

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

№4

2025
APREL

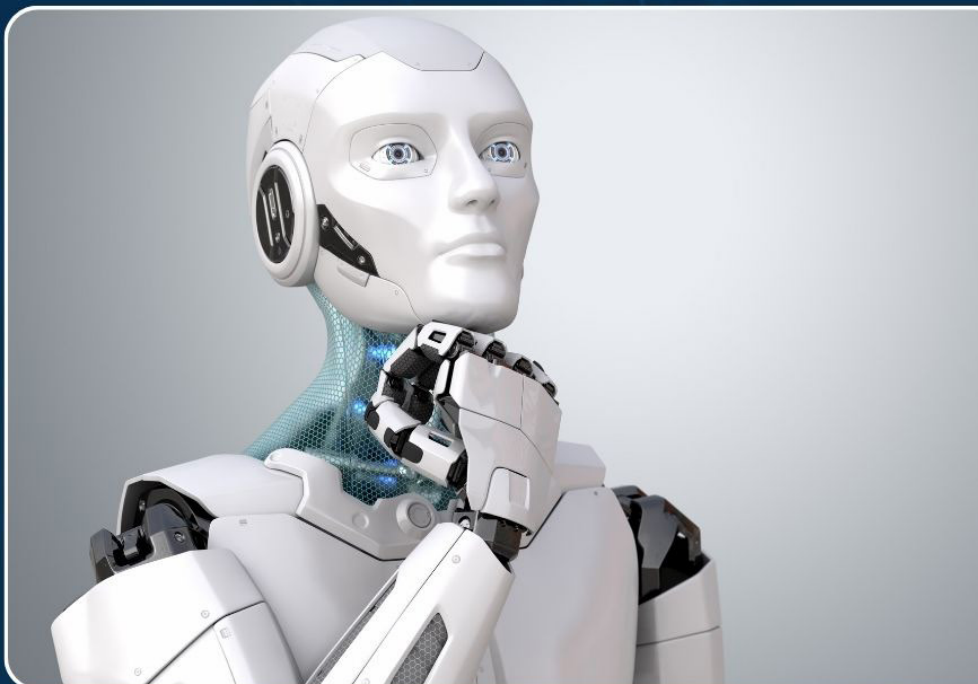


Milliy nashrlar

OAK: <https://oak.uz/pages/4802>

05.00.00 – Texnika fanlari

08.00.00 – Iqtisodiyot fanlar



Google Scholar

OPEN ACCESS

ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

Academic
Resource
Index
ResearchBib

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

CYBERLENINKA

OpenAIRE

ROAD

INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

BASE

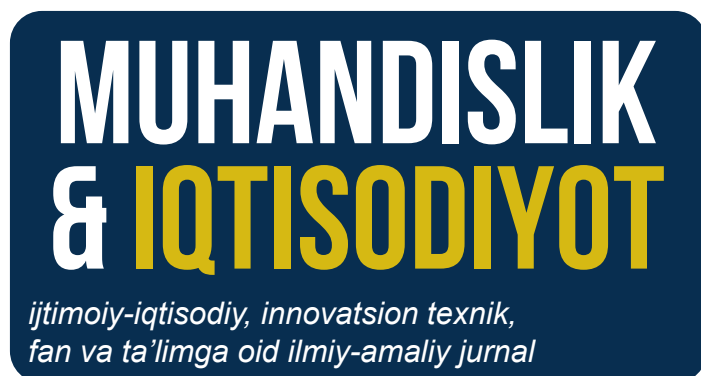
Crossref

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU



РЭУ.РФ
Российский экономический университет
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА
ТАШКЕНТСКИЙ ФИЛИАЛ





*Elektron nashr,
411 sahifa, aprel, 2025-yil.*

BOSH MUHARRIR:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

BOSH MUHARRIR O'RINBOSARI:

Shakarov Zafar G'afforovich, iqtisodiyot fanlari doktori, PhD

TAHRIR HAY'ATI:

Abduraxmanov Kalandar Xodjayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor, akademik
Sharipov Kongratbay Avazimbetovich, texnika fanlari doktori, professor
Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor
Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor, TDIU kengash kotibi
Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent
Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Sharipov Botirali Roxatiliyevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor
Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dots.nt
Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD
Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)
Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor. Buxoro davlat texnika universiteti

MUHANDISLIK & IQTISODIYOT

*ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal*

- 05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
- 05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
- 05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
- 05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
- 05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
- 05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
- 05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
- 05.01.07 – Matematik modellash
- 05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
- 05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
- 05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
- 05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
- 05.04.01 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
- 05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
- 05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
- 05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
- 05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
- 05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
- 05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
- 05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
- 10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
- 10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti

Ma'lumot uchun, OAK
Rayosatining 2024-yil
28-avgustdagi 360/5-son
qarori bilan "Dissertatsiyalar
asosiy ilmiy natijalarini chop
etishga tavsiya etilgan milliy
ilmiy nashrlar ro'yxati"ga
texnika va iqtisodiyot fanlari
bo'yicha "Muhandislik va
iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga
kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G. V. Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti



MUNDARIJA

Роль искусственного интеллекта в управлении финансовым потенциалом предприятий.....	10
Юсупов Файзулла Якубович	
Erkin iqtisodiy zonalar faoliyatini moliyaviy vositalar orqali takomillashtirish: "Navoiy" EIZ misolida.....	20
Quziev Ravshan Ramazanovich	
Davlat xaridlari jarayonini boshqarish va nazorat qilishning muhim jihatlari.....	26
Xodjamqulov Shahboz Sherali o'g'li	
Oliy ta'lim tizimini baholash: milliy model va global standartlar.....	31
Hakimov Hakimjon Abdullo o'g'li, Hakimova Gulnoza Abdulloyevna	
Aksiyadorlik jamiyatlarining investitsion jozibadorligini oshirishda xorij tajribasi.....	37
Qodirov Iskandar Alisher o'g'li	
Механизмы адаптации рынка труда к новой модели экономического роста: теория, практика и цифровые решения.....	41
Абдумухтаров Анваржон Акрамжонович	
Xorazm viloyati eksport strategiyasini takomillashtirishning iqtisodiy va ijtimoiy ta'sirlari.....	50
Fozil Xolmurotov	
Suv resurslarini tejashda aqli sug'orish tizimlarining ahamiyati.....	62
Abdullayev.A., Karimov Anvarjon Muqumjonovich	
To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoati raqobatbardoshligini oshirishning marketing vositalari.....	68
Satvoldiyev Ulugbek Kamilovich	
The current state and development trends of innovative activity in agriculture.....	72
Aytmuratova Miyrigul Zhalgasovna	
Методология оценки инновационной деятельности.....	78
Алиева Эльнара Аметовна	
Yashil iqtisodiy o'sishda raqamli iqtisodiyot va tadbirkorlikning integratsiyalashuvi.....	86
Xodjamov Asliddin O'ktam o'g'li, Maqsudov Bunyod Abdusamat o'g'li	
Tijorat banklari aktivlarini diversifikatsiya qilish yo'llari tahlili.....	92
Abdurazzoqov Abdualim Abdujabbor o'g'li	
Направления повышения эффективности средств, направляемых на обеспечение занятости населения и сокращение бедности.....	97
Маликов Аuezхан Жорабекович	
O'zbekiston uy xo'jaliklarining farovonlik koeffitsiyenti: blackorby va donaldson yondashuvi asosida tahlili.....	106
Boltayeva Dilafza Jumaqulovna	
O'zbekistonda aholi jon boshiga asosiy kapitalga investitsiyalarning o'zgarish dinamikasi.....	114
Qo'shbaqov Aybek Shovqiyevich	
Yashil iqtisodiyotga o'tish sharoitida barqaror iqtisodiy o'sishni ta'minlash, davlat iqtisodiy siyosatini takomillashtirish va sirkulyar iqtisodiyot tamoyillarini joriy etishning samaradorligini oshirish yo'llari.....	123
Muratbaeva Eleonora Muxamedjan qizi, Saifnazarov Ismoil Saifnazarovich	
Yangi o'zbekistonda kichik biznes va xususiy tadbirkorlikning rivojlanish tendensiyalari.....	132
Tojiyev Javlonbek Rustamovich	



Mulkchilik shakliga ko'ra tijorat banklarida depozitlarining amaldagi holati tahlili	138
Allaberganov Sirojali Saxatovich	
Bandlikni ta'minlashda moliyaviy mexanizmlarning o'rni va ahamiyati	151
Karimjonov Muhammadrasul To'liqinjon o'g'li	
Mustaqil direktorlar ulushi, nomoliyaviy axborotlarning oshkor qilinishi va dividend siyosatining kapital qiymatga kompleks ta'siri	159
Urinov Bobur Nasilloevich	
Turizm orqali ish o'rinlarini yaratish va bandlik muammosini kamaytirish imkoniyatlari	167
Kaxramanova Sevda Shamsiddin qizi	
Kam quvvatli gidroelektr stansiya uchun mos bo'lgan inverter, reduktor, akkumulyator va generatorni tanlash	173
Xamrayev Og'abek Oybek o'g'li, Davletov I.Y.	
Raqamli iqtisodiyot sharoitida sanoat tarmoqlarini ijtimoiy va iqtisodiy jarayonlarini rivojlantirishning ilmiy-uslubiy asoslari	182
Ibragimova Gulnoza Sayidmuradovna	
Terminologiya va ilmiy terminologiya xususida	188
Ruziyeva Gulnoz Temirqulovna	
O'zbekiston Respublikasida innovatsiyalarni tashkil etish va moliyalashtirish yo'llari	192
Ramazonov Javohir Bekzod o'g'li	
Bazalt chiqindi toshqol asosidagi kam suv talabchan sementlarning samaradorligini oshirish	197
Babayev Sultonbek Sunnat o'g'li	
Qashqadaryo qayta tiklanuvchi energiya manbalarining samaradorligini turli yondashuv asosida baholash	203
Omonova Sitara Zafar qizi, Utayev Sobir Achilovich	
Tilshunoslikning mexanika muhandisligi terminlari xususida	208
Mansurova Nafisa Qamariddinovna	
"Chizma geometriya va perspektiva" fanining arxitektura bilimlari tizimidagi roli	213
Yusubjonov Jonibek Farxod o'g'li	
Geodezik plan olishning avtomatlashgan usullari	219
Mamajonova Nodira Alisher qizi	
Zamonaviy arxitektura interyer dizaynida milliy grixva islomiy naqshlar uyg'unligi	225
Qo'chqarov Baxodir O'lmasovich	
Qurilishda mehnat unumdorligini oshirish va uni prognozlashning nazariy asoslari	230
Abduvaliyev Bekzod Muhiddin o'g'li	
Qishloq aholi hududlaridagi zamonaviy innovatsion o'zgarishlarining o'rta ta'lim maktablari tuzilishidagi ta'siri	235
Abdurahmonov Olimjon Obboqul o'g'li	
Seysmik hududlarda qurilish konstruksiyalarini to'g'ri tanlash	241
Egamberdiyeva Shaxnoza Abdurashidovna	
Arixiy yodgorliklarning me'moriy-rejaviy, konstruktiv va badiiy bezak yechimlari	251
Sotvoldiyev Azamatjon Akramjon o'g'li	
Xitoy va O'zbekiston tajribasi asosida soliq to'lovchilar reytingi tizimi orqali fiskal intizomni mustahkamlash	255
Abdullayev Zafarbek Safibullayevich	
Turizmga investitsiyalar iqtisodiyotimizga ijobiy ta'siri etuvchi omillari sifatida	268
Ayubov Ilyos Ilxomovich, Tursunov Qosimbek Nodirovich	



