

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 Abdualil Abdualioyevich,**

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 psevdoobyektlarni 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 REKTIKATSIYA 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 REKTIKATSIYALASH 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
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

## ДЕГРАДАЦИЯ СЭ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИЗЛУЧЕНИЯ ВИДИМОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА И ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ

**Мовлонов Пахловон Ибрагимович**  
Кафедра естественных наук ТАТУ ФФ  
pahlovonmovlonov@gmail.com

**Аннотация.** Исследование образцов  $Cu_{2-x}S-Zn_y Cd_{1-y}S$  с различным составом основных материалов ( $0,05 \leq y \leq 0,2$ ), полученных на основе прессованных спеченных таблеток  $Zn_y Cd_{1-y}S$  по методике, описанной в пункте 2.2 настоящей статьи.

**Ключевые слова:** фотопреобразователи, вольт-амперные характеристики, процессы фотоусталости, распределение фото чувствительности, спектральные характеристики, фотоприемник.

### Введение

Нам известны необратимые изменения свойств СЭ, таких как  $Cu_{2-x}S-CdS$  и  $Cu_{2-x}S-Zn_yCd_{1-y}S$  ( $0,05 < y < 0,15$ ), хранящихся в темноте. Однако стабильность этих устройств в процессе эксплуатации мало интересует. Поэтому здесь мы сосредоточим внимание на влиянии возбуждения на фотоэлектрические свойства рассматриваемых устройств. Кроме того, рассмотрено влияние потока электронов до пороговых энергий на СЭ типа  $Cu_{2-x}S-CdS$ .

Деградация  $Cu_{2-x}S-CdS$  и  $Cu_{2-x}S-Zn_yCd_{1-y}S$  СЭ происходила при освещении приборов светом газоразрядной ксеноновой лампы ДКСИ -120 с водяным фильтром, имитирующей спектр солнечного излучения. Мощность освещения в плоскости СЭ составляла  $100 \text{ мВт/см}^2$ . Исследованные СЭ были помещены в термостат и нагревались до температуры  $60^\circ\text{C}$ . Часть приборов деградировала в режиме холостого хода (ХХ), а часть – в режиме короткого замыкания (КЗ).

### Анализ литературы и методов

Известно, что гетеропереходы типа  $CuS CdS_{2-x}$  – используются для преобразования солнечной энергии в широком спектре длин волн [1]. Гетеропереход  $CuS CdS_{2-x}$  – также можно использовать в качестве сенсора оптического изображения [2]. Несмотря на большой интерес к данной структуре, существуют определенные причины, ограничивающие их широкое

применение. Это, главным образом связано, с нестабильностью (деградацией) параметров гетероструктур. Деградация параметров данных структур может быть обусловлена как явлениями происходящие в слое  $CuS_{2-x}$  [3], так и, в базовом материале

$CdS$  [4], а также диффузией ионов меди из слоя  $Cu S_{2-x}$  в  $CdS$  [5]. В работе [5] было показано, что в слое  $CdS$  со временем может происходить обратимый процесс - увеличение удельного сопротивления, связанного главным образом с распадом пересыщенного твёрдого раствора собственных донорных дефектов (междоузельные атомы  $Cd_i$ ). Кроме того, диффузия ионов меди в сульфид кадмия также приводит к росту его удельного сопротивления.

### Обсуждение и результаты

Известно, что для повышения понтирующего сопротивления  $Cu_{2-x}S-CdS$  СЭ процесс их создания, как правило, завершается ТО. В данной работе использовались два режима ТО, указанных в таблице 1.1. В первом случае не удавалось добиться хороших диодных характеристик СЭ (рис.1.1 в ). Хотя напряжение холостого хода  $U_{ХХ}$  было удовлетворительным ( $\sim 450 \text{ мВ}$ ), по значению тока короткого замыканию.  $I_{КЗ}$  -- низким (1,4 мА), а КЗ 0,25. Понтирующее сопротивление СЭ составляло  $10^3-10^4$  Ом, а последовательное сопротивление  $R_6$  было велико -  $\sim 200$  Ом. Такие СЭ, однако, характеризовались



значительной фото чувствительностью в области 0,8-1,0 мкм с красной границей 1,2эВ . Последний факт свидетельствует об устойчивой фазе сульфида меди.

Таблица 1.1.

