



IQTISODIYOT & TARAQQIYOT

Ijtimoiy, iqtisodiy, texnologik, ilmiy, ommabop jurnal

№7

Google Scholar

OPEN ACCESS

ULRICHSWEB[®]
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

OpenAIRE

Road

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU

Academic
Resource
Index
ResearchBib

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

CYBERLENINKA

BASE

INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

Crossref



ISSN: 2992-8982

<https://yashil-iqtisodiyot-taraqqiyot.uz/>

2025



IQTISODIYOT & TARAQQIYOT

Ijtimoiy, iqtisodiy, texnologik, ilmiy, ommabop jurnal

Bosh muharrir:

Sharipov Kongiratbay Avezimbetovich

Bosh muharrir o'rinbosari:

Karimov Norboy G'aniyevich

Muharrir:

Qurbonov Sherzod Ismatillayevich

Elektron nashr. 112 sahifa.

E'lon qilishga 2025-yil 1-iyulda ruxsat etildi.

Tahrir hay'ati:

Salimov Oqil Umrzoqovich, O'zbekiston Fanlar akademiyasi akademigi
Abduraxmanov Kalandar Xodjayevich, O'zbekiston Fanlar akademiyasi akademigi
Sharipov Kongiratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori (DSc), professor
Rae Kvon Chung, Janubiy Koreya, TDIU faxriy professori, "Nobel" mukofoti laureati
Osman Mesten, Turkiya parlamenti a'zosi, Turkiya – O'zbekiston do'stlik jamiyati rahbari
Axmedov Durbek Kudratillayevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Axmedov Sayfullo Normatovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Kalonov Muxiddin Baxritdinovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Siddiqova Sadoqat G'afforovna, pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Xudoyqulov Sadirdin Karimovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Maxmudov Nosir, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Yuldashev Mutallib Ibragimovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Samadov Asqarjon Nishonovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor
Slizovskiy Dimitriy Yegorovich, texnika fanlari doktori (DSc), professor
Mustafakulov Sherzod Igamberdiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Axmedov Ikrom Akramovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Eshtayev Alisher Abdug'aniyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Xajiyev Baxtiyor Dushaboyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Hakimov Nazar Hakimovich, falsafa fanlari doktori (DSc), professor
Musayeva Shoirazimovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), professor
Ali Konak (Ali Ko'nak), iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor (Turkiya)
Cham Tat Huei, falsafa fanlari doktori (PhD), professor (Malayziya)
Foziljonov Ibrohimjon Sotvoldix o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dots.
Utayev Uktam Choriyevich, O'z.Respub. Bosh prokuraturasi boshqarma boshlig'i o'rinbosari
Ochilov Farkhod, O'zbekiston Respublikasi Bosh prokuraturasi IJQKD boshlig'i
Buzrukhonov Sarvarxon Munavvarxonovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Axmedov Javohir Jamolovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), katta o'qituvchi
Bobobekov Ergash Abdumalikovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), v.b. dots.
Djudi Smetana, pedagogika fanlari nomzodi, dotsent (AQSH)
Krissi Luis, pedagogika fanlari nomzodi, dotsent (AQSH)
Glazova Marina Viktorovna, Iqtisodiyot fanlari doktori (Moskva)
Nosirova Nargiza Jamoliddin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Sevil Piriyeva Karaman, falsafa fanlari doktori (PhD) (Turkiya)
Mirzaliyev Sanjar Makhamatjon o'g'li, TDIU ITI departamenti rahbari
Ochilov Bobur Baxtiyor o'g'li, TDIU katta o'qituvchisi
Golisheva Yelena Vyacheslavovna, Iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent.



IQTISODIYOT & TARAQQIYOT

Ijtimoiy, iqtisodiy, texnologik, ilmiy, ommabop jurnal

Editorial board:

Salimov Okil Umrzokovich, Academician of the Academy of Sciences of Uzbekistan
Abdurakhmanov Kalandar Khodjayeich, Academician of the Academy of Sciences of Uzbekistan
Sharipov Kongiratbay Avezimbetovich, Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor
Rae Kwon Chung, South Korea, Honorary Professor at TSUE, Nobel Prize Laureate
Osman Mesten, Member of the Turkish Parliament, Head of the Turkey–Uzbekistan Friendship Society
Akhmedov Durbek Kudratillayevich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Akhmedov Sayfullo Normatovich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Abdurakhmanova Gulnora Kalandarovna, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Kalonov Mukhiddin Bakhridinovich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Siddikova Sadokat Gafforovna, Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogical Sciences
Khudoykulov Sadirdin Karimovich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Makhmudov Nosir, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Yuldashev Mutallib Ibragimovich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Samadov Askarjon Nishonovich, Candidate of Economic Sciences, Professor
Slizovskiy Dmitriy Yegorovich, Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor
Mustafakulov Sherzod Igamberdiyevich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Akhmedov Ikrom Akramovich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Eshtayev Alisher Abduganiyevich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Khajiyev Bakhtiyor Dushaboyevich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Khakimov Nazar Khakimovich, Doctor of Philosophy (DSc), Professor
Musayeva Shoira Azimovna, Doctor of Philosophy (PhD) in Economic Sciences, Professor
Ali Konak, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor (Turkey)
Cham Tat Huei, Doctor of Philosophy (PhD), Professor (Malaysia)
Foziljonov Ibrokhimjon Sotvoldikhoja ugli, Doctor of Philosophy (PhD) in Economic Sciences, Associate Professor
Utayev Uktam Choriyevich, Deputy Head of Department, Prosecutor General's Office of Uzbekistan
Ochilov Farkhod, Head of DCEC, Prosecutor General's Office of Uzbekistan
Buzrukkhonov Sarvarkhon Munavvarkhonovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Akhmedov Javokhir Jamolovich, Doctor of Philosophy (PhD) in Economic Sciences
Tokhirov Jaloliddin Ochil ugli, Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Senior Lecturer
Bobobekov Ergash Abdumalikovich, Doctor of Philosophy (PhD) in Economic Sciences, Acting Associate Professor
Judi Smetana, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor (USA)
Chrissy Lewis, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor (USA)
Glazova Marina Victorovna, Doctor of Sciences in Economics (Moscow)
Nosirova Nargiza Jamoliddin kizi, Doctor of Philosophy (PhD) in Economic Sciences, Associate Professor
Sevil Piriyeva Karaman, Doctor of Philosophy (PhD) (Turkey)
Mirzaliyev Sanjar Makhamatjon ugli, Head of the Department of Scientific Research and Innovations, TSUE
Ochilov Bobur Bakhtiyor ugli, Senior lecturer at TSUI
Golisheva Yelena Vyacheslavovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor.

