffitsiyentlari aniqlandi.

8. Gastroenterologik signallar va tibbiy tasvirlarni raqamli ishlash algoritmlari asosida dasturiy majmuaning strukturasi ishlab chiqildi. Dasturiy majmuani strukturasi asosida dasturiy modullar yaratildi.

9. Ikki o‘zgaruvchili Koiflet veyvlet usuli asosida tibbiy tasvirlarni raqamli ishlash dasturi ishlab chiqildi. Dastur yordamida tibbiy tasvirlardagi spermogrammadagi spermatozoidlar soni aniqlash amaliyotga tadbiq qilindi. Natijada, spermogrammadagi spermatozoidlar sonini aniqlash vaqti 2,5 barobarga va xatolik 3-5%ga kamayishga erishildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ РъD.03/29.12.2023.Т.02.12 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЁНЫЙ СТПЕНЕЙ ПРИ САМАРКАНДСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
ИМЕНИ ШАРОФА РАШИДОВА**

**САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ШАРОФА РАШИДОВА**

ХУРАМОВ ЛАТИФ ЯКУББОЙ ЎҒЛИ

**АЛГОРИТМЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ
ГАСТРОЭНТЕРОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ И МЕДИЦИНСКИХ
ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТА КОЙФЛЕТ**

05.01.02 – Системный анализ, управление и обработка информации

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

Самарканд – 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инновации Республики Узбекистан за номером В2024. 1. PhD/Т4549.

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.samdu.uz) и в Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).


Научный руководитель:	Зайнидинов Хакимжон Насриддинович доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Аярова Шахзода Амапбаевна доктор технических наук, профессор Сувонов Олим Омонович кандидат технических наук, доцент
Ведущая организация:	Ташкентский государственный транспортный университет

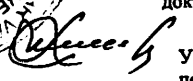
Защита диссертации состоится «22» август 2024 г. в 14:00 часов на заседании Научного совета PhD.03/29.12.2023.Т.02.12 при Самаркандском государственном университете имени Шарофа Рашидова (Адрес: 140104, г. Самарканд, Университетский бульвар, 15. Тел: (99866) 239-11-40. Факс: (99866) 239-11-40; E-mail: devonxona@samdu.uz).


С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Самаркандского государственного университета имени Шарофа Рашидова (регистрационный номер № 70). (Адрес: 140104, г. Самарканд, Университетский бульвар, 15. Тел: (99866) 239-11-40; Факс: (99866) 239-11-40).

Автореферат диссертации разослан «13» августа 2024 года.
(реестр протокола рассылки № 1 от «12» август 2024 года).




А.Р.Ахатов
Председатель научного совета
по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, профессор


Ф.М.Назаров
Ученый секретарь научного совета
по присуждению ученых степеней,
доктор философии по
техническим наукам, доцент


Х.А.Примова
Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
ученых степеней, доктор технических наук

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире, в 2023 году, по статистическим данным Всемирной организации здравоохранения, доля ранних смертей среди пациентов с заболеваниями желудочно-кишечного тракта составила 28,2%. Для решения данной проблемы уделяется особое внимание использованию усовершенствованных алгоритмов и нахождению оптимальных решений для восстановления гастроэнтерологических сигналов и их цифровой обработки. В настоящее время в развитых странах, таких как США, Германия, Франция, Великобритания, Япония, Австралия, Южная Корея, Китай, Индия и Россия, проводятся передовые исследования по созданию эффективных алгоритмов на основе адекватных математических моделей для цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов. Это включает в себя предотвращение гастроэзофагеальных нарушений, связанных с желудком и пищеводом, лечение острых или хронических воспалений желудка и двенадцатиперстной кишки, а также профилактику метастатического рака желудочно-кишечного тракта. В этом направлении, благодаря низкой вычислительной сложности, высокой точности, гибкости цифровых алгоритмов, оптимальным дифференциальным и экстремальным свойствам, а также простоте расчета параметров и низкому влиянию ошибок округления, особое внимание уделяется цифровой обработке сигналов и созданию усовершенствованных алгоритмов на основе вейвлет-функций.

В мире, на сегодняшний день, цифровая обработка и анализ сигналов, получаемых от человеческого организма, являются актуальными проблемами. Для решения этих задач и достижения высокой точности активно ведутся научные исследования по цифровой обработке гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений с использованием вейвлет-методов. В этом направлении разработка моделей и алгоритмов цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений является приоритетной. Кроме того, важными задачами считаются усовершенствование математической модели цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов на основе вейвлет-функции Коифлета, а также разработка эффективных вычислительных алгоритмов и программ для решения соответствующих задач.

В нашей республике уделяется особое внимание математическому моделированию сложных процессов, связанных с цифровой обработкой гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений, разработке численных моделей и алгоритмов, а также их применению на практике. В частности, в стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы были определены задачи по широкому внедрению цифровых технологий во все сферы общества. Внедрение цифровых технологий в медицину, экономику, социальную сферу и системы управления входит в число этих задач. В частности, в указе Президента Республики Узбекистан определены важные задачи по «Развитию системы здравоохранения, охране здоровья населения, цифровизации сферы здравоохранения и реализации стратегии на 2022-2026 годы...»². В рамках выполнения этих задач важной задачей является

² Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года №ПФ-60 «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы» // lex.uz/uz/docs/-5841063

моделирование процессов цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений и устранения шума в них, воздействие вейвлет-методов Конфлета на качество гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений, совершенствование существующих алгоритмов и проведение вычислительных экспериментов, создание эффективных алгоритмов и программного обеспечения.

Данное диссертационное исследование в определенной степени способствует выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан от 5 октября 2020 года № УП-6079 «Цифровой Узбекистан-2030», Постановлением от 25 мая 2021 года года ПП-5124 «О дополнительных мерах по комплексному развитию сферы здравоохранения», Постановлением от 1 мая 2023 года № ПП-140 «О дополнительных мерах по цифровизации системы здравоохранения», Постановлением от 23 февраля 2021 года № ПП-5000 «О мерах по эффективной организации цифровизации в сфере здравоохранения» и другими нормативно-правовыми актами, касающимися данной деятельности.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в рамках IV приоритетного направления развития науки и технологий Республики «Информатизация и развитие информационно - коммуникационных технологий».