Партия	Марка	Температура обработка, С	Время обработки
партия I, 2 сорт	ЕТО.021.00 9 ТУ	125	60
партия II, 1 сорт	БКО.028.01 4 ТУ	170	30

При втором режиме ТО значения  $U_{xx}$ ,  $I_{кз}$  и КЗ нагрузочной ВАХ СЭ были намного выше (510 мВ, 14 мА и  $\sim 0,5$  соответственно рис.1.2 а), при  $R_{ш} = (2-5) \cdot 10^5$  Ом и  $R_n = 25$  Ом. Однако эти СЭ были не фоточувствительны в области 0,8-1,0 мкм с красной границей спектральной зависимости фототока  $\lambda = 1,59- 1,6$  эВ (рис.1.2 б), что свидетельствует о частичном разложении сульфида меди в процессе ТО.

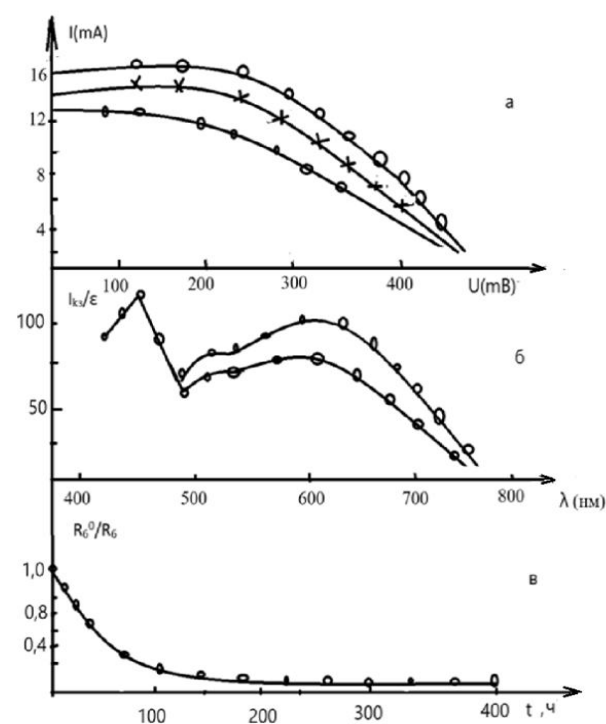


Рис.1.1 Изменение нагрузочной ВАХ (а), спектральной характеристики  $I_{кз}$  (б) и темнового сопротивления базовых материалов CdS (в) при деградации СЭ из партии II. Кривая 1 до деградации, кривые 2,3- после деградации в течение 200 и 400 ч соответственно.

## Результаты эксперимента

### Деградация приборов из партии I.

Наблюдаемые экспериментальные различия в изменении при деградации параметров СЭ из партии I позволили разделить их на две группы. У СЭ, имеющих близкие значения пунтирующего сопротивления ( $R_{ш}=10^3$  Ом), при деградации монотонно уменьшались  $I_{кз}$  и  $U_{xx}$  (рис.1.1 в и рис.1.3, кривая 1) и возрастало  $R_n$  (рис.1.1 а). При этом в спектральной характеристикой  $U_{xx}$  наблюдался рост фото чувствительности в полосе  $\lambda = 0,6$  мкм, а красная граница спектральной характеристики оставалась без изменения (рис.1.1 б). У СЭ партии I, имеющих более высокое значение пунтирующего сопротивления ( $R_{ш}= 10^4$  Ом), в первые 60 ч деградации происходило незначительное снижение  $I_{кз}$  при практически постоянной величине  $U_{xx}$  (рис.1.3, кривая 2) одновременно с увеличением  $R_n$  СЭ и  $R_6$  таблеток CdS . Далее вплоть до 400 ч наработки параметры СЭ и таблеток CdS практически не изменились. В то же время форма спектральной характеристики  $U_{xx}$  на протяжении всех 400 ч деградации оставалась постоянной. Характер изменения всех СЭ партии I не зависел от режима деградации (кз или хх).