Problems of determining the informativeness of input and output parameters in object management	275
Turapov Ulugbek Urazkulovich	
Tijorat banklari faoliyatiga foiz riskining ta'siri: ilmiy-nazariy asoslar va amaliyot tahlili	280
Turdiyev Abdulhakim Qulbazarovich	
Zamonaviy moy filtrlarining dvigatel ishlash resursini oshirishiga ta'siri.....	290
Mirzakarimov Rustambek Xusanboy o'g'li	
Qayta tiklanadigan energiya manbalari: zamonaviy global tendensiyalar va O'zbekiston uchun perspektivlar	295
Bozarov Elyor Boboqulovich, Rustamova Sarvinoz Azizbek qizi	
Kichik biznes va xususiy tadbirkorlikni rivojlantirishda investitsiyaning ahamiyati.....	300
Kaxorova Zamira Safaraliyevna	
Strengthening and enhancing the export potential of industrial enterprises for sustainable growth.....	305
Researcher of Tashkent State University of Economics	
Davlat tashkilotlarining bitiruvchilarga bo'lgan ehtiyoji va talablari.....	310
Daminova Barno Esanovna, Bozorova Irina Jumanazarovna, Pardayeva Muqaddas Zafar qizi	
Erkin iqtisodiy hududlar soliq rejimlarini takomillashtirishning xorij tajribasi.....	320
Boltayev Jo'rabek Yusofovich	
Tabiiy va sun'iy tolalar sanoatini diversifikatsiya qilish orqali investitsion jozibadorlikni oshirish.....	325
Raximov Furqat Jalalovich	
Maishiy kimyo tovarlari B2B segmentida omnichannel marketing strategiyalarining qo'llanishi	331
Ro'ziyeva Farzona Komiljon qizi	
O'zbekistonda kichik biznes faoliyatini rivojlantirish yo'nalishlari	338
Djo'rayeva Lola Abdugabbarovna	
Task mapping and job scheduling implications of fdi inflows and governance quality metrics	343
Nilufar Zikirullaeva Dilmurod qizi	
Yangi O'zbekiston savdo-iqtisodiy munosabatlari rivojlanishida xizmatlar eksportining ahamiyati	350
Eshanqulov Baxodir Abduraxmon o'g'li	
Budjet daromadlarini shakllantirishda yirik soliq to'lovchilarning tutgan o'rni	357
Tohirov Shuhrat Niyoz o'g'li	
Davlat maqsadli jamg'armalari resurslarini boshqarish va samarali foydalanish yo'nalishlari.....	361
Xushmurodov Baxtiyor Turg'un o'g'li	
Kichik biznes hamda xususiy tadbirkorlik subyektlari amaliy holati, sohani rivojlantirish asoslari	365
Ortiqov Ulug'bek Akrombek o'g'li	
Korxonalarda moliyaviy instrumentlarning hisobi va audit masalalari	371
Maxmudov Saidjamol Kadirjanovich	
Tijorat banklarida moliyaviy barqarorlikni ta'minlash bo'yicha zamonaviy tendensiyalar	375
Latipova Lola Ilhomovna	
Soliq stavkalarini tabaqalashtirish orqali soliq to'lovchilar faoliyatini muvofiqlashtirish	380
Abduraimova Nigora Abdugapparovna	
Transformatsiyalash jarayonida tijorat banklari likvidligini oshirishning nazariy asoslari	385
Poyonov Bobir Bekturod o'g'li	



The importance of implementing international accounting standards in uzbekistan	393
Annayev Abdurasul Abdurashidovich	
Banklarda moliyaviy xavfsizlikning o'ziga xos jihatlari.....	398
Qobilov Muxammad Ayubxon Yusufjon o'g'li	
Ikki o'lchovli geofizik signallarni raqamli ishlashda XAAR tez o'zgartirish algoritmlari.....	403
Ibragimov Sanjarbek Salijanovich, Mullajonov Baxodirjon Arabboyevich	



IKKI O'LCHOVLI GEOFIZIK SIGNALLARNI RAQAMLI ISHLASHDA XAAR TEZ O'ZGARTIRISH ALGORITMLARI

Ibragimov Sanjarbek Salijanovich

Andijon davlat texnika instituti
"Axborot texnologiyalari" kafedrası dotsenti, t.f.f.d. (PhD)
sanjari07@yahoo.com
ORCID: 0000-0001-5990-8046

Mullajonov Baxodirjon Arabboyevich

O'zbekiston jurnalistika va ommaviy kommunikatsiyalar universiteti
Mediadizayn kafedrası katta o'qituvchisi
frastmorennn@gmail.com
ORCID:0009-0009-7922-3509

Annotatsiya: Ushbu maqolada ikki o'lchovli geofizik signallarini raqamli ishlashda Haar tez o'zgartirish algoritmlarining qo'llanilishi va afzalliklari yoritilgan. Bir o'lchovli algoritmlarning ikki o'lchovli muammolarga moslashtirilishi, ayniqsa Haar, Xarmut, Fure va Uolsh algoritmlari asosida amalga oshirilgan tahlillar asosida ko'rsatib berilgan. Taklif etilgan usulda satr va ustunlar bo'yicha alohida ishlov berish orqali ikki o'lchovli tez o'zgartirishlarning hisoblash talablari ancha soddalashtirilgan. Maqolada ikki o'lchovli bazis funksiyalar, M funksiyalari, diagonal farqlar orqali spektral koeffitsiyentlarni aniqlash va ularning samaradorligini taqqoslashga doir matematik asoslar keltirilgan. Hisoblashlar natijasi algoritmlarning samaradorligini ko'rsatuvchi jadvalda taqqoslab tahlil etilgan.