Степень изученности проблемы. Зарубежными и отечественными учеными проводятся многочисленные исследования по цифровой обработке медицинских сигналов и изображений, их очистке и восстановлению от естественных и искусственных, внутренних и внешних помех, извлечению полезного сигнала, а также по правильной диагностике. В области цифровой обработки сигналов и изображений, ее теоретического и практического развития, нестационарной обработки и сжатия сигналов, в моделях передачи и вейвлета, с вопросами эффективного алгоритма цифровой обработки сигналов за рубежом проводили исследования такие учёные как Ж.Морлет, А.Гроссман, И.Меер, С.Малла, Г.Лам, Ж.Слеллан, А.Оппенхайм. О развитии вейвлет анализа проводили исследования А.Хаар, И.Даубечи, Ю.Завьялов, С.Чуи, В.Василенко, С.Свинин, С.Стечкин, Ю.Субботин, В.Мирошниченко, А.Гребенников, П.Шукла, О.Зенкевич, Д.Сингх, Дж.Фикс, У.Мичаел, Г.Стренг и другими учеными.

Также в Узбекистане М.Мусаев, Ш.Фозилов, Х.Зайнидинов, У.Хамдамов, и Ж.Жураев внесли значительный вклад в исследования цифровой обработки сигналов и изображений. Сегодня ученые проводят различные исследования в области цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений. Тем не менее, в цифровой обработке медицинских сигналов и изображений проблема разработки, а также совершенствования методов и алгоритмов оптимального управления, эффективной фильтрации недостаточно изучена.

Связь диссертационного исследования с научными планами высшего учебного заведения, в котором выполнена диссертация. Диссертационное исследование подготовлено в соответствии с планом научно-исследовательских

работ Самаркандского государственного университета имени Шарофа Рашидова и Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммад-аль-Хорезми в рамках проектов № МВФ-Атех-2018-249 «разработка методов и алгоритмов цифровой обработки биометрических сигналов» (2018-2023) и № Ф3-20200930404 «Теоретически и методологически основ создания интеллектуальных программно-технических систем цифровой обработки сигналов и изображений на основе кусочно-полиномиальных базисов» (2021-2024).

Цель исследования-разработка алгоритмов и программного комплекса цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений на основе вейвлет-методов Коифлет.

Задачи исследования:

системный анализ методов цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений на основе вейвлет-базисов;

разработка алгоритма управления цифровой обработкой гастроэнтерологических сигналов на основе вейвлет методов;

разработка моделей цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов на основе расчёта коэффициентов вейвлет-линии Хаара, Добеши и Коифлета;

разработка алгоритмов на основе вейвлет-методов сегментной линии Хаара, Добеши и Коифлета для цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений;

создание и внедрение программного комплекса цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений на основе вейвлет-методов.

Объектом исследования являются гастроэнтерологические сигналы и процесс цифровой обработки медицинских изображений спермограммы, полученных в лабораторных условиях.

Предметом исследования определены математические модели и алгоритмы цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений, а также повышение их точности.

Методы исследования. В ходе исследования были использованы методы математического моделирования функционального анализа, вейвлет-анализа, векторизы и матричные вычисления, теория цифровой обработки сигналов, численные методы и технологии программирования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработан алгоритм управления цифровой обработкой гастроэнтерологических сигналов с помощью вейвлета Коифлета, учитывающий использование различных уровней фильтрации и их влияние на временные и качественные показатели, а также правильный выбор оптимального уровня;

созданы модели и алгоритмы расчета коэффициентов вейвлетов Хаара, Добеши и Коифлета для цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений с учетом различного уровня шума в сигналах пищеварительных органов человека и сложности характеристик спермограммы для определения мужской фертильности;

разработан быстрый алгоритм вычислений с использованием метода Маллы для упрощения сложных вычислительных процессов цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений вейвлетом Коифлета;

Учитывая, что в медицинских изображениях под воздействием внутренних и внешних факторов добавляются различные шумы, что снижает их качество и приводит к ошибкам при распознавании объектов на этих изображениях, был разработан алгоритм улучшения качества изображений спермограммы на основе двухпеременной усовершенствованной вейвлет-функции Коифлета для определения жизнеспособности сперматозоидов.

Практические результаты исследования заключаются в следующем: при цифровой обработке гастроэнтерологических сигналов применение кусочно-линейного метода Хаар, Добеши и Койфлет привело к снижению погрешности цифровой обработки сигналов и повышению точности результатов;

в цифровой обработке гастроэнтерологических сигналов разработан алгоритм быстрого вычисления коэффициентов фильтрации вейвлетов;

на основе кусочно-линейных методов Хаар, Добеши, Койфлет вейвлетов разработан программный комплекс цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования обоснована математически точным представлением поставленной задачи, высокими требованиями к эффективности вейвлет-методов, применяемых в области медицины для цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений в результате изучения и анализа проблемы, строгостью правил цифровой обработки сигналов по показателям точности. Это объясняется тем, что полученные сертификаты и разработанные алгоритмы оцениваются с точки зрения показателей эффективности результатов, подтвержденных в актах о внедрении их в практику.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость полученных результатов в исследовательской работе заключается в разработке математических моделей, методов и алгоритмов вычисления коэффициентов фильтрации вейвлет-метода Койфлет при цифровой обработке гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений. Практическая значимость результатов полученных в исследовательской работе заключается минимизацией времени, затрачиваемого на определение количества сперматозоидов программным средством, разработанным на основе алгоритмов очистки помех в нем путем цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов с помощью алгоритма быстрого расчета, а также алгоритмов количественной оценки количества сперматозоидов в нем путем цифровой обработки изображения спермограммы в вейвлете Койфлет с двумя переменными.

