

MUHAMMAD AL-XORAZMIY  
NOMIDAGI TATU FARG'ONA FILIALI  
FERGANA BRANCH OF TUIT  
NAMED AFTER MUHAMMAD AL-KHORAZMI

# “AL-FARG‘ONIIY AVLODLARI”

ELEKTRON ILMIY JURNALI | ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

## TA'LIMDAGI ILMIY, OMMABOP VA ILMIY TADQIQOT ISHLARI



4-SON 1(8)  
2024-YIL

TATU, FARG'ONA  
O'ZBEKISTON



## O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VAZIRLIGI

MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI  
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI  
FARG'ONA FILIALI

**Muassis:** Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali.

**Chop etish tili:** O'zbek, ingliz, rus. Jurnal texnika fanlariga ixtisoslashgan bo'lib, barcha shu sohadagi matematika, fizika, axborot texnologiyalari yo'nalishida maqolalar chop etib boradi.

**Учредитель:** Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразми.

**Язык издания:** узбекский, английский, русский. Журнал специализируется на технических науках и публикует статьи в области математики, физики и информационных технологий.

**Founder:** Fergana branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khorazmi.

**Language of publication:** Uzbek, English, Russian. The magazine specializes in technical sciences and publishes articles in the field of mathematics, physics, and information technology.

2024 yil, Tom 1, №4  
Vol.1, Iss.4, 2024 y

ELEKTRON ILMIY JURNALI

ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

«Al-Farg'oniyl avlodlari» («The descendants of al-Fargani», «Potomki al-Fargani») O'zbekiston Respublikasi Prezidenti administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligida 2022-yil 21 dekabrda 054493-son bilan ro'yxatdan o'tgan.

Jurnal OAK Rayosatining 2023-yil 30 sentabrdagi 343-sonli qarori bilan Texnika fanlari yo'nalishida milliy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Tahririyat manzili:  
151100, Farg'ona sh.,  
Aeroport ko'chasi 17-uy,  
202A-xona  
Tel: (+99899) 998-01-42  
e-mail: info@al-fargoniy.uz

Qo'lyozmalar taqrizlanmaydi va qaytarilmaydi.

FARG'ONA - 2024 YIL

## TAHRIR HAY'ATI

**Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti rektori, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

**Muxtarov Farrux Muhammadovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali direktori, texnika fanlari doktori

**Arjannikov Andrey Vasilevich,**

Rossiya Federatsiyasi Sibir davlat universiteti professori, fizika-matematika fanlari doktori

**Satibayev Abdugani Djunosovich,**

Qirg'iziston Respublikasi, Osh texnologiyalari universiteti, fizika-matematika fanlari doktori, professor

**Rasulov Akbarali Maxamatovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Axborot texnologiyalari kafedrasida professori, fizika-matematika fanlari doktori

**Yakubov Maksadxon Sultaniyazovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU «Axborot texnologiyalari» kafedrasida professori, t.f.d., professor, xalqaro axborotlashtirish fanlari Akademiyasi akademigi

**G'ulomov Sherzod Rajaboyevich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kiberxavfsizlik fakulteti dekani, Ph.D., dotsent

**G'aniyev Abduxalil Abdjalilovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kiberxavfsizlik fakulteti, Axborot xavfsizligi kafedrasida t.f.n., dotsent

**Zayniddinov Hakimjon Nasritdinovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kompyuter injiniringi fakulteti, Sun'iy intellekt kafedrasida texnika fanlari doktori, professor

**Abdullayev Abdujabbor,**

Andijon mashinosozlik instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

**Qo'ldashev Obbozjon Hakimovich,**

O'zbekiston milliy universiteti huzuridagi Yarimo'tkazgichlar fizikasi va mikroelektronika ilmiy-tadqiqot instituti, texnika fanlari doktori, professor

**Ergashev Sirojiddin Fayazovich,**

Farg'ona politexnika instituti, elektronika va asbobsozlik kafedrasida professori, texnika fanlari doktori, professor

**Polvonov Baxtiyor Zaylobiddinovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha direktor o'rinbosari

**Zulunov Ravshanbek Mamatovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Dasturiy injiniring kafedrasida dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi

**Abdullaev Temurbek Marufovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Axborot texnologiyalari kafedra mudiri, texnika fanlar bo'yicha falsafa doktori

**Zokirov Sanjar Ikromjon o'g'li,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash bo'limi boshlig'i, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori

Jurnal quyidagi bazalarda indekslanadi:



*Eslatma! Jurnal materiallari to'plamiga kiritilgan ilmiy maqolalardagi raqamlar, ma'lumotlar haqqoniyligiga va keltirilgan iqtiboslar to'g'riligiga mualliflar shaxsan javobgardirlar.*

## MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

Rasulov Akbarali Maxamatovich, Ibroximov Nodirbek Ikromjonovich, To'xtasinov Azamat G'ofurovich, NOYOB MIS METALL KLASTERLARINING GEOMETRIK TUZILISHINI KOMPYUTER EKSPERIMENTI ORQALI TADQIQ ETISH	7-11
Далиев Бахтиёр Сирожидинович, Решение уравнения Абеля методом оптимальных квадратурных формул	12-15
Saidov Mansurjon Inomjonovich, Tartiblangan statistikalarda baholarni topish usullari	16-21
Kayumov Ahror Muminjonovich, TRIKOTAJ TO'QIMASI TARKIBIDAGI IP XUSUSIYATLARI VA DEFORMATSIYAGA TA'SIRI	22-27
Muradov Farrux Abdukaxarovich, Kucharov Olimjon Ruzimurotovich, Narzullayeva Nigora Ulugbekovna, Eshboyeva Nodira Faxriddinovna, GAZLI ARALASHMALAR VA ZARARLI MODDALARNING ATMOSFERADA TARQALISHI MASALASINI YUQORI TARTIBLI APPROKSIMATSIYANI QO'LLAGAN HOLDA UNI SONLI YECHISH ALGORITMI	28-37
Maniyozov Oybek Azatboyevich, NAVIER-STOKES TENGLAMASINI KLASSIK HAMDA KLASSIK BO'LMAGAN YECHIMLARINI VA UNING O'ZIGA XOSLIGI	38-44
Tillavoldiyev Azizbek Otobek o'g'li, Tibbiy tasvirlarda reprezentativ psevdooobyektlarni segmentatsiyalash algoritmi	45-51
Fayziev Shavkat Ismatovich, Karimov Sherzod Sobirjonovich, Muxtarov Alisher Muxtorovich, DDoS hujumlarni aniqlashda neyron tarmoqlarga asoslangan gibrid modellarni ishlab chiqish	52-58
Rasulmuxamedov Maxamadaziz Maxamadaminovich, Shukurova Shohsanam Bahridin qizi, Mirzaeva Zamira Maxamadazizovna, MURAKKAB SHAKLLI, HAJMLI JISMLARNING ELASTOPLASTIK DEFORMATSIYASINING MATEMATIK MODELLARINI QURISH	59-63
Uzakov B.M., Melikuziyev M.R., TARELKALI TURDAGI REKTIFIKATSIYA KOLONNANING HARORAT KO'RSATKICHLARINI MOSLASHUVCHAN BOSHQARISH	64-72
Порубай Оксана Витальевна, Эволюционные алгоритмы в задачах оптимизации режимов работы региональных энергосистем	73-77
Musayev Xurshid Sharifjonovich, TRIKOTAJ TO'QIMA TASVIRLARINI ANIQLASH VA RAQAMLI ISHLOV BERISH USULLARI	78-81
Нурдинова Разияхон Абдихаликовна, ПОЛУПРОВОДНИКИ КАК МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕРМОГЕНЕРАТОРОВ В МЕДИЦИНЕ	82-85
Мовлонов Пахловон Ибрагимович, ДЕГРАДАЦИЯ СЭ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИЗЛУЧЕНИЯ ВИДИМОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА И ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ	86-90
Севинов Жасур Усманович, Темербекова Барнохон Маратовна, Мамазаров Улугбек Бахтиёр угли, Бекимбетов Баходир Маратович, Синтез методов цифровой регистрации в системах сбора и обработки измерительной информации для обеспечения достоверности в информационно-управляющих системах	91-96
O.S.Rayimdjonova, ISSIQLIK VA OPTOELEKTRON O'ZGARTIRGICHLARNING ASOSIY TAVSIFLARI VA UMUMIY MASALALARI	97-100
Muradov Farrux Abdukaxarovich, Narzullayeva Nigora Ulugbekovna, Kucharov Olimjon Ruzimurotovich, Eshboyeva Nodira Faxriddinovna, ATMOSFERANING CHEGARAVIY QATLAMIDA GAZLI ARALASHMALAR VA ZARARLI MODDALARNING TARQALISHI MASALASINI O'ZGARUVCHILARNI ALMASHTIRISH USULI YORDAMIDA IFODALASH VA UNING SONLI YECHISH ALGORITMI	101-107
Акбаров Давлатали Егиталиевич, Акбаров Умматали Йигиталиевич, Кучкоров Мавзуржон Хурсанбоевич, Умаров Шухратжон Азизжонович, РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СИММЕТРИЧНОГО БЛОЧНОГО ШИФРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ СЕТИ ФЕЙСТЕЛЯ ПО КРИПТОСТОЙКИМИ БАЗОВЫМИ ТАБЛИЧНЫМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯМИ	108-113
Xolmatov Abrorjon Alisher o'g'li, Xoshimov Baxodirjon Muminjonovich, MAZUTNI REKTIFIKATSIYALASH QURILMALARINING VAKUUM YARATISH TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH	114-125
Goipova Xumora Qobiljon qizi, Dasturiy ta'minotdagi xatolarni avtomatik topish va tuzatish uchun o'qitiladigan algoritmlar	126-129
Xudoykulov Z.T., Xudoynazarov U.U., YETARLI GOMOMORFIK SHIFRLASH ALGORITMLARI YORDAMIDA AXBOROTNI KRIPTOGRAFIK HIMOYALASH	130-135
Калашников Виталий Алексеевич, ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПОСЕВА СЕМЯН ПШЕНИЦЫ В МЕЖДУРЯДЬЯ ХЛОПЧАТНИКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ШАРНИРНО-ПОЛОЗОВИДНОГО СОШНИКА	136-143
Ermatova Zarina Qaxramonovna, To'qimachilik sanoatida Linter qurilmalarining ahamiyatini o'rganish va kuzatish	144-146
Tolipov Nodirjon Isaqovich, Madibragimova Iroda Mukhamedovna, ON A NON-CORRECT PROBLEM FOR A BIHARMONIC EQUATION IN A SEMICIRCLE	147-151
Xudoykulov Zarif Turakulovich, Qozoqova To'xtajon Qaxramon qizi, PRESENT YENGIL VAZNLI KRIPTOGRAFIK ALGORITMINING TAHLILI	152-157
D.S.Yaxshibayev, A.H.Usmonov, Yer osti sizot suvlari sathi o'zgarishini matematik modellashtirish va sonli tadbiq qilish	158-162

## MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

Tojimatov Dostonbek Xomidjon o'g'li, KIBERRAZVEDKA AMALIYOTIDA IOC, LOG VA DARK WEB MONITORING MA'LUMOTLARINING INTELLEKTUAL INTEGRATSIYASIGA ASOSLANGAN KIBERTAHDIDLARNI ERTA ANIQLASH MODELI	163-167
Mirzayev Jamshid Boymurodovich, MATNLI MA'LUMOTLARNI YASHIRIN UZATISHDA STEGANOGRAFIK USULLARDAN FOYDALANISH	168-172
Kabildjanov Aleksandr Sabitovich, Pulatov G'iyos Gofurjonovich, Pulatova Gulxayo Azamjon qizi, LSTM MODELI ASOSIDA OB-HAVO SHAROITLARINING YURAK-QON BOSIMI KASALLIKLARIGA TA'SIRINI BASHORATLASH	173-177
Erejevov Keulimjay Kaymatdinovich, SHAXSNI OVOZI ORQALI IDENTIFIKATSIYALASH ALGORITMLARI	178-183
Muxtarov Ya., Obilov H., OPERATOR USULI YORDAMIDA O'ZGARMAS KOEFFITSIENTLI CHIZIQLI DIFFERENSIAL TENGLAMALAR SISTEMASINI INTEGRALLASH	184-188
Tillaboev Muxiddinjon, PILLANI NAMLIGINI O'LCHISHNING OPTOELEKTRON QURILMASI	189-192
Atajonova Saidakhon Boratalievna, Khasanova Makhinur Yuldashbayevna, INTEGRATION OF HYBRID SYSTEM ANALYSIS METHODS TO IMPROVE DECISION-MAKING EFFICIENCY	193-196
Зулунув Равшанбек Мамагович, ТЕХНОЛОГИИ ROBOTIC PROCESS AUTOMATION В МЕДИЦИНЕ	197-200
Aliyev Ibratjon Xatamovich, Bilolov Inomjon Uktamovich, CREATING A MODEL OF THE FALL OF SOLAR ENERGY IN CERTAIN COORDINATES	201-204
Akbarov Xatam Ulmasaliyevich, Ergashev Dilshodbek Mamasidiqovich, RDB TOKARLIK DASTGOHIDA ISHLOV BERISH JARAYONINING MATEMATIK MODELINI YARATISH	205-209
Абдуллаев Темурбек Маруфжонович, Козлов Александр Павлович, Разработка интеллектуальной системы управления освещением на основе IoT - технологий	210-219
O'rinboevyev Johongir Kalbay o'g'li, Nugmanova Mavluda Avaz qizi, KLASSTERLASH USULLARI YORDAMIDA NUTQNI AVTOMATIK SEGMENTATSIYALASH	220-225
Dalibekov Lochinbek Rustambekovich, 5G TARMOQLARIDA MASSIVE MIMO TEKNOLOGIYASINI JORIY ETISHNING TAHLILI	226-232
Bozarov Baxromjon Ilxomovich, Fure almashtirishlarini taqribiy hisoblash uchun optimal kvadratur formulalar	233-235
Xusanova Moxira Qurbonaliyevna, TARMOQ QURILMALARIDA DEMILITARIZATSIYALANGAN ZONA (DMZ) NI SOZLASH ORQALI XAVFSIZLIKNI TA'MINLASH	236-239
Ravshan Indiaminov, Sulton Khakberdiyev, INTERACTION BETWEEN MAGNETIC FIELDS AND THIN SHELLS	240-244
Muradov Muhammad Murod o'g'li, Mobil aloqa tayanch stansiyalarini qayta tiklanuvchan energiya ta'minot manbalaridan foydalangan holda energiya bilan ta'minlash xususiyatlari	245-250
Kabildjanov Aleksandr Sabitovich, Pulatov G'iyos Gofurjonovich, Pulatova Gulxayo Azamjon qizi, OB-HAVO SHAROITLARINING YURAK QON BOSIMI KASALLIKLARIGA TA'SIRINI MLP MODELIDA OPTIMALLASHTIRISH	251-255
Okhunov Dilshod Mamatjonovich, Okhunov Mamatjon Xamidovich, Azizov IskandarAbdusalim ugli, Ismoilzhonov Abdullokh Farrukhbk ugli, THE USE OF BIG DATA IN THE DIGITAL ECONOMY	256-260
Abduraimov Dostonbek Egamnazar o'g'li, ELASTIKLIK NAZARIYASI MASALASIGA LIBMAN TIPIDAGI ITERATSION USULNI QO'LLASHNING MATEMATIK MODELI	261-266
Мамадалиев Фозилжон Абдуллаевич, Новый подход составления математической модели для определения параметров торможения автомобиля в экстремальных условиях эксплуатации	267-269
Nasriddinov Otadavlat Usubjonovich, FIZIK MASALALARNI MATEMATIK PAKETLAR YORDAMIDA MODELLASHTIRISH	270-272
Jo'rayev Mansurbek Mirkomilovich, Ro'zaliyev Abdumalikjon Vahobjon o'g'li, AVTOMATLASHTIRILGAN MONITORING TIZIMI SIMSIZ SENSOR TARMOG'IDA MA'LUMOTLARNI UZATISH	273-278
Shamsiyeva Xabiba Gafurovna, VIDEO MA'LUMOTLARGA ISHLOV BERISH VA KOMPYUTERLI KO'RISH ALGORITMLARINING APPARAT DASTURIY MAJMUI	279-284
Atajonov Muhiddin Odiljonovich, AVTONOM FOTOELEKTRIK MODULNI MODELLASHTIRISH	285-288
J.M. Kurbanov, S.S.Sabirov, J.J.Kurbonov, NANOKATALIZATOR OLIH TEXNOLOGIYASIDA "NAVBAHOR" BENTONITINI QURITISH VA KUYDIRISH JARAYONLARINING TERMOGRAVIMETRIK TAHLILI	289-293
Umarov Shukhratjon, Rakhmonov Ozodbek, ASSESSMENT OF THE LEVEL OF SECURITY AVAILABLE IN 4G AND 5G MOBILE COMMUNICATION NETWORKS	294-297
Soliyev Bahromjon Nabijonovich, Elektron tijorat savdolarini dasturiy yondashuvi tahlilida metodlar, matematik model va amaliy ko'rsatkichlar	298-302
Asrayev Muhammadmullo Abdullajon o'g'li, SINFLAR ORASIDAGI MASOFA, QAROR QABUL QILISH QOIDASI VA AJRATISH FUNKSIYASI	303-305

**MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS**

Polvonov Baxtiyor Zaylobidinovich, Khudoyberdieva Muxayyoxon Zoirjon qizi, Abdubannabov Mo'yudinjon Iqboljon o'g'li, Ergasheva Gulruksor Qobiljon qizi, Tohirjonova Zahro Shovkatjon qizi, Mamasodiqov Shohjahon, CHARACTERIZATION OF PHOTOLUMINESCENCE SPECTRUM OF CHALCOGENIDE CADMIUM-BASED SEMICONDUCTOR POLYCRYSTALLINE FILMS	306-315
Sharibayev Nosirjon Yusupjanovich, Musayev Xurshid Sharifjonovich, TRIKOTAJ TO'QIMALARINI REAL VAQT REJIMIDA ANIQLANGAN NUQSONLARNI TAHLIL QILISH	316-320
Эргашев Отабек Мирзапулатович, Асомиддинов Бекзод, СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	321-326
Djurayev Sherzod Sobirjonovich, Ermatova Zarina Qaxramonovna, YANGI KONSTRUKSIYADAGI MULTISIKLON QURILMASINING ENERGIYA SAMARADORLIGINI TAHLIL QILISH	327-331
J.M. Kurbanov, S.S.Sabirov, J.J.Kurbonov, "NAVBAHOR" BENTONITINING MODIFIKATSIYALANGAN NAMUNASINI O'YUCH EMMda QIZDIRISH HARORATIGA QARAB TEKSTURA XUSUSIYATLARINING O'ZGARISHI	332-337
Sharibayev Nosirjon Yusubjanovich, Kayumov Ahror Muminjonovich, SINOV YORDAMIDA TRIKOTAJ MAXSULOTLARINI SHAKL SAQLASH VA DEFORMATSIYALANISH JARAYONLARINI MONITORINGI	338-343
Muminov Kamolkhon Ziyodjon o'g'li, Artificial Intelligence in Cybersecurity, Revolutionizing Threat Detection and Response Systems	344-347
Тажибаев Илхом Бахтиёрович, ОБРАБОТКА МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ В РАДИОЧАСТОТНЫХ И ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	348-351
Karimov Sardor Ilhom ugli, Sotvoldiyeva Dildora Botirjon qizi, Karimova Barnokhon Ibrahimjon qizi, COMPARISON OF MULTISERVICE REMOTE SENSING DATA FOR VEGETATION INDEX ANALYSIS	352-354
Abdurasulova Dilnoza Botirali kizi, PNEUMATIC AND HYDRAULIC TECHNICAL TOOLS OF AUTOMATION	355-359
Абдукадиров Бахтиёр Абдувахитович, СПОСОБЫ НАСТРОЙКИ ВЕСОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ПРИ ОБУЧЕНИИ ДАННЫХ В НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ	360-365
Turakulov Otabek Xolmirzayevich, Mamaraufov Odil Abdixamitovich, IJTIMOYI TARMOQLARDA ELEKTRON MATNLI MA'LUMOTLARNI TASNIFLASHNING NEYRON-NORAVSHAN ALGORITMI	366-370
Asrayev Muhammadmullo Abdullajon og'li, Muxtoriddinov Muhammadyusuf Temirxon o'g'li, REGIONS APPLICATIONS SYSTEMS RECOGNITION	371-373
Raximov Baxtiyor Nematovich, Yo'ldosheva Dilfuza Shokir qizi, Majmuaviy markazlashtirilgan tizimlarning arxitekturasi va funksiyalari	374-378
Нурилло Мамадалиев Азизиллоевич, Моделирование конфликтных ситуаций телевизионных изображений в процессе обработки видеoinформации	379-381
