

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'oniylar 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 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 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 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 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
Soliyev 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'oiyeva Xumora Qobiljon qizi, Ovoz tovushlari intellektual taxlili asosida videokuzatuz tizimini boshqarish	459-462

Синтез методов цифровой регистрации в системах сбора и обработки измерительной информации для обеспечения достоверности в информационно-управляющих системах

Севинов Жасур Усманович,

доктор технических наук (DSc), профессор, заведующий
кафедрой «Системы обработки информации и управления»
Ташкентского государственного технического университета
имени Ислома Каримова в г. Ташкент, E-mail:
sevinovjasur@gmail.com

Темербекова Барнохон Маратовна,

доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент,
Заведующий кафедрой «ИТиАТПП» филиала «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС» в
г. Алмалык, E-mail: misis_temerbekova@mail.ru

Маманазаров Улугбек Бахтиёр угли,

ст. преподаватель кафедры «ИТиАТПП» филиала
«Национальный исследовательский технологический
университет «МИСИС» в г. Алмалык, E-mail: m67811@mail.ru

Бекимбетов Баходир Маратович,

ассистент кафедры «Общепрофессиональные и экономические
науки» Ташкентского государственного технического
университета имени Ислама Каримова в г. Алмалык, E-mail:
bakhodir.bekimbetov@inbox.ru

Аннотация. Предложен метод синтеза погрешностей многоканальных измерительных преобразователей, применимый к существующим и вновь проектируемым математическим аппаратам, который включает в себя: модели погрешности измерительного канала, многомерной градуировочной характеристикой в виде алгебраического полинома; и методику оценивания параметров модели для цифровой регистрации в системах сбора и обработки измерительной информации в информационно-управляющих системах технологического процесса. Программная реализация выполнена на высокоуровневом языке программирования Python с применением специализированных библиотек для технико-математических расчетов.

Ключевые слова: градуировочная характеристика, измерительные каналы, алгебраический полином, многоканальный измерительное устройство, суммарная погрешность, информационно-управляющие системы

ВВЕДЕНИЕ.

В Республике и за рубежом ведутся исследования, направленные на повышение эффективности применения средств и методов цифровой регистрации путем комбинированного преобразования регистрируемых информационных потоков с целью обеспечения гибких и совмещенных систем обработки информации в информационно-управляющих

системах (ИУС). Анализ существующих средств восстановления и обработки многомерной цифровой регистрации свидетельствует, о том, что одним из наиболее перспективных путей создания таких средств является использование процессорных устройств различного класса и, в первую очередь, универсальных и микропроцессорных контроллерах на верхних уровнях иерархий.



При решении задач обеспечения эффективного преобразования и обработки разнородных и массовых объемов экспериментальных данных технологических процессов, к которым предъявляются жесткие требования по их достоверности и статической однородности, могут использоваться сами средства регистрации, с помощью которых организовываются и проводятся соответствующие циклы дополнительной регистрации и обработки экспериментальных данных. При этом необходимо выделить исследования и оценки низкочастотных флуктуационных процессов в элементах и устройствах информационно-измерительных систем, используемых при проведении натурных экспериментов. В этом случае развитие методов автоматизированной регистрации данных о низкочастотных флуктуационных процессах в физических системах и построение на этой основе предварительного преобразования многомерных массивов информации позволяет значительно повысить эффективность сложных натурных экспериментов и поднять технический уровень используемых средств преобразования и регистрации измерительной информации циркулирующих в информационно-управляющих системах [1-3].

Методы.

Рассматриваемый метод синтеза погрешностей многоканальных измерительных преобразователей применим к существующим и вновь проектируемым математическим аппаратам [4]. Метод включает в себя:

- модель погрешности измерительного канала, описываемого многомерной градуировочной характеристикой в виде алгебраического полинома;

- методику оценивания параметров модели;

- модель и методику определения погрешности измерительного устройства в целом через параметры погрешностей измерительных каналов.