Внедрение результатов исследований. На основе алгоритмов, разработанных в рамках исследования цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений:

поскольку для обработки сигналов можно использовать различные уровни фильтров вейвлета Койфлета, и эти уровни влияют на показатели времени и качества, важно правильно выбрать его оптимальный уровень. С учетом этого была разработана программная система управления для цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов с использованием вейвлета Койфлета, которая используется в городской больнице №1 Самаркандской области для регулярного контроля функциональных изменений желудочно-кишечного тракта и их диагностического анализа. (справка Министерства здравоохранения Республики Узбекистан № 02-38/2546 от 7 февраля 2024 года). В результате время, затрачиваемое на выявление изменений в структурах желудка и кишечника, сократилось в 1.5 раза, погрешность уменьшилась на 2-6%, что позволило повысить производительность труда;

с учетом сложности гастроэнтерологических сигналов с различными шумами, полученными из пищеварительных органов человека, а также особенностей спермы для определения мужской фертильности, была разработана программная система расчета коэффициентов вейвлетов Хаара, Добеши и Койфлета для цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений. Эта система использовалась в 1-й клинике Самаркандского государственного медицинского университета для диагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта и определения мужской фертильности (справка Министерства здравоохранения Республики Узбекистан № 02-38/2546 от 7 февраля 2024 года). В результате погрешности по сравнению с применяемым в институте медицины традиционным методом снизились на 2-7%, затраченное время уменьшилось в 1.5 раза, наблюдался рост производительности труда;

учитывая снижение качества изображения из-за добавления различных шумов, была разработана программная система алгоритма улучшения качества изображений спермограммы на основе двухпеременных методов вейвлета Койфлета для определения жизнеспособности сперматозоидов. Эта система использовалась в частной клинике Евромедик в Самарканде для устранения шумов на изображении спермограммы и определения жизнеспособности сперматозоидов с целью оценки мужской фертильности (справка Министерства здравоохранения Республики Узбекистан от 7 февраля 2024 года №02-38/2546). В результате время определения количества сперматозоидов на спермограмме сократилось в 2.5 раза, а погрешность-на 3-5%.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 12 конференциях, в том числе на 7 международных и 5 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 20 научных работ, из них 6 научных статей в научных изданиях Высшей аттестационной комиссии Республики Узбекистан, в которых рекомендовано опубликовать основные научные результаты докторских диссертаций, 2 статьи в зарубежных и 4 статьи в республиканских журналах, а также получены свидетельства на регистрацию программных средств, созданных для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации 113 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и необходимость темы диссертации, указывается соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и техники Республики. Определены цели и задачи исследования, а также определены объект, предмет исследования. На их основе обосновывается достоверность полученных результатов, указывается их теоретическая и практическая значимость, приводятся данные о состоянии внедрения результатов исследований в практику, опубликованных работ и структуре диссертации.

Первая глава диссертации «Системный анализ вейвлет-методов, применяемых при цифровой обработке гастроэнтерологических сигналов» посвящена системному анализу методов цифровой обработки, хранения и обработки гастроэнтерологических сигналов, а также алгоритмам управления. В данной исследовательской работе предусмотрена цифровая обработка гастроэнтерологических сигналов, являющихся одномерными биомедицинскими сигналами, и медицинских изображений спермограммы, являющихся двумерными сигналами. Разработка эффективных алгоритмов обработки гастроэнтерологических сигналов и спермограмм с точки зрения медицинской визуализации, цифровой обработки, анализа, получения желаемых характеристик, времени и точности является одной из актуальных тем исследований. Достижение этой поставленной цели было достигнуто на основе последовательности шагов, представленных ниже на рисунке 1.

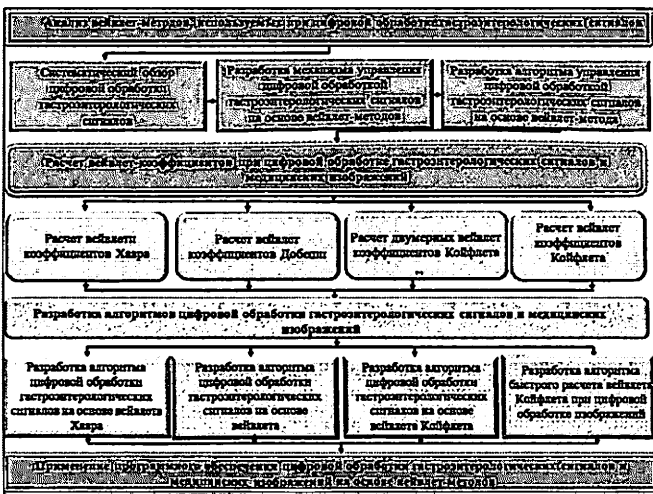


Рис. 1. Этапы процесса цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений на основе вейвлет-методов

Математическая постановка задачи управления цифровой обработкой гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений на основе вейвлета Коифлет выражается следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} S_i \in R, k > 0, \tau > 0, \\ q_i = \sum_{k=0}^{n-1} \frac{1}{\sqrt{2^k}} \int_R S_i \cdot \varphi_k(2t-k) dt + \sum_{k=0}^{n-1} \frac{1}{\sqrt{2^k}} \int_R S_i \cdot \psi_k(2t-k) dt, \\ q_i > 0, i = 0..n-1, \\ |y'(t) - y'(q')| < \tau, \\ \max(|S_i - q_i|) \rightarrow \min \end{array} \right. \quad (1)$$

где S_i - начальный сигнал, q_i -- изменение вейвлета, k - параметр управления, τ - минимальное значение уровня шума. Алгоритм управления (1) цифровой обработкой гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений, основанный на представленной системе, был представлен в виде блок-схемы, представленной на рисунке 2.

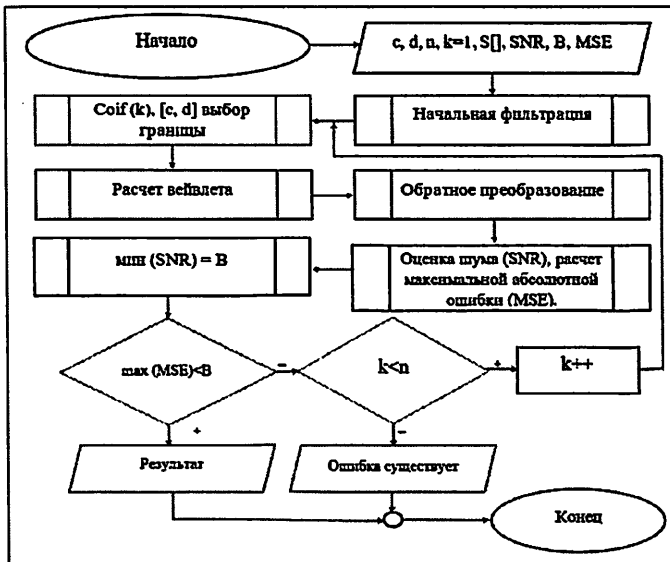


Рис. 2. Блок-схема алгоритма управления цифровой обработкой гастроэнтерологических сигналов на основе вейвлета Коифлет

На первом этапе этого алгоритма извлекаются исходные данные гастроэнтерологического сигнала и хранятся в массиве $s[]$. На втором этапе выполняется начальная цифровая фильтрация для элементов массива $S[]$, и сохраняется в массиве $SL[]$. На третьем шаге для элементов массива $SL[]$ выполняется преобразование вейвлета Коифлета первого порядка ($coif1$), и сохраняется в массиве $SL1[]$. На четвертом шаге рассчитывается оценка шума (SNR) для элементов массива $S[]$ и $SL[]$, а также определяется наименьший SNR. На пятом шаге вычисляется абсолютная ошибка (MSE) для элементов массива $SL[]$ и $SL1[]$, а также определяется $\max(MSE)$. На шестом шаге результат отображается, если $\max(MSE)$ меньше, чем $\min(SNR)$ в противном случае он пройдет на седьмом шаге. На седьмом шаге, если уровень разложения (k) больше, чем доступное разложение для вейвлета Коифлет, выйдет результат с текстом «существует ошибка», в противном случае $\max(MSE)$ будет минимизирован путем выбора следующего уровня вейвлета Коифлет с помощью обратной связи и изменения порогового диапазона.