A.A. Otaxonov, ОБНАРУЖЕНИЕ И ОЦЕНКА ФИШИНГОВЫХ URL-АДРЕСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	382-390
Akbarov Xatam Ulmasaliyevich, Ergashev Dilshodbek Mamasodiqovich, X12M MARKALI PO'LAT UCHUN TERMOSIKLLI ISHLOV BERISHNI AMALGA OSHIRISH PARAMETRLARI	391-396
Abdukodirov Abduvaxit Gapirovich, Abdukadirov Baxtiyor Abduvaxitovich, YUZ TASVIRLARINI GEOMETRIK NORMALLASHTIRISH ALGORITMINI ISHLAB CHIQISH	397-401
D.B.Abdurasulova, T.U.Abduhafizov, RAQAMLI IQTISODIYOTNING O'SISHI VA UNING TADBIRKORLIK FAOLIYATIGA TA'SIRI	402-405
Ibragimov Navro'zbek Kimsanbayevich, Hududiy oliy ta'lim muassasalarida raqobat ustunligini ta'minlashning diagnostik tahlil qilish uchun dasturiy ta'minot	406-413
Melikuziyev Azimjon Latifjon ugli, USING COMPUTER-SIMULATOR PROGRAMS IN TEACHING PARALINGUISTIC UNITS	414-417
Soliev B.N., Ismoilova M.R., ELEKTRON TIJORATDA QAYTARILISHLARNI OPTIMALLASHTIRISH VA ULARNING NATIJALARI	418-421
Ergashev Otabek Mirzapulatovich, FUZZY RULE BASE DESIGN FOR NUMERICAL DATA ANALYSIS	422-428
Abdukadirova Gulbahor Xomidjon qizi, Abduqodirova Mohizoda Ilxomidin qizi, YUZ TASVIRLARIGA DASTLABKI ISHLOV BERISHDA NEYRON TARMOQ ALGORITMLARINI QO'LLASH SAMARADORLIGI	429-436
Садикова Мунира Алишеровна, ТРАНСФОРМАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ В ЦИФРОВУЮ ЭПОХУ	437-444
Pulaton Sherzod Utkurovich, Djumaniyazov Otabek Baxtiyarovich, THE ROLE OF IoT TECHNOLOGIES IN MONITORING THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES IN THE KHOREZM REGION	445-448
Mukhammadyunus Norinov, RESEARCH ON INCREASING THE BRIGHTNESS OF TELEVISION IMAGES	449-455
Arabboyev Alisher Avazbek o'g'li, DIFFIE-HELLMAN ALGORITMI VA XAVFSIZ KALIT ALMASHISH PROTOKOLLARI	456-458
Raximov Baxtiyor Nematovich, G'oiyova Xumora Qobiljon qizi, Ovoz tovushlari intellektual taxlili asosida videokuzatuz tizimini boshqarish	459-462

## Fure almashtirishlarini taqribiy hisoblash uchun optimal kvadratur formulalar

**Bozarov Baxromjon Ilxomovich**

fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori,  
PhD, dotsent

Muxammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali  
b.bozarov@mail.ru

**Annotatsiya.** Trigonometrik vaznli optimal kvadratur formulalar qurish masalasi, Fure koeffitsientlarini hisoblashda ham ishlatiladi. Ya'ni integrallar uchun kvadratur formulalar qurish orqali geometriya, yadro fizikasi, signallarni qayta ishlash, kompyuter tomografiyasi va boshqa ko'plab amaliy masalalarda uchragan trigonometrik vaznli integrallarni taqribiy hisoblash uchun tatbiq etish mumkin.