Kalit so'zlar: Haar transformatsiyasi, ikki o'lchovli signal, tez o'zgartirish algoritmi, spektral koeffitsiyent, diagonal farq, M funksiya.

Abstract: This article highlights the application and advantages of Haar fast transform algorithms in digital processing of two-dimensional electrical resistivity signals. The adaptation of one-dimensional algorithms to two-dimensional problems – particularly those based on Haar, Hartley, Fourier, and Walsh transforms – is demonstrated through analytical comparisons. The proposed method simplifies the computational requirements of two-dimensional transformations by separately processing rows and columns. The mathematical foundations for identifying spectral coefficients using two-dimensional basis functions, M-functions, and diagonal differences are presented, along with a comparative evaluation of their efficiency. The computational results are analyzed and summarized in a table that demonstrates the performance of each algorithm.

Keywords: Haar transform, two-dimensional signal, fast transform algorithm, spectral coefficient, diagonal difference, M-function.

Аннотация: В статье рассмотрено применение и преимущества алгоритмов быстрого преобразования Хаара при цифровой обработке двумерных сигналов электрического сопротивления. Показана адаптация одномерных алгоритмов к решению двумерных задач, в частности на основе преобразований Хаара, Хармута, Фурье и Уолша. Предложенный метод упрощает вычислительные требования двумерных преобразований за счет отдельной обработки строк и столбцов. Приведены математические основы для определения спектральных коэффициентов с использованием двумерных базисных функций, М-функций и диагональных разностей, а также сравнительная оценка их эффективности. Результаты расчетов представлены в виде таблицы, иллюстрирующей производительность каждого алгоритма.

Ключевые слова: Преобразование Хаара, двумерный сигнал, алгоритм быстрого преобразования, спектральный коэффициент, диагональная разность, М-функция.

KIRISH

Ko'p o'lchovli signallarni raqamli qayta ishlash masalalari bugungi kunda tibbiy tasvirlar, geofizik razvedka, elektrorazvedka va raqamli tasvirlar analizida katta ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, ikki o'lchovli geofizik signallariga ishlov berishda bir o'lchovli algoritmlarning moslashuvchanlik xossalari ulardan foydalanishni sezilarli darajada soddalashtiradi. Ko'p o'lchovli tizimlarning matematik modeli murakkab va yuqori o'lchamli bo'lgani bois, ularni optimal hisoblash algoritmlari orqali ishlov berish zamonaviy raqamli texnologiyalar oldida muhim vazifadir [1-3, 6-8].

Ushbu maqolada aynan ikki o'lchovli Xaar tez o'zgartirish (XTO') algoritmi asosida ishlov berish yondashuvi taklif qilinib, uni boshqa tez o'zgartirish algoritmlari bilan taqqoslash orqali samaradorlik jihatlari aniqlanadi. Tadqiqotda ikki o'lchovli bazis funksiyalar, chiziqli ortogonal o'zgartirishlar, va diagonal farqlar yondashuvi asosida o'zgartirish natijalari tahlil qilinadi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Ikki o'lchovli signallarga raqamli ishlov berish sohasida olib borilgan tadqiqotlar, ayniqsa Xaar bazis funksiyasi asosidagi tez o'zgartirish algoritmlarining qo'llanilishi bo'yicha bir qator muhim ilmiy ishlarga asoslangan. Bu adabiyotlar [1, 3, 6-8] mavjud algoritmlarni takomillashtirish, ularning hisoblash murakkabligini kamaytirish hamda real vaqtli tahlil tizimlarida samaradorligini oshirishga qaratilgan.

Ikki o'lchovli signallarni spektrini to'liq ifodalash uchun A.V. Ponomaryov tomonidan taklif etilgan takomillashgan Furiye o'zgartirishi usullarida nollarga to'ldirish operatsiyasi orqali signal uzluksizligini ta'minlash muhim spektral o'zgartirish metodlarining aniqlik darajasini oshiradi [3].

H.N. Zayniddinov tomonidan chop etilgan ilmiy ishlarda Xaar o'zgartirishining matematik modellari, bazis funksiyalari va ularni bipolinomial bazislar orqali ifodalash, ayniqsa ikki o'lchovli signallarni qayta ishlashga oid modellar mexanizmlari chuqur tahlil qilgan [1].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

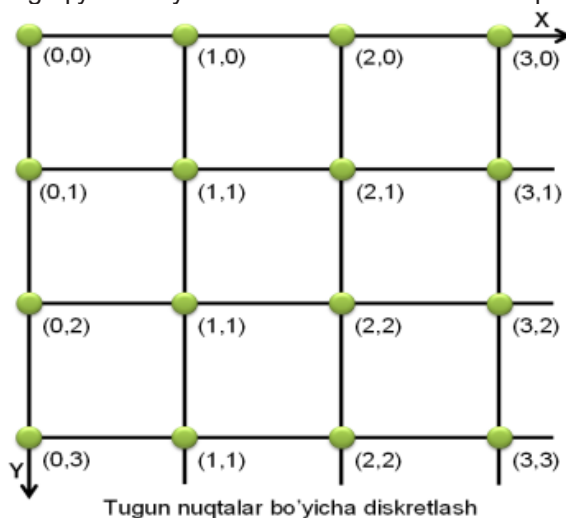
Ikki o'lchovli signallarni qayta ishlashda bir o'lchovli signallarni qayta ishlash usullaridan foydalanishning muhim xususiyatlariga ega. Bu uchta omilga bog'liq. Birinchidan, ko'p o'lchovli tizimlarni tavsiflashning matematik usullari mukammal va to'liq emas. Ikkinchidan, ko'p o'lchovli muammolarni hal qilishda juda katta hajmdagi ma'lumotlar ishlatiladi. Uchinchidan, ko'p o'lchovli tizimlar juda ko'p erkinlik darajalariga va shunga mos ravishda ancha moslashuvchanlikka ega [1, 5, 7, 10-11].

