

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 Abdjalioviich,**

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

**Zaynidinov Hakimjon Nasritdinovich,**

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

**Abdullayev Abdujabbor,**

Andijon mashinosozlik instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

**Qo'ldashev Obbozjon Hakimovich,**

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

**Ergashev Sirojiddin Fayazovich,**

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

**Polvonov Baxtiyor Zaylobiddinovich,**

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

**Zulunov Ravshanbek Mamatovich,**

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

**Abdullaev Temurbek Marufovich,**

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

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

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

Jurnal quyidagi bazalarda indekslanadi:



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

## MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

Rasulov Akbarali Maxamatovich, Ibroximov Nodirbek Ikromjonovich, To'xtasinov Azamat G'ofurovich, NOYOB MIS METALL KLASTERLARINING GEOMETRIK TUZILISHINI KOMPYUTER EKSPERIMENTI ORQALI TADQIQ ETISH	7-11
Далиев Бахтиёр Сирожидинович, Решение уравнения Абеля методом оптимальных квадратурных формул	12-15
Saidov Mansurjon Inomjonovich, Tartiblangan statistikalarda baholarni topish usullari	16-21
Kayumov Ahror Muminjonovich, TRIKOTAJ TO'QIMASI TARKIBIDAGI IP XUSUSIYATLARI VA DEFORMATSIYAGA TA'SIRI	22-27
Muradov Farrux Abdukaxarovich, Kucharov Olimjon Ruzimurotovich, Narzullayeva Nigora Ulugbekovna, Eshboyeva Nodira Faxriddinovna, GAZLI ARALASHMALAR VA ZARARLI MODDALARNING ATMOSFERADA TARQALISHI MASALASINI YUQORI TARTIBLI APPROKSIMATSIYANI QO'LLAGAN HOLDA UNI SONLI YECHISH ALGORITMI	28-37
Maniyozov Oybek Azatboyevich, NAVIER-STOKES TENGLAMASINI KLASSIK HAMDA KLASSIK BO'LMAGAN YECHIMLARINI VA UNING O'ZIGA XOSLIGI	38-44
Tillavoldiyev Azizbek Otobek o'g'li, Tibbiy tasvirlarda reprezentativ 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 OLIH 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
Pulatov Sherzod Utkurovich, Djumaniyazov Otabek Baxtiyarovich, THE ROLE OF IoT TECHNOLOGIES IN MONITORING THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES IN THE KHOREZM REGION	445-448
Mukhammadyunus Norinov, RESEARCH ON INCREASING THE BRIGHTNESS OF TELEVISION IMAGES	449-455
Arabboyev Alisher Avazbek o'g'li, DIFFIE-HELLMAN ALGORITMI VA XAVFSIZ KALIT ALMASHISH PROTOKOLLARI	456-458
Raximov Baxtiyor Nematovich, G'oiyova Xumora Qobiljon qizi, Ovoz tovushlari intellektual taxlili asosida videokuzatuz tizimini boshqarish	459-462

## SHAXSNI OVOZI ORQALI IDENTIFIKATSIYALASH ALGORITMLARI

Erejepov Keulimjay Kaymatdinovich

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Nukus filiali,  
kafedra dotsent v.b.  
keulimjaye@gmail.com