Ekspertlar kengashi:

Berkinov Bazarbay, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Po'latov Baxtiyor Alimovich, texnika fanlari doktori (DSc), professor
Aliyev Bekdavlal Aliyevich, falsafa fanlari doktori (DSc), professor
Isakov Janabay Yakubbayevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Xalikov Suyun Ravshanovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Rustamov Ilhomiddin, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Hakimov Ziyodulla Ahmadovich, iqtisodiyot fanlari doktori, dotsent
Kamilova Iroda Xusniddinovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
G'afurov Doniyor Orifovich, pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Fayziyev Oybek Raximovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Tuxtabayev Jamshid Sharafetdinovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Xamidova Faridaxon Abdulkarim qizi, iqtisodiyot fanlari doktori, dotsent
Yaxshiboyeva Laylo Abdisattorovna, katta o'qituvchi
Babayeva Zuhra Yuldashevna, mustaqil tadqiqotchi

Board of Experts:

Berkinov Bazarbay, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Pulatov Bakhtiyor Alimovich, Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor
Aliyev Bekdavlal Aliyevich, Doctor of Philosophy (DSc), Professor
Isakov Janabay Yakubbayevich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Khalikov Suyun Ravshanovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Rustamov Ilkhomiddin, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Khakimov Ziyodulla Akhmadovich, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor
Kamilova Iroda Xusniddinovna, Doctor of Philosophy (PhD) in Economics
Gafurov Doniyor Orifovich, Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogy
Fayziyev Oybek Raximovich, Doctor of Philosophy (PhD) in Economics, Associate Professor
Tukhtabayev Jamshid Sharafetdinovich, Doctor of Philosophy (PhD) in Economics, Associate Professor
Khamidova Faridaxon Abdulkarimovna, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor
Yakhshiboyeva Laylo Abdisattorovna, Senior Lecturer
Babayeva Zuhra Yuldashevna, Independent Researcher

08.00.01 Iqtisodiyot nazariyasi
08.00.02 Makroiqtisodiyot
08.00.03 Sanoat iqtisodiyoti
08.00.04 Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
08.00.05 Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
08.00.06 Ekonometrika va statistika
08.00.07 Moliya, pul muomalasi va kredit
08.00.08 Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
08.00.09 Jahon iqtisodiyoti
08.00.10 Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
08.00.11 Marketing
08.00.12 Mintaqaviy iqtisodiyot
08.00.13 Menejment
08.00.14 Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
08.00.15 Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
08.00.16 Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
08.00.17 Turizm va mehmonxona faoliyati

Muassis: "Ma'rifat-print-media" MChJ

Hamkorlarimiz: Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, O'zR Tabiat resurslari vazirligi, O'zR Bosh prokuraturasi huzuridagi IJQK departamenti.

Jurnalning ilmiyligi:

“Yashil” iqtisodiyot va taraqqiyot” jurnali

O'zbekiston Respublikasi
Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar
vazirligi huzuridagi Oliy
attestatsiya komissiyasi
rayosatining
2023-yil 1-apreldagi 336/3-
sonli qarori bilan ro'yxatdan
o'tkazilgan.