Вторая глава диссертации «Расчет вейвлет-коэффициентов в цифровой обработке гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений» состоит из 4 параграфов и содержит математические модели цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений на основе вейвлетов Хаар, Добеши и Коифлет, а также процессы их расчета. Определение коэффициентов фильтрации в цифровой обработке гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений на основе этих вейвлетов требует довольно сложного процесса, а также вычисления значений аппроксимации и детализации путем интеграции. В ходе исследования было обнаружено, что количество итераций увеличивается, а вычислительный процесс усложняется. Чтобы решить эту проблему, была разработана модель быстрого вычисления цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов с использованием алгоритма быстрого вычисления Malla для цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений на основе вейвлета Коифлет

$$\omega_r(t) = \sqrt{2} \cdot \sum_r f(t) \cdot s_r, \quad (2)$$

$$\varpi_r(t) = \sqrt{2} \cdot \sum_r f(t) \cdot e_r, \quad (3)$$

где $\omega_r(t)$ - коэффициенты аппроксимации, $\varpi_r(t)$ - коэффициенты детализации, $f(t)$ - исходная информация сигнала, s_r - коэффициенты низкочастотных фильтров, e_r - коэффициенты высокочастотных фильтров, $\sqrt{2}$ - нормализация и константа (constant). Коэффициенты фильтров нижних и верхних частот в формах (2) и (3) определяются следующим образом (4):

$$s_r = \frac{1}{\sqrt{2}} (-1)^r \sum_{n=0}^{2N-1} q_n \cdot \frac{(2N-1)!}{(n)!(2N-1-2n)!} \left(\frac{(2n+1)(2N-1-2n)}{2N} \right) \quad (4)$$

где, q_n коэффициент нормировки и определяется следующим образом (5):

$$q_n = \frac{(-1)^n}{(2n+1)^2}, n=0,1,\dots,2N-1 \quad (5)$$

Подставив приведенную выше формулу (5) в (4), было сформировано следующее уравнение

$$s_r = \frac{1}{\sqrt{2}} (-1)^r \sum_{n=0}^{2N-1} \frac{(-1)^n}{(2n+1)^2} \cdot \frac{(2N-1)!}{(n!)^2 (2N-1-2n)!} \cdot \left(\frac{(2n+1)(2N-1-2n)}{2N} \right) \quad (6)$$

Это уравнение (6) представляет собой коэффициенты фильтра нижних частот вейвлета Койфлет, а коэффициенты фильтра верхних частот вейвлета Койфлет определяются путем помещения результирующих коэффициентов фильтра в следующее уравнение

$$e_r = (-1)^r s_{N-r} \quad (7)$$

Подставив в уравнения (2) и (3) коэффициенты фильтра, определенные из выражений (6) и (7), математическую модель цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов на основе вейвлета Койфлет выразили в следующем виде

$$K_i(t) = \sum_{l=0}^N (\omega_l(t) + \varpi_l(t)), t > 0 \quad (8)$$

Равенство (8) гастроэнтерологических сигналов на основе вейвлета Койфлет позволяют быстро вычислять цифровую обработку, обеспечивая эффективную производительность по времени и объему памяти. Процесс обработки изображений имеет много преимуществ. Этот процесс служит для предотвращения помех и таких проблем, как появление искажений. Функция масштабирования дискретного вейвлет-преобразования $f(x, y)$ размера $M \times N$ выглядит следующим образом

$$W_\omega(j_0, m, n) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \omega_{j_0, m, n}(x, y) \quad (9)$$

где $W_\omega(j_0, m, n)$ – коэффициент аппроксимации, функция вейвлета, соответствующая значениям по горизонтали, вертикали и диагонали изображений:

горизонтальные низкочастотные фильтры (10)

$$W_\omega^G(j, m, n) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \omega_{j, m, n}^G(x, y); \quad (10)$$

вертикальные фильтры нижних частот (11)

$$W_\omega^V(j, m, n) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \omega_{j, m, n}^V(x, y); \quad (11)$$

диагональные фильтры нижних частот (12)

$$W_{\sigma}^D(j, m, n) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \varpi_{j, m, n}^D(x, y). \quad (12)$$

Мы восстанавливаем изображение из масштабирования и волновых функций, упомянутых выше, с помощью обратного дискретного преобразования вейвлетов:

$$f(x, y) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_m \sum_n W_{\sigma}(j_0, m, n) \varpi_{j_0, m, n}(x, y) + \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{j=G, V, D} \sum_m \sum_n W_{\sigma}'(j, m, n) \varpi'_{j, m, n}(x, y) \quad (13)$$

Третья глава диссертации «Алгоритмы цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений в методе вейвлет» состоит из 4 параграфов и в этой главе разработаны алгоритмы цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений в вейвлет-методах Хаар, Добеши, Койфлет, а также оценены абсолютные ошибки алгоритма. Алгоритм цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов на основе вейвлета Хаар представлен блок-схемой, представленной на рисунке 3.