**Annotatsiya.** Ushbu maqola shaxsni ovozi orqali identifikatsiyalash masalasi uchun shaxsning ovozli modelini qurish uchun GMM usulidan foydalanish ko'rib chiqilgan. Shaxsni ovozi orqali identifikatsiyalash texnologiyasi keng ko'lamli ilovalarda mavjud, jumladan xavfsizlik, ovozli yordamchilar, boshqaruv tizimlari va boshqalar. Maqolada ovozli buyruqlarni modellashtirish va tasniflash uchun GMM usuldan foydalanishga asoslangan yondashuv taqdim etilgan. Maqolada qoraqalpoq tilidagi ovozli ma'lumotlar to'plami bo'yicha tajribalar taqdim etilgan. Identifikatsiyalash aniqligi va uning belgilar to'plamini ajratib olish algoritmlariga asoslangan umumiy samaradorlik nuqtai nazaridan LPC, LPCC, MFCC ko'rsatkichining qiyosiy tahlillari o'tkazildi. Eksperimental natijalar shuni ko'rsatadiki, MFCC va GMM usullari ham shaxsni ovozi orqali identifikatsiyalashda yuqori aniqlikga erishishi mumkin. Xulosa qilib aytganda, ushbu maqolada shaxsni ovozi orqali identifikatsiyalash masalasida LPC, LPCC, MFCC belgilar to'plamini ajratish algoritmlarining taqqoslanishi keltirilgan.

**Kalit so'zlar:** nutq signali, shaxsni ovozi orqali identifikatsiyalash, belgilar to'plamini ajratish, MFCC, GMM

### Kirish

Shaxsni ovozi orqali identifikatsiyalash texnologiyasi xavfsizlikni oshirishda va shaxsiylashtirilgan xizmatlarni taqdim etishda katta ahamiyatga ega. Bu usul, birinchidan, tabiiy va qulay identifikatsiyani ta'minlaydi: foydalanuvchining ovoz belgilar to'plami asoslangan holda, autentifikatsiya jarayonini parolsiz amalga oshirish imkonini beradi. Bu esa foydalanuvchilar uchun oddiy, intuitiv tajriba yaratadi va qo'shimcha qurilma yoki maxsus xotirani talab qilmaydi. Shaxsni ovoz orqali identifikatsiyalashning asosiy afzalliklaridan biri uning istalgan masofadan foydalanish imkoniyatidir, shuningdek, ovoz identifikatsiyasi xususiy yoki xavfsizlik talab qiluvchi maydonlarga kirishda parollar yoki kodlar o'rnini bosuvchi mustahkam himoya qatlamini ta'minlaydi.

Ikkinchidan, ovoz identifikatsiyasi yuqori darajadagi individuallikni ta'minlaydi, chunki har bir insonning ovozi o'ziga xos belgilar to'plamiga ega va asosan taqlid qilib bo'lmaydi. Bu texnologiya bank, moliyaviy tashkilotlar va davlat muassasalari kabi maxfiy ma'lumotlar talab qilinadigan joylarda xavfsiz kirishni ta'minlash uchun qo'llaniladi. Ovoz orqali

identifikatsiya biometrik xavfsizlik tizimlarining umumiy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi, chunki u haqiqiy foydalanuvchini avtomatik tarzda aniqlashga yordam beradi. Shu sababli, ovoz identifikatsiyasi zamonaviy xavfsizlik tizimlarida keng foydalaniladi va rivojlanayotgan texnologiyalar bilan birga uning ahamiyati oshib bormoqda.

### Metodologiya

Shaxsni ovozi orqali identifikatsiyalash masalasining dolzarbligi bugungi kunda xavfsizlik, maxfiylik va autentifikatsiyaga bo'lgan talabning oshishi bilan bog'liq. Digital muhitda ruxsatsiz kirishlar, ma'lumotlarning o'g'irlanishi va kiberxavfsizlikka tahdidlar kundan-kunga ko'payib borar ekan, ovoz orqali identifikatsiyalash texnologiyasi parol yoki kodlarga qaraganda ishonchliroq va tabiiy himoya chorasi sifatida ko'zga tashlanmoqda. Bu usul parollarning osonlikcha o'g'irlanishi va buzilishi xavfini kamaytiradi, chunki inson ovozi o'ziga xos biometriya bo'lib, uni aniq takrorlash yoki nusxalash deyarli imkonsiz. Ayniqsa, masofadan xizmat ko'rsatuvchi ilovalar va xizmatlar kengayib borayotgan hozirgi kunda, ovoz orqali identifikatsiya masofaviy autentifikatsiya va xavfsiz



kirishni ta'minlashning dolzarb yechimiga aylanmoqda.

