

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

# “AL-FARG‘ONIIY AVLODLARI”

ELEKTRON ILMIY JURNALI | ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

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



4-SON 1(8)  
2024-YIL

TATU, FARG'ONA  
O'ZBEKISTON



## O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VAZIRLIGI

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

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

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

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

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

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

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

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

ELEKTRON ILMIY JURNALI

ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

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

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

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

Qo'lyozmalar taqrizlanmaydi va qaytarilmaydi.

FARG'ONA - 2024 YIL

## TAHRIR HAY'ATI

**Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich,**

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

**Muxtarov Farrux Muhammadovich,**

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

**Arjannikov Andrey Vasilevich,**

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

**Satibayev Abdugani Djunosovich,**

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

**Rasulov Akbarali Maxamatovich,**

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

**Yakubov Maksadxon Sultaniyazovich,**

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

**G'ulomov Sherzod Rajaboyevich,**

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

**G'aniyev Abduxalil Abdjalilovich,**

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

**Zayniddinov Hakimjon Nasritdinovich,**

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

**Abdullayev Abdujabbor,**

Andijon mashinosozlik instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

**Qo'ldashev Obbozjon Hakimovich,**

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

**Ergashev Sirojiddin Fayazovich,**

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

**Polvonov Baxtiyor Zaylobiddinovich,**

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

**Zulunov Ravshanbek Mamatovich,**

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

**Abdullaev Temurbek Marufovich,**

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

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

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

Jurnal quyidagi bazalarda indekslanadi:



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



## MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

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

## MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

Tojimatov Dostonbek Xomidjon o'g'li, KIBERRAZVEDKA AMALIYOTIDA IOC, LOG VA DARK WEB MONITORING MA'LUMOTLARINING INTELLEKTUAL INTEGRATSIYASIGA ASOSLANGAN KIBERTAHDIDLARNI ERTA ANIQLASH MODELI	163-167
Mirzayev Jamshid Boymurodovich, MATNLI MA'LUMOTLARNI YASHIRIN UZATISHDA STEGANOGRAFIK USULLARDAN FOYDALANISH	168-172
Kabildjanov Aleksandr Sabitovich, Pulatov G'iyos Gofurjonovich, Pulatova Gulxayo Azamjon qizi, LSTM MODELI ASOSIDA OB-HAVO SHAROITLARINING YURAK-QON BOSIMI KASALLIKLARIGA TA'SIRINI BASHORATLASH	173-177
Erejevov Keulimjay Kaymatdinovich, SHAXSNI OVOZI ORQALI IDENTIFIKATSIYALASH ALGORITMLARI	178-183
Muxtarov Ya., Obilov H., OPERATOR USULI YORDAMIDA O'ZGARMAS KOEFFITSIENTLI CHIZIQLI DIFFERENSIAL TENGLAMALAR SISTEMASINI INTEGRALLASH	184-188
Tillaboev Muxiddinjon, PILLANI NAMLIGINI O'LCHISHNING OPTOELEKTRON QURILMASI	189-192
Atajonova Saidakhon Boratalievna, Khasanova Makhinur Yuldashbayevna, INTEGRATION OF HYBRID SYSTEM ANALYSIS METHODS TO IMPROVE DECISION-MAKING EFFICIENCY	193-196
Зулунув Равшанбек Мамагович, ТЕХНОЛОГИИ ROBOTIC PROCESS AUTOMATION В МЕДИЦИНЕ	197-200
Aliyev Ibratjon Xatamovich, Bilolov Inomjon Uktamovich, CREATING A MODEL OF THE FALL OF SOLAR ENERGY IN CERTAIN COORDINATES	201-204
Akbarov Xatam Ulmasaliyevich, Ergashev Dilshodbek Mamasidiqovich, RDB TOKARLIK DASTGOHIDA ISHLOV BERISH JARAYONINING MATEMATIK MODELINI YARATISH	205-209
Абдуллаев Темурбек Маруфжонович, Козлов Александр Павлович, Разработка интеллектуальной системы управления освещением на основе IoT - технологий	210-219
O'rinboevyev Johongir Kalbay o'g'li, Nugmanova Mavluda Avaz qizi, KLASSTERLASH USULLARI YORDAMIDA NUTQNI AVTOMATIK SEGMENTATSIYALASH	220-225
Dalibekov Lochinbek Rustambekovich, 5G TARMOQLARIDA MASSIVE MIMO 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 OLIISH 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