MUNDARIJA

O'zbekistonda aholi ish bilan bandligini oshirishda davlatning roli	20
Juraqulov Baxrimurod Ilxomovich	
BIM texnologiyasi: zamonaviy qurilish sohasida samaradorlik va shaffoflik omili	26
Usmonov F.B., Rajabova A.Sh.	
Nodavlat oliy ta'lim muassasalarida marketing faoliyati samaradorligini oshirish metodologiyasini takomillashtirish	31
Yuldashov Isomiddin Sidiqov	
Korxona iqtisodiy barqarorligini ta'minlashda diversifikatsiya strategiyasining roli	35
Alimatova Shoxsanam Abdumalik qizi	
Модели совместного развития человеческого капитала и искусственного интеллекта в цифровую эпоху	40
Явкачев Шохзод Зайниддин углы	
Navigating sustainable development: management challenges and solutions in the oil and gas sector	49
Kudratkhodjaeva Ziyoda Kamol kizi	
Banklarda moliyaviy barqarorlikning nazariy asoslari	56
Djalilov G'ayrat Qaxramanovich	
Mechanisms for stimulating investment activity at energy industry enterprises	60
Matchanov Umirzak Seytjanovich	
Mamlakat iqtisodiyotini rivojlantirishda turizm industriyasidan foydalanishda xorijiy mamlakatlar tajribalari	66
Abdulxakimov Zuxrali Tursunaliyevich	
O'zbekistonda barqaror davlat qarzi siyosatini shakllantirishning ustuvor yo'nalishlari	71
Sayfutdinov Xasanboy Dilshodovich	
Международный опыт сельскохозяйственного налогообложения и возможности его применения в узбекистане	76
Salimov Sherzod Baxtiyorovich	
Economic analysis and development strategy of the composites market in the regions of Uzbekistan	81
S.S.Sidiqov, A.A.G'ulomov, B.R.Tillayeva	
Oliy ta'lim muassasalarida moliyaviy mustaqillikning kutilayotgan istiqbollari va hozirgi natijalari	88
Muxamedov Ravshan Zafarovich	
Elektron tijoratni soliqqa tortish mexanizmini takomillashtirish yo'llari	93
Homidov Baxtiyor Rahimberdievich	
Investitsion jozibadorlik konsepsiyasi va uning strategik ahamiyati	99
Otaboyev Axmed Maxsudbek o'g'li	
Beomeditina signallarini xaar veyvletlari va bo'lak veyvletlari yordamida raqamli ishlash	105
Uraqov Shokir Ulashovich	



UDK 681.328.518.5

BEOMEDITSINA SIGNALLARINI XAAR VEYVLETLARI VA BO'LAK VEYVLETLARI YORDAMIDA RAQAMLI ISHLASH



Uraqov Shokir Ulashovich

SamDTU "Fizika, biofizika va tibbiy
fizika" kafedrası mudiri, dotsent
ORCID: 0000-0002-6267-9675

Elektron pochta: shokiruraqov74@mail.ru

Annotatsiya: Ushbu maqola biomeditsina signallarini qayta ishlashda muhim hisoblangan bo'lak-veyvlet modellarini qurishga bag'ishlangan. Bu modellar Xaarning bo'lak-o'zgarmas veyvletlari hamda Dobeshi veyvletlari yordamida qurilgan. Xaarning bo'lak-o'zgarmas veyvlet modellari biomeditsina signallarini raqamli ishlashda yuqori aniqlikka ega bo'lib, bu bemorlarning kasalliklari borasida shifokorlarning qaror qabul qilishida foydali ma'lumotlarni taqdim etishga katta hissa qo'shadi. Misol tariqasida gastroenterologik signalning dastlabki eksperimental ma'lumotlari olindi va shu ma'lumotlar asosida bo'lak-o'zgarmas hamda Dobeshi veyvlet modellari qurilib, ularning xatolari baholandi. Ma'lumki, signallarni bo'lak-o'zgarmas veyvletlari yordamida o'zgartirish natijasida ortonormal veyvletlar hosil qilinadi. Natijada signalning grafigi bo'ylab xatoliklar keskin oshib ketadi. Bu xatoliklarni kamaytirish maqsadida Dobeshi veyvletlaridan foydalanildi va natijada xatoliklarni kamaytirishga erishildi.

Kalit so'zlar: Dobeshi veyvleti, veyvlet o'zgartirish, raqamli ishlash xatoligi, nisbiy xatolik, Xaar veyvleti, Xaarning bo'lak-o'zgarmas veyvleti, ortogonal veyvletlar, masshtablash funksiyasi, ona veyvleti.

Abstract: This article is devoted to the construction of fragment-wavelet models, which are considered important in the processing of biomedical signals. These models are built using continuous Haar wavelets as well as Daubechies wavelets. Haar's fragmentary wavelet models are highly accurate in digital processing of biomedical signals, which greatly contributes to providing useful information about how doctors make decisions about patients' diseases. As an example, the first experimental data of the gastroenterological signal were taken, on the basis of which Daubechies' fragmentary and wavelet models were constructed and their errors were estimated. It is known that the modification of signals using fragmentary wavelengths leads to the formation of orthonormal wavelets, which leads to a sharp increase in errors along the signal graph, and Daubechies wavelets were used to reduce these errors, which led to a decrease in errors.

Key words: Daubechies wavelet, wavelet modification, digital processing error, relative error, Xaar wavelet, Xaar wavelet with constant fragmentation, orthogonal wavelets, scaling function, parent wavelet.

Аннотация: Данная статья посвящена построению фрагментно-вейвлетных моделей, которые считаются важными при обработке биомедицинских сигналов. Эти модели построены с использованием неразрывных вейвлетов Хаара, а также вейвлетов Добеши. Фрагментарные вейвлет-модели Хаара обладают высокой точностью цифровой обработки биомедицинских сигналов, что в значительной степени способствует предоставлению полезной информации о том, как врачи принимают решения о заболеваниях пациентов. В качестве примера были взяты первые экспериментальные данные гастроэнтерологического сигнала, на основе которых были построены фрагментарные и вейвлет-модели Добеши и оценены их ошибки. Известно, что модификация сигналов с использованием фрагментарных длин волн приводит к образованию ортонормированных вейвлетов, что приводит к резкому увеличению ошибок вдоль сигнального графика, и вейвлеты Добеши использовались для уменьшения этих ошибок, что приводило к уменьшению ошибок.