**Kalit so'zlar.** Fure almashtirishlari, Fure qatori, Fure koeffitsiyentlari, optimal kvadratur formulalar, optimal koeffitsiyentlar

### Kirish.

Fure almashtirishlari ko'p yillardan buyon tasvirlarni qayta tiklash va signallarni taxlil qilishda muhim matematik vosita bo'lib kelmoqda. Shuning uchun, Fure almashtirishlari ham nazariy ham amaliy jihatdan tadqiqotchilarni qiziqtirgan masalalaridan biridir.

Faraz qilaylik,  $f(x)$  funksiya  $[-\pi, \pi]$  kesmada integrallanuvchi,  $2\pi$  davrli bo'lsin, u holda ushbu

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx) \quad (1)$$

trigonometrik qatorga Fure qatori deyiladi.

Bunda  $a_0, a_1, b_1, \dots, a_n, b_n, \dots$  - o'zgarmas sonlar, Fure qatorining koeffitsientlari deyiladi. Berilgan (1) Fure qatori  $x$  ga karrali argumentlarning sinuslari va kosinuslarini o'z ichiga olgan. Agar bu (1) ifodadagi qatorni yaqinlashuvchi qator deb faraz qilinsa, u holda  $f(x)$  davriy funksiya bo'ladi. Bundan ko'rinadiki,  $f(x)$  davriy funksiya uchun shu funksiyaga yaqinlashuvchi trigonometrik qator tuzish mumkin. Avvalo biz quyidagi yordamchi formulalarni keltirib o'tamiz. Xar qanday  $n \neq 0$  da quyidagilar o'rinli:

$$\int_{-\pi}^{\pi} \cos nxdx = \frac{\sin nx}{n} \Big|_{-\pi}^{\pi} = 0,$$
$$\int_{-\pi}^{\pi} \sin nxdx = -\frac{\cos nx}{n} \Big|_{-\pi}^{\pi} = 0, \quad (2)$$

$$\int_{-\pi}^{\pi} \cos^2 nxdx = \frac{1}{2} \int_{-\pi}^{\pi} (1 + \cos 2nx) dx = \pi,$$
$$\int_{-\pi}^{\pi} \sin^2 nxdx = \frac{1}{2} \int_{-\pi}^{\pi} (1 - \cos 2nx) dx = \pi. \quad (3)$$

Trigonometriyaning sinus va kosinuslar ko'paytmalarini yig'indiga keltirish formulalariga asosan, hamda (2) va (3) formulalarni hisobga olib, ixtiyoriy musbat  $n$  va  $m$  butun sonlar uchun quyidagilar o'rinli:

$$\int_{-\pi}^{\pi} \cos nx \cos mxdx = \begin{cases} 0, & \text{agar } m \neq n \text{ бўлса,} \\ \pi, & \text{agar } m = n \text{ бўлса,} \end{cases}$$
$$\int_{-\pi}^{\pi} \sin nx \sin mxdx = \begin{cases} 0, & \text{agar } m \neq n \text{ бўлса,} \\ \pi, & \text{agar } m = n \text{ бўлса,} \end{cases}$$
$$\int_{-\pi}^{\pi} \sin nx \cos mxdx = 0. \quad (4)$$

Yuqorida berilgan (1) ifodadagi  $f(x)$  funksiyaning Fure qatori yordamida ifodalash uchun, uning  $a_0, a_1, b_1, \dots, a_n, b_n, \dots$  koeffitsientlarini aniqlash kifoya. Bunda  $a_0$  ni topish uchun (1) tenglikni har ikkala qismini  $-\pi$  dan  $\pi$  gacha integrallab, (2) tengliklardan foydalanib quyidagiga ega bo'lamiz

$$a_0 = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx$$



Endi  $k$  ning biror aniq natural qiymatida  $a_k$  va  $b_k$  ko'effitsientlarni topish uchun (1) tenglikni mos ravishda  $\cos kx$  va  $\sin kx$  ga ko'paytirib olingan ifodalarni  $-\pi$  dan  $\pi$  gacha hadlab integrallab, (3) va (4) tengliklarni hisobga olib quyidagi ko'effitsientlarni aniqlaymiz

$$a_k = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos kx dx, \quad (5)$$

$$b_k = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin kx dx. \quad (6)$$

Fure ko'effitsientlarini hisoblashda amaliy masalalardan kelib chiqqan holda taqribiy hisoblash usullaridan foydalanish talab etiladi. Bunda  $a_k$  va  $b_k$  ko'effitsientlarni taqribiy hisoblashda trigonometrik vaznli kvadratur formulalardan foydalanib ularning taqribiy qiymatlarini aniqlash mumkin [1-3].