## СПОСОБЫ НАСТРОЙКИ ВЕСОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ПРИ ОБУЧЕНИИ ДАННЫХ В НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ

**Абдукадиров Бахтиёр Абдувахитович**,  
доцент кафедры Программный инжиниринг  
Ферганского филиала Ташкентского университета  
информационных технологий имени Мухаммада аль-  
Хорезми,  
Фергана, Узбекистан  
bakhtiyor.uz@bk.ru

**Аннотация.** В этой статье обсуждаются ошибки обучения, ошибки проверки и построение графиков их корреляции, которые возникают при обучении данных в глубоких нейронных сетях. Также предполагается, что ошибка валидации при обучении глубоких нейронных сетей меньше, чем ошибка при обучении.

**Ключевые слова:** нейронная сеть, обучение сети, потеря, среднеквадратичная ошибка, эпоха, регуляризация

**Введение.** Принятие решений с помощью нейронных сетей является необходимым шагом на пути к освоению искусственного интеллекта [1]. В этом аспекте построение и оптимизация архитектуры нейросети играют фундаментальную роль. Ключевыми факторами в использовании нейросети являются уровень ее обучения и мера ошибки идентификации (МОИ), а также количество ресурсов, необходимых для нормального функционирования нейросети [2, 3]. Тем не менее, различные подходы к реализации процесса обучения нейросети приводят к совершенно разным значениям этих трех факторов, второй из которых и частично третий являются неизменными атрибутами нейросети. В связи с этим выбор способа обучения нейросети должен осуществляться в рамках согласования МОИ с временем обучения нейросети, прямо определяющим уровень ее обучения, и количеством потребляемых ресурсов, что не всегда выполнимо однозначно [3].

**Материалы и методы.** Обучение нейронной сети – это процесс минимизации в пространстве обучаемых параметров функции оценки.

Необходимость использования весов примеров при обучении может быть обусловлена следующими причинами:

- 1) один из примеров плохо обучается;
- 2) число примеров разных классов в обучающем множестве сильно отличается;
- 3) примеры в обучающем множестве имеют различную достоверность [6].

Для того чтобы исправить эти причин нужно следовать следующими методами:

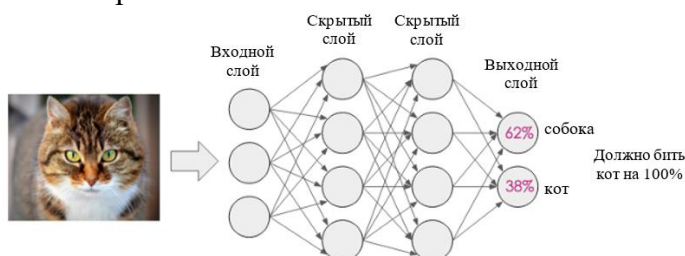
1. Произвольно инициализировать сетевые веса и смещения.
2. Получите массу размеченных данных о тренировках (например, фотографии кошек с меткой «кошки» и фотографии других вещей, также правильно помеченных).
3. Для каждого фрагмента обучающих данных передайте его в сеть.
4. Проверьте, правильно ли сеть понимает это (учитывая изображение с надписью «кошка», результат сети также является «кошкой», или это «собака»).
5. Если нет, то насколько это было неправильно? Или как это было правильно?
6. Немного измените веса, чтобы повысить вероятность того, что сеть более уверенно получит правильный ответ.



## 7. Повторение.

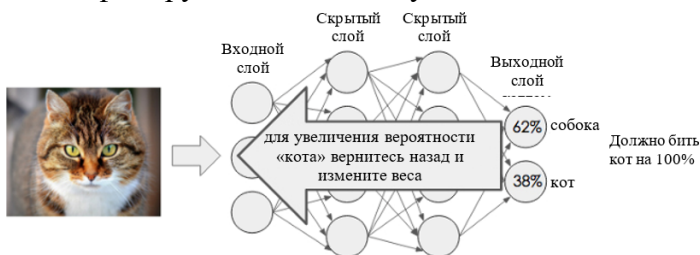
**Литературный обзор.** В исследовательских работах проведенными авторами [5, 8-10] были проанализированы различные методы оптимизации весов, направленные на снижение потерь при обучении. В работе [2] автора указано что одним из ключевых аспектов настройки весов является выбор алгоритма оптимизации, которые наиболее распространенными являются: SGD (Stochastic Gradient Descent), Adam и RMSprop.