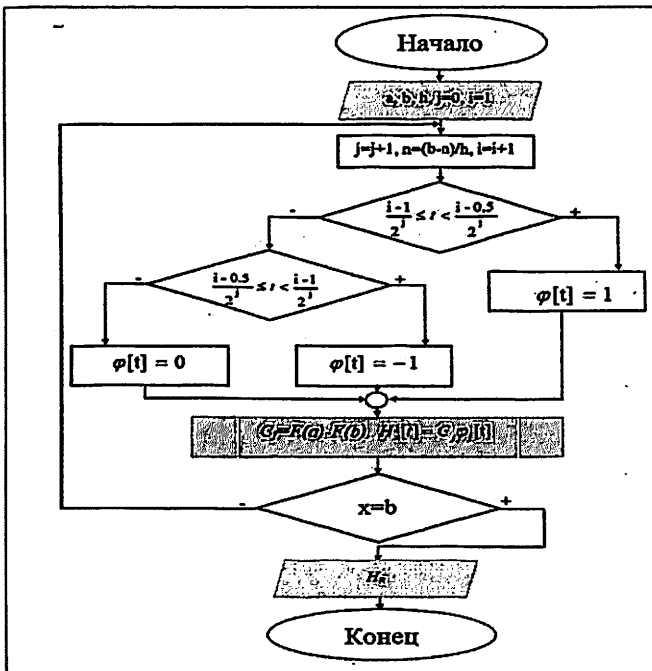


Рис.3. Представление блок-схемы алгоритма цифровой обработки сигнала EGEG методом вейвлета Хаар

Проведена аппроксимация гастроэнтерологических сигналов методом вейвлет Хаар была относительно исходного сигнала результаты оценки представлены в таблице 1

Таблица 1.

Результаты аппроксимации гастроэнтерологических сигналов методом Хаар-вейвлета

Гастроэнтерологические сигналы	Max(Абсолютная ошибка)	Max(Относительная ошибка)
Хаар	0,944	18,47%

Цифровая обработка сигналов EGEG на основе вейвлета Добеши осуществлялась по следующему алгоритму.

Входящие параметры $-S(t), a, b, H$, исходящие параметры $-D[t]$.

Шаг 1: $S(t)$ введение начального значения сигнала EGEG;

Шаг 2: принять как $k=0$;

Шаг 3: ввод границы диапазона $[a, b]$ и шага H ;

Шаг 4: определение количество шагов $n = \frac{b-a}{H}$;

Шаг 5: увеличение значение $k = k + 1$;

Шаг 6: расчет коэффициент фильтрации h_k ;

Шаг 7: расчет коэффициент фильтрации g_k ;

Шаг 8: вычисление функцию масштабирования $\varphi_k(t) = \sqrt{2} \sum_k^n h_k \varphi(2t-k)$;

Шаг 9: вычисление вейвлет-функцию $\psi_k(t) = \sqrt{2} \sum_k^n g_k \varphi(2t-k)$;

Шаг 10: вычисление коэффициенты аппроксимации $a_k = \langle f, \varphi_k \rangle$;

Шаг 11: вычисление коэффициенты детализации $d_k = \langle f, \psi_k \rangle$;

Шаг 12: вычисление вейвлет-коэффициенты $D_l = \sum_{k=0}^n a_k + \sum_{k=0}^n d_k$;

Шаг 13: конец.

Проведена аппроксимация гастроэнтерологических сигналов методом вейвлет Добеши была относительно исходного сигнала результаты оценки представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты аппроксимации гастроэнтерологических сигналов методом Добеши вейвлет

Гастроэнтерологические сигналы	Max(Абсолютная ошибка)	Max(Относительная ошибка)
Добеши	0,635	18,66%

Из результатов оценки видно, что цифровая обработка гастроэнтерологических сигналов на основе вейвлета Добеши имеет хороший показатель точности по сравнению с вейвлетом Хаар. Однако вейвлет Койфлет, предложенный в исследовательской работе, был построен на основе вейвлета Добеши, который по сравнению с вейвлетом Добеши, учитывает нулевые моменты функции масштабирования и гладкость высокая, но увеличение итераций в вычислениях занимает много места во времени и памяти. Чтобы решить эту проблему, в исследовательской работе был разработан алгоритм быстрого вычисления вейвлета Койфлет с использованием алгоритма быстрого вычисления Mallat. Быстрый вычислительный алгоритм цифровой обработки сигналов EGEG на основе вейвлета Койфлет представлен блок-схемой на рисунке 4.

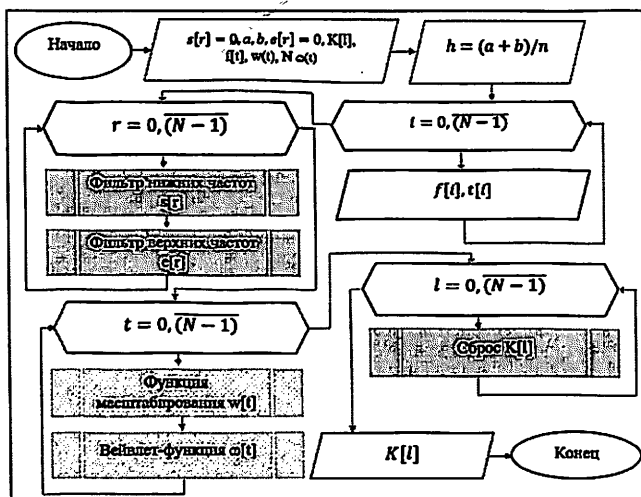


Рис.4. Блок-схема алгоритма цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов методом вейвлет-Койфлет

Результат аппроксимации гастроэнтерологических сигналов на основе алгоритма быстрого расчета цифровой обработки на основе вейвлета-койфлета представлен на рисунке 5.

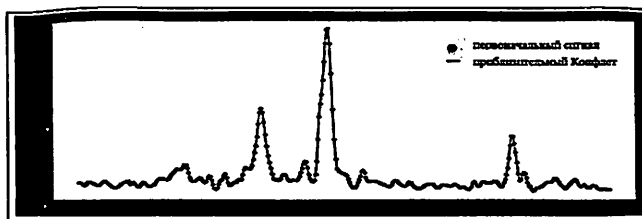


Рис.5. Результат аппроксимации сигнала EGEG вейвлет-методом Койфлет

На основе представленных математических моделей и разработанных алгоритмов были оценены абсолютные, относительные погрешности аппроксимации гастроэнтерологических сигналов на основе алгоритма быстрого вычисления вейвлета Койфлет и приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Результаты алгоритма цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов на основе вейвлет-методов

Гастроэнтерологические сигналы	методы оценивания	
	Max(Абсолютная ошибка)	Max(Относительная ошибка)
Койфлет	0,0469	12,487%

Схема цифровой обработки медицинских изображений на основе вейвлета Койфлет показаны на рисунке 6.

