

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 kafedrasini professori, fizika-matematika fanlari doktori

**Yakubov Maksadxon Sultaniyazovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU «Axborot texnologiyalari» kafedrasini 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 Abdualil Abdualioyevich,**

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

**Zaynidinov Hakimjon Nasritdinovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kompyuter injiniringi fakulteti, Sun'iy intellekt kafedrasini 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 kafedrasini 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 kafedrasini 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, Eshboeva Nodira Faxriddinova, 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, Eshboeva Nodira Faxriddinova, 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 MODELIDA 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 TEXNOLOGIYASINI 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 MODELIDA	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 MODELASHTIRISH	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 MAJMU'I	279-284
Atajonov Muhiddin Odiljonovich, AVTONOM FOTOELEKTRIK MODULNI MODELASHTIRISH	285-288
J.M. Kurbanov, S.S.Sabirov, J.J.Kurbonov, NANOKATALIZATOR O'LISH 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
Pulato 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

## OPERATOR USULI YORDAMIDA O'ZGARMAS KOEFFITSIENTLI CHIZIQLI DIFFERENSIAL TENGLAMALAR SISTEMASINI INTEGRALLASH

**Muxtarov Ya.,**  
f.-m.f.n, prof.

Sh. Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti  
e-mail: ya-muxtarov@rambler.ru

**Obilov H.,**  
Magistr,

Sh. Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti  
e-mail: obilovhasanbek08@gmail.com

**Annotatsiya.** Operator (simvolik) usuldan foydalanish o'zgarmas koeffitsientli chiziqli bir jinsli va bir jinsli bo'lmagan differensial tenglamalar yechimlari xossalari bo'yicha bir qator teoremlarni isbotlashni soddalashtirish imkonini beradi. Maqolada teskari operatorning xossalaridan foydalangan holda o'zgarmas koeffitsientli chiziqli bir jinsli va bir jinsli bo'lmagan differensial tenglamalar sistemasini yechish usuli ko'rsatilgan.

**Kalit so'zlar:** Operator, simvolik, chiziqli, bir jinsli, bir jinsli bo'lmagan, differensial tenglamalar sistemasini, integrallash, umumiy yechim

**Kirish.** Ma'lumki oddiy differensial tenglamalar fanida o'zgarmas koeffitsientli chiziqli tenglamalarni yechimini topisda Eyler usuli qo'llaniladi. Ko'p hollarda, ayniqsa xarakteristik tenglamaning ildizlari karrali va bir jinsli bo'lmagan tenglamalarning umumiy yechimini topishda bu usul qiyinchiliklar tug'diradi. [1,2] maqolalarda qaralgan operator (simvolik) usuli va uni takomillashtirish shu qiyinchiliklarni artaraf etish imkonini beradi. Operator usuli bu algebraik tenglamalar sistemasini uchun Gauss usulini umumlashmasi bo'lib, bu usul yordamida operator ko'rinishida yozilgan differensial tenglamalar sistemasini asosiy yoki kengaytirilgan matritsasini elementar almashtirishlar bajarib uni diagonal shaklga kletirishdan iborat. Maqolada o'zgarmas koeffitsientli chiziqli bir jinsli va bir jinsli bo'lmagan differensial tenglamalar sistemasini teskari operatorning xossalaridan foydalanib yechish usuli ko'rsatilgan.

**Adabiyotlar tahlili va metodologiya.** [1,2,3] maqolalarda o'zgarmas koeffitsientli chiziqli bir jinsli va bir jinsli bo'lmagan differensial tenglamalarni yechish bo'yicha bir qator teoremlarni isbotlashni soddalashtirish va tenglamalarni integrallashning samarali usullarini ko'rsatish. [4] maqolada teskari operatorning xossalaridan foydalangan holda

o'zgarmas koeffitsientli chiziqli bir jinsli va bir jinsli bo'lmagan differensial tenglamani yechish usuli ko'rsatilgan.

$t$  bo'yicha differenziyallash  $D$  operatori  $D^n D^m = D^{n+m} = D^m D^n$  xossaga ega.  
 $L(D) = a_n D^n + a_{n-1} D^{n-1} + \dots + a_1 D + a_0 D^0$ ,  $a_i \in R$ ,  $i = \overline{0, n}$   
chiziqli operator aynan nolga teng bo'lishi uchun  $a_i = 0$ ,  $(i = \overline{0, n})$  bo'lishi zarur va yetrali.