Bundan tashqari, ovozli identifikatsiya texnologiyasi ko'p faktorli autentifikatsiya tizimlarida qo'llanilib, qo'shimcha xavfsizlik qatlamini ta'minlaydi. Moliyaviy xizmat ko'rsatish, sog'liqni saqlash va davlat sektorida ishlatiladigan ma'lumotlar juda yuqori darajada maxfiy bo'lib, ularga kirish uchun ishonchli autentifikatsiya tizimlari talab qilinadi. Ovozli identifikatsiya texnologiyasining rivojlanishi va dolzarbligi shundan iboratki, u nafaqat xavfsizlikni oshiradi, balki foydalanuvchilar uchun qulay autentifikatsiya jarayonini ham yaratadi. Shuningdek, u shaxsiy ma'lumotlarning himoyalinishiga xizmat qilganligi sababli, xavfsizlik sohasidagi yangi standartlarga mos keladi va texnologiya hamda xavfsizlik talablariga javob bera oladi.

Shaxsni ovozi orqali identifikatsiyalash texnologiyasi amaliyotda ko'plab sohalarida muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda va har kuni yanada ko'proq qo'llash imkoniyatlari bilan kengayib bormoqda. Birinchi navbatda, bank va moliyaviy tashkilotlar bu texnologiyani mijozlarini autentifikatsiyalashda keng qo'llashmoqda. Masalan, mijozlar o'z hisob raqamlariga qo'ng'iroq orqali kirishda ovozli identifikatsiyadan foydalanib, o'z shaxsini parolsiz tasdiqlashlari mumkin. Bu xizmat foydalanuvchiga qulaylik yaratadi va xavfsizlikni oshiradi, chunki ovozni nusxalash yoki o'g'irlash imkoniyati juda past. Bu usul, ayniqsa, mobil ilovalarda va masofaviy xizmat ko'rsatishda ko'p faktorli autentifikatsiya sifatida muhim rol o'ynaydi.

Ikkinchi muhim qo'llanish sohalaridan biri — davlat va xavfsizlik tizimlaridir. Bu tizimlarda maxfiy ma'lumotlarga kirishni faqat ruxsat etilgan foydalanuvchilargagina cheklash kerak bo'lganligi sababli, ovoz orqali identifikatsiyalash ishonchli xavfsizlik qatlami hisoblanadi. Masalan, davlat idoralari yoki xavfsizlik xizmatlarining maxsus kirish maydonlari faqat tan olingan shaxslarning ovozini aniqlab, ularga ruxsat berishi mumkin. Ushbu texnologiya ekstremal vaziyatlarda yoki xavfsizlik xodimlarining kirishi zarur bo'lgan joylarda

autentifikatsiyani tezlashtirishda ham qo'llanilishi mumkin.

Uchinchi yo'nalish esa sog'liqni saqlash va telemeditsina sohalaridir. Masofaviy tibbiy maslahatlar va xizmatlar rivojlanib borayotganligi sababli, shifokor va bemor o'rtasidagi autentifikatsiya jarayonini ishonchli va qulay qilish dolzarb ahamiyat kasb etadi. Ovoz orqali identifikatsiyalash orqali bemorning shaxsiyati tasdiqlanib, ma'lumotlar maxfiyligini ta'minlash va noto'g'ri shaxs bilan ishlashdan saqlanish mumkin. Shu sababli, ovozli autentifikatsiya texnologiyasi amaliyotda nafaqat xavfsizlikni oshirishda, balki foydalanuvchilarga qulay autentifikatsiya jarayonini ta'minlashda ham katta yordam beradi.