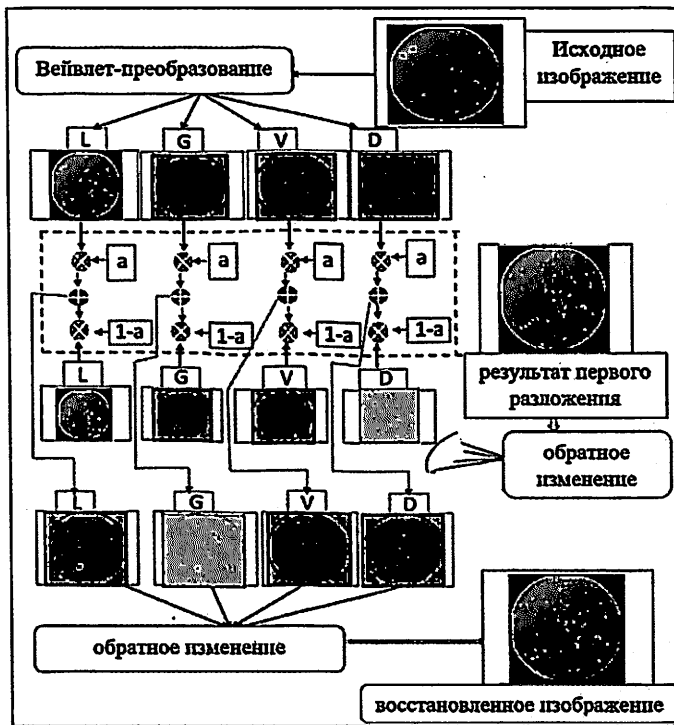


Рис. 6. функциональная схема цифровой обработки изображений в вейвлет-методе Койфлет

Оценка алгоритма, разработанного для цифровой обработки изображений на основе вейвлета Койфлет, по времени и объему памяти представлена в таблице 4.

Таблица 4.

Оценка цифровой обработки изображений на основе вейвлета Коифлет

Первоначальный распад		Размер изображения	
первоначальный размер изображения N=303, M=294	Количество элементов изображения K = 89082	16,4 KB	
Обработанное изображение	значение	Шум	13,4 KB
Результат	73214	15868	3 KB

В четвертой главе диссертации «Модули программного обеспечения для цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений» разработан программный комплекс для цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений. Эта программа состоит из следующих модулей:

1. Программный модуль для цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов в вейвлет методах Хаар, Добеши и Коифлет.
2. Программный модуль для цифровой обработки медицинских изображений в вейвлете.

Функциональная схема программного комплекса цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и изображений спермограммы представлена на рисунке 7.

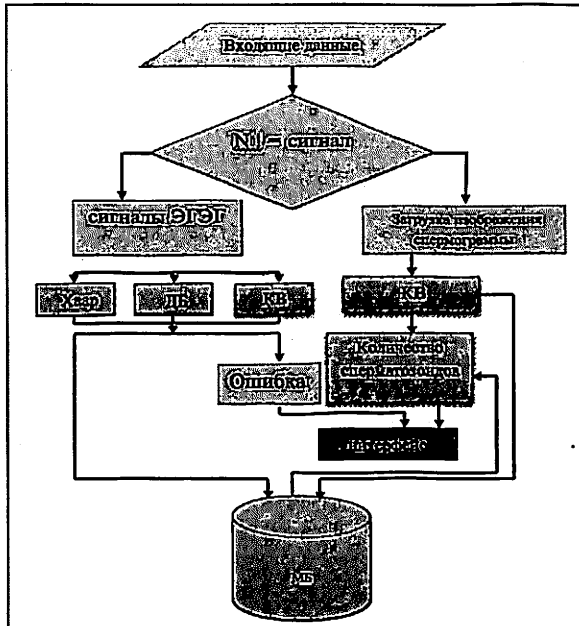


Рис. 7. Функциональная схема цифровой обработки сигнала ЭГЭГ и изображения спермограммы

Программный комплекс, разработанный с использованием этой функциональной схемы, предоставляет врачу исходные данные для диагностики пациентов с помощью цифровой обработки сигнала EGEG и изображений спермограммы в клинике 1 Самаркандского медицинского университета. В таблице 5 представлены результаты экспериментальных испытаний.

Таблица 5.

Оценка количества сперматозоидов по показателю обнаружения

Количество сперматозоидов 167 штук			
	Количество проживающих	Оценка ошибки $\frac{ABS(A-B)}{B} \cdot 100\%$	Эффективность
в традиционном методе	189	88,36%	3,19%
результат программы	154	91,56%	
Количество сперматозоидов 101 штук			
в традиционном методе	129	78,29%	2,9%
результат программы	85	81,17%	
Количество сперматозоидов 127 штук			
в традиционном методе	142	89,43%	5,6%
результат программы	121	95,04%	

Интерфейс программного комплекса для цифровой обработки сигналов, основанный на вейвлет методах фрагментной линии Хаар, Добеши и Койфлет, показан на рисунке 8.

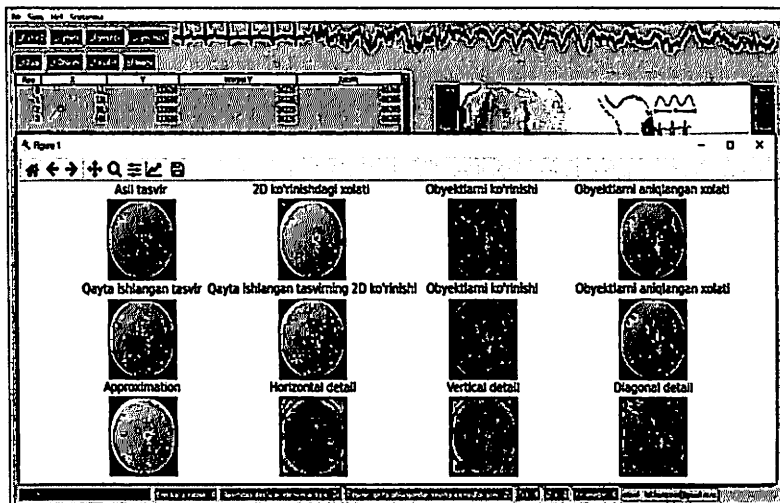


Рис. 8. Интерфейс программного комплекса для цифровой обработки изображений в вейвлетах Хаар (кусочно-линейный), Добеши и Койфлет

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках исследования диссертационной работы на тему «Алгоритмы цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений на основе вейвлета Койфлет» были получены следующие результаты и выводы:

1. На основе анализа процесса цифровой обработки сигналов и медицинских изображений, а также подходов к их управлению обоснованы недостаточность временных и экономически эффективных подходов.