Elementlari  $L_{ij}(D)$  bo'lgan  $A(D)$  matritsa  $D$  – matritsa deyiladi. Sistemaning  $A(D)$  matritsasini determinanti  $D$  – determinant deyiladi.

Elementar almashtirishlar bu:

1. Satrlar o'rnini almashtirish;
2. Biror satr elementlarini noldan farqli  $a$  songa ko'paytirish;
3. Biror satr elementlaridan boshqa satr elementlaridan olingan  $k$  – tartibli hosilalarini mos ravishda qo'shish;

Bu almashtirishlarni mos ravishda  $S_i \leftrightarrow S_j$  ( $S_i$  va  $S_j$  satrlarning o'rinlarini almashtirish),  $\alpha \cdot S_i$  ( $S_i$  satrni  $\alpha$  ga ko'paytirish)



$S_i$  satr elementlarini  $\alpha$  songa ko'paytirish),  
 $S_i + D^k S_j$  ( $S_j$  satr elementlariga  $D^k$  - k-tartibli differensial operator bilan ta'sir etib uningmos elementlarini  $S_i$  satrning mos elementlariga qo'shish) lar bilan belgilaymiz.

**Natijalar.** O'zgarmas koeffitsientli koeffitsientli chiziqli bir jinsli differensial tenglamalar sistemasini ko'ramiz

$$\begin{aligned} \frac{dy_1}{dx} &= a_{11}y_1 + a_{12}y_2 + \dots + a_{1n}y_n, \\ \frac{dy_2}{dx} &= a_{21}y_1 + a_{22}y_2 + \dots + a_{2n}y_n, \\ &\dots \dots \dots \\ \frac{dy_n}{dx} &= a_{n1}y_1 + a_{n2}y_2 + \dots + a_{nn}y_n, \end{aligned} \quad (1)$$

ma'lumki, sistemalarni integratsiyalashning usularidan biri - bartaraf etish usuli bo'lib unda sistemadan  $y_2, \dots, y_n$  funksiyalarni yuqotib  $y_1$  funktsiya uchun tartibi  $\leq n$  bo'lgan o'zgarmas koeffitsientli chiziqli differensial tenglama olinadi. Demak, (1) chiziqli sistemada undagi har qanday nomalum funktsiya uchun yuqotish usulidan foydalanib, tartibi sistema tartibidan kichik yoki teng bo'lgan o'zgarmas koeffitsientli chiziqli tenglamani olish mumkin.

Yo'q qilish usuli - bu umumiy va normal ko'rinishdagi o'zgarmas koeffitsientli chiziqli bir jinsli bo'lmagan tenglamalar sistemasini yechishning asosiy usuli, chunki o'zgarmlarni variatsiyalash usuli yordamida normal bir jinsli bo'lmagan sistemaning xususiy yechimini topish ko'pincha operator usulidan foydalanadigan nomalumlarini yuqitish usuliga ko'ra ko'proq hisoblarni talab qiladi.

Ixtiyoriy tartibi,  $n$  ta noma'lum funktsiyaga qatnashgan  $n$  ta tenglamalar sistemasini ko'rib chiqaylik.  $D$  operatoridan foydalanib, uni quyidagicha yozish mumkin:

$$\begin{aligned} M_{11}(D)y_1 + M_{12}(D)y_2 + \dots + M_{1n}(D)y_n &= f_1(x), \\ \dots \dots \dots \\ M_{n1}(D)y_1 + M_{n2}(D)y_2 + \dots + M_{nn}(D)y_n &= f_n(x). \end{aligned} \quad (2)$$

Bunda  $M_{sk}(D)$  ixtiyoriy darajadagi operator ko'phadlari va  $f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)$  funksiyalar etarli marta differensiallanadi deb taxmin qilinadi.

Elementlari  $M_{sk}(D)$  operator polinomiali bilan bir xil koeffitsientlarga ega bo'lgan oddiy ko'phadlar  $M_{sk}(\lambda)$  bo'lgan matritsani ko'rib chiqamiz

$$M(\lambda) = \begin{pmatrix} M_{11}(\lambda) & \dots & M_{1n}(\lambda) \\ \dots & \dots & \dots \\ M_{n1}(\lambda) & \dots & M_{nn}(\lambda) \end{pmatrix} \quad (3)$$

va uni determinantini

$$\Delta(\lambda) = \begin{vmatrix} M_{11}(\lambda) & \dots & M_{1n}(\lambda) \\ \dots & \dots & \dots \\ M_{n1}(\lambda) & \dots & M_{nn}(\lambda) \end{vmatrix} \quad (4)$$

deb belgilaymiz.