Предположим, мы обучаем сеть различать кошек и собак. Поэтому нам нужны только два выходных нейрона – по одному для каждой классификации. Скармливаем изображение кошки в сеть. А пока представьте, что каждый пиксель изображения соответствует одному «входу». Здесь присвоена вероятность 62%, что на изображении изображена собака, и 38%, что это кошка. В идеале мы хотим сказать, что это изображение 100% кошка.



**Рисунок 1.** Процесс классификации изображений в нейронной сети

Итак, мы идем по сети в обратном направлении, увеличивая веса и смещения, чтобы увеличить вероятность того, что сеть классифицирует это как кошку.

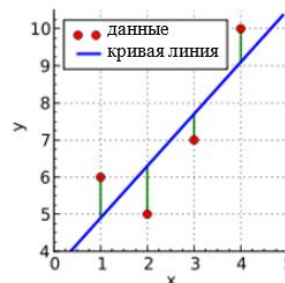


**Рисунок 2.** Обратное отслеживание по сети для повышения точности классификации изображений

Как мы узнаем, насколько неправильная сеть? Мы измеряем разницу между выходом сети и

правильным выходом, используя «функцию потерь».

Лучшая функция потерь будет зависеть от ваших данных и предполагаемого приложения. Простым примером функции потерь может быть «среднеквадратичная ошибка» – это то, что для подгонки линии к точке данных – вы пытаетесь минимизировать квадрат расстояния между каждой из точек и линией:



**Рисунок 3.** График функции для нахождения среднеквадратической ошибки

Функция потерь делает то же самое, но во многих других измерениях. Они могут быть математически сложными, но полезно думать об этом как о разнице между тем, что выводит сеть, и тем, что она *должна* выводить.

Ошибка — это процентная величина, отражающая расхождение между ожидаемым и полученным ответами. Ошибка формируется каждую эпоху и должна идти на спад. Если этого не происходит, значит, вы что-то делаете не так.

Функция потерь находится в центре нейронной сети. Она используется для расчета ошибки между реальными и полученными ответами. Наша основная цель — минимизировать эту ошибку. Таким образом, функция потерь эффективно приближает обучение нейронной сети к этой цели. Функция потерь измеряет «насколько хороша» нейронная сеть в отношении данной обучающей выборки и ожидаемых ответов. Она также может зависеть от таких переменных, как веса и смещения.

Функция потерь одномерна и не является вектором, поскольку она оценивает, насколько хорошо нейронная сеть работает в целом.





На самом базовом уровне функция потерь определяет количество «хороших» или «плохих» данных предикторов при классификации входных точек данных в наборе данных. Чем меньше потери, тем лучше работа классификатора при моделировании взаимосвязи между входными данными и выходными целями. Тем не менее, есть момент, когда мы можем переопределить нашу модель - *слишком близко* моделируя данные обучения, наша модель теряет способность обобщать.

Для этого нужно:

1. Сократить наши потери, тем самым улучшив точность модели.
2. Надо делать это как можно быстрее и с минимальными обновлениями с гиперпараметрами.
3. Все, не перегружая нашу сеть и не слишком тщательно моделируя тренировочные данные.

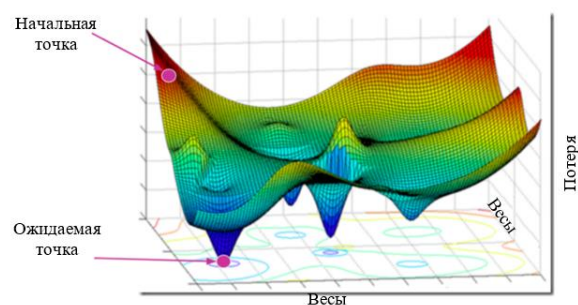
Это уравнивающее действие, и наш выбор функции потерь и оптимизатора модели может существенно повлиять на качество, точность и обобщенность нашей конечной модели.