2. Определена эффективность подхода к цифровой обработке гастроэнтерологических сигналов, а также медицинских изображений с использованием цифровых фильтров и вейвлет-методов. В результате выбраны кусочно-линейные вейвлеты Хаара, вейвлеты Добеши и Койфлет.

3. Предложена функциональная модель решения задачи, определяющая постановку задачи исследования. Исследован процесс цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов на основе вейвлета Койфлет, в результате чего разработан алгоритм управления цифровой обработкой гастроэнтерологических сигналов на основе вейвлета Койфлет.

4. Исследован вопрос построения вейвлетов Хаар, Добеши и Койфлет. В результате для цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов выполнен процесс вычисления коэффициентов вейвлета Хаар, Добеши и Койфлет.

5. Математические модели вейвлет-методов Хаара, Добеши и Койфлет предложены для обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений. В результате получена оценка ошибок гастроэнтерологических сигналов и медицинской визуализации.

6. Были разработаны алгоритмы цифровой обработки сигнала EGEG с использованием вейвлет методов кусочно-линейных вейвлетов Хаара, Добеши, Койфлет и алгоритмы графического представления результатов, а также оценки этих алгоритмов по времени и объему памяти.

7. Разработан алгоритм вычисления вейвлет-коэффициентов Койфлет при цифровой обработке двумерных сигналов и получены результаты. Определены коэффициенты аппроксимации и детализации цифрового обрабатываемого изображения.

8. На основе алгоритмов цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений разработан программный комплекс для цифровой обработки гастроэнтерологических сигналов и медицинских изображений.

9. Разработанный программный комплекс внедрен в практику для определения количества сперматозоидов в спермограмме с помощью медицинских изображений. В результате удалось сократить время определения количества сперматозоидов на спермограмме в 2.5 раза, а погрешность-на 3-5%.

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

**SAMARKAND STATE UNIVERSITY
NAMED AFTER SHAROF RASHIDOV**

XURAMOV LATIF YAKUBBOY O'G'LI

**DIGITAL PROCESSING ALGORITHMS OF GASTROENTEROLOGY
SIGNALS AND MEDICAL IMAGES BASED ON COIFLET WAVELET**

05.01.02 – System analysis, management, and information processing

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

Samarkand – 2024

The theme of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission of the Ministry of Higher Education, Science And Innovations of the Republic of Uzbekistan under number B2024.1.PhD/T4549.

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.samdu.uz) and on the website of "Ziyonet" Information and Educational portal (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisor: Zaynidinov Xakimjon Nasriddinovich
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: Anarova Shahzoda Amanbayevna
doctor of technical sciences, professor
Suvonov Olim Omonovich
candidate of technical sciences, docent

Leading organization: Tashkent State Transport University

The defense will take place «27» August 2024 at 14:00 at the meeting of scientific council PhD.03/29.12.2023.T.02.12 at Samarkand State University named after Sharof Rashidov (Address: 140104, Samarkand, University street, 15, Tel.: (99866) 239-11-40. Fax: (99866) 239-11-40. E-mail: devonxona@samdu.uz)

The dissertation is available at the Information Resource Center of Samarkand State University named after Sharof Rashidov (is registered under 90). (Address: 140104, Samarkand, University street, 15, Tel.: (99866) 239-11-40. Fax: (99866) 239-11-40).

Abstract of dissertation sent out on «13» August 2024 y.
(mailing report № 1, on «12» August 2024 y.).



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

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

Kh.A.Primova
Chairman of the Academic seminar under
the scientific council awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences

INTRODUCTION (abstract of (PhD) dissertation)

The aim of the research work is to develop algorithms and software tools for digital processing of gastroenterological signals and medical images based on Coiflet wavelet methods.

The object of the research is the process of digital processing of gastroenterological signals and spermogram medical images obtained in laboratory conditions.

The scientific novelty of the research work is as following:

A control algorithm for digital processing of gastroenterological signals using the Coiflet wavelet has been developed, considering that different filter levels of the Coiflet wavelet can be used in signal processing, and the optimal level affects both time and quality indicators;

Taking into account the complexity of the features of gastroenterological signals and spermogram images used to assess male fertility, models and algorithms for calculating Haar wavelet, Daubechies wavelet, and Coiflet wavelet coefficients for digital processing of gastroenterological signals and medical images have been developed;

Given that digital processing of gastroenterological signals and medical images using the Coiflet wavelet requires complex calculations, and that the Malla computational method can simplify this process, a fast computation algorithm based on applying the Malla computational method to the Coiflet wavelet has been developed;

Taking into account that medical images are affected by various noises due to internal and external factors, which reduce their quality and lead to errors in object recognition, an algorithm to improve the quality of spermogram images based on a two-variable enhanced Coiflet wavelet has been developed to determine sperm viability.

Implementation of research results. Based on the algorithms developed in the framework of the study of digital processing of gastroenterological signals and medical images:

since different filter levels of the Coiflet wavelet can be used in signal processing, and these levels affect time and quality indicators, it is important to correctly choose its optimal level. Taking this into account, a control algorithm software tool for the digital processing of gastroenterological signals using the Coiflet wavelet has been developed. It is used in Samarkand Region City Hospital No. 1 for the regular monitoring of gastrointestinal functional changes and their diagnostic analysis (Order of the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan on February 7, 2024 reference number 38/2546). As a result, the time spent in determining the changes in the structures of the stomach and intestines was reduced by 1.5 times, the error was reduced by 2-6%, and it made it possible to increase labor productivity;

taking into account the complexity of gastroenterological signals with various noises obtained from the human digestive organs, as well as the characteristics of spermogram images for determining male fertility, a software system for calculating Haar, Daubechies, and Coiflet wavelet coefficients for the digital processing of

gastroenterological signals and medical images has been developed. This system was used at the 1st clinic of Samarkand State Medical University for the diagnosis of gastrointestinal diseases and the determination of male fertility (Reference number 02-38/2546 of the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan dated February 7, 2024). As a result, compared to the traditional method used in the medical institute, errors decreased by 2-7%, the time spent decreased by 1.5 times, labor productivity increased;

considering the reduction in image quality due to the addition of various noises, a software system for an image quality enhancement algorithm based on the two-variable Coiflet wavelet method for determining sperm viability has been developed. This system was used at the private EuroMedik clinic in Samarkand to eliminate noise in spermogram images and determine sperm viability for assessing male fertility (order of the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan on February 7, 2024, No. reference). As a result, the time to determine the number of spermatozoa in the spermogram allowed to decrease by 2.5 times and the error by 3-5%.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and appendices. The volume of the dissertation is 113 pages.