$\Delta(\lambda)$  ko'phadning darajasini  $m$  bilan belgilaymiz. (2) sistemaning yechimi  $m$  ixtiyoriy o'zgarmlarni o'z ichiga oladi, shuning uchun  $m$  soni matrisasi (3) bo'lgan sistemaning tartibi deb ataladi. (4) determinantning  $M_{sk}(\lambda)$  elementining algebraik to'ldiruvchisini  $N_{sk}(\lambda)$  bilan belgilaymiz. (2) sistemadagi barcha  $y_2, \dots, y_n$  funksiyalarni bartaraf qilish va  $y_1$  uchun tenglamani olish uchun algebra qo'llaniladigan usulga o'xshash usuldan foydalanamiz.

Birinchi tenglamaga  $N_{11}(D)$ , ikkinchisiga  $N_{21}(D)$  ..., oxirgisiga  $N_{n1}(D)$  operatorlar bilan ta'sir qilamiz va natijani qo'shamiz

$$\sum_{s=1}^n N_{s1}(D) \cdot M_{s1}(D) = \Delta(D); \quad \sum_{s=1}^n N_{s1}(D) \cdot M_{sk}(D) = 0, \quad k = \overline{2, n}.$$





Natijada  $y_1$  uchun o'zgaras koeffitsientli chiziqli bir jinsli bo'lmagan tenglamani olamiz:

$$\Delta(D) \cdot y_1 = N_{11}(D)f_1 + \dots + N_{n1}(D)f_n. \quad (5_1)$$

Keyingi ustunlarning algebraik to'ldiruvchilari yordamida, quyidagi tenglamalarni olamiz:

$$\Delta(D) \cdot y_2 = N_{12}(D)f_1 + \dots + N_{n2}(D)f_n, \quad (5_2)$$

.....

$$\Delta(D) \cdot y_n = N_{1n}(D)f_1 + \dots + N_{nn}(D)f_n. \quad (5_n)$$

Agar  $\Delta(D)$  aynan nolga teng bo'lmasa, u holda  $y_1, \dots, y_n$  larni aniqlash uchun chap tomoni bir xil bo'lgan tenglamalarga ega bo'lamiz va shu sababli noma'lum funktsiyalarning har biri uchun bir jinsli tenglamalarning umumiy yechimining tuzilishi bir xil bo'ladi.

$$\Delta(D)y = 0$$

bir jinsli tenglamaning fundamental yechimlar sistemasi  $\varphi_1(x), \dots, \varphi_m(x)$  bo'lsin va  $\psi_1(x), \dots, \psi_n(x)$  funktsiyalar mos ravishda (5<sub>1</sub>), ..., (5<sub>n</sub>) tenglamalarning xususiy yechimlari bo'lsin. Bu holda tenglamalarning har birining umumiy yechimi

$$y_1 = c_1^{(1)}\varphi_1(x) + \dots + c_m^{(1)}\varphi_m(x) + \psi_1(x), \quad (6_1)$$

.....

$$y_n = c_1^{(n)}\varphi_1(x) + \dots + c_m^{(n)}\varphi_m(x) + \psi_n(x) \quad (6_n)$$

ko'rinishda bo'ladi.

Biroq (5<sub>1</sub>), ..., (5<sub>n</sub>) tenglamalar birta (2) sistemadan olingan va ularning (6<sub>1</sub>), ..., (6<sub>n</sub>) yechimlarini bir-biridan ajratilgan holda ko'rib chiqish mumkin emas. Bu  $n \cdot m$ - ta ixtiyoriy o'zgaraslar o'rtasida bog'liqlik mavjudligi kelib chiqadi. Ular o'rtasida bog'lanishni o'rnatish uchun sistemaga (6) funktsiyalarni qo'yish va ayniyat hosil bo'lishini talab qilish kerak. Hosil bo'lgan  $c_i^{(k)}$  - larga nisbatdan

$n \cdot m$ - ta noma'lumli algebraik tenglamalar sistemada  $m$ - tasi ixtiyoriy o'zgaraslar bo'lib qoladi va qolganlarini ular orqali ifodalash mumkin. Bu

ifodalarni (6) formulaga qo'yib,  $m$ - ta o'zgaraslar bog'liq bo'lgan (2) sistemaning umumiy yechimini topamiz.