Shaxsni ovozi orqali identifikatsiyalash tizimi bir nechta asosiy komponentlardan iborat bo'lib, har biri o'ziga xos vazifalarni bajaradi. Ushbu komponentlar birgalikda foydalanuvchi ovozini qayta ishlash, belgilar to'plamini ajratish va autentifikatsiyani amalga oshirish imkonini beradi. Quyida bunday tizimning asosiy struktura qismlari keltirilgan:

1. *Ovoz ma'lumotlarini yig'ish va oldindan qayta ishlash:* Tizimning birinchi bosqichi foydalanuvchi ovozini yozib olish va uni qayta ishlashdir. Buning uchun mikrofon yoki boshqa audioqabul qiluvchilar qo'llaniladi. Ushbu bosqichda, ovoz namunasidan fon shovqinlari va boshqa kerakmas elementlar filtrlab olinadi. Qayta ishlash jarayoni ovoz signalining sifati va aniqligini oshirishga qaratilgan. Signalni normallashtirish, shovqinni kamaytirish va ovoz spektrini ajratish orqali keyingi bosqichlar uchun aniqlash ma'lumotlar olinadi.

2. *Ovoz signallaridan belgilar to'plamini ajratib olish:* Bu bosqichda ovoz signalidan shaxsga xos belgilar to'plami ajratib olinadi. Asosan, ovozning o'ziga xos akustik belgilar to'plami olinadi, jumladan, Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC), Linear Predictive Coding (LPC) va Spectral Subband Centroids (SSC) kabi algoritmlari qo'llaniladi. Ushbu belgilar to'plami foydalanuvchi ovozini tasvirlash uchun ishlatiladi va ovoz orqali identifikatsiyalashda





muhim rol o'ynaydi, chunki har bir insonning ovozi noyobdir va o'ziga xos belgilar to'plamiga ega.

3. *Modelni o'qitish va ma'lumotlar bazasi:* Ovoz namunalarini qayta ishlagandan so'ng, identifikatsiya tizimi foydalanuvchilarning ovoz belgilar to'plamini o'z ichiga olgan ma'lumotlar bazasini yaratadi. Bu jarayon mashinada o'qitish usullaridan foydalanishni talab qiladi. Ovoz namunalarini o'rgatish uchun ko'pincha neyron tarmoqlar (masalan, Convolutional Neural Networks (CNN) yoki Recurrent Neural Networks (RNN)) va Gaussian Mixture Models (GMM) kabi modellar ishlatiladi. Foydalanuvchining ovozi tizimga kiritilganidan so'ng, u ma'lumotlar bazasiga saqlanadi va identifikatsiya jarayonida ushbu namunalar bilan solishtiriladi.

4. *Identifikatsiyalash jarayoni:* Foydalanuvchi identifikatsiyadan o'tish uchun tizimga o'z ovozini kiritadi va kiritilgan ovoz namunasi ma'lumotlar bazasidagi ovoz namunalari bilan taqqoslanadi. Agar ovoz namunasi ma'lumotlar bazasidagi o'xshash namuna bilan yetarlicha o'xshashlikka ega bo'lsa, foydalanuvchi muvaffaqiyatli identifikatsiyadan o'tadi. Shunda tizim foydalanuvchini taniydi va unga kirish ruxsatini beradi.

5. *Xavfsizlik va boshqaruv qatlami:* Shaxsni ovozi orqali identifikatsiyalash tizimida xavfsizlik yuqori darajada ta'minlanishi kerak. Tizimda ovoz yozuvlari va belgilar to'plamiining xavfsiz saqlanishi uchun shifrlash va maxfiylikni ta'minlash vositalari qo'llaniladi. Shuningdek, har qanday ruxsatsiz kirish yoki soxtalashtirish holatlariga qarshi himoya choralari kiritiladi. Tizim administratorlari boshqaruv paneli orqali identifikatsiya jarayonini nazorat qilib, xatolarni tahlil qilishi va texnik xizmatlarni amalga oshirishi mumkin.

Shaxsni ovozi orqali identifikatsiyalash tizimi aynan shu komponentlar asosida tuzilgan bo'lib, yuqori darajada xavfsizlik, aniqlik va tezkor identifikatsiyani ta'minlashga xizmat qiladi.