Модель погрешности измерительного канала, описываемого многомерной

градуировочной характеристикой, можно получить на основе анализа источников погрешности.

Последняя разделена на основную $\varepsilon_{осн}$ и дополнительную $\varepsilon_{дон}$ составляющие. Основная имеет место в номинальном режиме, когда варьируются лишь учитываемые в градуировочной характеристике воздействия, а основные не учитываемые – контролируются и поддерживаются на заданном уровне. Эта погрешность вызвана неконтролируемыми воздействиями [5].

Преобладающую часть погрешности $\varepsilon_{осн}$ составляет погрешность $\varepsilon_{осн}^0$, имеющая нулевое математическое ожидание и некоррелированная с соответствующими погрешностями других измерительных каналов. Она характеризуется дисперсией $D\{\varepsilon_{осн}^0\}$, которая определяется по результатам градуировочных испытаний. Другая часть $\varepsilon_{осн}^2$ основной погрешности учитывает отличие действительного значения математического ожидания погрешности $\varepsilon_{осн}$ от нуля. Эта составляющая носит мультипликативный характер и оценивается по результатам градуировки, причем, она может быть уменьшена до любой величины путем выбора плана градуировочного эксперимента [6-8].

Дополнительная погрешность появляется в условиях эксплуатации вследствие отклонения не учитываемых в градуировочной характеристике воздействий из числа контролируемых при градуировке относительно номинальных значений. Она также разделена на две составляющие, одна из которых ($\varepsilon_{дон}^2$) вызвана временным фактором, а другая ($\varepsilon_{дон}^1$) остальными воздействиями. Для определения максимального значения $\delta_{дон}^2$ составляющей $\varepsilon_{дон}^2$ находится по результатам испытаний нескольких измерительных каналов данного типа через время t после снятия их градуировочных характеристик. Во время таких



испытаний варьируются только учитываемые воздействия [9,10].

Модель погрешности и методика определения ее параметров применена для измерительного канала, описываемого адекватной градуировочной характеристикой, минимизирующей дополнительную погрешность измерительного канала [11]. Для погрешности измерительного канала с адекватной градуировочной характеристикой справедливо выражение $\varepsilon_0 = \varepsilon_{aосн}^0 + \varepsilon_{адоп}^0 + \varepsilon_{адоп}^2$; с неадекватной градуировочной характеристикой, полученной экспериментально: $\varepsilon_n = \varepsilon_{носн}^0 + \varepsilon_{ндоп}^0 + \varepsilon_{ндоп}^2$; с неадекватной градуировочной характеристикой, полученной усечением $\varepsilon_{адоп}^2$ адекватной: $\varepsilon_a = \varepsilon_{aосн}^0 + \varepsilon_{адоп}^0 + \varepsilon_{адоп}^2 + \varepsilon_{удоп}^3 = \varepsilon_a + \varepsilon_{удоп}^3$, где $\varepsilon_{удоп}^3$ - погрешность от усечения воздействий, входящих в неадекватную градуировочную характеристику.

Выражения, связывающее погрешность многоканального измерительного устройства с погрешностями измерительных каналов и учитывающее используемый метод вычислений, имеет вид

$$\eta_T = C(A^T \cdot P \cdot A)^{-1} A^T P \varepsilon = B \varepsilon, \quad (1)$$

где $\eta_T = [\Delta \psi_1, \dots, \Delta \psi_q]$ – вектор погрешности измеряемых функций; $\varepsilon = [\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_k]$ – вектор погрешности измерительных каналов.