Agar  $\Delta(D) = 0$  bo'lsa, u holda sistema birgalikda bo'lmaydi, yoki uning yechimi bir yoki bir nechta ixtiyoriy funktsiyalarga bog'liq. Ikkinchi hol (2) sistemaning bir yoki bir nechta tenglamalari boshqalaridan songa ko'paytirish, qo'shish va differentsiallash amallari bilan olingan holda hosil bo'lishi mumkin.

**Izoh.** Normal sistemani yo'q qilish usuli bilan yechimini topishda, ko'pincha (5) ko'rinishdagi tenglamalardan birini integrallashgandan so'ng, yangi ixtiyoriy o'zgaraslar kiritmasdan, sistemadan qolgan noma'lum funktsiyalarni topish mumkin.

Misollar qarymiz.

**1-misol.**

$$\frac{dx}{dt} = 3x + 2y + 18te^t, \quad \frac{dy}{dt} = x + 2y$$

sistemaning umumiy yechimini topamiz.

*Yechilishi.* Sistemani operator ko'rinishda yozamiz

$$(D-3)x - 2y = 18te^t, \quad -x + (D-2)y = 0.$$

Sistemaning kengaytirilgan masritsada elementar almashtirishlar bajaramiz

$$\left( \begin{array}{cc|c} D-3 & -2 & 18te^t \\ -1 & D-2 & 0 \end{array} \right) \xrightarrow{(D-3)S_2+S_1} \left( \begin{array}{cc|c} 0 & D^2-5D+4 & 18te^t \\ -1 & D-2 & 0 \end{array} \right)$$

natijada

$$(D^2 - 5D + 4)y = 18te^t, \quad -x + (D-2)y = 0$$

operatorli sistema hosil qilamiz. Sistemaning birinchi tenglamasining yechimini topamiz, buning uchun  $D^2 - 5D + 4$  operatorni ko'paytuvchilarga ajratib teskari operatorli tenglama hosil qilamiz va teskari operatorning xossalariidan foydalanamiz [1,4]:

$$y = \frac{1}{(D-1)(D-4)} 18te^t = e^t \frac{1}{D(D-3)} 18t = -e^t \left( \frac{6}{D} + 2 \right) t = -e^t (3t^2 + 2t).$$



Bundan tenglamaning umumiy yechimini topamiz:

$$y = c_1 e^{4t} + c_2 e^t - e^t (3t^2 + 2t).$$

Sistemaning ikkinchi tenglamasidan  $x$  ni anilaymiz. Natijada sistemaning umumiy yechimini topamiz

$$x = 2c_1 e^{4t} - c_2 e^t + e^t (3t^2 - 4t - 2), \quad y = c_1 e^{4t} + c_2 e^t - e^t (3t^2 + 2t).$$

## 2- misol.

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + 5 \frac{dx}{dt} + 2 \frac{dy}{dt} + y = 6e^t, \quad 3 \frac{d^2 x}{dt^2} + 5x + \frac{dy}{dt} + 3y = 18e^t$$

sistemaning umumiy yechimini topamiz.

*Yechilishi.* Sistemani operator ko'rishda yozamiz

$$(D^2 + 5D)x + (2D + 1)y = 6e^t, \quad (3D^2 + 5)x + (D + 3)y = 18e^t.$$

Sistemaning kengaytirilgan masritsasida

$$\left( \begin{array}{cc|c} D^2 + 5D & 2D + 1 & 6e^t \\ 3D^2 + 5 & D + 3 & 18e^t \end{array} \right)$$

1-misol kabi elementar almashtirishlar bajaramiz

$$\left( \begin{array}{cc|c} -5(D-1)^2(D+1) & 0 & (D+3)6e^t - (2D+1)18e^t \\ 0 & -5(D-1)^2(D+1) & (D^2+5D)18e^t - (3D^2+5)6e^t \end{array} \right)$$

Natijada,  $x$  va  $y$  larni topish uchun tenglamalar

$$(D-1)^2(D+1)x = 6e^t, \quad (D-1)^2(D+1)y = -12e^t$$

ko'rishda va  $\Delta(D) = (D-1)^2(D+1)$  berilgan tenglamalar sistemasining xarakteristik ko'pxadi bo'ladi. Teskari operatorning xossalaridan foydalanib [3]

$$x = \frac{1}{(D-1)^2(D+1)} 6e^t = e^t \frac{1}{D^2(D+2)} 6 = \frac{1}{2} t^2 e^t,$$

$$y = -\frac{1}{(D-1)^2(D+1)} 12e^t = -e^t \frac{1}{D^2(D+2)} 12 = -t^2 e^t$$

bir jinsli bo'lmagan tenglamalarning xususiy yechimini topamiz.