### Деградация приборов из партии II.

Как видно из рисунков 1.2 и 1.3 кривые 3,4, в приборах из партии II в первые 200 ч деградации увеличивается  $I_{кз}$  при неизменной величине  $U_{xx}$  и постоянной форме спектральной характеристики фототока. В последующие 200 ч деградации величина  $U_{xx}$  по-прежнему не изменяется, а  $I_{кз}$  остается постоянным либо несколько уменьшается в случае деградации элементов в режиме ка и хх соответственно (см. рис.1.2 и рис.1.3, кривая 3,4). В промежутке времени 200-400 ч у диодов, деградирующих в режиме холостого хода, красная граница спектральной чувствительности  $I_{кз}$  смещается в коротковолновую область.





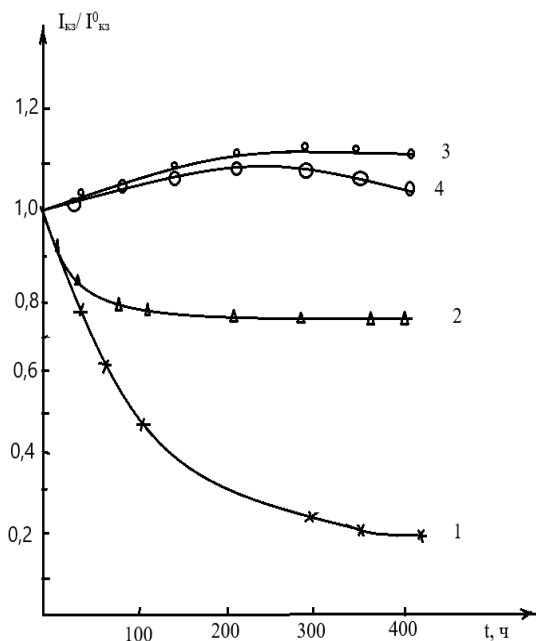


Рис.1.2 Кинетика изменения  $I_{kz}$  в процессе деградации СЭ из партии I (кривые 1,2) и II (кривые 3,4)

### Обсуждение результатов

Анализ проведенных экспериментальных результатов показывает, что в процессе ТО-I не происходит изменение фазового состава сульфида меди. Положение красной границы спектральной чувствительности (~1,2 эВ) указывает на устойчивую фазу сульфида меди- халькоцит. В этом случае, однако, не всегда удается избавиться от медных "за короток", обуславливающих низкие значения  $R_{ш}$  СЭ и, следовательно, плохие диодные характеристики. На первом этапе деградации (~60 ч) таких диодов происходит процесс распада пересыщенного твердого раствора донорных дефектов в базовом материал CdS, обнаруженный при исследовании старения СЭ типа  $Cu_{2-x}S-CdS$  и  $Cu_{2-x}S-Zn_y Cd_{1-y}S$  (см.3.1.3, 3.2). Об этом свидетельствует постоянство формы спектральной характеристики СЭ, возрастание его последовательного сопротивления, а также увеличение сопротивления таблеток базового материала  $R_6$ , подвергнутых ТО-I и деградировавших совместно с СЭ (см. рис.1.1.в).

Дальнейшая деградация (60-400 ч) СЭ с низким значением  $R_{ш}$  обусловлена, по-видимому, диффузией атомов меди из медных "за короток" вдоль границ зерен и вглубь зерна. Диффузия атомов меди вдоль границ зерен подтверждается

резким снижением  $R_{ш}$  и, вследствие этого, уменьшением  $I_{kz}$  и  $U_{xx}$ . На диффузию атомов меди вглубь зерна указывает появление фото чувствительности в полосе  $\lambda = 0,60$  мкм, обусловленной, как известно [5], примесным поглощением света в CdS на центрах  $Cu_{Cd}$ , а также возрастание величины  $R_n$ . Последний эффект связан с компенсирующим действием меди в кристаллической решетке n-типа CdS. Поскольку дефекты  $Cu_{Cd}$  в кристаллах CdS являются центрами фоточувствительности, одновременно с увеличением указанной полосы примесного поглощения в СЭ возрастает и полоса с  $\lambda = 0,50$  мкм, обусловленная собственным поглощением света в CdS. Поскольку процесс диффузии атомов меди вглубь зерна не происходил при выдержке аналогичных СЭ при  $T=60^\circ C$ , но при отсутствии освещения, то отсюда можно заключить, что процесс диффузии атомов меди в кристаллы CdS является фото стимулированным.