#### Adabiyotlar tahlili va olingan natijalar.

Ko'pincha bunday masalalarni yechishda integrallarni aniq qiymatini topishning imkoni bo'lmaganligidan ularni taqribiy hisoblash uchun maxsus usullar ishlab chiqilgan. Jumladan, bunday usullarga Faylon usuli, asimptotik yoyilma usuli, Levining kollokatsiya usuli, eng tez tushish usullari va optimal kvadratur formulalar usullarini misol qilib aytish mumkin. Faylon tomonidan 1928 yilda Fure integrallarini effektiv hisoblash usuli taqdim qilingan. Keyingi yillarda yurtimizda M.I.Isroilov, B.Eshdavlatov [4], S.A.Baxromov [5] kabi olimlar Faylon usuliga asoslangan tadqiqotlarni amalga oshirishgan. Asimptotik yoyish usuli bo'yicha  $L_2^{(m)}$  va  $W_2^{(m,m-1)}$  Gilbert fazolarida X.M.Shadimetov [6], A.R.Hayotov [7-9], N.D.Boltaev [10-11] va S.S.Babaevlar [12] turli fazolarda Fure ko'effitsientlarini hisoblash uchun optimal kvadratur formulalar qurish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borishgan.  $L_2^{(m)}$  fazosida Fure almashtirishlarini taqribiy hisoblash uchun optimal kvadratur formulalar qurib, qurilgan formulalarni kompyuter tomografiyasi tasvirlarini qayta tiklashga qo'llash bo'yicha natijalar

Ch.-O.Li, S.Jeon, X.M.Shadimetov, A.R.Hayotovlarning tadqiqotlarida olingan [13].

Demak, uch o'lchovli fazodagi birlik sferada aniqlangan funksiyalar (1) Fure almashtirishlaridagi (5) va (6) Fure ko'effitsientlarini hisoblash uchun trigonometrik vaznli optimal kvadratur formulalarni qurish masalasini qo'yilishi bilan tanishamiz. Aniq integralni doimo chegaralarini (0,1) intervalga keltirish mumkinligidan foydalangan holda quyidagi integrallarni qaraymiz.

Ya'ni, Fure ko'effitsientlarini hisoblash uchun umumiy holda quyidagi ko'rinishdagi optimal kvadratur formulalar qurish masalasini qaraymiz

$$\int_0^1 \sin(2\pi\omega x) \varphi(x) dx \cong \sum_{\beta=0}^N C_s[\beta] \varphi[\beta] \quad (7)$$

va

$$\int_0^1 \cos(2\pi\omega x) \varphi(x) dx \cong \sum_{\beta=0}^N C_c[\beta] \varphi[\beta] \quad (8)$$

Bu yerda  $C_s[\beta]$  va  $C_c[\beta]$  lar mos ravishda sinus va kosinus vaznli kvadratur formulaning ko'effitsientlari,  $[\beta] = h\beta$ ,  $h = \frac{1}{N}$ ,  $N$  - natural son va  $\omega \in \mathbb{R}$ ,  $\omega \neq 0$ ,  $\varphi \in L_2^{(m)}(0,1)$ ,  $L_2^{(m)}(0,1)$  bu  $(m-1)$ - tartibli hosilasi absolyut uzluksiz,  $m$  - tartibli umumlashgan hosilasi kvadrati bilan integrallanuvchi funksiyalar fazosi [7,8].

**Teorema.** Sobolevning  $L_2^{(1)}(0,1)$  fazosida (7) ko'rinishdagi Sard ma'nosida optimal kvadratur formulaning,  $\omega \in \mathbb{R}$  va  $\omega \notin \mathbb{Z}$  bo'lganda, ko'effitsientlari uchun quyidagi tengliklar o'rinli

$$C_s[0] = h \left[ \frac{1}{2\pi\omega h} - \left( \frac{\sin(\pi\omega h)}{\pi\omega h} \right)^2 \frac{\cos(\pi\omega h)}{2\sin(\pi\omega h)} \right],$$

$$C_s[\beta] = h \left( \frac{\sin(\pi\omega h)}{\pi\omega h} \right)^2 \sin(2\pi\omega[\beta]), \quad \beta = 1, 2, \dots, N-1$$

$$C_s[N] = h \left[ -\frac{\cos(2\pi\omega)}{2\pi\omega h} + \left( \frac{\sin(\pi\omega h)}{\pi\omega h} \right)^2 \frac{\cos(2\pi\omega - \pi\omega h)}{2\sin(\pi\omega h)} \right].$$

$$\text{bu yerda } [\beta] = h\beta, \quad h = \frac{1}{N}.$$





**Teorema.** Sobolevning  $L_2^{(1)}(0,1)$  fazosida (8) ko'rinishdagi Sard ma'nosida optimal kvadratur formulaning,  $\omega \in \mathbb{R}$  va  $\omega \notin \mathbb{Z}$  bo'lganda, koeffitsientlari uchun quyidagi tengliklar o'rinli

$$C_c[0] = \frac{h}{2} \left( \frac{\sin(\pi\omega h)}{\pi\omega h} \right)^2,$$

$$C_c[\beta] = h \left( \frac{\sin(\pi\omega h)}{\pi\omega h} \right)^2 \cos(2\pi\omega[\beta]), \beta = 1, N-1,$$