Demak, sistemaning yechimi

$$x = (c_1 + c_2 t) e^t + c_3 e^{-t} + \frac{1}{2} t^2 e^t, \quad y = (c_4 + c_5 t) e^t + c_6 e^{-t} - t^2 e^t$$

bo'ladi.

Oltita  $c_1, \dots, c_6$  o'zgarmaslar orasida o'zaro bog'langanlar soni  $\Delta(D)$  ko'phadning darajasiga teng, ya'ni uchga teng. Bular orasida boglanishni topish uchun, topilgan yechimni sistemaning birinchi tenglamasiga qo'yamiz va ayniyat hosil bo'lishligi shartini qo'yamiz

$$(c_1 + c_2 t + 2c_2) e^t + c_3 e^{-t} + e^t + 2te^t + \frac{1}{2} t^2 e^t + 5(c_1 + c_2 t + c_2) e^t - 5c_3 e^{-t} + 5te^t + \frac{5}{2} t^2 e^t + 2(c_4 + c_5 t + c_5) e^t - 2c_6 e^{-t} - 4te^t - 2t^2 e^t + (c_4 + c_5 t) e^t + c_6 e^{-t} - t^2 e^t = 6e^t.$$

Barcha  $t^2 e^t$  qatnashgan hadlar yeyishadi, bu hisoblashlarni to'g'riligini ko'rsatadi.  $e^t$ ,  $te^t$  va  $e^{-t}$  funksiyalar chiziqli bog'lanmaganligi sababli, ularni koeffitsiyentlarini tenglashtirib uchta tenglama hosil qilamiz va tenglamalardan  $c_4, c_5, c_6$  o'zgarmaslarni  $c_1, c_2, c_3$  orqali ifodasini topamiz:

$$c_4 = -2c_1 - c_2 + \frac{2}{3}, \quad c_5 = -2c_2 - 1, \quad c_6 = -4c_3.$$

Natijada berilgan tenglamalar sistemasining umumiy yechimi quyidagicha bo'ladi

$$x = (c_1 + c_2 t) e^t + c_3 e^{-t} + \frac{1}{2} t^2 e^t, \\ y = \left( -2c_1 - c_2 + \frac{2}{3} - (2c_2 + 1)t \right) e^t - 4c_3 e^{-t} - t^2 e^t.$$

O'garmaslar orasidagi bog'lanishlar chiziqli bog'lanmagan bo'lganligi sababli  $x$  va  $y$  larni ikkinchi tenglamaga qo'shish shart emas, chunki o'zgarmaslar soni  $\Delta(D)$  ko'phadning darajasiga teng bo'lishi kerak. Shu sababli  $x$  va  $y$  larni ikkinchi tenglamaga qo'yish natijasida  $c$  lar uchun olingan bog'lanishlar birinchi tenglamaga qo'yish natijasida olingan bog'lanishlarning natijasi bo'ladi.

**Xulosa.** O'zgarmas koeffitsientli chiziqli bir jinsli bo'lmagan differensial tenglamaning umumiy yechimini o'zgarmaslarni variatsiyalash usuli bilan topish mumkin. Biroq, amalda bu usul katta hisoblashlar bilan bog'liq. Operator polinomiga teskari



operatorning kiritilishi tenglamaning o‘ng tomoni  
ixtiyoriy, xususan, kvazipolinom bo‘lganda ham  
hisoblashlarni sezilarli darajada osonlashtiradi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. *Розенблюм А.А.* Интегрирование дифференциальных уравнений операторным методом. Учебное пособие. Изд. ГГУ, Горький, 1980. 59 с.
2. *Мальшев Ю.В.* Линейные дифференциальные уравнения // Известия РАЕН. Дифференциальные уравнения. 1999. № 2. с. 59-66.
3. *Мальшев Ю.В., Атаманов П.С.* Интегрирование дифференциальных уравнений операторным методом. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2011. 176 с.
4. *Мухтаров У., О‘роқов Н.О.* Chiziqli differensial tenglamalarni yechishda operator usulini qo‘llash. Buxoro DU. Ilmiy Axboroti 2023, № 4, 33-36 b.