Для вектора погрешности измерительного устройства справедливо

$$\eta = \eta_{осн}^0 + \eta_{доп}^1 + \eta_{доп}^2 + \eta_{доп}^3, \quad (2)$$

Здесь вектор $\eta_{осн}^0$ связан с вектором соответствующих погрешностей измерительных каналов $\varepsilon_{осн}^0$ соотношениями $\eta_{осн}^0 = B \varepsilon_{осн}^0$, где $(\eta_{осн}^0)^T = [\eta_{1осн}^0, \dots, \eta_{qосн}^0]$ $(\varepsilon_{осн}^0)^T = [\varepsilon_{1осн}^0, \dots, \varepsilon_{kосн}^0]$.

Исследуемые результаты

Аналогичным образом связаны и другие составляющие погрешностей [12]. Вектор $\varepsilon_{осн}^0$ имеет нулевое математическое ожидание и

известную дисперсионную матрицу $D\{\varepsilon_{осн}^0\}$.

Поэтому погрешность $\eta_{осн}^0$ характеризуется дисперсионной матрицей $D\{\eta_{осн}^0\}$.

Вектор $\varepsilon_{доп}^0$ описывается вектором δ^0 максимальных значений погрешностей отдельных измерительных каналов [13]. Точные значения коэффициентов корреляции между элементами вектора $\varepsilon_{доп}^0$ не известны, а известны лишь диапазоны их возможных значений

$$K_{ij}^{0*} - W_{ij}^0 \leq K\{\varepsilon_{идоп}^0, \varepsilon_{ждоп}^0\} \leq K_{ij}^{0*} + W_{ij}^0.$$

В этих условиях для оценивания погрешности $\eta_{доп}^0$ применим метод, основанный на получении гарантированных оценок погрешности [14]. За гарантированную характеристику погрешности $\eta_{здоп}^0$ ($Z = 1, \dots, q$), соответствующей Z -ой измеряемой функции ψ_z , может быть принята

величина $\beta_z^{zap} \leq \sqrt{M^{zap}\{\eta_{здоп}^0\}}$, где $M^{zap}\{\eta_{здоп}^0\}$ – гарантированное значение математического ожидания квадрата погрешности.

Для гарантированной характеристики справедливо

$$\beta_z^{zap} = \frac{1}{K} \sqrt{\sum_{i,j=1}^k (K_{ij}^{0*} \cdot bzi \cdot bzj + w_{ij}^0 | bzi \cdot bzj |) \delta_i^0 \delta_j^0}, \quad (3)$$

где bzi, bzj – элементы строки B_z матрицы B ; δ_i^0, δ_j^0 – элементы вектора δ^0 ; K – коэффициент, зависящий от принятой надежности оценивания при наихудшем законе распределения [14]. Аналогичным образом определяются гарантированные характеристики элементов векторов $\eta_{доп}^2$ и $\eta_{доп}^3$. Суммарная погрешность многоканального измерительного устройства характеризуется вектором гарантированных характеристик элементов вектора η . Каждая из гарантированных характеристик определяется как [16]:



$$\beta_Z^{zap} = \sqrt{D\{\eta_Z^0\} + (\beta_Z^0)^2 + (\beta_{Z_i}^2)^2 + (\beta_Z^3)^2} \quad (4)$$

Задачи программной реализации:

1. Моделирование погрешностей измерительных каналов:

- синтезировать модель основной и дополнительной погрешностей;
- учесть составляющие, такие как низкочастотные флуктуации и временные воздействия.

2. Генерация многомерной градуировочной характеристики:

- построение алгебраического полинома для описания характеристики.

3. Расчет матриц дисперсий и корреляций:

- вычислить матрицу дисперсий для основной погрешности;
- оценить корреляции между каналами и их диапазоны.

4. Оценка суммарной погрешности устройства:

- применить формулы для расчета суммарной погрешности, используя матрицы весов и оценок.

Основные модули.

- `error_model.py` – расчет и моделирование погрешностей;
- `calibration_characteristic.py` – генерация и анализ градуировочной характеристики;
- `total_error_estimation.py` – расчет суммарной погрешности;
- `visualization.py` – построение графиков и представление данных.

Структура данных.