$$C_c[\beta] = h \left[ -\frac{\sin(2\pi\omega)}{2\pi\omega h} + \left( \frac{\sin(\pi\omega h)}{\pi\omega h} \right)^2 \frac{\sin(2\pi\omega - \pi\omega h)}{2\sin(\pi\omega h)} \right].$$

$$\text{bu yerda } [\beta] = h\beta, \quad h = \frac{1}{N}.$$

### Xulosa.

Yuqorida qurilgan (7) va (8) optimal kvadratur formulalar funktsiyalarni Fure qatoriga yoyish va Fure koeffitsiyentlarini hisoblashda foydalanish imkonini beradi. Bu olingan natijalardan tasvirlarni qayta tiklashda, turli signallarni taxlil qilishda, iqlim muammolariga matematik yechim berishda va yadro fizikasida uchragan masalalarga samarali matematik yechim olish uchun foydalaniladi.

### Adabiyotlar ro'yxati.

1. Bozarov B.I. An optimal quadrature formula with weight function in the Sobolev space./ Bozarov B.I.// Uzbek Mathematical Journal. – Tashkent, 2019, no 4, pp 47-53.
2. Bozarov B.I. Optimal quadrature formulas with the trigonometric weight in the Sobolev space. / Bozarov B.I. // Bulletin of the Institute of Mathematics, V.I. Romanovskiy Institute of Mathematics. – Tashkent, 2020. no 4. pp.1-10.
3. Bozarov B.I. An optimal quadrature formula in the Sobolev space. / Hayotov A.R., Bozarov B.I. // Uzbek Mathematical Journal. – Tashkent, 2021, no 3, pp 46-59.
4. Исраилов М.И. Построение квадратурных формул для интегралов типа Фурье с помощью метода изоляции главной части. В кн. Вырожденные дифференциальные уравнения и обратные задачи. / Исраилов М.И., Эшдавлатов Б. –Ташкент, Фан, 1986, 298, -С. 259-287.
5. Бахромов С.А. Вычисление интегралов осциллирующих функций используя локально кубический сплайн. / Бахромов С.А.- Узбекский математический журнал, 2001, no.2, -С. 23-31.

6. Шадиметов Х.М. Оптимальные решетчатые квадратурные и кубатурные формулы в пространствах Соболева. / Шадиметов Х.М. – Ташкент: Фан ва технология, 2019.
7. Hayotov A.R. Optimal quadrature formula with cosine weight function. / Hayotov A.R., Bozarov B.I. //Problems of Computational and Applied Mathematics. – Tashkent, 2021, no 4, -pp. 106-118.
8. Hayotov A.R. An optimal quadrature formulas with the trigonometric weight in the Sobolev space ./Hayotov A.R.,Bozarov B.I. / AIP Conference Proceeding, 2365, 020022 (2021), 16 July.
9. Shadimetov Kh.M. Optimal quadrature formulas for oscillatory integrals in the Sobolev space. Journal of inequalities and applications. / Shadimetov Kh.M. Hayotov A.R., Bozarov B.I. Springer. Article number: 103 (2022).
10. Boltaev N.D. Optimal quadrature formulas for numerical evaluation of Fourier coefficients in the space./ Boltaev N.D., Hayotov A.R., Milovanovic G.V., Shadimetov Kh.M.- Journal of Applied Analysis and Computation, 2017, Vol 7, Issue 4, 1233-1266.
11. Boltaev N.D. Construction of optimal quadrature formulas for Fourier coefficients in Sobolev space. / Boltaev N.D., Hayotov A.R., Shadimetov Kh.M.- Numerical Algorithms, Springer, (2017), 74: 307-336, DOI 10.1007/s11075-016-150-7.
12. Babaev S.S. Optimal interpolation formulas in the space  $W_2^{(m,m-1)}$ . / Babaev S.S., Hayotov A.R.- Calcolo, 2019. - 56:23.
13. Hayotov A.R. On an optimal quadrature formula for approximation of Fourier integrals in the space. / Hayotov A.R., Soomin Jeon, Chang-Ock Lee- Journal of Computational and Applied Mathematics. 372. July 2020. 112713.
14. Daliyev, B. (2024, November). Optimal quadrature formulas in Sobolev space for solving the generalized Abel integral equation. / Daliyev, B. , Tukxtasinov, D., Bozarov, B., Sabirov, S., Abdullayev, J., & Ruzimatova, M. In E3S Web of Conferences (Vol. 508, p. 04007). EDP Sciences.
15. Bozarov, B. Optimal cubature formulas for approximate integrals of functions defined on a sphere in three-dimensional space. / Bozarov, B., Daliyev, B., Tukxtasinov, D., Nasriddinov, O., Ruzimatova, M., & Botirova, N. In E3S Web of Conferences (Vol. 508, p. 04016). EDP Sciences.