Ikki o'lchovli diskret signal tartiblangan juft butun sonlar to'plamida aniqlangan funksiyadir:

$$x = \{x(n_1, n_2), -\infty < n_1, n_2 < \infty\} \quad (1)$$

x ketma-ketlikning (n_1, n_2) nuqtadagi qiymati $x(n_1, n_2)$ ko'rinishida ifodalanadi.

Matematik hisob-kitoblarning qulayligi va ularning ifodasini soddalashtirish uchun ikki o'lchovli signallar to'rtburchakli panjara tugunlaridagi qiymatlar yordamida olinadi deb taxmin qilinadi (1-rasm) [7].



1-rasm. Ikki o'lchovli signallarni ifodalash.



Ikki o'lchovli signallarga raqamli tasvirlar, rangen tasvirlari, magnitorazvedka va elektrorazvedka usullaridan olingan signallar misol bo'la oladi [5, 8].

Ikki o'lchovli signalni bir o'lchovli signallarning tartiblangan to'plami sifatida ko'rish mumkin. Shuni inobatga olgan holda, signalni tahlil qilish va qayta ishlashda bir o'lchovli signalni qayta ishlashning ko'plab tamoyillari va amaliyotlari ikki o'lchovli signallarni qayta ishlashga taaluqlidir.

Ikki o'lchovli bazis funksiyalar bir o'lchovli ikkita bazis funksiyani ko'paytmasidan hosil bo'ladi [4,5,7,10,11]. Shuningdek, ikki o'lchovli Xaar bazisi quyidagicha aniqlanadi:

$$har_{n,m}(x, y) = har_n(x) * har_m(y)$$

Ikki o'lchovli signallarni bizislar yordamida to'g'ri diskret almashtirishlari quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$C_{n,m} = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} X(i, j) har_n(x_i) har_m(y_j) \quad (2)$$

Yuqoridagi tenglikda ichki yig'indining argumentiga bog'liq bo'lgan bazis funksiyalar tizimi bilan quyidagini shakllantiramiz:

$$S_m(i) = \sum_{j=0}^{M-1} X(i, j) har_m(y_j) \quad (3)$$

U holda quyidagicha yozish mumkin bo'ladi:

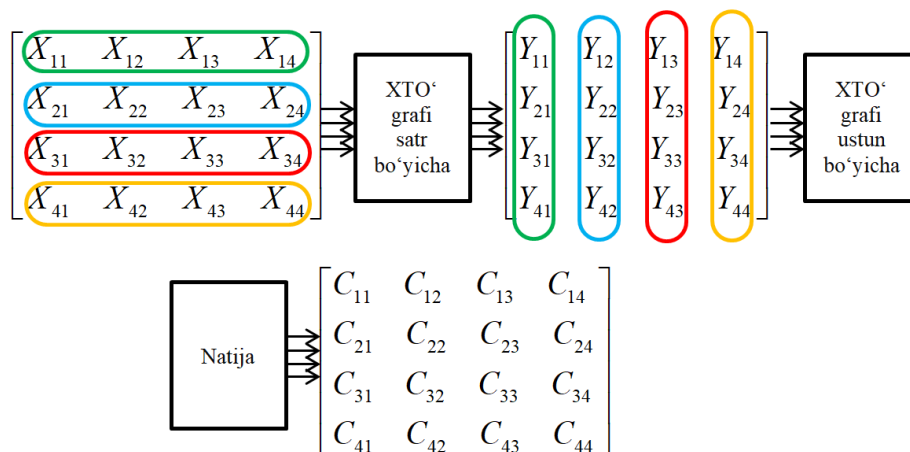
$$C_{n,m} = \sum_{i=0}^{N-1} S_m(i) har_n(x_i) \quad (4)$$

Teskari ikki o'lchovli diskret almashtirishlari bazis funksiyalarga bog'liq holda quyidagicha amalga oshiriladi:

$$\begin{aligned} X(i, j) &= 2^{-p} 2^{-q} \sum_{k=0}^{N-1} \sum_{l=0}^{M-1} C_{k,l} har_k(x_i) har_l(y_j) \\ A(i) &= 2^{-p} \sum_{k=0}^{N-1} C_{k,i} har_k(x_i) \\ X(i, j) &= 2^{-q} \sum_{l=0}^{M-1} A(i) har_l(y_j) \end{aligned} \quad (5)$$

