

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

Zaynidinov 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 OLIISH TEKNOLOGIYASIDA "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 Mamasidiqovich, 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 |
| Pulatov 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 |

Решение уравнения Абеля методом оптимальных квадратурных формул

Далиев Бахтиёр Сирождинович,
Доктор философии по физ.-мат. наук,
зав. кафедрой естественные науки,
Ферганский филиал Ташкентского
университета информационных технологий
Фергана, Узбекистан
bahtiyorjon@inbox.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается разработка алгоритма, основанного на применении оптимальных квадратурных формул для решения интегральных уравнений Абеля. Интегральное уравнение Абеля находит огромное применение в прикладных задачах, включая микроскопию, сейсмологию, радиоастрономию, атомное рассеяние, радиолокацию, диагностику плазмы, рентгеновскую радиографию, механику жидкости, биомеханику и теорию электромагнитного поля. Приведенные в данной работе квадратурные формулы являются оптимальными в пространстве Соболева. Разработанная схема эффективна, точна и может быть распространена на другие особые задачи.

Ключевые слова: Сингулярные интегральные уравнения, квадратурная формула, пространство Соболева, обобщенное интегральное уравнение Абеля.

Введение

Сингулярные интегральные уравнения Абеля — это класс математических уравнений, возникающих в задачах теоретической и прикладной математики. Такие уравнения получили свое название в честь норвежского математика Нильса Абеля и играют важную роль в теории интегральных уравнений. Сингулярные интегральные уравнения Абеля имеют широкое применение в физике, теории потенциала, механике и других областях, где необходим анализ задач с определенными граничными условиями.

Обобщенное сингулярное интегральное уравнение Абеля имеет вид:

$$\int_a^x \frac{\varphi(t)}{(x-t)^\alpha} dt = f(x), \quad x \in (a, b),$$

где $\varphi(t)$ — неизвестная функция, $f(x)$ — известная функция, а параметр α определяет

степень сингулярности ядра $\frac{1}{(x-t)^\alpha}$. Наиболее часто встречающиеся уравнения Абеля имеют

сингулярность с $\alpha = \frac{1}{2}$.

Эти уравнения называются "сингулярными"

потому, что при $t \rightarrow x$ выражение $\frac{1}{(x-t)^\alpha}$ стремится к бесконечности, что приводит к особенностям (сингулярностям) в интеграле. Сингулярность такого вида требует особых методов для анализа и решения уравнения.

Литературный анализ и методы. Абель впервые ввел и изучил подобные уравнения в контексте решения задач теории интегралов и дифференциальных уравнений в первой половине XIX века. Уравнения Абеля возникли в его работе над задачей о разности квадратур — проблеме, которая связана с восстановлением функции по ее интегралу, в котором присутствует особое ядро. Абель продемонстрировал, что сингулярные интегральные уравнения могут быть решены при помощи особого преобразования, которое впоследствии получило название преобразования Абеля. Решение сингулярного интегрального

уравнения Абеля для случая $\alpha = \frac{1}{2}$ имеет аналитический вид и может быть выражено через обратное преобразование Абеля. Для уравнения



$$\int_a^x \frac{\varphi(t)}{\sqrt{x-t}} dt = f(x)$$

решение для $\varphi(x)$ имеет вид:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\pi} \frac{d}{dx} \int_a^x \frac{f(t)}{\sqrt{x-t}} dt.$$

Этот метод применим благодаря свойствам

интеграла с ядром $\frac{1}{\sqrt{x-t}}$. Введенная Абелем методика позволяет эффективно решать такие уравнения, если $f(x)$ имеет определенные свойства гладкости.

Сингулярные интегральные уравнения Абеля находят применение в решении прикладных задач в следующих областях:

- Теория потенциала: Уравнения Абеля используются для описания граничных задач в теории потенциала, включая задачи об определении распределения заряда на поверхности проводника.

- Астрофизика: При анализе вращательных симметрий звезд и других астрономических объектов интегральные уравнения Абеля помогают определять распределение плотности по данным о светимости.

- Оптика и теория рассеяния: Задачи распространения света и анализа рассеяния также могут быть решены через уравнения Абеля, особенно в задачах, связанных с преломлением и рассеянием волн в неоднородных средах.

- Механика деформируемых сред: В теории пластичности и механике сплошных сред такие уравнения помогают моделировать напряжения и деформации.

Результаты

Для уравнений Абеля, в которых аналитическое решение получить трудно или невозможно, разработаны численные методы. Один из подходов основан на оптимальных квадратурных формулах [1].

Рассмотрим квадратурную формулу вида

$$\int_0^t \frac{\varphi(x) dx}{(t-x)^{1-\alpha}} \cong \sum_{\beta=0}^N C[\beta] \varphi(h\beta) \quad (1)$$

с функционалом погрешностью

$$\ell(x) = \varepsilon_{[0,t]}(x)(t-x)^{\alpha-1} - \sum_{\beta=0}^N C[\beta] \delta(x-h\beta) \quad (2)$$

в пространстве Соболева $L_2^{(m)}(0,t)$.

Здесь $\varphi(x) \in L_2^{(m)}(0,t)$, $t > 0$

произвольное конечное число, $h = \frac{t}{N}$, $N \geq m$

натуральное число, $\delta(x)$ - дельта функция Дирака, т.е. тоже является функционалом и его влияние на гладкую функцию, определяется следующим

$$(\delta(x), \varphi(x)) = \varphi(0),$$

$$(\delta(x-a), \varphi(x)) = \varphi(a),$$

$$(\delta^{(\alpha)}(x-a), \varphi(x)) = (-1)^\alpha \varphi(a) \quad \varepsilon_{[0,t]}$$

характеристическая функция отрезка $[0,t]$, $C[\beta]$ - коэффициенты квадратурных формул и $C[\beta] = 0$, $h\beta \notin [0,t]$, $0 < \alpha < 1$.