Ovoz signalidan belgilar to'plamini shakllantirish

Identifikatsiyalash tizimlari samaradorligi belgilar to'plami qanday tanlanganligiga bog'liq.

Boshlang'ich belgilar fazosi qanchalik yaxshi tanlansa, tanib olish sifati shunchalik yuqori bo'ladi. Shaxsni ovozi orqali identifikatsiyalash masalasi ham ovoz signalidan belgilar to'plamini shakllantirishdan boshlanadi.

*Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC).* Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) — ovozda o'ziga xos belgilar to'plamini ajratib olish uchun keng qo'llaniladigan va yuqori samaradorlikka ega akustik xususiyatlardan biridir. MFCC usuli, asosan, nutqni tanish, shaxsni ovoz orqali identifikatsiyalash, va emotsiyalarni aniqlash kabi sohalarida ishlatiladi. Ushbu usul inson qulog'i sezgirligining ovoz chastotalariga bo'lgan munosabatini modellaydi va ovozda noyob akustik xususiyatlarni ifodalovchi koeffitsiyentlarni yaratadi.

MFCC xususiyatlarini ajratish bir nechta bosqichlar orqali amalga oshiriladi:

*Signalni bo'laklarga ajratish (Framing):* Ovozni qayta ishlash uchun signal kichik qismlarga (odatda 20-40 millisekund) bo'linadi. Har bir bo'lak (frame) ovozning vaqt bo'yicha o'zgaruvchan qismini ifodalaydi, bu esa fonemalarni ajratib olishda muhimdir.

*Hamming oyna funksiyasi (Windowing):* Har bir frame Hamming oynasi bilan ko'paytiriladi, bu esa signalning boshi va oxiridagi o'zgarishlarni silliqlashtirishga yordam beradi va spektral analizda aniqlikni oshiradi.

*Fourier almashtirishi:* Har bir frame uchun Fourier Transform amalga oshiriladi va signal chastotaga o'tkaziladi. Bu bosqichda signalning spektral tarkibi aniqlanib, chastotaviy komponentlarning kuchi o'lchanadi.

$$H(n, k) = \sum_{n=1}^N x(n)w(n)e^{-i2\pi kn}$$

bu yerda  $w(n)$  — Xemming oynasi.

*Mel-chastota filtri:* Bu bosqichda Mel chastota filtrlar to'plami qo'llaniladi, chunki inson eshitish tizimi chastotaga nisbatan Mel o'lchovida sezgirroq bo'ladi. Chastotadagi quvvat Mel o'lchovi orqali o'lchanadi, bu esa past chastotali tovushlarni yaxshiroq aniqlashga yordam beradi.



*Logarifmik amplituda spektr:* Mel-filtirlangan spektrning logarifmik qiymatlari olinadi. Bu bosqich inson eshitish tizimining logarifmik qabul qilish xususiyatlarini aks ettiradi, ya'ni tovushning kuchliligi ortgan sari sezgirlik pasayadi.

*DCT (Discrete Cosine Transform):* Yakuniy bosqichda logarifmik amplituda spektrga diskret kosinus almashtirish (DCT) qo'llaniladi. DCT orqali olingan birinchi bir necha koeffitsiyentlar ovozda asosiy akustik xususiyatlarni ifodalaydi. Bu koeffitsiyentlar MFCC deb nomlanadi va nutq yoki shaxsni ovoz orqali tanishda ishlatiladigan xususiyat vektorlarini hosil qiladi.

$$S_{MFCC_i} = \sum_{k=1}^M X_k \cos \left[ i \left( k - \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \right].$$

MFCC'ning asosiy afzalliklari:

MFCC inson qulog'ining tovush chastotalariga nisbatan sezgirlikni hisobga olgan holda yaratilgan, bu esa yuqori aniqlikni ta'minlaydi. MFCC olingan koeffitsiyentlar ovozni ixcham xususiyat vektoriga aylantiradi, bu esa mashinada o'qitish algoritmlari uchun osonroq va tezroq qayta ishlash imkonini beradi. MFCC ovozda asosiy akustik xususiyatlarni aniq aks ettirgani sababli nutqni tanish va shaxsni identifikatsiyalashda yuqori aniqlikka ega.