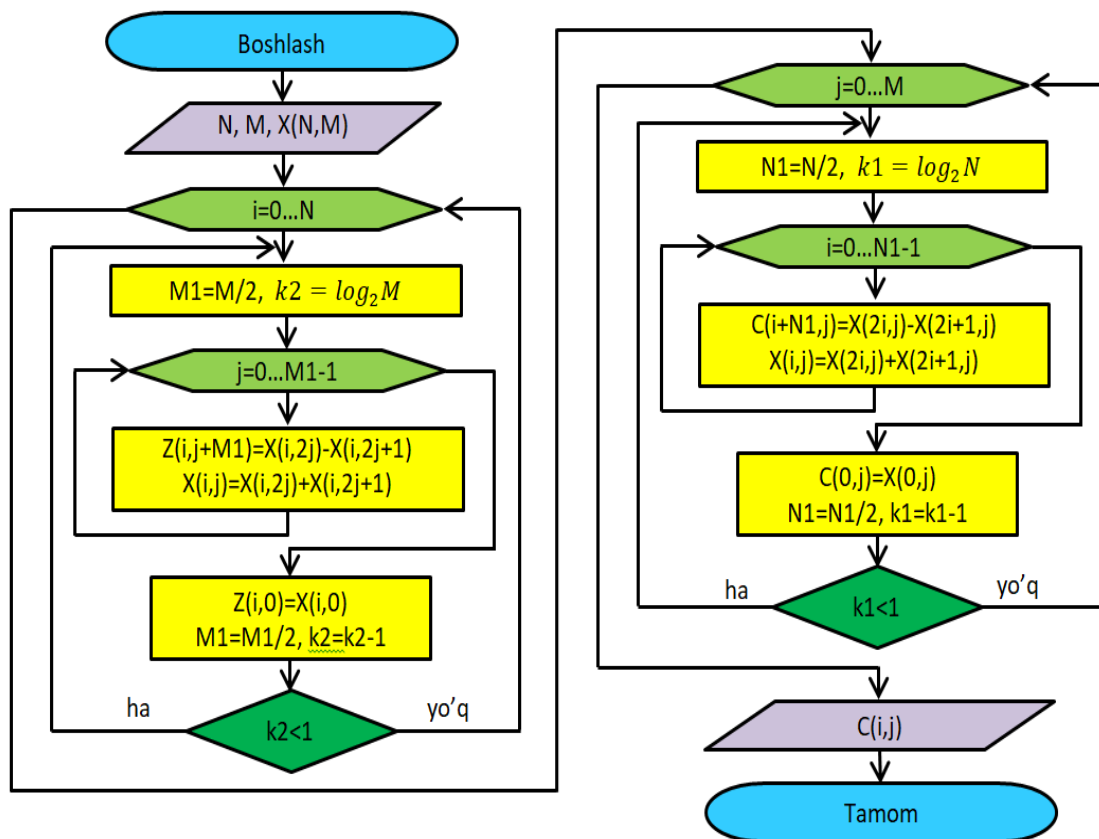
Bu yerda $p = 1, 2, \dots, \log_2 N$, $q = 1, 2, \dots, \log_2 M$.

Yuqorida berilgan (2)-(4) formulalardan kelib chiqib, ikki o'lchovli signallarga raqamli ishlov berishda satrlar va ustunlar bo'yicha bir o'lchovli signallarga raqamli ishlov berish algoritmidan foydalanamiz. Dastlab har bir satr bo'yicha ketma-ket massiv elementlariga raqamli ishlov beriladi va hosil bo'lgan natijani har bir ustun bo'yicha ketma-ket massiv elementlariga raqamli ishlov beriladi [1,7,9]. Ikki o'lchovli signallarga raqamli ishlov berish 2-rasmda keltirilgan sxema asosida amalga oshiriladi (2-rasm).



2-rasm. Ikki o'lchovli signallarga ishlov berish usuli.

3-rasmda muallif tomonidan ishlab chiqilgan ikki o'lchovli signallarni Xaar tez o'zgartirish algoritmining blok-sxemasi keltirilgan. Unga ko'ra kirish signallari lar bilan, satr bo'yicha qayta ishlash natijasi lar bilan, so'ngra olingan natijani ustun bo'yicha qayta ishlab oxirgi natija esa bilan ifodalanadi (3-rasm).



3-rasm. Ikki o'lchovli signallarni Endryus bo'yicha Xaar tez o'zgartirishlar algoritmining blok-sxemasi.

Satr bo'yicha ishlov berish

$$\begin{cases} X(i, j) = X(i, 2j) + X(i, 2j + 1) \\ Z\left(i, j + \frac{N}{2^k}\right) = X(i, 2j) - X(i, 2j + 1) \end{cases} \quad (6)$$

ustun bo'yicha ishlov berish

$$\begin{cases} Z(i, j) = Z(2i, j) + Z(2i + 1, j) \\ C\left(i + \frac{N}{2^k}, j\right) = Z(2i, j) - Z(2i + 1, j) \end{cases} \quad (7)$$

har bir satr va ustundagi oxirgi iteratsiyada hisoblangan va larning yig'indisi

$$\begin{cases} Z(i, 0) = X(i, 2j) + X(i, 2j + 1) \\ S(0, j) = Z(2i, j) + Z(2i + 1, j) \end{cases} \quad (8)$$

ga teng bo'ladi.

Ikki o'lchovli chiziqli Xaar va Xarmut bazis funksiyalari bo'lak-o'zgarimas ortogonal bazis funksiyalarga asoslanib quriladi. Masalan, ikki o'lchovli Shauder funksiyasini [5]

$$Shd_{n,m}(x, y) = Shd_n(x) * Shd_m(y)$$

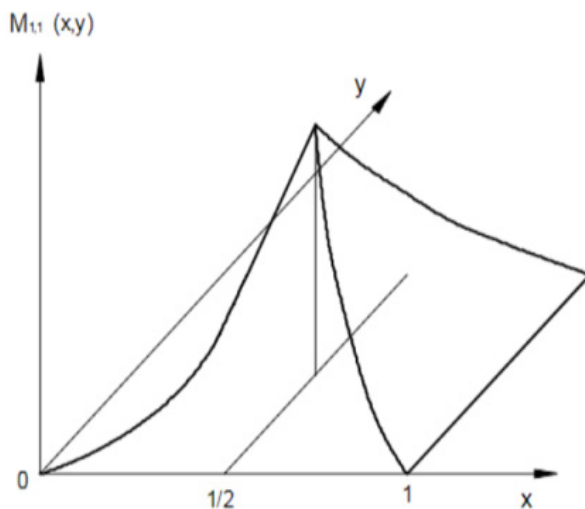
ikki karra integrallab qurish mumkin:

$$Shd_{n,m}(x, y) = \int_0^x \int_0^y har_n(\tau) har_m(\tau') d\tau d\tau' \quad (9)$$