Пространство Соболева $L_2^{(m)}(0,t)$ - гильбертово пространство классов вещественных функций $\varphi(x)$, отличающихся друг от друга на полином степени $m-1$ с производными (в смысле обобщенных функций) порядка m , квадратично интегрируемыми в интервале $(0,t)$ и скалярным произведением

$$\langle \varphi, g \rangle = \int_0^t \left(\frac{d^m \varphi(x)}{dx^m} \right) \left(\frac{d^m g(x)}{dx^m} \right) dx. \quad (3)$$

Погрешностью квадратурной формулы вида (1) называется разность

$$(\ell, \varphi) = \int_0^t \varphi(x)(t-x)^{\alpha-1} dx - \sum_{\beta=0}^N C[\beta] \varphi(h\beta).$$

Здесь значение функционала ℓ на функции φ определяется следующим образом



$$(\ell, \varphi) = \int_{-\infty}^{\infty} \ell(x)\varphi(x)dx.$$

Действительно

$$\begin{aligned} (\ell, \varphi) &= \int_{-\infty}^{\infty} \ell(x)\varphi(x)dx = \int_{-\infty}^{\infty} \left(\varepsilon_{[0,t]}(x)(t-x)^{\alpha-1} - \sum_{\beta=0}^N C[\beta]\delta(x-h\beta) \right) \varphi(x)dx = \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \varepsilon_{[0,t]}(x)(t-x)^{\alpha-1} \varphi(x)dx - \sum_{\beta=0}^N C[\beta] \int_{-\infty}^{\infty} \delta(x-h\beta)\varphi(x)dx = \\ &= \int_0^t (t-x)^{\alpha-1} \varphi(x)dx - \sum_{\beta=0}^N C_0[\beta]\varphi(h\beta). \end{aligned}$$

Известно, что пространство Соболева $L_2^{(m)}(0,t)$ вложено в пространство непрерывных функций заданных на отрезке $[0,t]$. Отсюда следует, что функционал погрешности ℓ будет некоторым функционалом из сопряженного пространства $L_2^{(m)*}(0,t)$, и этот функционал аддитивный, однородный, ограниченный, то его норма определяется равенством

$$\|\ell | L_2^{(m)*}\| = \sup_{\|\varphi|L_2^{(m)}\|=1} |(\ell, \varphi)|. \quad (4)$$

Следовательно, оценка погрешности квадратурных формул вида (1) на функциях пространства $L_2^{(m)}(0,t)$, сводятся к нахождению нормы функционала погрешности (2) в сопряженном пространстве $L_2^{(m)*}(0,t)$. Очевидно, что норма функционала погрешности ℓ зависит от коэффициентов $C[\beta]$.

Если

$$\|\ell | L_2^{(m)*}\| = \inf_{C[\beta]} \|\ell | L_2^{(m)*}\| \quad (5)$$

то говорят, что функционал ℓ соответствует оптимальной квадратурной формуле в смысле Сарда в пространстве Соболева $L_2^{(m)}(0,t)$ [2].

Итак, если построена квадратурная формула и требуется найти максимально возможную погрешность этой формулы над пространством

$L_2^{(m)}(0,t)$, то достаточно решить следующую задачу.

Задача 1. Найти норму функционала погрешности ℓ рассматриваемой квадратурной формулы в сопряженном пространстве Соболева $L_2^{(m)*}(0,t)$.

Эта задача будет решена, если существует, так называемая экстремальная функция квадратурной формулы, т.е. такая функция $U_\ell(x)$ для которой

$$(\ell, U_\ell) = \|\ell | L_2^{(m)*}\| \|U_\ell | L_2^{(m)}\|. \quad (6)$$

Но если требуется, варьируя коэффициенты $C[\beta]$, найти оптимальную квадратурную формулу в пространстве $L_2^{(m)}(0,t)$, то необходимо решить следующую задачу.

Задача 2. Найти такие значения $C[\beta], \beta = \overline{0, N}$, чтобы выполнялось равенство (5).

Современные методы численного анализа также включают использование быстрых преобразований Фурье и специальных методов регуляризации, которые помогают справляться с трудностями, возникающими из-за сингулярности ядра [3,4].

Заключение

Сингулярные интегральные уравнения Абеля представляют собой важный класс уравнений с особыми свойствами, связанными с их сингулярностью. Эти уравнения имеют как теоретическое, так и практическое значение, находя применение в задачах физики, механики, астрономии и других областях.

Список литературы

1. Шадиметов, Х. М., & Далиев, Б. С. (2019). Экстремальная функция квадратурных формул для приближенного решения обобщенного интегрального уравнения



- Абея. Проблемы вычислительной и прикладной математики, (2), 88-95.
2. Шадиметов, Х. М., & Далиев, Б. С. (2020). Коэффициенты оптимальных квадратурных формул для приближенного решения общего интегрального уравнения Абея. Проблемы вычислительной и прикладной математики, (2 (26)), 24-31.
 3. Bozarov, B., Daliyev, B., Tukhtasinov, D., Nasriddinov, O., Ruzimatova, M., & Botirova, N. Optimal cubature formulas for approximate integrals of functions defined on a sphere in three-dimensional space. In E3S Web of Conferences (Vol. 508, p. 04016). EDP Sciences
 4. Daliyev, B., Tukhtasinov, D., Bozarov, B., Sabirov, S., Abdullayev, J., & Ruzimatova, M. Optimal quadrature formulas in Sobolev space for solving the generalized Abel integral equation. In E3S Web of Conferences (Vol. 508, p. 04007). EDP Sciences.