- каждый канал описывается своими характеристиками (номинальные параметры, погрешности, градуировочные данные);
- матрицы: дисперсии, корреляции, веса (заданные или вычисляемые).

В качестве инструментов используются библиотеки NumPy для обработки массивов данных и выполнения вычислений, а также Matplotlib для визуализации результатов [17,18].

Результаты моделирование статистических анализов погрешностей, их распределение по каналам и сравнение измеренных величин с нелинейными истинными значениями приведены в рис.1 и рис.2.

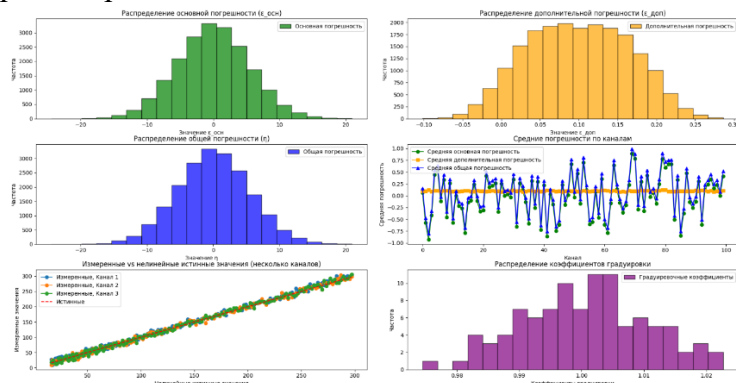


Рис. 1. Статистический анализ погрешностей, их распределение по каналам и сравнение измеренных величин с нелинейными истинными значениями.

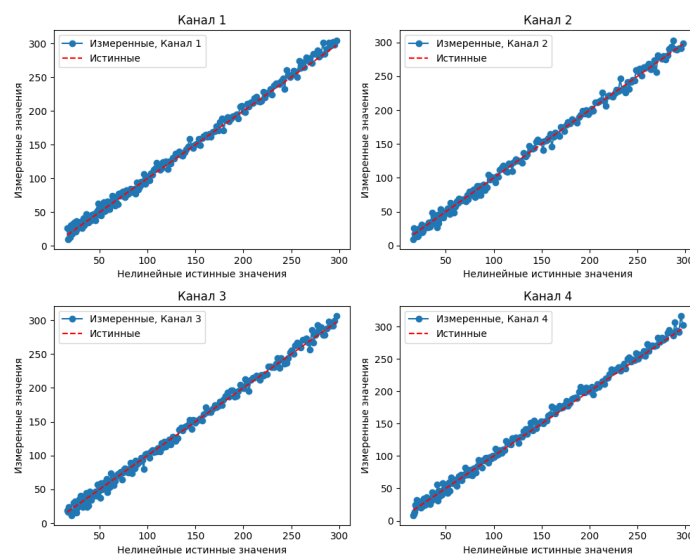


Рис. 2. Сравнение измеренных значений с нелинейными истинными значениями по отдельным каналам.

Заключение. Рассмотренный метод синтеза статической погрешности многоканального измерительного устройства создает предпосылки для разработки методов проектирования измерительных приборов и устройств.

Представлены гистограммы распределений основной $\epsilon_{осн}$, дополнительной $\epsilon_{доп}$ и общей η погрешностей, средние значения погрешностей по



каналам, сравнительные графики измеренных значений с истинными (для нескольких каналов) и гистограмма распределения коэффициентов градуировки.

Для выбранных каналов представлены графики зависимости измеренных значений от нелинейных истинных. Видно, что измерения согласуются с истинными данными, подтверждая корректность калибровки и метода измерения.

Синтез методов цифровой регистрации в системах сбора и обработки данных измерительной информации дает возможность обеспечить достоверность в заданном уровне.