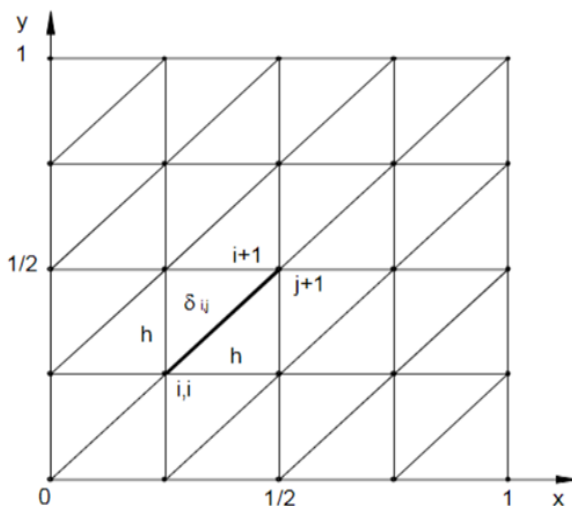
Natijada 4-rasmda ko'rsatilgan M funksiya hosil bo'ladi. Ikki o'lchovli chiziqli bazislarda diskret spektral o'zgartirishlar koeffitsiyentlari "dioganallar" deb ataluvchi chekli ayirmalar orqali hisoblanadi (4-5 rasmlar):



$$\Delta f_{i,j} = f(x_{i+1}, y_{j+1}) - f(x_i, y_j) \quad (10)$$



4-rasm. Ikki o'lchovli M funksiya.



5-rasm. Diagonal farqlar proeksiyasi.

Bu chekli ayirmalar vertikal to'g'ri uchburchalarning gipotenuzalari bo'lib, katetlaridan biri M funksiyalarining balandligi (4-rasm), boshqa katet esa (x, y) tekisligidagi $h \times h$ o'lchovli maydon diagonali (5-rasm) hisoblanadi.

Uning uzunligi $\Delta_{i,j}$ bilan ifodalanadi. Ikki o'lchovli chiziqli bazislarning koeffitsiyentlari quyidagi to'g'ri diskret o'zgartirishlar formulasi yordamida aniqlanadi:

$$C_{n,m} = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} \Delta f_{i,j} \text{har}_n(x_i) \text{har}_m(y_j) \quad (11)$$

(11) ga asosan argumentlardan biriga tayangan holda bazis funksiyalar tizimini shakllantirsak quyidagi formula hosil bo'ladi:

$$S_m(i) = \sum_{j=0}^{M-1} \Delta f_{i,j} \text{har}_m(y_j)$$

$$C_{n,m} = \sum_{i=0}^{N-1} S_m(i) \text{har}_n(x_i) \quad (12)$$

Teskari ikki o'lchovli diskret almashtirishlari bazis funksiyalarga bog'liq holda quyidagicha amalga oshiriladi:

$$\Delta f_{i,j} = 2^{-p} 2^{-q} \sum_{k=0}^{N-1} \sum_{l=0}^{M-1} C_{k,l} har_k(x_i) har_l(y_j) \quad (13)$$

$$\delta f_i = 2^{-p} \sum_{k=0}^{N-1} C_{k,l} har_k(x_i) har_l(y_j)$$

$$\Delta f_{i,j} = 2^{-q} \sum_{l=0}^{M-1} \delta f_i har_l(y_j)$$

Bu yerda $p = 1, 2, \dots, \log_2 N$; $q = 1, 2, \dots, \log_2 M$.

Xarmut bazis funksiyalarida ham ikki o'lchovli diskret o'zgartirishlar shunga o'xshash tarzda amalga oshiriladi. Faqat belgilashlar o'zgaradi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Agar ikki o'lchovli signallarda kirish signallarining massiv o'lchami kvadrat ko'rinishda bo'lsa tez o'zgartirish algoritmlari uchun talab qilinadigan amallar soni bir o'lchovlga nisbatan marotaba ko'p bo'ladi. Unga ko'ra $N \times N$ o'lchamdagi massivga spektral ishlov berish uchun Fure TO' va Uolsh TO' algoritmlari ta, Xaar TO' algoritmi ta va Xarmut TO' algoritmi ta qo'shish-ayrish amallarini talab qiladi. Bu yerda N -ikki o'lchovli massivning satr va ustun bo'yicha elementlar soni.

1-jadvalda ikki o'lchovli signallarga raqamli ishlov berishda keltirilgan algoritmlar bo'yicha talab qilinadigan amallar soni turli o'lchamlarda solishtirib chiqilgan (1-jadval).

1-jadval. Ikki o'lchovli signallarga raqamli ishlov berishda tez o'zgartirish algoritmlari uchun talab qilingan amallar soni.