Типичные функции потерь, также называемые «целевыми функциями» или «функциями оценки» включают в себя:

- Двоичная кросс-энтропия (Binary cross-entropy)
- Категориальная кросс-энтропия (Categorical cross-entropy)
- Разреженная категориальная кросс-энтропия (Sparse categorical cross-entropy)
- Средняя квадратическая ошибка (СКО) – Mean Squared Error (MSE)
- Средняя абсолютная ошибка (САО) – (Mean Absolute Error (MAE)

**Анализ и результаты.** Цель обучения - найти веса и смещения, которые минимизируют функцию потерь. Мы можем построить график потерь в зависимости от веса. Чтобы сделать это точно, нам необходимо иметь возможность визуализировать множество измерений, чтобы учесть множество весов и смещений в

сети. Поскольку нам трудно визуализировать более трех измерений, представим, что нам нужно найти только два значения веса. Затем мы можем использовать третье измерение для потери. Перед обучением сети веса и смещения инициализируются случайным образом, поэтому функция потерь, вероятно, будет высокой, поскольку сеть будет делать много ошибок. Наша цель - найти самую низкую точку функции потерь, а затем посмотреть, каким значениям веса она соответствует. Это может выглядеть примерно так:



**Рисунок 4.** Крайние точки функции ошибок

Здесь мы можем легко увидеть, где находится самая низкая точка, и прочитать соответствующие значения весов. К сожалению, на самом деле это не так просто. Сеть не имеет хорошего обзора функции потерь, она может знать только текущие потери, а также текущие веса и смещения.

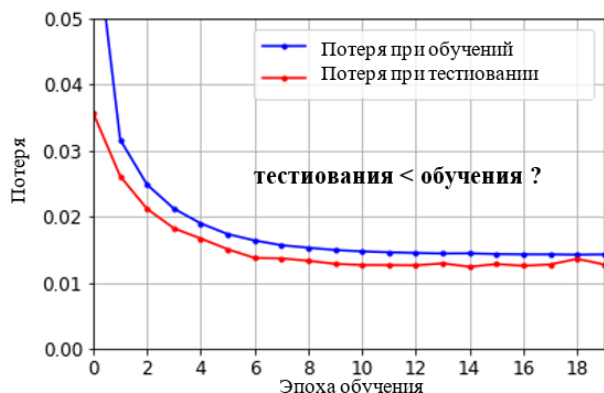
Так как же нам помочь сети найти самую низкую точку? Чтобы найти самую низкую точку, мы используем технику под названием «Градиентный спуск». Представьте, что вы стоите на вершине горы, но с завязанными глазами. Вам нужно спуститься вниз, но вы не видите, куда идти. Вы ощупываете ногой и находите направление с самым крутым уклоном, а затем делаете небольшой шаг в этом направлении. Вы не хотите делать слишком большой шаг — это может быть опасно, но вы также не хотите делать слишком маленький шаг — это займет целую вечность, чтобы спуститься.

Итак, с точки зрения функции потерь сети, мы находим направление наискорейшего уклона



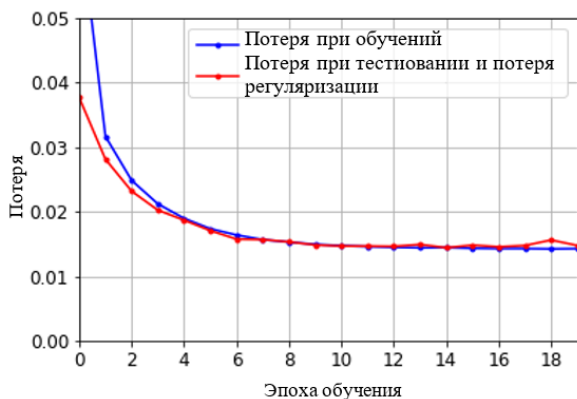
вниз и делаем «небольшой шаг», немного подталкивая веса в этом направлении.

Сначала функция потерь будет высокой, и сеть будет делать неверные прогнозы. По мере корректировки весов и уменьшения функции потерь сеть будет лучше выводить правильные ответы.