Ключевые слова: вейвлет Добеши, модификация вейвлета, ошибка цифровой обработки, относительная ошибка, вейвлет Хаар, вейвлет с постоянной фрагментарностью Хаар, ортогональные вейвлеты, функция масштабирования, родительский вейвлет.



KIRISH

Hozirgi vaqtda juda ko'p veyvlet turlari mavjud. Bu veyvletlarning eng oddiysi Haar veyvletidir. Haar veyvleti iterativ ko'rinishda ifodalangan. Haar veyvletining asosiy kamchiligi – veyvlet funksiyasining analitik ko'rinishi yo'qligi hamda siqish koeffitsiyentlarini tiklashda xatoliklarning oshib ketishidir. Shuni ham ta'kidlash mumkinki, qaysi veyvlet turining afzalligi kiritiladigan signalning tahliliga ham bog'liq [2], chunki masshtablash funksiyasi veyvlet turlariga qarab turlicha ko'rinishda talqin qilinadi.

Veyvletlardan tasvirlarni tanib olish masalalarida, turli xil signallarni, masalan, nutqni qayta ishlash va sintez qilish vaqtida, tabiatdagi har xil rasmlarni tahlil qilishda (ko'zning rangdor pardasi, buyrakning rentgenografiyasi, kristallar va nanoobyektlar sirtining xususiyatlarini o'rganishda, bulutning yoki sayyora sirtining sun'iy yo'ldosh rasmlari va boshqalar bo'lishi mumkin), girdobsimon maydonlarning xususiyatlarini o'rganishda hamda boshqa hollarda foydalanilmoqda [14].

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Biomeditsina signallarini tahlil qilishda veyvlet transformatsiyasi zamonaviy va samarali vosita sifatida keng qo'llanilmoqda. Masalan, Daubechies 1992-yilda o'zining mashhur "Ten lectures on wavelets" asarida veyvlet transformatsiyasining nazariy asoslarini bayon qilib, Haar veyvletlarini eng oddiy, ammo signalning asosiy xususiyatlarini ajratib ko'rsatishda qulay vosita sifatida taqdim etgan. Mallat 1999-yilda chop etilgan "A Wavelet Tour of Signal Processing" asarida biomeditsina signallarini, xususan EEG va EKG signallarini ko'p masshtabli tahlil qilish imkoniyatlarini batafsil yoritgan. Misol uchun, EEG signallarida alfa, beta, teta va delta to'qlinlarining vaqt-bo'yiqaviy o'zgarishlarini Haar veyvletlari orqali segmentlash orqali samarali diagnostika algoritmlari ishlab chiqilgan.

Chen va Chang 2000-yilda o'tkazgan tadqiqotlarida Haar veyvletlarini yurak signallaridan R-to'qlinlarini aniqlashda qo'llab, filtratsiya jarayonini sezilarli soddalashtirganliklarini ko'rsatgan. Bashar va Rezaei 2015-yilda esa bo'lak veyvletlari (piecewise wavelets) yordamida miya-kompyuter interfeysi (BCI) tizimlarida xatoliklarni kamaytirishga erishgan. Ularning tadqiqotida bo'lak veyvletlarining cheklangan qo'llab-quvvatlash va lokalizatsiya xususiyatlari tufayli signalning tebranishlarini aniqroq tahlil qilish imkoniyati yaratilgani ta'kidlanadi.

Misiti va Micchelli 1997-yilda chiqarilgan asarlarida bo'lak-polynomial veyvlet bazislarining konstruksiyasi, ular yordamida signalni lokal ko'rsatkichlari bo'yicha tahlil qilish metodologiyasini ishlab chiqqan. Buning natijasida EKG kabi noaniq va impulsiv xususiyatli biomeditsina signallarini segmentlash va xatoliklarni aniqlash algoritmlari yaratilgan.

Shuningdek, Vetterli va Kovacevic 1995-yilda chop etgan "Wavelets and Subband Coding" asarida veyvletlar yordamida subband kodlash va signal siqishni amalga oshirish usullari keltirilgan bo'lib, bu usullar tibbiy ma'lumotlar bazalarida xotira sarfini kamaytirishda qo'llanilmoqda. Phinyomark va hamkorlari 2012-yilda sEMG (yuzaki elektromiografiya) signallarini Haar veyvleti orqali siqish va shovqindan tozalash bo'yicha tadqiqot o'tkazib, Haar veyvletlari soddaligi va hisoblash tezligi tufayli real vaqtli tizimlarda ustunligini ko'rsatgan.

Xulosa qilib aytganda, Haar veyvletlari oddiy tuzilishi tufayli tezkor filtratsiya va siqishda qo'llanilsa, bo'lak veyvletlari esa yuqori lokalizatsiya aniqligi tufayli diagnostikada mikroo'zgarishlarni tahlil qilishda afzalliklarga ega.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Ushbu tadqiqotda biomeditsina signallari, xususan EKG va EEG signallari PhysioNet ma'lumotlar bazasidan olindi, ular Haar va bo'lak veyvletlari yordamida MATLAB muhitida dekompozitsiya qilindi. Olingan koeffitsiyentlar vaqt-bo'yiqaviy tahlil, shovqin filtratsiyasi va siqish samaradorligini baholash uchun statistik ko'rsatkichlar asosida tahlil qilindi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Haar-veyvletini qurish. Haar veyvletining tez o'zgartirish algoritmlari mavjud bo'lib, uning ortogonal veyvletlari amaliy masalalarni yechishda keng qo'llaniladi[1].