СЭ, подвергнутые ТО-II, характеризуются красной границей в спектральной зависимости  $I_{kz}$  (1,6 эВ), что указывает на частичное разложение сульфида меди в процессе ТО. Высокие выходные параметры СЭ в этом случае обусловлены, очевидно, исчезновением медных "за короток" при высокотемпературной ТО. Деградации таких СЭ (независимо от режима) в первые 200 ч работы сопровождается возрастанием  $I_{kz}$  и КЗ без изменения величины  $U_{xx}$  и формы их спектральной характеристики. В этот же период наблюдается снижение базового сопротивления таблеток  $R_6$ , подвергнутых освещению совместно с СЭ (см. рис.1.2 в). Причиной перечисленных изменения является, по-видимому, частичное растворение докормных выделений в базовом материале CdS при освещении, обнаруженное ранее при исследовании процесса старения и фото утомляемости  $Cu_{2-x}S-CdS$  СЭ. В СЭ из партии II распад пересыщенного твердого раствора донорных дефектов в CdS завершен еще на стадии ТО. Поэтому освещение, как и в случае состаренных СЭ, вызывает теперь только увеличение концентрации доноров в объеме вследствие частичного растворения выделений.



Возрастание  $I_{кз}$  при увеличении концентрации доноров в базовом материале СЭ может быть обусловлено как увеличением фоточувствительности CdS вследствие изменения степени компенсации центров фоточувствительности при освещении, так и увеличением коэффициента разделения носителей р-п переходом, благодаря уменьшению пирины области пространственного заряда и, следовательно, росту в нем напряженности поля. Увеличение фоточувствительности в CdS вызывало бы преимущественное возрастание полос с  $\lambda = 0,5$  и  $0,6$  мкм в спектральной характеристике фототока. В то же время рост коэффициента разделения носителей в р-п-переходе приводил бы к пропорциональному увеличению фоточувствительности во всех полосах спектральной зависимости. Последний эффект и наблюдался экспериментально.

В процессе дальнейшей выдержки  $Cu_{2-x}S-CdS$  СЭ из партии II при освещении (200-400 ч) у СЭ, работающих в режиме короткого замыкания, изменения  $I_{кз}$  и КЗ не происходит, а их достигнутые значения соответствуют данному уровню освещенности.

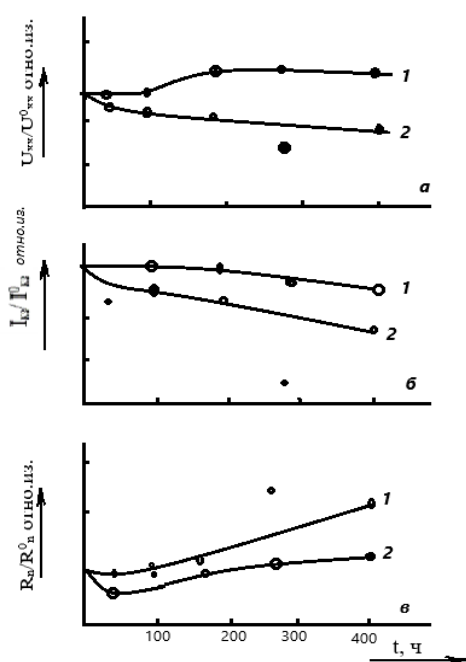


Рис. 1.3 Относительные изменения  $U_{xx}/U_{xx}^0$  (а),  $I_{кз}/I_{кз}^0$  (б) и последовательного сопротивления  $R_n/R_n^0$  (в) СЭ  $Cu_{2-x}S-Zn_{0,05}Cd_{0,05}S$  в процессе деградация в режиме из (кривые 1) и хх (кривые 2)

Если же СЭ деградировали в режиме холостого хода, то наблюдаемое смещение красной границы в коротковолновую область спектра в промежутке времени 200-400 ч свидетельствует о хорошо изученной деградации, обусловленной разложением сульфида меди.

### Деградация СЭ $Cu_{2-x}S-Zn_y Cd_{1-y}S$ ( $0,05 \leq y \leq 0,2$ )

Исследовались образцы  $Cu_{2-x}S-Zn_y Cd_{1-y}S$  различного состава базовых материалов ( $0,05 \leq y \leq 0,2$ ), полученных на основе спрессованных спеченных таблеток  $Zn_y Cd_{1-y}S$  по методике, описанной в п.2.2. Все образцы герметизировались прозрачным лаком БМК и подвергались ТО при  $125^\circ C$  в течение 60 мин после их создания.