LPC (Linear Predictive Coding) va LPCC (Linear Predictive Cepstral Coefficients) algoritmlari nutqni qayta ishlash sohasida keng qo'llaniladi va ular ovozli xususiyatlarni aniqlashda muhim rol o'ynaydi. LPC va LPCC usullari asosan ovozli signalning spektral xususiyatlarini chiqarib berish orqali ovozli tanib olish va sintez qilish tizimlarida qo'llaniladi.

*LPC (Linear Predictive Coding)*

LPC — bu nutq signalini oldingi vaqt oraliqlaridagi qiymatlari yordamida bashorat qilish uchun ishlatiladigan matematik modeldir. LPC algoritmi quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

LPC signalni oldingi qiymatlari orqali taxmin qilish usuliga asoslanadi. Bu usulda har bir signal nuqtasi oldingi qiymatlar yordamida ifodalanadi, va bunda har bir qiymatga o'ziga xos og'irlik (koeffitsiyent) beriladi. LPC algoritmi yordamida ovoz signalidagi spektral o'zgarishlarni aniqlash mumkin.

Bu jarayonda turli og'irliklar va chastotalar aniqlanadi va ular yordamida signal modeli quriladi.

Matematik jihatdan LPC modelidagi signal  $s(n)$  oldingi qiymatlar orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$s(n) = - \sum_{k=1}^p a_k s(n-k) + e(n)$$

LPCC (*Linear Predictive Cepstral Coefficients*)

LPCC algoritmi LPC koeffitsiyentlaridan kepsral koeffitsiyent-larni olish orqali ishlaydi. Bu koeffitsiyentlar LPC modelida olingan koeffitsiyentlardan kepsral ifodalar bilan nutq signalining spektral xususiyatlarini aniqroq aniqlashga yordam beradi.

LPCC algoritmi LPC koeffitsiyent-laridan kepsral koeffitsiyentlarni quyidagi formulalar yordamida hisoblaydi:

Dastlab LPC koeffitsiyentlari  $a_k$  ni hisoblaymiz. Keyin esa LPCC koeffitsiyentlari  $c_m$  quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

$$c_m = a_m + \sum_{k=1}^{m-1} \frac{k}{m} c_k a_{m-k}$$

LPC va LPCC algoritmlari shaxsni ovozi orqali identifikatsiyalash, nutqni tanib olish, ovozli interfeyslar, va ovoz sintezlashda keng qo'llaniladi. LPCC koeffitsiyentlari yordamida shaxs ovozi orqali identifikatsiyalanishi yoki tanib olinishi mumkin. LPC algoritmi yordamida ovozli signalni modellashtirish orqali tabiiy ovoz yaratish mumkin.

Bu algoritmlar, ayniqsa, turli xil mobil ilovalarda, xavfsizlik tizimlarida va ovozli yordamchi qurilmalarda keng foydalaniladi.

Modellashtirish usullari

Shaxsni ovozi asosida identifikatsiyalash tizimlari ko'pincha ovozdan belgilar to'plamini ajratib olish va ular asosida modellashtirish jarayoniga tayanadi. Ushbu maqolada shaxsni ovoz orqali identifikatsiyalash uchun asosiy algoritmlar K-Nearest Neighbors (KNN), Support Vector Machine (SVM), va



Gaussian Mixture Model (GMM) kabi mashhur klassifikatorlardan foyadalana-miz.

*K-Nearest Neighbors (KNN):*

K-Nearest Neighbors (KNN) algoritmi nazoratli o'qitish usulida ishlatiladigan klassifikatsiya va regressiya algoritmi hisoblanadi. KNN algoritmi, ma'lum bir obe'ktni tasniflash uchun, unga eng yaqin bo'lgan  $k$  ta qo'shni nuqtaning sinflarini hisobga oladi. Algoritm tasniflash jarayonida shunchaki eng yaqin qo'shnilar sonini hisoblab, ko'pchilik sinfga tegishli sinfni beradi.