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

I bo'lim (I часть; Part I)

1. Zaynidinov X.N., Xuramov L.Ya. Algorithms of digital processing of medical signals using Wavelets // Journal of Mechanical and Production Engineering (JMPE). – India, 2023. – № 13 – P. 2278-3520. (05. 00. 00, №35)
2. Zaynidinov X.N., Xuramov L.Ya. Intelligent algorithms of digital processing of biomedical images in wavelet method // Artificial Intelligence, Blockchain, Computing and Security Volume 2. eBook ISBN: 9781032684994 – 2023 – P. 671-677. (Scopus-№3)
3. Zaynidinov H.N., Jo'raev J.U., Xuramov L.Yo. Algorithm and software tools for improving interpolation accuracy based on cubic spline // Scientific Bulletin of Samarkand State University. – Samarkand, 2021. – № 5 (135). – 2022, B. 98-102. (№ 01-10/1103. 30. 07. 2020)
4. Jo'raev J.O'., Xuramov L.Ya. Funksiyalarni lagranj va nyuton usulida interpoliyashtirish aniqqligini oshirish // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti ilmiy texnikaviy jurnali. – Buxoro, 2022. – №6/2022. – B. 133-142. (05. 00. 00, №24)
5. Zaynidinov X.N., Xuramov L.Ya. Splayn veyvlet almashtirish yordamida signallarni raqamli interpoliyashtirishni modellashtirish algoritmi // Informatika va energetika muammolari O'zbekiston jurnali. – Toshkent, 2022. – №6/2022 – B. 135-144 (05. 00. 00, №5)
6. Zaynidinov X.N., Xuramov L.Ya. Gastroentologik signallarni Dobeshi va Koifled veyvletlari usullariga raqamli ishlashning tahlili // Muhammad Al-Xorazmiy avlodlari: Ilmiy-amaliy va axborot-tahliliy jurnali. – Toshkent, 2023. – № 3 (25). B. 135-144. (05. 00. 00; №10)

II bo'lim (II часть; Part II)

7. Xuramov L.Yo. Tibbiyot signallarini Koiflet veyvletlar usulida raqamli ishlov berishning tahlili // Science and education in the modern world: challenges of the XXI century: XII International scientific and practical conference. – Astana, 2023. – P. 68-73.
8. Xuramov L.Yo., Muhammadiev B. Signallarни интерполяциялашни моделлаштириш // Creativity and Intellect in Higher Education: International Scientific-Practical Conference. Vol. 2 (2023): P. 19-21
9. Xuramov L. Ya. Jabborov J., Rustamov A., Kushbakov S. Algorithm for digital processing of two-dimensional signals in Coiflet wavelet // International Conference On Artificial Intelligence And Information Technologies (ICAИIT-2023). – Samarkand. 3-4-november 2023.
10. Xuramov L. Yo. Signallarни veyvlet usuli asosida raqamli ishlov // Creativity and Intellect in Higher Education: International Scientific-Practical Conference. Vol. 2 (2023): P. 19-21.

11. Uraqov Sh.U., Xuramov L.Yo. Funksyani interpolyaslashda Dobeshi va Koiflet veyvletlar usuli // Innovatsion texnologiyalar: ilmiy g'oyalar va ishlanmalarni amalyotga joriy etish masalalari va yechimlari. –Toshkent 2023 – B. 170-175.
12. Xuramov L.Ya. Weyvlet usulida biotibbiyot Signallarni raqamli ishlashning matematik Modellashtirish // Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektni rivojlantirishning zamonaviy holati va istiqbollari. – Guliston, 2022 – B. 241-245.
13. Xuramov L.Ya. Hamzayeva G. Xaar veyvleti Yordamida signallarning raqamli ishlash. // Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektni rivojlantirishning zamonaviy holati va istiqbollari. – Guliston, 2022 – B. 246-250.
14. Uraqov Sh.U., Xuramov L.Yo. Koiflet veyvlet modellarida biomeditsina signallarini raqamli ishlash // Matematik modellashtirish, algoritmlash va dasturlashning dolzarb muammolari. – Toshkent, 2023 – B. 216-222.
15. Xuramov L.Yo. Biotibbiyot tasvirlarini Dobeshi veyvlet usulida raqamli ishlov berishning algoritmlari // Matematik modellashtirish va axborot texnologiyalarining dolzarb masalalari: Xalqaro ilmiy amaliy konferensiya. – Nukus, 2023. – B. 341-343.
16. Xuramov L.Ya. Funksiya va analitik funksiya ko'rinishida berilgan signallarni // Ta'lim va innovatsion tadqiqotlar: ilmiy texnik onlayn konferensiya. Vol. 9 (2023) –B. 34-39.
17. Xuramov L.Ya. Алгоритмы цифровой обработки медицинских сигналов с использованием вейвлета Добеши // Zamonaviy fan, ta'lim va ishlab chiqarish muammolarining innovatsion yechimlari. Vol. 9 (2023) –B. 38-44.
18. Xuramov L.Ya. Тиббий тасвирларни Коифлет вейвлети асосида интерполяциялаш алгоритмлари // Digital technologies: problems and solutions of practical implementation in the spheres. Tashkent– 2023. – B. 836-839
19. Zaynidinov H.N., Jurav J., Xuramov L.Ya. Signallarga raqamli ishlov berish jarayonlarini parallellashtirish dasturi. Intelektual mulk agentligi guvohnoma. № DGU 2022 4148, 26.07.2022.
20. Xuramov L.Ya. Koiflet veyvleti yordamida tasvir sifatini yaxshilash dasturi // Intelektual mulk agentligi guvohnoma. № DGU 2023 3005, 07.04.2023.

**Avtoreferat Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universitetining
“Ilmiy axborotnoma” jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazilidi.**

Bosmaxona tasdiqnomasi:



4268

**2024-yil 10-avgustda bosishga ruxsat etildi:
Ofset bosma qog‘oz. Qog‘oz bichimi 60x84_{1/16}.
“Times new roman” garnituras. Ofset bosma usuli.
Hisob-nashriyot t.: 2,8. Shartli b.t. 2,0.
Adadi 100 nusxa. Buyurtma №10/08.**

**SamDCHTI tahrir-nashriyot bo‘limida chop etildi.
Manzil: 140104, Samarqand sh., Bo‘stonsaroy ko‘chasi, 93.**