Литература:

1. Кульба В.В., Ковалевский С.С., Шелков А.Б. Достоверность и сохранность информации в АСУ. Издание второе. - М.: СИНТЕГ, 2003. - 500 с. (Серия «Информационные технологии»).
2. Gulyamov Sh., Temerbekova B.M., Mamanazarov U.B., Noise Immunity Criterion for the Development of a Complex Automated Technological Process // E3S Web of Conferences, Volume 452 (2023) XV International Online Conference “Improving Farming Productivity and Agroecology – Ecosystem Restoration” (IPFA 2023), Published online: 30 November 2023.
3. Игамбердиев Х.З., Севинов Ж.У., Зарипов О.О. Регулярные методы и алгоритмы синтеза адаптивных систем управления с настраиваемыми моделями. – Т.: ТашГТУ, 2014. - 160 с.
4. Темербекова Б.М. Обеспечение достоверности независимо измеренных параметров технологических потоков в информационно-управляющих системах // Ежемесячный научно-технический производственный журнал «Промышленные АСУ и контроллеры», 2021. №12. –С. 20-25. (05.00.00; №69).
5. Темербекова Б.М., Эрнazarова З.Х., Онбаши Л.Р. Построение вектора минимальных

выработок для выполнения плановых заданий оперативно-диспетчерского управления технологическим комплексом // Интернаука: электрон. научн. журн. 2021. №14(190). Часть 2. -С.29-32.

6. Темербекова Б.М., Маманазаров У.Б., Бекимбетов Б.М. Разработка методологии идентификации и моделирование динамических систем на основе нейронных сетей в среде MATLAB // Издательство «Научтехлитиздат». Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. - 2024. - №10. - С.53-62. DOI: 10.25791/pribor.10.2024.1532.
7. Темербекова Б.М. Имитационная модель технологического комплекса из взаимодействующих технологических узлов в информационно-управляющих системах // Промышленные АСУ и контроллеры, №8, 2020. – С.51-59. DOI: 10.25791/asu.8.2020.1212. (05.00.00; №69).
8. Темербекова Б.М., Маманазаров У.Б., Бекимбетов Б.М. Анализ применения нейросетевых регуляторов в сложных металлургических процессах // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2024. 8(125). – С. 47-52. DOI: 10.32743/UniTech.2024.125.8.18116.
9. Темербекова Б.М. Облачные вычисления в измерительных информационно-управляющих системах // Science and education scientific journal. 27 April 2020. Часть 2. 2020. -С.124-127.
10. Темербекова Б.М., Маманазаров У.Б. Применение облачных вычислений в измерительно-информационно управляющих комплексах автоматической системы оперативного управления // International independent scientific journal, №34, Vol 1. 2021. -PP. 39-43.
11. Бублик А.Ф. «Методы оценки и снижения погрешностей при измерениях параметров технологических процессов» // Измерительная техника, 2018, №7, с. 34-39.



12. Разживин Н.И., Логунов С.В. «Анализ погрешностей сбора данных в распределенных промышленных информационно-измерительных системах» // Автометрия, 2019, №3, с. 24-32.
13. Письменная О.С., Сидорин А.А. «Оценка неопределенности и подавление помех при обработке сигналов в промышленных измерительных каналах» // Контроль. Диагностика, 2020, №10, с. 40-45.
14. Shah, S.L., Huang, B. Performance Assessment of Control Loops: Theory and Applications. Springer-Verlag, 2020.
15. Kang, J., Park, J., Choi, Y. “Measurement Error Compensation in Industrial Sensor Networks using Statistical Modeling” // Sensors, 2021, 21(9), 3109.
16. Tsang, P.W.M., Liu, Y. “Distributed Sensing and Measurement in Industrial IoT: A Survey” // IEEE Sensors Journal, vol. 21, no. 15, 2021, pp. 17478–17492.
17. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM), JCGM 100:2008.
18. Методические рекомендации ВНИИМС по оценке погрешностей и неопределенности измерений (доступны на сайтах метрологических институтов).