KNN algoritmi ma'lumotlarni tasniflashda masofa o'lchovidan foydalanadi. Eng keng tarqalgan masofa o'lchovi Evklid masofasi hisoblanadi:

$$d(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \sqrt{\sum_{i=1}^d (x_i - y_i)^2}$$

*Support Vector Machine (SVM):*

Support Vector Machine (SVM) — chiziqli va chiziqli bo'lmagan klassifikatsiya vazifalarini samarali bajara oladigan kuchli mashinali o'qitish algoritmi. SVMning asosiy maqsadi sinflar orasidagi eng yaxshi ajratish chegarasini topishdir. Bu chegarani topish uchun ajratish tekisligi (hyperplane) orqali ikki sinf o'rtasidagi eng katta margin aniqlanadi. SVM asosan ikkita sinfli (binary) klassifikatsiya uchun ishlatiladi, lekin ko'p sinfli (multiclass) klassifikatsiyalarda ham keng qo'llaniladi. Ikki o'lchamli ma'lumotlarda ajratish tekisligi bir chiziq bo'lib, sinflarni bo'lish vazifasini bajaradi.  $d$  o'lchamli ma'lumotlarda esa bu ajratish tekisligi  $d-1$  o'lchamli bo'ladi. Ajratish tekisligi matematik jihatdan quyidagicha ifodalanadi:

$$f(\mathbf{x}) = \mathbf{w}^\top \mathbf{x} + b = 0$$

SVM klassifikatsiya masalalarida, ayniqsa yuqori o'lchovli va chiziqli bo'lmagan ma'lumotlarda samarali natija beradi. Ovozli identifikatsiya, tasvir tanish, matn tahlil qilish va boshqa sohalarda keng qo'llaniladi.

*Gaussian Mixture Model (GMM):*

Gaussian Mixture Model (GMM) — statistik modellashtirish usuli bo'lib, murakkab ma'lumotlarni bir necha Gaussian taqsimotlar aralashmasi sifatida tasvirlash imkonini beradi. Har bir taqsimot biror sinf

yoki komponent sifatida qaraladi va ular birgalikda barcha ma'lumotlarni tasvirlash uchun ishlatiladi. GMM asosan ovoz signallaridagi turli xususiyatlarni ifodalovchi aralashmalarni yaratishda keng qo'llaniladi, ayniqsa i-vectors kabi texnologiyalarda ishlatiladi.

Gaussian Mixture Model biror  $\mathbf{X}$  ma'lumot to'plamini  $K$  ta komponentli Gaussian taqsimotlar aralashmasi sifatida ifodalaydi:

$$p(\mathbf{x}) = \sum_{k=1}^K \pi_k \cdot \mathcal{N}(\mathbf{x} | \mu_k, \Sigma_k)$$

GMM ovozli biometrika, shaxsni ovoz orqali identifikatsiyalash, nutqni tanish va boshqa ovozga asoslangan tizimlarda keng qo'llaniladi. Ovozda belgilar to'plamini aralashma komponentlari sifatida ifodalash orqali har bir ovoz uchun noyob xususiyatlarni yaratish mumkin. Bu, ayniqsa, i-vectors va x-vectors kabi texnologiyalar uchun zarur bo'lgan ovoz xususiyatlarini yaratishda yuqori samaradorlikka ega.

## Natijalar

Mazkur tadqiqot ishida shaxsni ovozi orqali identifikatsiyalash masalasini yechish uchun 100 kishi va har bir kishi 10 tadan ovoz ma'lumotlari asosida python dasturlash tilidan foydalanib tajribaviy tadqiqot o'tkazildi. Python dasturlash tilida sklearn [11] va python\_speech\_features [12] modullari-dan foydalanildi. Berilgan ma'lumotlar to'plamining 80% i modelni o'qitish uchun, 20% I esa modelni testlash uchun ishlatildi.