**Рисунок 5.** График доли потерь при тестировании и обучении

Наиболее распространенной причиной является регуляризация (например, dropout), поскольку она применяется во время обучения, но не во время проверки и тестирования. Если мы добавим потерю регуляризации к потере валидации, все будет выглядеть по-другому.



**Рисунок 6.** График пропорций потери при тестировании и регуляризации, а также потери при обучении

Первая причина заключается в том, что регуляризация применяется во время обучения, но не вовремя валидации / тестирования. При обучении глубокой нейронной сети мы часто

применяем регуляризацию, чтобы помочь нашей модели:

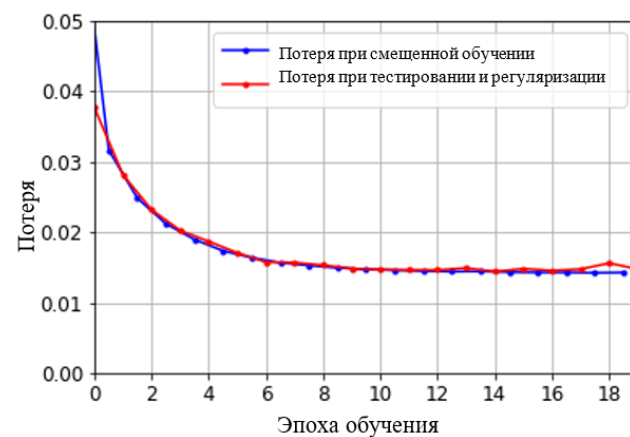
1. Получить более высокую точность валидации / проверки
2. И в идеале, чтобы лучше обобщить данные за пределами наборов проверки и тестирования

Методы регуляризации часто жертвуют точностью обучения, чтобы улучшить точность проверки / тестирования - в некоторых случаях это может привести к тому, что ваша потеря при проверке будет ниже, чем потеря при обучении.

Во-вторых, такие методы регуляризации, как dropout, не применяются во время валидации / тестирования.

Как показана на рисунке 6, учет регуляризации до потери при валидации (например, применение dropout во время валидации / тестирования) может сделать ваши кривые потерь при обучении / валидации более похожими.

Да, и потеря тренировки измеряется в течение каждой эпохи, в то время как потеря проверки подтверждается после каждой эпохи, поэтому в среднем потеря тренировки измеряется на 0.5 эпохи раньше. Если мы сместим его на 0.5 эпохи влево, все снова будет выглядеть по-другому.



**Рисунок 7.** График соотношения потери при смещенной обучении и потери при регуляризации

Вторая причина, по которой вы можете увидеть потерю при проверке ниже, чем потеря при



обучении, связана с тем, как измеряется и сообщается значение потери:

1. Потери обучения измеряются в течение каждой эпохи
2. В то время как потеря проверки измеряется *после* каждой эпохи

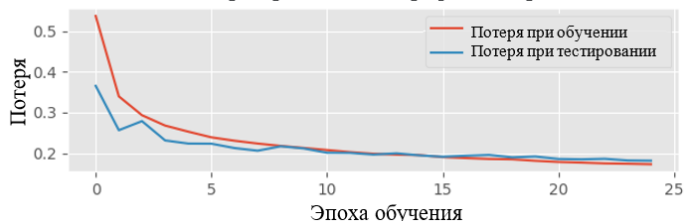
Наша потеря обучения постоянно сообщается в течение всей эпохи; однако метрики проверки вычисляются на основе набора проверки только после завершения текущей эпохи обучения.

Это означает, что в среднем потери на обучение измеряются на пол эпохи раньше.

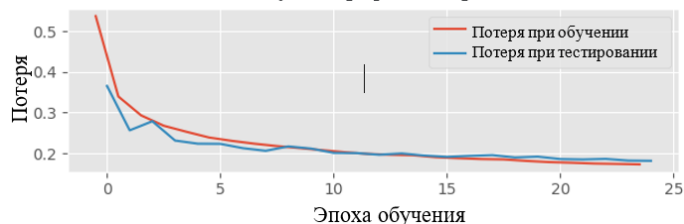
Если мы перенесем потери обучения на половину эпохи влево, то мы можем увидеть, что разрывы между значениями тренировок и потерь намного меньше. Это также может указывать на утечку из тестовых данных в тренировочные данные, здесь надо быть осторожным.