Signallarni veyvlet o'zgartirish jarayoni ikki ko'rinishdagi funksiyalardan foydalanishga tayanadi: veyvlet funksiya va masshtablash funksiyasi, ya'ni ular bitta onalik veyvleti $\psi(t)$ - ni signal bo'yilab vaqt bo'yicha siljitish b va vaqt masshtabini a o'zgartirish yo'li bilan quriladi:

$$\psi_b(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right), \quad (a, b) \in \mathbb{R}, \quad \psi(t) \in L^2(\mathbb{R})$$



Signallarga raqamli ishlov berishda signallarning detallarini va lokallik xususiyatlarini ajratish uchun veyvlet funksiyalardan, signallarni approksimatsiyalash uchun esa masshtablash funksiyasidan foydalaniladi. Veyvlet funksiyalarni tanlashda ularning sillqlik, tashuvchi o'lchami va qiymatlarining nolga teng holatlari soni kabi tavsiflariga alohida e'tibor qaratilgan[6].

V^n masshtablash funksiyalar to'plami ya'ni,

$$\phi_{n,j}(t) = \phi(2^n t - j) \quad j = 0, 1, \dots, 2^n - 1$$

$$0 \leq 2^n t - j < 1, \quad \frac{j}{2^n} \leq t < \frac{j+1}{2^n}$$

$$\phi_{n,j}(t) = \begin{cases} 1, & \frac{j}{2^n} \leq t < \frac{j+1}{2^n} \\ 0, & \text{aks holda} \end{cases}, \quad j = 0, 1, \dots, 2^n - 1 \quad (3)$$

$$V^0 \subset V^1 \subset \dots \subset V^n \subset \dots$$

$i = n$ bo'lgandagi $\psi(t)$ masshtablash funksiyasi, bu yerda,

masshtablash funksiyalarining o'zgarish intervalidir, $\phi_{n,j}(t)\psi_{n,j}(t)$ -lar V^n ga qarashli masshtablash funksiyalaridir, unda skalyar ko'paytma kiritilgan vektorlar to'plami mavjud, demak bu to'plamlar Evklid fazosini tashkil qiladi. Bizning holatda skalyar ko'paytma sifatida

$$(f, g) = \int_0^1 f(t)g(t)dt \quad (4)$$

ko'rinishni olamiz, bu formula yordamida C_n -masshtablash funksiyalari koeffitsiyentlari aniqlanadi[12]. U holda

$$\phi_{n,j}(t) = \sqrt{2^n} \phi(2^n t - j) \quad j = 0, 1, \dots, 2^n - 1$$

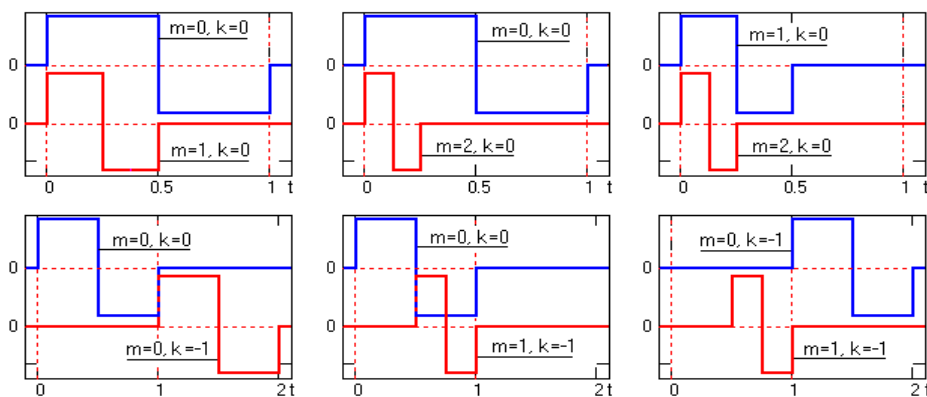
(3) va (4) ko'rinishlardan foydalanib Xaar veyvletining koeffitsiyentlari topiladi:

$$C_n = \int_0^1 \phi_n(x)f(x)dx \quad (5)$$

Xaar veyvletining koeffitsiyentlarini topish formulasi.

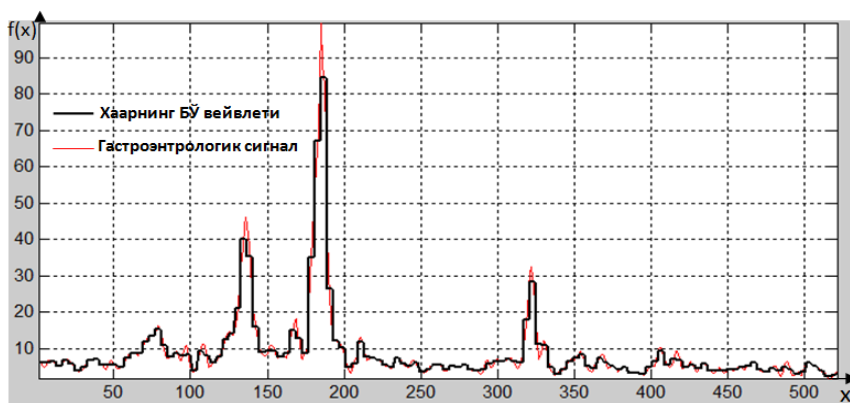
$$f(x) \cong \sum_{n=0}^{\infty} C_n \phi_n(x) \quad (6)$$

Xaarning masshtablash funksiyasi m va k ni turli qiymatlarida o'zgarish grafisini keltiramiz (1-rasm).