Olingan natijalar quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Olingan natijalar

Belgilar tuplamini ajratish	GMM
LPC	95,2%
LPCC	98,3%
<b>MFCC</b>	<b>99,8%</b>
MFCC+ $\Delta$	97,5%
MFCC+ $\Delta$ + $\Delta$	98,7%



Bu olingan natijalardan ko'rish mumkin, GMM modeli ovoz signallaridan MFCC belgilar to'plami ajratilganda yaqshiroq 99,8 natijaga erishildi.

#### Xulosa

O'tkazilgan tadqiqot natijalaridan shuni xulosa qilish mumkinki, agarda ovoz signalidan MFCC belgilar to'plami qolgan belgilar to'plamini ajratish algoritmlariga nisbatan yaqshi natija ko'rsatadi. Demak, shaxsni ovozi orqali identifikatsiyalashda MFCC (20 ta) belgilar to'plamini ajratish algoritmi va modelni qurishda GMM usuli samarali hisoblanadi.

Xulosa qilib aytadigan bo'lsak, ushbu ish natijalari GMM modelining shaxsni ovozi orqali identifikatsiyalash vazifasida samaradorligini tasdiqlaydi. Yondashuvni tanlashda aniq muammo va dastur talablarini hisobga olinishi kerak.

MFCC va GMM asosida shaxsni ovozi orqali identifikatsiyalash turli sohalarda, jumladan xavfsizlik, ovozli yordamchilar, boshqaruv tizimlari, nutqni avtomatik tanib olish va boshqa sohalarda qo'llanilishi mumkin va odamlarning kompyuter tizimlari bilan o'zaro aloqasi qulayligi va samaradorligini oshiradi.

#### Adabiyotlar

1. *H. Beigi*. Fundamentals of speaker recognition. Springer US, 2011.
2. W. M. Campbell, D. E. Sturim, D. A. Reynolds, Support vector machines using GMM supervectors for speaker verification, IEEE signal processing letters 13 (5) (2006) 308–311.
3. *Рабинер Л., Шафер Р.* Цифровая обработка речевых сигналов. – М.: Радио и связь, 1981. – 496 с.
4. *Маматов Н.С., Нуримов П.Б., Самижонов А.Н.* Нутқ сигналларида овоз фаоллигини аниқлаш алгоритмлари. «Ахборот коммуникация технологиялари ва дастурий таъминот яратишда инновацион ғоялар» Республика илмий-техник конференцияси 17-18 май 2021 йил.
5. *П.Б.Нуримов, А.Н.Самижонов, Ш.И.Фозилов, З.М.Сулаймонов* Шахснi нутқи асосида таниб олишда белгилар фазосини шакллантириш. Информатика ва

энергетика муаммолари Ўзбекистон  
Журнали, №4, 2020

6. *Desai D, Joshi M.*, Speaker Recognition Using MFCC and Hybrid Model of VQ and GMM. Recent Advances in Intelligent I nformatics 235: 53-63.
7. *W. M. Campbell, D. E. Sturim, D. A. Reynolds*, Support vector machines using GMM supervectors for speaker verification, IEEE signal processing letters 13 (5) (2006) 308–311.
8. *Нуримов П.Б., Ереженев К.К., Шахснi овози бўйича биометрик таниб олиш тизимлари, Между-народной научно-практической конференции «Актуальные задачи математичес-кого моделирования и информа-ционных технологий»* Nukus, May 2-3, 2023.
9. *Fabian Pedregosa, Gaël Varoquaux, Alexandre Gramfort, ...*, Scikit-learn: Machine Learning in Python, [https://arxiv.org/abs/1201.04\\_90](https://arxiv.org/abs/1201.04_90)
10. *James Lyons et al.* (2020, January 14). jameslyons/ python\_speech\_features: release v0.6.1 (Version 0.6.1).