Massiv o'lchami	Tez o'zgartirish (TO') algoritm nomi			
	Fure TO'	Uolsh TO'	Xaar TO'	Xarmut TO'
$N \times N$	$2kN^2$	$2kN^2$	$4N(N-1)$	$2N(3N-4)$
64x64	49152	49152	16128	24064
128x128	229376	229376	65024	97280
256x256	1048576	1048576	261120	391168
512x512	4718592	4718592	1046528	1568768
1024x1024	20971520	20971520	4190208	6283264

Ushbu jadvaldan ko'rinib turibdiki, massiv o'lchami $N=1024$ ga teng bo'lganda Xarmut TO' algoritmidagi talab qilingan amallar soni Fure va Uolsh TO' algoritmlariga nisbatan uch barobar kam, Xaar TO' algoritmidagi esa to'rt barobar kam bo'lar ekan. Bunga ko'ra Xaar TO' algoritmi SRIB da eng kam vaqt talab etadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

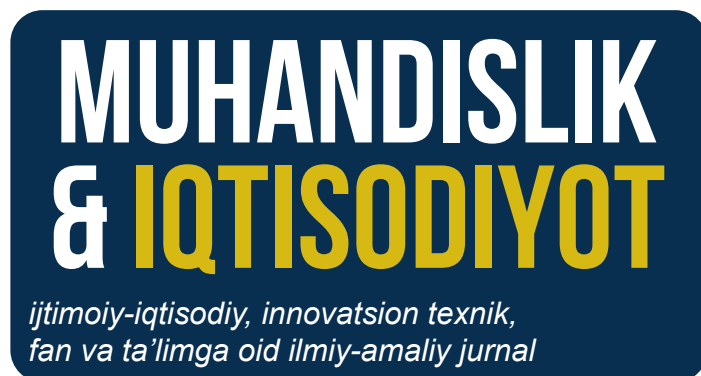
Maqolada ikki o'lchovli geofizik signallarga Xaar tez o'zgartirish algoritmi yordamida ishlov berish usuli ishlab chiqildi va amaliyotda qo'llash uchun qulayligi asoslab berildi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, Xaar TO' algoritmi boshqa transformatsiya algoritmlariga nisbatan ancha kam hisoblash amalini talab qilishi bilan ajralib turadi. Ayniqsa, massiv o'lchami katta bo'lgan holatlarda Xaar TO' va Xarmut TO' algoritmlari Fure va Uolsh TO' algoritmlariga nisbatan hisoblash tezligi va samaradorlik bo'yicha ustunlik qiladi. Taklif etilgan algoritm ikki bosqichli (sitr-ustun) ishlov berish asosida amalga oshiriladi va uning blok-sxemasini muallif tomonidan ishlab chiqilgan. Bu yondashuv, ayniqsa, real vaqtda ishlov berish talab qilinadigan sohalarida katta ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Зайнидинов Х.Н. Методы и средства цифровой обработки сигналов в кусочно-полиномиальных базисах. / Монография, Академия государственного управления при Президенте РУз. Т: «Fan va texnologiyalar», 2014, -С. 192



2. Зайнидинов Х.Н., Зайнутдинова М.Б, Ибрагимов С.С. Алгоритм и программа цифровой обработки двумерных сигналов в биполиномиальных базисах. Кимёвий технология назорат ва бошқарув халқаро илмий-техника журналы 2017 й. 2-сон. 58-62 б.
3. Пономарев А.В. Основы теории двумерной цифровой обработки сигналов в базисах Фурье с варьируемыми параметрами. // Вестник ИжГТУ им. Калашникова М.Т. 2019. – Т. 31. – № 15. – С. 27-35.
4. Свинин С.Ф. Базисные сплайны в теории отсчётов сигналов. -Спб.: Наука, 2003. –118с
5. Ибрагимов С.С., Икки улчовли сигналларга ракамли ишлов беришда Хаар тез ўзгартириш алгоритми Toshkent amaliy fanlar universiteti "Innovatsion texnologiyalar: ilmiy g'oyalar va ishlanmalarni amaliyotga joriy etish masalalari va yechimlari" mavzusidagi xalqaro qoshma ilmiy-amaliy konferensiya Toshkent 2023 yil 26-27 may 10-12 b.
6. Пономарев А.В, Пономарева О.В. Роль и место операции дополнения нулями в теории двумерной Фурье-обработки сигналов // Цифровая обработка сигналов. 2020. №3. С. 50-55.
7. Сергеев В.В., Чичева М.А. Теория цифровой обработки сигналов и изображений: учеб. – Самара: Изд-во Самар, гос. аэрокосм, ун-та, 2013. – 216 с.: ил.
8. Takahashi D. Fast Fourier Transform Algorithms for Parallel Computers. Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2019 – p.120.
9. Zaynidinov H.N., Ibragimov S.S., Tojiboyev G'.O. Comparative Analysis of the Architecture of Dual-Core Blackfin Digital Signal Processors. International Conference On Information Science And Communications Technologies: Applications, Trends And Opportunities <http://www.icisct2021.org/> ICISCT 2021, November 3-5, 2021. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9670135>. p.1-5
10. Zaynidinov H.N., Ibragimov S.S., Tojiboyev G'.O., Nurmurodov J.N. Efficiency of Parallelization of Haar Fast Transform Algorithm in Dual-Core Digital Signal Processors. 2021 8th International Conference on Computer and Communication Engineering (ICCCCE). 22-23 June 2021, Kuala Lumpur, Malaysia. p. 7-12
11. Zaynidinov H.N., Ibragimov S.S., Yusupov I., Tojiboyev G'.O. Algorithm and Program for Parallel Calculating of Haar Fast Transform in Dual-Core Special Processors. Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology. ISSN: 2458-9403 (Online) Vol. 7 Issue 9, September – 2020. p. 12696-12703



Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Oloviddin Sobir o'g'li

2025. № 4

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Muhandislik va iqtisodiyot" 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.

"Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali 26.06.2023-yildan
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№S-5669245 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №095310.

**Manzilimiz: Toshkent shahri Yunusobod
tumani 15-mavze 19-uy**





+998 93 718 40 07



<https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal>



t.me/yait_2100