### Экспериментальные результаты

Деградация СЭ  $Cu_{2-x}S-Zn_{0,05} Cd_{0,05}S$ . На рис.1.3 приведены относительные изменения  $U_{xx}$ ,  $I_{кз}$  и  $R_n$  СЭ  $Cu_{2-x}S-Zn_{0,05} Cd_{0,05}S$  в течение 400 ч эксплуатации их в режиме ка (кривая 1) и хх (кривая 2). Видно, что в начальный период эксплуатации параметры образцов, деградировавших в режиме кз, изменяются незначительно, а в дальнейшем наблюдается некоторый рост  $U_{xx}$ , последовательного сопротивления и падение  $I_{кз}$ , который к концу эксперимента ( $t=400$  ч) составлял 8-10 %, тогда как у элементов, деградировавших в режиме хх, в начальный момент времени наблюдается относительно быстрый спад  $U_{xx}$ , который к 100 часам работы выходит на насыщение. Деградация  $U_{xx}$  составляет -10%. У этих элементов наблюдается относительно медленный спад  $I_{кз}$  до 175 ч работы, в дальнейшем скорость деградации увеличивается.

Для выяснения указанных изменений проводились измерения спектральной характеристики и нагрузочной ВАХ. На рис.1.3 а,б показана спектральная зависимость  $I_{кз}$  СЭ  $Cu_{2-x}S-Zn_y Cd_{1-y}S$ , деградировавших в режиме ка их соответственно. Видно, что до деградации образцы имеют одинаковую спектральную зависимость. Для элементов, деградировавших в режиме ка, в течение всего эксперимен- та форма спектральной



характеристики не изменяется, тогда как для элементов, деградировавших в режиме хх, наблюдается уменьшение чувствительности как в коротковолновой, так и длинноволновой области спектра, причем длинноволновая чувствительность падает сильнее, чем коротковолновая. Одновременно наблюдается смещение Длинноволнового края чувствительности в сторону коротких длин волн. В начальный момент ( $t = 170$  ч) деградации пунтирующее сопротивление образцов, деградировавших в режиме ка, почти не меняется, а в дальнейшем падает. А у образцов, деградировавших в режиме хх, в течение всего эксперимента пунтирующее сопротивление практически не меняется.

#### Список литературы:

1. Barnett A.M., Bragagnolo J.A., Hall R.B., Phillips J.E., Meakin J.D., Achievement of 9,15 % efficiency in the film CdS/Cu<sub>2</sub>S solar cells. – The 13th IEEE Photovoltaic Spec. Conf., Washington. D.C., 1978, New York., N.Y., 1978, pp.419-420.
2. Борщак В.А. Компьютерная обработка изображений, полученных при помощи сенсора на базе гетероперехода CdS – Cu<sub>2</sub>S. Технология и конструирование в электронной аппаратуре, 2012, №3. С.18- 20.
3. Windawi H.M., Performance and stability of Cu<sub>2</sub>S – CdS solar cells. The Conf. Rec. 9 th IEEE Photovoltaic Spec. Conf., Scottsdale Ariz, 1975. New York., N.Y., 1975, pp.464-467.
4. Разыков Т.М., Разыкова М.А. Электронномикроскопический анализ и деградация фотопреобразователей Cu<sub>2-x</sub>S-CdS. Гелиотехника, 1980, №3, с.18- 21.
5. Торчинская Т.В., Мирзажанов М.А. Анализ элементарных механизмов деградации гетеропреобразователей типа Cu<sub>2</sub>S – CdS. Experimentelle Technik der Physik. 1984, v.32, №2, pp. 175 – 181.
6. Study of polycrystalline CdTe films by contact and contactless pulsed photo-ionization

spectroscopy / E. Gaubas, D. Dobrovolskas, J. Vaitkus, N. Alimov [et al.] // Journal Thin Solid Films. – 2018. – № 660. – P. 231– 235.

7. CdTe-SiO<sub>2</sub>-Si-Al heterostructure photosensitivity control with deep impurity levels under external factors. S.Otajonov, N.Alimov, P.Movlonov, K.Botirov. Euroasion Journal of Semiconductors Science and Engineering 2020, №5 С. 22-25