Даже если потеря проверки близка к потере обучения, наша модель все равно может быть перегружена. При сравнении надо учитывать потери в регуляризации, надо сдвигать потери обучения на половину эпохи и убедиться, что набор проверки большой, взятый из того же распределения, что и обучения, без утечек.

Непреобразованный график потерь



Сдвинутый график потерь



**Рисунок 8.** Графики потерь в неизменном виде (а), сдвиг графика потерь при обучении на 1/2 эпохи влево (б)

Как вы можете заметить, смещение значений потерь при обучении на полпериода влево (внизу) делает кривые обучения / проверки более похожими по сравнению с графиком без сдвига (вверху).

Или, возможно, набор *val* проще, чем тренировочный набор. Это может произойти случайно, если набор значений слишком мал или если он не был должным образом выбран, например, слишком много простых классов. Или набор обучения просочился в набор *val*. Или вы используете увеличение данных во время обучения.

**Заключение.** Регуляризация применяется во время обучения, но не во время проверки или тестирования. Если вы добавите в регуляризацию потери во время валидации или тестирования, то ваши значения потерь и кривые будут выглядеть более похожими. Потеря обучения измеряется в течение каждой эпохи, а потеря проверки - после каждой эпохи. В среднем потеря тренировки измеряется на пол эпохи раньше. Если вы сдвинете кривую тренировочных потерь на половину эпохи влево, ваши потери выровняются немного лучше. Ваш набор для проверки может быть проще, чем ваш обучающий набор, или в вашем коде есть утечка ваших данных. Убедитесь, что ваш набор валидации достаточно большой и выбран из того же распределения, что и ваш тренировочный набор. Возможно, вы чрезмерно упорядочиваете свою модель. Попробуйте уменьшить ограничения регуляризации, в том числе увеличить емкость модели т.е. сделать ее глубже с большим количеством параметров, уменьшить dropout, уменьшить силу снижения веса и т. д.

### Использованная литература

1. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход (AIMA) / С. Рассел, П. Норвиг. – [2-е изд.]. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 1408 с.: ил.
2. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – [2-е изд.]. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.



3. Зуев, В.Н., Кемайкин В.К. Модифицированный алгоритм обучения нейронных сетей // Программные продукты и системы. 2019. Т. 32. № 2. С. 258–262. DOI:10.15827/0236-235X.126.258-262.
4. Орельен, Ж. Иногда потеря проверки ниже, чем потеря тренировки. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://twitter.com/aureliengeron/status/1110839223878184960>
5. Abdukadirov, B. Methods for detecting video attacks in biometric systems // Современное состояние фармацевтической отрасли: проблемы и перспективы, Материалы международной научно-практической конференции, Ташкентский фармацевтический институт – Ташкент. 2021 г. 18-19 ноября – С. 443-444.
6. Norinov M., Abdukadirov B., Gofurov M. Application of Fourier Methods and Discrete-Cosinus Transformation in the Process of Processing of TV Images // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. – 2019. – Vol. 8, Issue 9S3. – Pp. 1565-1568.
7. Niyozmatova N., Mamatov N., Samijonov A., Abdukadirov B., Abdullayeva B. Algorithm for determining the coefficients of the interpolation polynomial of Newton with separated differences // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 862, Issue 042019. – Pp. 1-4.
8. Фозилов Ш.Х., Раджабов С.С., Абдукадиров Б.А. Шахсни биометрик идентификациялаш тизимларида сохта киришни аниқлаш муаммоси // Мухаммад ал-Хоразмий авлодлари. – 2020. – № 3(13). – Б. 16-23
9. Абдукадиров Б.А., Хашимов А.А., Нуриллоев И.Ф. Тожибоева Ш.Х., Маматов А.А. Шахсни юз тасвири бўйича идентификация қилиш тизимларида сохта киришни аниқлашга бўлган ёндашув // Информатика ва энергетика муаммолари Ўзбекистон журнали. – 2020. – №3. – Б. 73-82.10.
10. Abdukadirov B. Methods for detecting false inputs in biometric systems // Scientific and Technical Journal of Namangan Institute of Engineering and Technology. – 2021. – Vol. 6, Issue 3. – Pp. 208-214.