1-rasm. Xaarning masshtablash funksiyasini o'zgarish grafigi

Keltirilgan model asosida gastroenterologik signalini dastlabki eksperimental malumotlari olinib bo'lak-o'zgarmas veyvletlarida raqamli ishlash amalga oshirildi (2-rasm).



2-rasm. gastroenterologik signali tahlilini Xaarning bo'lak- o'zgarmas veyvletlarida raqamli ishlash(BO'- bo'lak-o'zgarmas)

Dobeshi veyvletini qurish. Shuni ta'kidlash kerakki, Dobeshi veyvleti masshtablash mezoniga asoslanib qurilgan va shuning uchun cheklangan miqdordagi koeffitsiyentlarga ega[7].

Dobeshi veyvletini qurish uchun masshtablash va to'lqin tenglamasini yozamiz[5]:

$$\varphi(t) = \sqrt{2} \sum_k h_k \varphi(2t - k)$$

$$\psi(t) = \sqrt{2} \sum_k g_k \varphi(2t - k) \quad (7)$$

Dobeshi veyvletining $\psi(t)$ to'lqin funksiyasi odatda D harfi bilan belgilanadi va Dobeshi veyvlet masshtabiga mos keladigan raqam qo'shilishi bilan, ya'ni D2, D4, D6 hosil qilinadi.

(7) formuladagi h_k va g_k lar mos ravishda masshtablash va to'lqin tenglamalarining koeffitsiyentlari bo'lib, ular uchun (8) formulaga ko'ra quyidagi tenglik o'rinli[3]:

$$\begin{cases} h_0^2 + h_1^2 + h_2^2 + h_3^2 = 1 \\ h_2 h_0 + h_3 h_1 = 0 \\ h_3 - h_2 + h_1 - h_0 = 0 \\ 0h_3 - 1h_2 + 2h_1 - 3h_0 = 0 \end{cases} \quad (10)$$

bu tenglamani yechib,

$$h_0 = \frac{1 + \sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, \quad h_1 = \frac{3 + \sqrt{3}}{4\sqrt{2}} \\ h_2 = \frac{3 - \sqrt{3}}{4\sqrt{2}}, \quad h_3 = \frac{1 - \sqrt{3}}{4\sqrt{2}}$$

h_k –koeffitsiyentlar aniqlangandan so'ng, h_k yordamida g_k larni quyidagi munosabat orqali aniqlaymiz[11]:

$$g_k = (-1)^k h_{2M-k-1}$$

$$g_0 = h_3, \quad g_1 = -h_2, \quad g_2 = h_1, \quad g_3 = -h_0 \quad (9)$$

$\varphi(t)$ funksiyani veyvlet o'zgarishi uchun $\{a_i, d_i\}$ koeffitsiyentlarini hisoblash talab etiladi. Bu koeffitsiyentlar quyidagi integral orqali topiladi [8]:

$$a_k = (f, \varphi_k) = \int f(x) \overline{\varphi_k(x)} dx \quad (10)$$



$$d_k = (f, \psi_k) = \int_R f(x) \overline{\psi_k(x)} dx \quad (11)$$

Shuni ta'kidlash kerakki (10) va (11) da $\{a_i, d_i\}$ ko'effitsiyentlarni topish uchun ko'p sonli integrallarni hisoblash muammosi mavjud. Bu muammoni hal qilish uchun Malla tomonidan taklif qilingan tez veyvlet o'zgartirish usulidan foydalaniladi[13]. Malla algoritmi veyvlet uzgartirish ko'effitsiyentlarini algebraik operatsiyalaridan foydalangan holda hisoblash imkonini beradi[4]:

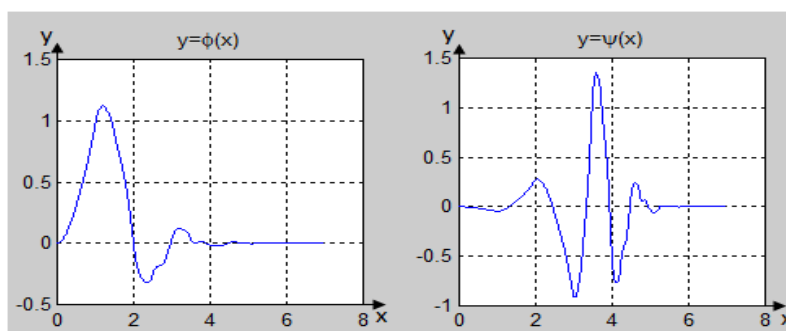
$$\begin{aligned} a_i &= h_0 f_{2i} + h_1 f_{2i+1} + h_2 f_{2i+2} + h_3 f_{2i+3} \\ d_i &= g_0 f_{2i} + g_1 f_{2i+1} + g_2 f_{2i+2} + g_3 f_{2i+3} \end{aligned} \quad (12)$$

a_i Dobeshining masshtablash ko'effitsiyentlari, d_i Dobeshining veyvlet ko'effitsiyentlari. Ushbu (12) tengliklar veyvlet ko'effitsiyentlarini hisoblash uchun tezkor algoritmlarni ta'minlaydi. (12) formulaga ko'ra Dobeshi veyvleti asosidagi veyvlet o'zgartirish quyidagicha yoziladi:

$$D(a, b) = \sum_i a_i + \sum_i d_i$$

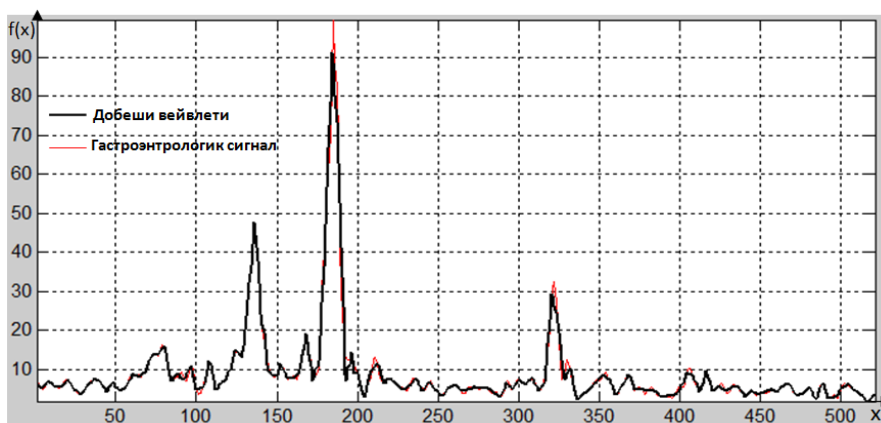
Dobeshining to'rtinchi tartibli veyvlet o'zgartirishi amalga oshirilganda $\varphi(t)$ masshtablash funksiyasi uchun ikkita ko'effitsiyent nolga aylanadi [7].

N=4 bo'lgan hol (D4-Dobeshining to'rtinchi tartibli veyvlet o'zgartirishi) uchun Dobeshining ona veyvleti va masshtablash veyvleti 3-rasmda keltirilgan[10] (3-rasm).



3-rasm. N=4 hol uchun Dobeshining masshtablash va ona veyvleti funksiyasi (D4-Dobeshining to'rtinchi tartibli veyvlet o'zgartirishi).

Keltirilgan model asosida gastroenterologik signalini dastlabki eksperimental ma'lumotlari olinib N=4 hol uchun Dobeshining to'rtinchi tartibli(D4) veyvletlarida raqamli ishlash amalga oshirildi (4-rasm).



4-rasm. Gastroenterologik signalini Dobeshi veyvletlarida raqamli ishlash(D4)

Xatoliklarni baholash. Xaarning bo'lak-o'zgarmas va Dobeshi veyvletlarida raqamli ishlash xatoliklarini keltiramiz[15].



$[a, b]$ da aniqlangan $f(x)$ uzluksiz funksiya berilgan bo'lsin [2]. $[a, b]$ segmentni

$$a \leq x_0 < x_1 < \dots < x_i < \dots < x_n \leq b$$

tugun nuqtalarga ajratib olamiz.

$$h = x_{i+1} - x_i = \text{const} \quad (15)$$

h - tugun nuqtalar orasidagi masofa.

Har xil darajali polinomlar uchun interpolatsiyaning metodik xatoliklarini aniqlash formulalari mavjud. Masalan, nolinchii darajadagi polinomlar uchun (bo'lak- o'zgarmas veyvletlar uchun) xatolikni baholash formulasi quyidagicha ifodalanadi[9]:

$$|P(x) - f(x)| \leq \frac{1}{2} \max |f'(x)| h$$

Gastroenterologik signalini Xaarning bo'lak- o'zgarmas veyvletlarida raqamli ishlashning nisbiy xatoligini baholashni keltiramiz.

$$\delta_1 = \max \frac{|f(x_i) - \text{har}(x_i)|}{f(x_i)} \cdot 100\% = 0,087679\% \quad (16)$$

δ_1 - Xaarning bo'lak- o'zgarmas veyvletlarning nisbiy xatoligi

Gastroenterologik signalini Dobeshi veyvletlarida interpolatsiyalashning nisbiy xatoligini baholashni keltiramiz.

$$\delta_2 = \max \frac{|f(x_i) - D_i|}{f(x_i)} \cdot 100\% = 0,030609\% \quad (17)$$

δ_2 - Dobeshi veyvletining nisbiy xatoligi

(16) va (17) formuladan foydalanib nisbiy xatolikni baholashni jadval yordamida keltiramiz(1-jadval).

1-jadval. Xaarning bo'lak o'zgarmas va Dobeshi veyvletlarining xatoliklarini baholash jadvali

T/r	EKG signal	Xaarning bo'lak o'zgarmas veyvlet	EKG - Xaar	Nisbiy xatolik %	Dobeshi	EKG-Dobeshi	Nisbiy xatolik %
0	6,370065	6,322574	0,047491	0,087679	6,370065	0	0,030609
1	6,370065	6,329703	0,040362		6,370065	0	
2	5,835327	5,843876	0,008549		5,767959	0,067369	
3	5,30059	5,322287	0,021697		5,467959	0,167369	
4	4,765852	4,381673	0,384179		4,666906	0,098946	
5	5,567959	5,461979	0,10598		5,466906	0,101054	
6	6,637434	6,401045	0,236389		6,771119	0,133685	
7	6,904803	6,99168	0,086877		6,771119	0,133685	
8	6,904803	6,784235	0,120568		6,837434	0,067369	
9	6,370065	6,29328	0,076785		6,374340	0,004275	
10	6,370065	5,992511	0,377554		6,302696	0,067369	

XULOSA VA TAKLIFLAR

Xaarning bo'lak-o'zgarmas va Dobeshi veyvletlarida gastroenterologik signalini raqamli ishlash modelini qurib uning xatoliklarini baholash amalga oshirildi. Olingan natijalar tahlili shuni ko'rsatadiki, baholash jarayonida gastroenterologik signalini inteopolyatsiyalashda Xaarning bo'lak-o'zgarmas veyvletida raqamli ishlashning



nisbiy xatoligi 0,087679 % ga va Dobeshi veyvletining raqamli ishlashning nisbiy xatoligi 0,030609 % ga teng bo'ldi. Natijada Dobeshi veyvletlarida(D4) raqamli ishlashning nisbiy xatoligi Xaarning bo'lak- o'zgarmas veyvletida raqamli ishlashning nisbiy xatoligidan kichik ekanligi ma'lum bo'ldi, xulosa qilish mumkinki signallarni raqamli ishlash jarayonida Dobeshi(D4) veyvletlaridan foydalanish yaxshi natija berar ekan.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Акимов П.А., Мозгалева М.Л. Некоторые элементы кратномасштабного вейвлет-анализа. Часть 2. Анализ и синтез // Вестник МГСУ. 2012. № 8. С. 60–65.
2. Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения // Успехи физических наук. 1996. Т. 166. № 11. С. 1145–1170.
3. Воскобойников Ю.Е., Гочаков А.В., Колкер А.Б. Фильтрации сигналов и изображений: фурье и вейвлет алгоритмы (с примерами в Mathcad): монография. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2010. 188 с.
4. Ахметханов Р.С., Дубинин Е.Ф., Кукова В.И. Применение вейвлет-преобразований для анализа экспериментальных данных // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2012. № 4. С. 39–45.
5. Зайнидинов Х.Н. Методы и средства обработки сигналов в кусочно-полиномиальных вейвлетах. Ташкент, 2015. 70 с.
6. Зайнидинов Х.Н. Сплайны в задачах цифровой обработки сигналов. Ташкент: Fan va texnologiya, 2015. 208 с.
7. Зайнидинов Х.Н., Атаджанова М.П., Жиянбеков Х.Р. Многопроцессорная вычислительная структура для выполнения быстрых спектральных преобразований в двумерных базисах // Автоматика и программная инженерия. Новосибирск. 2016. С. 38–42.
8. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. Ижевск: РХД, 2001.
9. Daubechies I. The Wavelet Transform, Time-Frequency Localization and Signal Analysis // IEEE Trans. Inform. Theory. 1990. № 5. P. 961–1005.
10. Фрик П.Г. Вейвлет-анализ и иерархические модели турбулентности: препринт / ИМСС УрО РАН. Пермь, 1992.
11. Amit Kumar, Rajnish Manwall. Wavelet Based Compression of Biological Images // International Journal of Data and Network Security. 2011. Vol. 3. No. 1. ISSN 23191236. February.
12. Bakhtadze N., Sakrutina E. Applying the Multi-Scale Wavelet Transform to the Identification of Non-linear Time-varying Plants // IFAC PapersOnline. 2016. Vol. 49. No. 12. P. 1927–1932.
13. Perov D.V., Rinkevich A.B. Localization of Reflectors in Plates by Ultrasonic Testing with Lamb Waves // Russ. J. Nondestr. Test. 2017. Vol. 53. No. 4. P. 265–278.
14. Sukharev A.L. Variability of the Extragalactic Radio Sources 3C 446 and BI Lac in the Centimeter Wavelength Range // Astrophysics. 2015. Vol. 58. No. 1. P. 1–13.
15. Turovsky Ya.A., Kurgalin S.D., Vahtin A.A., Borzunov S.V., Belobrodsky V.A. Event-related brain potential investigation using the adaptive wavelet recovery method // Biophysics. 2015. Vol. 60. No. 3. P. 443.



IQTISODIYOT & TARAQQIYOT

Ijtimoiy, iqtisodiy, texnologik, ilmiy, ommabop jurnal

Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir ALIBEKOV

Sahifalovchi va dizayner: Oloviddin Sobir o'g'li

2025. № 7

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Yashil" iqtisodiyot va taraqqiyot" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

Mazkur jurnalda maqolalar chop etish uchun quyidagi havolalarga maqola, reklama, hikoya va boshqa ijodiy materiallar yuborishingiz mumkin.
Materiallar va reklamalar pullik asosda chop etiladi.

El.Pochta: sq143235@gmail.com

Bot: @iqtisodiyot_77

Tel.: 93 718 40 07

Jurnalga istalgan payt quyidagi rekvizitlar orqali obuna bo'lishingiz mumkin. Obuna bo'lgach, @iqtisodiyot_77 telegram sahifamizga to'lov haqidagi ma'lumotni skrinshot yoki foto shaklida jo'natishingizni so'raymiz. Shu asosda har oygi jurnal yangi sonini manzilingizga jo'natamiz.

"Yashil" iqtisodiyot va taraqqiyot" jurnali 03.11.2022-yildan O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan №566955 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.

Litsenziya raqami: №046523. PNFL: 30407832680027

Manzilimiz: Toshkent shahar, Mirzo Ulug'bek tumani
Kumushkon ko'chasi, 26-uy.



Jurnal sayti: <https://yashil-iqtisodiyot-taraqqiyot.uz>